



25.3.2016

يوميات السرطان

حل أعمق أسرار الطب

تألیف: جورج جونسون

ترجمة: د. إيهاب عبد الرحيم علي

سلسلة المعرفة

سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها
المجلس الوطني للثقافة والفنون والأدب - الكويت

صدرت السلسلة في يناير 1978

أسسها أحمد مشاري العدوانى (1923-1990) ود. فؤاد زكريا (1927-2010)

يوميات السرطان

حل أعمق أسرار الطب

تأليف: جورج جونسون

ترجمة: د. إيهاب عبد الرحيم علي



ديسمبر 2015

431

Twitter: @keta_b_n



علم المعرفة

سلسلة شهرية يصدرها
المجلس الوطني للثقافة
والفنون والآداب

أمسها
أحمد مشاري العدواني
د. فؤاد زكريا

الشرف العام
م. علي حسين اليوحة

مستشار التحرير

د. محمد غانم الرميحي
rumaihimg@gmail.com

هيئة التحرير
أ. جاسم خالد السعدون
أ. خليل علي حيدر
د. علي زيد الزعبي
أ. د. فريدة محمد العوضي
أ. د. ناجي سعود الزيد

مدمرة التحرير

شروق عبدالحسين مظفر
a.almarifah@nccalkw.com

سكرتيرة التحرير
عالية مجید الصراف

ترسلاقتراحات على العنوان التالي:
السيد الأمين العام
للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب
ص. ب: 28613 - الصفا
الرمز البريدي 13147
دولة الكويت
تليفون: 22431704 (965)
فاكس: 22431229 (965)
www.kuwaitculture.org.kw

التنفيذ والإخراج والتنفيذ
وحدة الإنتاج في المجلس الوطني

ISBN 978 - 0 - 470 - 2 - 99906

رقم الإيداع (2015/1047)

العنوان الأصلي للكتاب

The Cancer Chronicles: Unlocking Medicine's Deepest Mystery

By

George Johnson

New York. 2013.

This translation is published in arrangement with Alfred A. Knopf, an imprint of the Knopf Doubleday Group, a division of Random House, LLC.

طبع من هذا الكتاب ثلاثة وأربعون ألف نسخة

صفر 1437 هـ - ديسمبر 2015

المواضيع المنشورة في هذه السلسلة تعبر
عن رأي كاتبها ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلس

المحتوى

9	ملاذة للمؤلف
13	الفصل الأول السرطان الجوراسي
33	الفصل الثاني قصة نانسي
55	الفصل الثالث مواساة الأنثروبولوجيا
75	الفصل الرابع غزو سارق في الجنة
89	الفصل الخامس مرض المعلمات
103	الفصل السادس كيف تقبل الخلايا القلبية مصيرها المحظوم؟
115	الفصل السابع من أين يأتي السرطان حقاً؟

135	الفصل الثامن «أدرياميسين وحساء البسول لعشية عيد الميلاد»
149	الفصل التاسع الغوص في أعماق الخلية السرطانية
169	الفصل العاشر الفوضى الاستقلالية
185	الفصل الحادي عشر المقامرة مع الإشعاع
201	الفصل الثاني عشر الشيطانة الخالدة
219	الفصل الثالث عشر احذر العدو
235	الخاتمة سرطان جو
245	الهؤامش

ملاحظة للمؤلف

قبل عدة سنوات، ولأسباب ستصبح لكم في هذه الصفحات، وجدتني مدفوعاً إلى أن أتعلم كل ما في وسعي معرفته عن علم السرطان. وبوصفي شخصاً من خارج هذا التخصص عمل فترة طويلة كاتباً علمياً يرتاح أكثر إلى العواف المديبة للكوزمولوجيا (علم الكونيات) والفيزياء، مما مقدار ما يمكنني أن أفهمه من هذا الحقل الجديد، وغير المنظم، والمتغير باستمرار؟ لقد تخيلت المدى الواسع الذي أمامي باعتباره غابة مطيرة لا حدود لها، والتي لا يمكن أبداً استيعاب اتساعها وتنوعها ضمن كتاب واحد، أو حتى عقل واحد. كان عليَّ أن أجد أي ثغرة في واحد من تخومها للدخول منها، كي أشق طريقي عبرها، ومن ثم استكشاف ما يقودني إليه فضولي - حتى خرجت من الجانب الآخر بعد ذلك بسنوات - مسلحاً بفهم أفضل لما نعرفه وما لا نعرفه عن السرطان. لقد كانت في انتظاري بعض المفاجآت اللافتة للنظر.

«أتقدم بشكري العميق إلى نانسي مارييت، وإلى عائلة أخي، جو جونسون، الذين سمعوا لي بإن أروي قصصهم»

وقد ساعدني كثير من الناس في رحلتي هذه. أود أولاً أن أتوجه بالشكر إلى العلماء الذين منحوني الكثير من وقتهم لإجراء مقابلات معهم، والرد على رسائل البريد الإلكتروني، ومراجعة أجزاء من المخطوطة أو كلها؛ وهم ديفيد أغوس، وأثر أوفرهاید، وروبرت أوستن، وجون بارون، وخوسيه باسيلغا، ورون بلاي، وتيموثي بروماج، ودان تشور، وقام كوران، وبيول ديفيس، وأماندا نيكلس فادر، ووليام فيلد، وأندي فوتريل، وريبيكا غولدين، وأن غراور، وميل جريفز، وسمور غروفمان، وبرلين هندرسون، وريتشارد هيل، ودانيل هيليس، وإليزابيث جاكوبس، وسكوت كيرن، وروبرت كروزينسكي، وميشيل لازار، وجاي لوبين، وديفيد لايدن، وفرانشيسكا ميشور، وجيري بي نيكلولسون، وإليو ريبولي، وكينيث روثمان، وبروس روشيلد، وكريس سترينغر، وبيرت فوغلشتاين، وروبرت واينبرغ، وتيم وايت، ومايكل زيممان. وكذلك فقد استثمرت أكثر من 500 دراسة علمية وكتاب تتحدث عن السرطان، وحضرت عشرات المحاضرات.

وقد أوردتُ معظم هذه المصادر كمراجعة في تعليقائي الختامي [هوماش المؤلف]، جنباً إلى جنب مع العديد من المعلومات المنشورة للاهتمام التي لم أتمكن من إدراجها في متن الكتاب. وقد تكرم كل من جورج ديمترى ومارغريت فوق بالسماح لي بحضور ورشة عمل خاصة في بوسطن، والتينظمتها الجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان. وأتوجه هنا بجزيل الشكر إليهما وإلى موظفي الجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان، من فيهم مارك مندنهال وجيري مور، الذي رحب بي لحضور الاجتماع السنوي الرائع للمنظمة في ولاية فلوريدا. وكذلك أشعر بالامتنان لكل من ندوات كيستون وجمعية البيولوجيا النباتية للسماح لي بحضور بعض الفعاليات التينظموها. وعندما شرعت بالفعل في العمل الجاد، قام ديفيد كوركوران من صحيفة «نيويورك تايمز» بحماس بتكريفي ومن ثم نشر اثنين من تقاريري المبكرة. وأود هنا أن أتوجه بالشكر إليه وإلى زملائه: كريستي أشواندن، وسيري كاربنتر، وجيسي دوشيك، وجين إيردمان، ودان فاغن، ولويزا غيلدر، وإيمي هارمون، وإريكا تشيك هايدن، وكيندال باول، وجولي ريهماير، ولارا سانتورو، وغاري تاوبس، ومارغريت فيرتهايم، وذلك لتعليقاتهم وتوجيهاتهم بخصوص المخطوطة.

ملاحظة للمؤلف

بادر العديد من حضروا أخيراً ورشة سانتافي للكتابة العلمية بقراءة النسخ المبكرة من المخطوطة، حيث زودوني بتعليقاتهم الجيدة وخبراتهم، وهم: جون غوش، وكريستينا روسو، وناتالي ويب، وشانون ويمان، وسيلي بونو أباد - ثاباتيرو. وقد ساعدتني بوني لي لا مادلين ومارا فاتز في البحث في المكتبة وفي عملية التحقق من الحقائق التي لا نهاية لها. لقد ظلت المخطوطة في تغير مستمر، وبالتالي فإنني مسؤولة عن أي أخطاء ظلت حتى النهاية. يمثل هذا الكتاب السابع الذي أنتهجه مع جون سيغال، رئيس التحرير المكلف بأعمالي في دار كنوف للنشر، والرابع مع ويل سولكين من شركة جوناثان كيب وبودلي هيد في لندن. ويسعدني أن أتوجه بالشكر إليهما وإلى زملائهما، من فيهم فيكتوريا بيرسون، وجوي ماجاري، وميغان هاوزر، وإيمي رايán، وهي محررة نسخ رائعة، وإلى إستير نيوبيرغ، وهي وكيل أعمالي منذ البداية تقريباً.

وأتوجه هنا بشكر خاص إلى كورماك مكارثي، الذي قرأ نسخة مبكرة من الكتاب، وجيسيكا ريد، التي كان حسها الأدبي وتشجيعها مصدر إلهام لي. وقد قرأت صديقتني ليزا تشونغ الكتاب أكثر من مرة جملة فجملة، وصفحة فصفحة، مما ساعد على وضع اللمسات الأخيرة.

وأخيراً، أتقدم بشكري العميق إلى نانسي مارييت وإلى عائلة أخي، جو جونسون، الذين سمحوا لي بأن أروي قصصهم.

أتساءل الآن، على أي حال، عما إذا كان الوجود المستمر للموسيقى من حولي لم يسهم بصورة مهمة في إحساسني بالسرطان كشيء يمتلك حقوقه الخاصة. يبدو الأمر الآن متصدعاً قليلاً بحيث لا يسعني وصفه، لكنني في ذلك العين كثيراً ما كنت أشعر بأن الورم كان جزءاً مني بقدر ما كان كبدي أو رئتي، وبالتالي يمكنني تذكر احتياجاته من المساحة والمواد الغذائية. بيد أنني كنت آمل فقط أنه لن يحتاج إلى كامل تركيزني.

رينولدز برليس، حياة جديدة تماماً

كان مرض السل *Tuberculosis* يسمى «الاستهلاك» *consumption* لأنه يستهلك؛ فهو يذيب الرئة أو العظام. لكن السرطان يُتّج. بل هو وحش من الإنتاجية المفرطة.

جون غونتر، ينبغي للموت ألا يشعر بالفخر

السرطان الجوراسي

أنباء عبوري لامتداد جاف ومنعزل من الطريق السريع المعروف باسم الديناصور المائي لما قبل التاريخ^(*)، حاولت أن تخيل الشكل الذي كان عليه غرب ولاية كولورادو - وهو قفار بريء من الهضاب والوديان الضيقة المغطاة بنباتات المريمية - قبل 150 مليون سنة، أي في أواخر العصر الجوراسي Late Jurassic. كانت أمريكا الشمالية في سبيلها إلى الانفصال عن أوروبا وأسيا - حيث كانت القارات الثلاث تشكل مجتمعة قارة بدائية عملاقة تسمى لوراسيا Laurasia. كانت تلك الكتلة الهائلة من الأرض، والتي كانت أكثر تسطحًا مما هي عليه اليوم، تحترف إلى الشمال بعدل بضعة سنتيمترات في السنة، وكانت قمر كسفينة عبر مياه ما سيطلق عليه علماء الجغرافيا لاحقاً اسم مدار السرطان Tropic of Cancer. كانت مدينة دنفر Denver، التي ترتفع اليوم

«أدت الشائعات القاتلة بأن أسماك القرش لا تصاب بالسرطان إلى حملة من الذبح الجماعي من قبل التجار الساعين إلى الحصول على جبوب غضاريف القرش المضادة للسرطان. لكن أسماك القرش تصاب بالسرطان بدورها. ليست هناك أي فقة مستثناة من السرطان في المملكة الحيوانية».

(*) Dinosaur Diamond Prehistoric Highway.

عن الأرض بقدر ميل واحد، توجد قريبا من مستوى سطح البحر وتقع بعيداً إلى الجنوب بقدر بعد جزر البهاما اليوم. وعلى رغم أن المناخ كان جافاً إلى حد ما، فإن شبكات من الجداول التي تربط البحيرات الضحلة والمستنقعات كانت تغطي جزءاً من الأرض، كما كان الغطاء النباتي مزدهرا. لم تكن هناك أعشاب أو زهور - فلم تكن هذه قد تطورت بعد - بل مجرد مزيج غريب من أشجار الصنوبريات الممتوجة مع أشجار الجنكة الصينية ginkgos، والسراغنس الشجرية، والسيكاسيات cycads ونباتات ذنب الفرس horsetails. كانت أعشاش النمل الأبيض العملاقة⁽²⁾ ترتفع حتى ثلاثين قدما. وعبر هذا العالم الشبيه بروايات الدكتور سوس^(*)، كانت تصول وتتجول كائنات مثل الستيغوصورس Stegosaurus، والألوصورس Allosaurus والبراكيوصورس Brachiosaurus، والباروصورس Barosaurus، والسيزموصورس Seismosaurus - والتي كانت عظامها مدفونة على عمق سحيق أسفل مني وأنا أشق طريقي من مدينة غراند جنكتشن Grand Junction إلى بلدة تسمى ديناصور، كان بواسع المراء أن يلمح أحياناً تسوّات صخرية من لماضي الجوراسي، التي انكشفت بفعل التعرية، أو حركة الرفع الزلزالي، أو بفعل شق الطرق من قبل إدارة الطرق السريعة - والتي بدت كأشرطة ملونة من التربات التي تشكل كنزاً أحفورياً يسمى تشكيل موريسون Morrison Formation. كنت أعرف ما أبحث عنه من الصور الفوتوغرافية: طبقات متداعية من الرواسب المحمرة، أو الرمادية، أو البنفسجية، والمحضرة أحياناً - وهي حطام جيولوجي تراكم على مدى نحو 7 ملايين سنة.

إلى الجنوب مباشرة من بلدة فرويتا Fruita الواقعة على نهر كولورادو، تجولت على القدمين إلى أعلى تل ديناصور هل⁽³⁾، حيث توقفت ببرهة لالتقطان قليل من أحجار موريسون الطينية الأرجوانية اللون التي سقطت بالقرب من ممر المشاة. وأثناء تقليبيها بين أصابعِي، تفتتت مثل كعكة العجين الجافة. وعلى الجانب الآخر من التل، وصلت إلى ممر رأسي shaft يمكن عنده في العام 1901 اختصاصي بعلم الأحافير يدعى إلمر ريجز Riggs من استخراج 6 أطنان من العظام التي تعود إلى مخلوق الأباتوصورس Apatosaurus (وهو الاسم الصحيح لما يطلق عليه معظمنا

(*) هو تيودور سوس غالبرل (1904 - 1991)، الروائي والرسام الأمريكي، مؤلف أشهر كتب الأطفال وأكثرها مبيعات، مثل «الفطر ذو القبعة» The Cat in the Hat و«كيف سرق غرينتش عيد الميلاد» How the Grinch Stole Christmas. [المحرر].

اسم البرونتوصورس (Brontosaurus). وعندما كان على قيد الحياة ومرتوباً بشكل كامل، لا بد أن هذا الزاحف البالغ طوله 70 قدماً قد بلغ من الوزن 30 طناً. غطى ريعز العظام في المصيص لحمايتها، ونقلها عبر ولاية كولورادو على متن قارب مسطحة القاع، ومن ثم شحنها بالقطار إلى متحف فيلد Field Museum في شيكاغو، حيث أعيد تجميعها وعرضها على الجمهور.

وبعد أن شقت طريقها شمالاً إلى بلدة ديناصور (التي لا يزيد عدد سكانها على 339 نسمة)، حيث تتقاطع جادة برونتوصورس مع طريق ستيفنوصورس السريع، وقفت عند مكان مرتفع وشاهدت أشرطة هوريتون في أحد الوديان وهي تحول إلى اللون الأحمر مع غروب الشمس. وعند مسافة أبعد قليلاً إلى الغرب، على طول نهر غرين Green River عند الروافد الغربية لجبل ديناصور التذكاري الوطني، رأيت أكثر النماذج جمالاً، وهو حرف من الصخور الرمادية المخضرة التي تنحسر إلى اللون البنفسجي قبل أن تراجع إلى البني. كانت هذه في الواقع، كما أخبرتني المرأة التي التقيتها في مقر إدارة المنتزه، تُشبه آيس كريم (بوظة) تابولي الذائبة.

وفي مكان ما في هذه المنطقة، اكتُشفت إحدى عظام الديناصور، والتي تُظهر ما يمكن أن يمثل أقدم حالة معروفة من السرطان. وبعد موت هذا الديناصور، سواء بفعل الورم أو لأي سبب آخر، التهمت الحيوانات المفترسة أعضاءه أو تحولت هذه بسرعة. لكن الهيكل العظمي - أو على الأقل جزء منه - انطمَّ تحت الأرض تدريجياً بفعل التراب والرمال التي نثرتها الرياح. وفي وقت لاحق، كان يتدفق على العظام بحيرة متوسعة أو جدول متعرج، وكانت الساحة ممهدة لحدوث التحْفُّر fossilization. استُبدلَت المعادن المتضمنة في العظام ببيطه، جزيئاً جزيئاً، بالمعادن الذائبة في المياه؛ وبالتالي فقد امتلأت التجاويف الصغيرة وتحجرت. وبعد عصور عديدة، كانت الديناصورات قد انقرضت منذ مدة طويلة، واكتسَى العالم الذي عاشت فيه بالبحيرات والصحراء والمحيطات، لكن هذه العظمة المتحجرة، المغطاة بالصخور الرسوبيَّة، قد حُفِّظت وظلت باقية عبر الزمن.

كان هذا حدثاً نادراً، إذ تفتَّت معظم العظام قبل أن تتحُّر. وكذلك فإن ذلك الجزء منها الذي بقي لفترة طويلة بما يكفي للتحُّر، قد ظل مدفوناً باستثناء حفنة ضئيلة. أما العينة، التي تُعرف الآن باسم CM 72656، والمحفوظة في متحف كارنيجي

للتاريخ الطبيعي في بيتسبرغ، فكانت ضمن تلك الفئة الناجية. وسواء جرى نبضها بفعل نهر متسرع أو كشفها بفعل القوى التكتونية tectonic forces - فقد وصلت بطريقة أو بأخرى إلى سطح عالمنا حيث اكتُشفت، بعد 150 مليون سنة من موتها الع狷وان، من قبل هاو مغمور لجمع الصخور. أُجري مقطع عرضي للعينة بمنشار للصخور، ومن ثم صُقلت. وبعد تقبيلها عبر عدد غير معلوم من الأيدي البشرية، وجدت الأحفورة طريقها إلى متجر للصخور بولاية كولورادو حيث التققطها عينا طبيب⁽⁴⁾ يعرف أنه ينظر إلى حالة لسرطان العظام عندما يرى واحدة منها.

كان اسمه ريموند ج. بونج Bunge، أستاذ المسالك البولية في كلية الطب بجامعة ولاية أيووا. في أوائل تسعينيات القرن العشرين، اتصل بونج هاتفيما بقسم الجيولوجيا في الكلية لسؤالهم عما إذا كان من الممكن أن يأتي شخص من قبلهم لتقديم بعض العينات النادرة في مجدهاته. شقت مكالمته طريقها عبر مقسم الهواتف إلى برلين فيتزكه Witzke، الذي قاد في يوم خريفي بارد دراجته إلى منزل الطبيب الذي عرض عليه قطعة جذابة، يبلغ سمكها خمس بوصات⁽⁵⁾، من عظام الديناصور المتمعدنة. وعند النظر إليها من الأمام، كانت قياسات الأحفورة 6.5 في 9.5 بوصات، واستقرت بداخل لبها نتوء، والذي تبلور الآن، كان قد تضخم حتى وصل إلى الجزء الخارجي من العظم. اشتبه بونج في الساركومة العظمية osteosarcoma - فقد شاهد الضرر الذي يمكن للسرطان إلحاقه بالهيكل العظمية البشرية، وخصوصاً في الأطفال. كان الورم البيضاوي الشكل، والذي يبلغ في الحجم كرة لينة^(*) softball مسحوقه قليلا، قد تحول على مدى آلاف السنين إلى ضرب من العقيق agate.

كانت الشظية من الصغر بحيث لم يتمكن فيتزكه من تحديد نوع العظم أو نوع الديناصور، لكنه كان قادراً على وضع تشخيص جيولوجي: كان اللون البني المحمر والمركز العقيقي agatized دليلاً على أن العينة جاءت من تشكيل موريسون. تذكر بونج أنه اشتري هدايا تذكارية من مكان ما غرب كولورادو - كانت القطع المقصولة من العظام المتحففة للديناصورات من القطع المفضلة لدى جامعي الصخور - لكنه لم يستطع تذكر الموضع على وجه الدقة، وبالتالي أعطى الصخرة إلى عالم بالجيولوجيا، وطلب منه الحصول على رأي من خبراء.

(*) أكبر بقليل من كرة البيسبول، محيطها 12 بوصة تقريباً. [المحررة].

ولانشغاله بأمور أخرى، فقد ظلت الأحفورة قابعة وشبه منسية فوق خزانة الملفات في مكتب فيترزك، حتى اليوم الذي أرسلها فيه إلى بروس روتشيلد Rothschild، وهو اختصاصي الروماتيزم في مركز شمال شرق ولاية أوهايو لالتهاب المفاصل، والذي وسع نطاق ممارسته ليشمل أمراض العظام في الديناصورات. لم يكن قد سبق له رؤية مثال أوضح أو أقدم لسرطان يرجع إلى عصور ما قبل التاريخ. وقد مثلت خطوطه التالية في تحديد النوع الدقيق من السرطان الذي أصاب العينة. وكما اتضح لاحقاً، فلم يكن الورم يُظهر الهوامش غير المحددة أو الشكل الطبقي الشبيه بقشرة البصلة⁽⁶⁾ للساركومة العظمية، وهو نوع السرطان الذي اشتبه فيه بونج، أو المميزة لورم خبيث آخر يُعرف باسم ساركومة بوبينغ Ewing's sarcoma. كان روتشيلد أيضاً واثقاً من صواب استبعاد الورم النقوي myeloma، وهو سرطان الخلايا الblastomericية الذي يترك العظام المصابة بمظهر «مخروم». كانت حقيقة أن الورم، وهو يشق طريقه إلى الخارج، قد ترك قشرة رقيقة من العظم على حالها، هي سبب استبعاد الورم النقوي المتعدد، وهو ورم غازي أكثر عدواية. من شأن كل الأمراض التي تصيب الهيكل العظمي أن تترك علامة مميزة، وبالتالي استبعد روتشيلد الاحتمالات الممكنة، واحداً تلو الآخر: «الحفر السطحية المنفردة والمتملاقيّة لابيضاض الدم leukaemia»، و«المظهر المتمدد، والشبيه بفقاعات الصابون للكيسات العظمية الأندمية^(*)»، و«التكلسات المشاشية «الفشارية» المميزة للأورام الأرومية الغضروفية chondroblastomas»، و«مظهر «الزجاج المصنفر» المميز لخلل التنسج الليفي fibrous dysplasia».

أما بالنسبة إلى شخص غير متخصص يقرأ ملاحظات روتشيلد، فإن المصطلحات الطبية المستخدمة قد تقع في مكان ما بين كونها شفافة وبهمة، فهي كلمات لا يكتسب المرء ألفة كافية معها إلا عندما يسعى جاهداً إلى فهم سبب الانقطاع المفاجئ للسرطان. أما الأمر الذي كان واضحاً منذ البداية، فهو الثقة التي مكنت المتخصص في العلم الغامض لباثولوجية الديناصورات من التوصل إلى التشخيص المحتمل لورم يبلغ من العمر 150 مليون سنة. واصل روتشيلد ملاحظاته، فاستبعد «الآفات ذات الحواف المتصلبة التي يسببها النقرس gout»، و«مناطق الارتشاف

(*) aneurysmal bone cysts.

المميزة للسل *tuberculosis*، و«الملامح التصلبية للأفات الصمغوية لداء اللولبيات *treponemal disease*». الكيسات العظمية الأحادية الغرفة، الأورام الغضروفية الباطنة *enchondromas*، أورام بانيات العظم *osteoblastomas*، الأورام الليفية الغضروفية المختلطة^(*)، الورم العظمي العظماني *osteoid osteoma*، الورم الحبيبي اليوزيني *eosinophilic granuloma* - من كان ليعرف أن أموراً بهذا السوء قد تحدث داخل ما يبدو كقطعة من العظام الصلبة؟ لم يكن أي من هذه الأمراض يبدو كتشخيص محتمل. ومن منظور روتشيلد، كانت هذه الآفة تحمل علامات السرطان النقيلي، من أشد الأنواع فتكاً - وهو سرطان نشاً من خلايا في أماكن أخرى من جسم الدیناصور، والتي ارتحلت لتأسيس مستعمرة جديدة لها في الهيكل العظمي.

كانت هناك إشارات متباينة في المجالات الطبية إلى أورام عظمية أخرى^(*) في الدیناصورات - الأورام العظمية *osteomas* (وهي كتل من خلايا العظام الفائقة النشاط، والتي تتجاوز حدودها الشرعية) والأورام الوعائية *hemangiomas* (وهي انصبابات شاذة للأوعية الدموية، والتي يمكن أن تتشكل ضمن النسيج الإسفنجي بداخل العظام). ومثل السرطان، وهذه الأورام الحميدة هي ضرب من الورم *neoplasm* (من اليونانية بمعنى «النمو الجديد») - وهي خلايا تعلمت خداع وسائل دفاع الجسم ومن ثم تُظهر إرادة خاصة بها. تتضاعف خلايا الورم الحميد ببطء نسبي، كما أنها لا تمتلك القدرة على غزو الأنسجة المحيطة بها أو على الانتقال. بيد أنها ليست غير ضارة بالضرورة. يمكن للورم الحميد أحياناً أن يضغط بشكل خطير على عضو أو وعاء دموي، أو أن يفرز هرمونات مدمرة. وكذلك فإن بعضها قد يصبح سرطانياً، لكن هذه نادرة بما فيه الكفاية. غير أن مشاهدة الأورام الخبيثة في الدیناصورات تمثل حالات نادرة للغاية. لفترة من الوقت، اعتقاد الباحثون أن الورم الشبيه بالقرنبيط في القائم الأمامي لديناصور من نوع *اللوصورس Allosaurus* هو ساركومة غضروفية. بيد أنه عند الفحص الدقيق، قرر روتشيلد أنه كان مجرد كسر ملائم تعرض للعدوى. كانت أحافورة بونج هي الشيء الحقيقي. وفي ورقة بحثية مقتضبة مؤلفة من خمسة مائة كلمة، كتبها مع فيتزكه وزميل آخر له ونشرت في مجلة «ذى لانسيت» *The Lancet* في العام 1999، توصل إلى استنتاج جريء: «من

(*) chondroxyloid fibromas.

شأن هذه المشاهدة قميد (8) التعرف على أصول السرطان النقيلي على الأقل إلى منتصف العصر الوسيط mid - Mesozoic [عصر الديناصورات]، وهو أقدم مثال معروف في السجل الأحفوري».

لقد سمعت لأول مرة بأحفورة ريموند بونج في وقت سابق من ذلك الصيف، عندما بدأت أشق طريقي عبر الأديبيات المتوفرة عن علم السرطان. ثمة شيء جذاب على نحو رائع بخصوص الطريقة التي يمكن بها لخلية منفردة أن تفر من القطبي وتبدأ في التضاعف، مكونة شيئاً غريباً بداخل الإنسان - مثل عضو جديد ينبع فجأة في المكان الخطأ، أو - وهو الأمر الأكثر بشاعة - جنين معيب مشوه. إن الأورام المنسخية، وهي أورام نادرة تنشأ من الخلايا الجنسية الضالة (9) (التي تؤدي إلى البوopies والحيوانات المنوية)، قد تحتوي على بقايا من الشعر، والعضلات، والجلد، والأستان والعظم. ويشتق اسمها teratomas [teratos] من اللفظة اليونانية *teras* بمعنى «وحش». لقد أصبحت امرأة يابانية شابة بكيسة مبيضية ovarian cyst تحتوي على رأس، وجذع، وأطراف، وأعضاء، وعين صقلوبية cyclopean eye. غير أن هذه الحالات نادرة للغاية. تتطور الأورام في الغالبية الساحقة منها وفقاً لخطبة مرتجلة خاصة بها؛ بيد أن أكثرها خطورة تكتسب القدرة على الانتقال. وبمجرد أن ترسخ أنفسها في المحيط القريب منها - أي في المعدة، أو القولون، أو الرحم - فهي تواصل مسيرتها، أي تنتقل metastasize، إلى أماكن جديدة. وبالتالي، فإن السرطان الذي يبدأ في غدة البروستاتة prostate قد يستقر في نهاية المطاف في الرئتين أو العمود الفقري. لم يكن هناك أي سبب يدعو إلى الاعتقاد بأن السرطان لم يحدث في الديناصورات؛ ولكن بالنظر إلى النسبة الضئيلة من البقايا الأحفورية التي حصل البشر على فرصة لدراستها، فإن مصادفة مثال فعلي عليها كانت تبدو أشبه بالمعجزة.

لنتذكر حجم العقل المعنى: من النصب التذكاري الوطني للديناصورات في ولايتي يوتا وكولورادو، يمتد تشكيل موريسون شمالاً إلى ولايات وايومينغ وأيداهو ومونتانا وساوث داكوتا، وإلى جنوب كندا. وينتشر شرقاً إلى ولايتي نبراسكا وكنساس، وجنوباً إلى الشريطين الممتدين من ولايتي تكساس وأوكلاهوما، وصولاً إلى ولايتي نيو مكسيكو وأريزونا. وهو يغطي ما يقرب من نصف مليون ميل مربع. لم يؤد تأكل التربة وعمليات الحفر، سواء كانت طبيعية أو من

صنع الإنسان، إلا إلى تعزيز الحواف، الذي يوفر بالكاد عينات من تراكم عظام الديناصورات الذي تم على مدى سبعة ملايين سنة، والتي تنطوي فقط على تلك التي اتفق أن صارت متحفّرة. ولو لا عيناً ريموند بونج الثاقبتين، لصاع أقدم دليل ملموس على السرطان في عصور ما قبل التاريخ. كم عدد الحالات الأخرى التي انسحقت بداخل تلك الطبقات القائمة؟ ومن بين العظام التي اكتُشفت، كم عدد الأورام الخبيثة التي جرى إغفالها؟ لم يكن علماء الأحافير يبحثون عن السرطان أصلاً - كما أن قليلين منهم كانوا سيعرفون عليه إذا رأوه - وكذلك فإن الأورام الوحيدة التي كانت لديهم فرصة لاكتشافها لا بد أنها تلك التي شقت طريقها إلى خارج سطح العظام، أو التي كشفها كسر عشوائي أو قطع غير مقصود من منشار صاقل الأحجار.

من بين أكثر الأسئلة مرواغة حول الأورام السرطانية هو: ما مقدار السرطانات السرمدية والعتممية - أي التي تنشأ عفويًا داخل الجسم - وما مقدار تلك الناتجة عن التلوث، والكيماويات الصناعية، والأجهزة الأخرى التي صنعها الإنسان؟ من شأن الحصول على تقديرات أولية عن توافر السرطان في العهود السابقة أن يوفر أدلة مهمة، غير أن ذلك لن يتأتى إلا في وجود عينة أكبر من البيانات. وبسبب اشتغال حماسه بفعل ورم بونج الأحفوري، بدأ روتتشيلد في البحث عن المزيد.

وباستخدام منظار تألفي *fluoroscope* محمول⁽¹⁰⁾، بدأ شق طريقه بإجراء فحوصه الشعاعية عبر متاحف أمريكا الشمالية. في البشر، تنتهي السرطانات التي تنتشر إلى الهيكل العظمي في الغالب في العمود الفقري، لذلك فقد ركز روتتشيلد على الفقرات *vertebrae*. وبحلول الوقت الذي انتهى فيه كان قد فحص 10312 فقرة من نحو سبعمائة ديناصور من مقتنيات المتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي في نيويورك، ومتحف كارنيجي في بيتسبرغ، ومتاحف فيلد في شيكاغو، وغيرها من المؤسسات في جميع أنحاء الولايات المتحدة وكندا - وهو ما يمثل كل عينة توجد إلى الشمال من الحدود المكسيكية، والتي أمكنه أن يضع عليها يديه. فحص روتتشيلد فقرات سائية، وباستخدام السلام وجهاز جمع الكرز، فحص الفقرات المرتفعة لهياكل عظمية كاملة. (توجد صورة له وهو يرتدي قميصاً يحمل صورة ديناصور⁽¹¹⁾ ويحمل إلى الخلف داخل القفص الصدري لأحد حيوانات التيرانوصورس ريكس

(*Tyrannosaurus rex*). أما العظام التي ظهرت غير طبيعية تحت الأشعة السينية فقد فحصت على نحو أدق باستخدام المسح بالأشعة المقطعة. وفي نهاية المطاف، حصل على ثمرة اجتهاده؛ فقد وجد ورما خبيثا عظيميا آخر، وكان بوسعيه هذه المرة التعرف على الضحية: إدمونتوصورس *Edmontosaurus*، وهو كائن هائل الحجم له خطم يشبه منقار البطة (اسم الفصيلة هو الهادورصورات *Hadrosauridae*)، والذي عاش في نهاية العصر الطباشيري *Cretaceous*، الذي تبع العصر الجوراسي مباشرة، عندما بدأ ديناصورات في الانقراض. كانت الهادورصورات الأخرى مصابة أيضا بأورام في العظام، والتي كانت جميعها حميدة: ورم بائيات العظم، وورم ليفي صلدي^(*)، وستة وعشرون ورما وعائيا، غير أنه لم يكن هناك أي أورام بين الوحوش الأخرى، وهو الأمر الذي ربما مثل أكبر مفاجأة. وعلى رغم أن فقرات الهادورصورات مثلت أقل من ثلث كومة العظام - المؤلفة من نحو 2800 عينة من أقل من مائة ديناصور - فقد كانت هي مصدر جميع الأورام. أما ما يقرب من 7400 فقرة التي لم تكن لها دورصورات - والتي تعود إلى ديناصورات الأباتوصور *Apatosaurus*، والباروصور *Barosaurus*، والألووصور *Allosaurus*، وغيرها - فلم تُظهر وجود أي أورام، سواء كانت خبيثة أو حميدة.

كان هذا الشذوذ من النوع الذي يواجهه اختصاصيو وبائيات السرطان البشري على الدوام. لماذا يصاب بعض الناس بعدد من السرطانات أكبر من غيرهم؟ ربما وقعت بعض التحولات التطورية التي تركت الهادورصورات باستعداد وراثي للإصابة بالأورام؛ أو ربما كان السبب راجعا إلى الاستقلاب. قد تكون هذه الديناصورات، كما تكهن روتشيلد، ذات دماء أكثر حرارة⁽¹²⁾ من الديناصورات الأخرى. تسير العمليات الاستقلابية في ذوات الدم الحار بوتيرة أسرع - فهي تستهلك الطاقة لحفظ على درجة حرارة الجسم - وقد يؤدي ذلك إلى تسريع تراكم التلف الخلوي الذي يؤدي إلى الخباثة.

وربما أن الاختلاف لم يكن متوفنا ولا بيتنا - بل أمر متعلق بما كان الهادورصورس يأكله. تنخرط النباتات ضمن النظام البيئي في حرب كيماوية لا نهاية لها، حيث تصنع مبيدات الأعشاب والمبيدات الحشرية لمحاربة الآفات. وبعض هذه المواد

(*) desmoplastic fibroma.

الكيميائية يسبب الطفرات؛ أي إنها تغير الحمض النووي الريبي الممزوج الأكسجين (الدنا: DNA). إن السلائل المعاصرة لنباتات السيكاسيات cycads الشبيهة بالسراخس التي نمت خلال الدهر الوسيط تنتج سموما يمكنها تحريض أورام الكبد والكلية في فقران المختبر. لكن لماذا تناول الهادورصورس قدرًا من السيكاسيات أكبر مما كان يتناوله الأباتوصورس، على سبيل المثال؟ ثمة مصدر آخر محتمل للمسرطنات carcinogens - وهي إبر أشجار الصنوبر - والتي اكتشفت في بطون بعض «مومياوات» للإدمونتوصورس⁽¹³⁾، والتي دفنت بقابيها في ظل ظروف بيئية مواطية بحيث تحولت إلى حفريات بدلاً من أن تتعرّفن. غير أن ذلك لم يكن يمثل ما يكفي من الأدلة لمواصلة البحث.

كانت هناك ملامح غريبة أخرى يتعين تفسيرها؛ فعندما حدثت أورام الهادورصورسات، لم تُصب سوى الفقرات الذيلية caudal vertebrae - أي تلك الأقرب إلى ذيل العمود الفقري. ما الأمر المتعلق بالجزء السفلي من تلك الزواحف، والذي جعلها أكثر عرضة للسرطان من الجزء العلوي؟ لو كان بوسعنا فقط إعادة إنشاء الديناصورات من الدنا DNA القديم، كما حدث في فيلم «الحدائق الجوراسية»، ومن ثم إتاحتها للبحوث الطبية. في مراكز السرطان الكبرى - مثل مستشفى دانا - فاربر في بوسطن، وإن دي أندرسون في هيوستن، وغيرها في جميع أنحاء العالم - يمكن لعالم أن يقضى حياته المهنية كلها في دراسة الدور الذي يؤديه جزيء واحد في الأورام الخبيثة، وبالتالي فإن مجرد البيانات المستقاة من مسح روتشيلد قد طرحت من الأسئلة ما يكفي للأطروحة بأسرها، بيد أن الأهم من بينها هو كيفية وضع نتائج مشاهداته في منظورها الصحيح. إن سرطان العظام البشرية من أي نوع - سواء كان نقيليًا أو ناشئًا من الهيكل العظمي - يمثل حالات نادرة. لكن هل كانت حالة واحدة من بين سبعمائة من الهياكل العظمية للديناصورات قليلاً أم كثيراً؟

وفي دراسة ثالثة، تدبّر روتشيلد الصعب⁽¹⁴⁾. لقد اتصل به اثنان من علماء الفيزياء الفلكية كانوا يأملان في دعم نظريتهم القائلة بأن نهاية هيمنة الديناصورات على الأرض قد تتسارعت بفعل زيادة مفاجئة في الأشعة الكونية المشعة. يمكن للأشعة المؤينة - وهو نوع قوي بما يكفي لإتلاف الدنا - أن يسبب السرطان، ويكون

نخاع العظام عرضة للإصابة به بشكل خاص. إذا كان ثمة حدث كوني قد أدى إلى انتبعاث أشعة قوية بشكل غير معتاد، فلا بد من أن تأثير ذلك على الديناصورات كان التعرض للأشعة السينية من الفضاء الخارجي.

لكن كيف يمكنك احتساب وبائيات ذلك؟ في دراسة سابقة، أجرى روتشيلد وزوجته⁽¹⁵⁾ كريستين فحصاً بالأشعة السينية على العظام المتضمنة في مجموعة هامان - تود للعظام البشرية^(*) في متحف كليفلاند للتاريخ الطبيعي، وهي مستودع يضم ثلاثة آلاف هيكل عظمي من جثث كلية الطب - وهي جثث المشردين التي كانت ستنتهي بخلاف ذلك في مقابر الفقراء. كان ثلاثة وثلاثون منهم مصابين بأورام نقلية في العظام، وهو ما يمثل نسبة 1.14 في المائة. وتشير عمليات تشييع الجثث في حديقة حيوان سان دييغو⁽¹⁶⁾ إلى أن الزواحف تصاب بسرطان العظام بمعدل يبلغ نحو ثمن الإصابات لدى البشر، أو نحو 0.142 في المائة، وبالتالي فإن إصابة سلطانية واحدة في الإدمونتونصورس من بين سبععمائة ديناصور صُورت بالأشعة التألفية تُنتج العدد نفسه تقريباً. لا بد للمرء من أن يبحث في مكان آخر عن دليل على أن السرطان كان عاملاً مُسبباً لانقراض.

طوال شهور، ظلت الأخبار غير المؤكدة مثل هذه تراكم في دفتر مذكراتي، ومن ثم تتناقل عبر أجزاء ذهني. والملاحظ أن كل سؤال أثير حول السرطان قد تم خوضه حتى عن المزيد. ما مدى تمثيل مجموعة هامان - تود لمعدل الإصابة بالسرطان بشكل عام؟ ربما أن الفقراء المضمنة عظامهم في المجموعة قد عانوا من سوء التغذية والأنظمة الغذائية العشوائية، الأمر الذي ربما أدى إلى زيادة قابليةهم للسرطان. ومع ذلك فإن العديد منهم ربما عاش حياة قصيرة نسبياً، ومن ثم توفي بسبب العنف أو الأمراض المعدية قبل أن يكون هناك وقت لتنامي السرطان في جسده. ربما عمل كل ذلك على موازنة الاحتمالات، وربما لا. ييد أن دراسة الحيوانات في حديقة حيوان سان دييغو أثارت مزيداً من الأسئلة: تميل الحيوانات في الأسر إلى الإصابة بالسرطان بمعدلات أكبر من تلك التي تعيش في البرية، ربما بسبب تعرضها لكميات أكثر من المبيدات الحشرية أو المواد المضافة إلى الأغذية، أو ربما لمجرد أنها تظل على قيد الحياة لفترات أطول، وتحصل على قدر أقل من الحركة، وتأكل

(*) Hamann-Todd Human Osteological Collection.

بكميات أكبر. ومن بين جميع عوامل الخطر المرتبطة بالسرطان البشري، هناك اثنان نادراً ما يختلف عليهما - هما السمنة والشيخوخة.

كان السؤال الأكثر إثارة للقلق هو كم ما يمكن للمرء استقراره حول السرطان في الديناصورات - ومن ثم الأصل النهائي لهذا المرض - من ذلك القدر الضئيل من الأدلة المتبقية. وإذا لم تُدرج في العينة سوى تلك المائة هادرصورس المعرضة للإصابة بالأورام، فسيكون معدل إصابتها بسرطان العظام واحداً في المائة، وهي النسبة نفسها تقريباً في الهياكل العظمية البشرية. لكن عليك أن تتساءل عن ذلك الكم الهائل من العينات الأخرى التي تقع في انتظار من يكتشفها؛ فمجرد اكتشاف واحدة أخرى مصابة بورم خبيث سيُضاعف معدل الإصابة بالسرطان. وأخيراً كان هناك سؤال عن عدد أنواع السرطان التي ربما قد انتشرت إلى الأجزاء التي لم تُفحص من الهيكل العظمي أو إلى الأعضاء الرخوة - وهي السرطانات التي لم تصل إلى العظام مطلقاً. ومجرد أن تتحلل الأنسجة، ستختفي الأدلة على وجودها.

ثمة تقارير عن وجود استثناء محتمل؛ ففي العام 2003، وهي السنة التي ظهر فيها مسح روتتشيلد، أعلن علماء الحفريات في ولاية ساوث داكوتا⁽¹⁷⁾ عن اكتشاف ما قد يكون ورماً في دماغ ديناصور. كانوا يجهزون جمجمة غورغوصورس Gorgosaurus يبلغ من العمر 72 مليون سنة، وهو أحد أقارب التيرانوصورس ريكس، عندما وجدوا «كتلة غريبة من المادة السوداء»⁽¹⁸⁾ في الجمجمة. أظهر التحليل بالأشعة السينية والفحص بالمجهر الإلكتروني أن الكتلة المستديرة تتالف من خلايا عظمية، والتي شخصها علماء الباثولوجيا البيطرية على أنها «ساركومة عظمية خارج الهيكل العظمي»^(*)، وهي ورم منتج للخلايا العظمية السرطانية يصيب المخيخ وجذع الدماغ. وقد يفسر هذا سبب كون مظهر الغورغوصورس مضروباً بهذا الشكل، كما لو أن ذلك العيوب، الذي كان يعاني من فقدان التحكم العرقي، قد تعرّى وسقط مراراً وتكراراً. وكما خمن روتتشيلد في ذلك الوقت، «فمن المؤكد أن ثمة حدثاً غريباً»⁽¹⁹⁾ هو ما خلق هذا المظهر. إن موضع وطبيعة الكتلة يشيران إلى أنها قد تكون ورماً، لكننا لازال بحاجة إلى إثبات أنها ليست مجرد شظايا متتساقطة من كسر في الجمجمة.

(*) extraskeletal osteosarcoma.

وأصلت طريقي عبر طريق ديناصور ديموند السريع، وأنا أفكّر في السرطان، وهنا تتحقق رؤيتي الشخصية النادرة: محطة بنزين سينكلير يُظهر شعارها الأخضر ديناصورا - ما يمثل أثرا آخر من الأزمنة الخالية. وعلى طول الطريق، كانت آبار النفط الهزازة تضخ الوقود الأحفوري المشتق، وفقا لأفضل معلوماتنا، من المواد العضوية التي تعود إلى عصور ما قبل التاريخ، والمتمثلة في هريس من الحياة النباتية والحيوانية الضئيلة، رجما مع بعض النفط الذي أسهمت في تكوينه динاصورات.

كان الوقت يشير إلى الغسق تقريبا عندما وصلت إلى هضبة يامبا Yampa Plateau في شمال ولاية كولورادو، وهي كومة من العناصر الجيولوجية التي تعود إلى 300 مليون سنة⁽²⁰⁾. أدت دهور من الاضطرابات الزلزالية - المتمثلة في انحصار وميل وسقوط وانزلاق كتل هائلة من القشرة الأرضية - إلى إحداث حالة من الفوضى في الجدول الزمني. وطوال أميال، كان الطريق ينزلق على سطح الصخور التي ترسّبت في العصر الجوراسي والعصر الطباشيري، وهو منتصف إلى أواخر عهد динاصورات. وبعد ذلك، ومن دون أن أشعر بارتطام في الإطارات، تغير سطح الهضبة فجأة إلى العصر البنسلفاني Pennsylvanian - فقد تقدّرت دهور بأسرها لكشف عالم أقدم، والذي يعود إلى 150 مليون سنة قبل ديناصورات موريسون، عندما كانت الصراصير البدائية تزحف على الأرض. وإذا أزلتنا بعض طبقات تحت تلك البنسلفانية، فستجد آثار العصر الديفوني Devonian، وهو مشهد ريفي يعود إلى 400 مليون سنة. وفي صخور العصر الديفوني، على مسافة 1600 ميل إلى الشرق من يامبا، اكتُشفت عظمة فك تعود إلى إحدى الأسماك المدرعة البدائية⁽²¹⁾ بالقرب مما أصبح مدينة كليفلاند بولاية أوهايو. كان العظم منقرا بما يعتبره بعض العلماء وربما، في حين يرى آخرون أنه مجرد جرح قديم ناجم عن معركة.

انتهى الطريق في هاربرز كورنر - وهو الطرف القاصي للهضبة. وقد سرت إلى الحافة حيث يلتقي على عمق كبير تحت نهر غرين ويامبا، بعد أن انتهت مسيرتهما المترعرعة عبر كل تلك الأزمنة القاسية. وقف هناك مرتبكا من التفكّر في كل هذا الماضي الذي تلاشى كأنه لم يكن. بعد اختفاء динاصورات، جاء تجبل لaramide⁽²²⁾، عندما ارتفعت من الأرض قمم الجبال التي أبحرت جبال الروكي فيما بعد، حتى وصلت إلى ارتفاع 18 ألف قدم، قبل أن

تُدفن حتى أعناقها في الركام الخاص بها. ومع نبش جبال روكي^(*) (وهي عبارات تبدو مستمدة من الكتاب المقدس)، بدأت الفراغات بينها تنحسر. وفي أوائل عصر البليستوسين (العصر الحديث الأقرب: Pleistocene)، أي منذ نحو مليوني سنة، تلت العصور الجليدية الكبرى، تاركة وراءها المعلم الجغرافي التي نعرفها اليوم. وطوال كل هذه الكوارث الطبيعية، ظلت الحياة تتطور. وقد تسال على متن تلك الرحلة هذا الدخيل المسمى بالسرطان.

عُثر على تلميحات لوجود أورام حميدة في العظام المتحجرة للفيلة، وحيوانات الماموث mammoths، والخيول القديمة⁽²³⁾. يظهر فرط التعظم hyperotosis، أو نمو العظام الجامح⁽²⁴⁾، في الأسماك من جنس الخنافس الشخينة Pachylebias، والتي يبدو أنها سخرت تلك الأورام لمنفعتها؛ فباستخدام الصابورة ballast التي وفرتها زيادة كتلة العظام، كان يوسع تلك الأسماك أن تبحث عن طعامها عند أعمق أكبر في مياه البحر المتوسط المالحة، ما منحها أفضلية على منافسيها. وبالتالي، فإن ما بدأ كورم مرضي ربما جرى اعتماده كاستراتيجية تطورية.

وقد اشتُبه في وجود أورام خبيثة في جاموس قديم ووعل قديم⁽²⁵⁾، بل إن هناك تقريرا يعود إلى العام 1908 عن اكتشاف سرطان في مومياء لقرد مصرى قديم من نوع البابون⁽²⁶⁾ baboon. تتسم هذه المثلثة بندرتها وبكونها مثيرة للجدل في بعض الأحيان. ولكن كما هي الحال مع الديناصورات، فإن غياب الأدلة ليس دليلا على انعدام الوجود. ربما كان السرطان نادرا بدرجة كبيرة قبل أن يبدأ البشر في العبث بالأرض، لكن قدرا أساسيا من السرطان لا بد أنه كان موجودا طوال الوقت. من أجل أن يعيش جسم حي، لا بد أن تظل خلاياه في حالة من الانقسام المستمر - حيث تنقسم إلى خلتين، تنقسمان إلى أربعة، ثم ثمانية، ثم تتضاعف مرارا وتكرارا. ومع كل انقسام، فإن الخيوط الطويلة من الدنا DNA - وهو مستودع المعلومات الوراثية للكائن الحي - لا بد أن يجري نسخها ومن ثم نقلها للمرحلة التالية. وعلى مدار الوقت، تطورت آليات لإصلاح الأخطاء. غير أنه في عالم يتعجب بالغوضى، تتسم هذه بأنها عملية معيبة بطبيعتها. وعندما تسير الأمور على نحو خاطئ، فإن النتيجة هي عادة مجرد خلية ميتة، ييد أنه في ظل الظروف المواتية، تؤدي تلك الأخطاء إلى السرطان.

(*) Exhumation of the Rockies.

حتى البكتيريا المنفردة الوحيدة الخلية⁽²⁷⁾ يمكنها أن تُنْتَج طفرة تجعلها تتكرّر بقّوة أكثر من جيرانها. وعندما يحدث ذلك في خلية توجد بداخل نسيج حي، فإن النتيجة هي ظهور ورم. انبثقت النباتات والحيوانات - وهو ما شكلان مختلفان لنفس موضوع تعدد الخلايا multicellularity - من نفس المصدر البدائي في نهاية المطاف. تمثّل النباتات أبناء عمومتنا البعيدة للغاية، كما أنها تصاب بالفعل بما يشبه السرطان. يمكن للبكتيريا المعروفة باسم الأجرعية المورمة⁽²⁸⁾ *Agrobacterium tumefaciens* أن تنقل جزءاً من الدنا الخاص بها إلى جينوم genome خلية نباتية، مما يجعلها تتضاعف متحولة إلى ورم يسمى التدرّن التاجي crown gall. ويظهر بحث علمي متميّز⁽²⁹⁾ نشر في العام 1942 أنه في نباتات دوار الشمس، يمكن لهذه الأورام أن تُنْتَج أوراماً ثانوية - وهي نظائر بدائية للنقائل metastasis. وفي عام 1950، أثبتت دراسة على الحشرات، يمكن للخلايا اليرقية larval cells أن تؤدي إلى أورام غازية⁽³⁰⁾ - وهي الظاهرة نفسها، ربما، التي انتقلت وصولاً إلى الفقاريات vertebrates.

وُصِّف السرطان (الساركومات، والسرطانات carcinomas، واللمفومات lymphomas، وغيرها من المسميات السريرية التي تبعث على الاكتئاب) في أسماك الشبوط carp، والقد codfish، والورنك skate rays⁽³¹⁾، والكراسي pike، والفرخ perch، وغيرها من الأسماك. أما سمك السلمون المرقط، مثل البشر، فيصاب بسرطان الكبد⁽³²⁾ بسبب مادة مسرطنة، هي الأفلاتوكسين aflatoxin، التي ينتجهَا فطر الرشاشة الصفراء Aspergillus flavus. أدت الشائعات القائلة بأن أسماك القرش لا تصاب بالسرطان إلى حملة من الذبح الجماعي من قبل التجار الساعين إلى الحصول على حبوب غضاريف القرش المضادة للسرطان. غير أن أسماك القرش تصاب بالسرطان⁽³³⁾ بدورها. ليست هناك أي فئة مستثنية من السرطان في المملكة الحيوانية. وفي الزواحف، هناك حالات للإصابة بالسorum الغذائي جار الدرقي parathyroid adenoma في السلاحف⁽³⁴⁾، وبالساركومة، وسرطان الجلد، والإبيضاض المفاوي lymphatic leukemia في الثعابين. وكذلك فإن البرمائيات amphibia تكون عرضة للأورام⁽³⁵⁾ بدورها، غير أن بعضها يُظهر اختلافات غريبة في الموضوع⁽³⁶⁾. وعند حقنها بالمسرطنات، تادرأ ما تصاب حيوانات سمندل الماء newts بالأورام، فهي أقرب احتمالاً لأن تستجيب عن طريق إنبات أطراف جديدة.

في غير محلها. بيد أن هذه القدرة على تجديد أجزاء الجسم قد فقدت تماماً لدى الحيوانات الأخرى خلال عملية التطور. هل يمكن أن يمثل هذا تلميحاً آخر⁽³⁷⁾ يشير إلى أصول السرطان - أي محاولة الأنسجة التالفة إعادة إحياء نفسها على نحو محموم، لتجد أنها لم تعد تعرف كيف تفعل ذلك؟

ليس من بين هذه المخلوقات من يسير، أو يسبح، أو ينざق إلى عيادة لطلب الرعاية الطبية، لكن من المشاهدات العشوائية لعلماء التاريخ الطبيعي وعلماء الحيوان، ظهرت أحاط محددة. يبدو أن الثدييات تصاب بعدد أكبر من السرطانات مما تفعل الزواحف أو الأسماك⁽³⁸⁾، والتي تصاب بدورها بعدد أكبر من السرطانات مما تفعل البرمائيات. ويبعد أن الحيوانات المستأنسة تصاب بعدد أكبر من السرطانات⁽³⁹⁾ مما تفعل أبناء عمومتها التي تعيش في البرية. أما البشر فيصابون بأكبر عدد من السرطانات من بين جميع الكائنات الحية.

وفي أصيل أحد الأيام خلال رحلتي على الطريق، توقفت لبعض الوقت في متحف رحلة الديناصورات^(*). وبالنظر إلى الحالة الراهنة متحاشف العلوم - التي تشبه كثيراً البرامج الاستعراضية show biz - توقعت أن يعج المكان بأفلام متحركة عن الديناصورات وبالمعروضات العملية التي تشبه ألعاب الفيديو. بيد أنه كان هناك الكثير من العلم الجيد. اختلست النظر عبر النوافذ المزدادة بالصور لمختبر الحفريات القديمة Paleo Lab، حيث يظهر رجال ونساء أحياء، يمليون على طاولات العمل وهم يقومون بفصل الحفريات المنطرمة في الأحجار المحيطة بها.

وقد تجولت بين الهياكل العظمية الهائلة المعاد بناؤها، والمعلقة بقرب السقف - الوصور، وستيغوصورس. رأيت فقرة عنقية تعود إلى أبياتوصورس، والتي كانت من الضخامة لدرجة أنها لو كانت من دون تسمية ما أكن لأخمن أن هذه الكتلة الصخرية كانت نسيجاً حياً في يوم ما. كان الأمر برمته مثيراً للإعجاب، غير أنه على مر السنين كنت قد شاهدت ما يكفي من الهياكل العظمية للديناصورات ليجعلني أشعر بقليل من الضجر. لكن عندما توقفت أمام شاشة تُظهر مخططاً تفصيلاً بالحجم الكامل لقلب براكيوصورس Brachiosaur، والذي يرتفع حتى مستوى صدرى، شعرت حقاً بجمد الضخامة التي كانت عليها تلك الحيوانات.

(*) Dinosaur Journey Museum.

تفكرت مرة أخرى في مسح روتشيلد عن أورام الديناصورات. ثمة علاقة وثيقة بين الحجم ومدة الحياة⁽⁴⁰⁾. وعلى رغم وجود استثناءات، فإن الأنواع الضخمة تميل إلى العيش لفترات أطول من تلك الأصغر حجماً، ووفقاً لبعض التقديرات، فقد عاشت أضخم الديناصورات لفترات طويلة للغاية - ما وفر قدرًا كبيراً من الوقت والمساحة لترانيم الطفرات. لم يؤد ذلك إلى جعلها عرضة للإصابة بالأورام؟ ليست هذه المسألة واضحة تماماً في عالم الثدييات على الأقل، وهي المشاهدة التي تحمل اسم مفارقة بيتو⁽⁴¹⁾, والتي سميت باسم السير ريتشارد بيتو، وهو اختصاصي الوبائيات في جامعة أكسفورد. شعر بيتو بالحيرة من كون المخلوقات الضخمة المعمرة مثل الفيلة لا تصاب بقدر أكبر من السرطان مما تفعل المخلوقات الصغيرة القصيرة الأجل، مثل الفئران. وقد عرض هذا اللغز بإيجاز⁽⁴²⁾ في عنوان بحث عملي من تأليف مجموعة من البيولوجيين وعلماء الرياضيات في ولاية أريزونا: «لماذا لا تصاب جميع الحيتان بالسرطان؟» باستثناء الحيتان البيضاء belugas في المصب الملوث لنهر سانت لورانس، يبدو أن إصابة الحيتان بالسرطان مشاهدة غير مألوفة. أما بالنسبة إلى الفئران، فإن معدلات الإصابة بالسرطان مرتفعة.

في البداية، لم يجد ذلك غريباً تماماً. هناك علاقة عكssية بين العمر وسرعة النبض. وخلال فترة الحياة المتوقعة للفيل وال فأر، سوف يخفق قلب كل منها نحو مليار مرة⁽⁴³⁾، غير أن فأر سيقوم بذلك بوتيرة أسرع بكثير. ومع اشتعال وتيرة الاستقلاب metabolism لديها، يبدو من المعقول أن تصاب الفئران بقدر أكبر من السرطان⁽⁴⁴⁾. لكن ما ينطبق على الفئران ليس صحيحاً بالنسبة إلى الثدييات الصغيرة الأخرى. فالطيور، على رغم وتيرة استقلابها المحمومة (يمكن لقلب الطائر الطنان أن يخفق بمعدل أكثر من ألف مرة في الدقيقة)، يبدو أنها تصاب بقدر ضئيل للغاية من السرطان. إذا قمت برسم مخطط بياني لحجم الثدييات مقابل معدل إصابتها بالسرطان فلن تجد خططاً ماثلاً واضحاً، بل مجرد عدد من النقاط المتباشرة. وفي ظل جهلنا، يبدو كل نوع من الأحياء كأنه استثناء.

وقد اقترح العلماء عدة أسباب⁽⁴⁵⁾ لتفسير عدم ارتباط السرطان بالحجم على نحو سلس. وفي حين أن الحيوانات الكبيرة قد تصاب بالفعل بجزء يزيد من الطفرات، فربما أنها قد طورت أيضاً وسائل أكثر فعالية لإصلاح الدنا DNA، أو لندرة الأورام

بطرق أخرى. وضع مؤلفو بحث أريزونا مقترحاً لكيفية حدوث هذا، والذي يتمثل في الأورام الفائقة⁽⁴⁶⁾ *hypertumors*. يمثل السرطان ظاهرة تشرع فيها إحدى الخلايا في الانقسام بصورة خارجة عن السيطرة، ما يؤدي إلى تراكم الضرر الوراثي. ويستمر أبناؤها، وأحفادها، وأبناء أحفادها في تفريخ ذريتها الخاصة - وهي جمهرات فرعية من الخلايا المتنافسة، التي يمتلك كل منها توليفة مختلفة من الصفات. إن أقوى الخلايا المتنافسة - تلك التي طورت قدرة على النمو بشكل أسرع من غيرها، أو على تسميم جيرانها، أو على استخدام الطاقة بكفاءة أكبر - هي التي ستكون لها اليد العليا. لكن قبل أن تتمكن من الهيمنة، كما اقترح المؤلفون، قد تصبح عرضة للإصابة «بالأورام الفائقة»: وهي عناقيد من الخلايا السرطانية الضعيفة التي تحاول بصورة انتهازية أن تتغفل للحصول على رحلة مجانية. تقوم هذه التفيلييات باستنزاف الطاقة على نحو مستمر، مما يعمّل على تدمير الورم أو كبح جماحه على الأقل. وفي الحيوانات المعمرة الكبيرة الحجم، يتتطور السرطان تدريجياً بما يكفي لتشكل العلقيات *leeches*. وفي الواقع أنها قد تصاب بعدد أكبر من الأورام، لكنها تكون أقل عرضة بكثير لأن تنمو إلى حجم ملحوظ. السرطانات التي يمكن أن تصاب بالسرطان، برغم كل الوقت الذي أمضيته غامراً نفسي في الأديبيات، كانت هذه أول مرة أسمع فيها بذلك الموضوع.

ييد أن هذا جعلني أتساءل عن الطيور الطنانة، وقدرتني ملاحظة دونتها في حاشية بحث حول مفارقة بيتو إلى سر آخر من أسرار السرطان. من المعروف جيداً لدى علماء الحيوان أن جميع الثدييات، مهما كانت طويلة أو قصيرة، تمتلك سبع فقرات عنقية على وجه التحديد: الزرافات والإبل، والبشر، والحيتان (ممثل خراف البحر *manatees* وحيوانات الكسلان *sloths* استثناءات لهذه القاعدة). أما الطيور، والبرمائيات، والزواحف، فليست محكومة بهذه القاعدة - فالبجعة يمكن أن تمتلك 22 - 25 فقرة عنقية، كما يبدو أنها تصاب بسرطانات أقل. ظنت فريستون غاليس *Galiss*، وهي عالمة بيولوجية هولندية، أنه لا بد من وجود نوع من الارتباط⁽⁴⁷⁾، ففكّرت في ما حدث في الحالات النادرة التي أثبتت فيها الأجنة ضلعاً إضافياً في المكان نفسه الذي تتشكل فيه الفقرة السابعة طبيعياً. ونتيجة لذلك، لا يمتلك الأطفال الذين يولدون بهذا العيب الخلقي سوى ست فقرات في أنفائهم. كذلك

فهم يكونون أكثر عرضة للوفاة بسبب الأورام الدماغية، والابهضات، والأورام الأرومية *blastomas*، والساركومات. وتشير غاليس إلى أن ذلك هو السبب في الاختفاء البطيء للتباين في عدد الفقرات العنقية لدى جمهرات الثدييات.

قضيت ليلى الأخيرة على الطريق في بلدة فيرنال بولاية يوتا، حيث يوجد بروتوصورس وردي عملاق (أعني آياتوصورس) ذا رموش طويلة جداً ويعمل لافتاً للترحيب بالزوار. كانت الساعة تشير إلى التاسعة مساء تقريباً، حيث كانت المدينة تغلق أبوابها بالفعل. وقد وجدت مطعماً يحمل طابع الغرب البري الذي كان بالكاد مفتوحاً، على الشارع الرئيسي. وبعد يوم طويل من قيادة السيارة، كنت أتعلّم إلى كوب من الشراب. حاولت مواكبة أحد الدراسات حول الكيفية التي يمكن بها لهذه الرذيلة، عند تناولها باعتدال، أن تكون مفيدة للجهاز الدوري، ودرء النوبات القلبية والسكّنات الدماغية؛ بل إن أكثر البحوث طموحاً وأشار إلى أن الآثار المضادة للأكسدة *antioxidizing* لهذا الإكسير قد تساعده في كبت الأورام وإطالة العمر. لكن كلما طال بقاوئك على قيد الحياة، ازداد احتمال إصابتك بالسرطان. تضيّف كل وجية طائفية من الاحتمالات المتضاربة: يزيد الكحول من خطر الإصابة ببعض أنواع السرطان (الفم، البلعوم)، لكنه قد يقلل من خطر الإصابة بسرطان الكلي.

في ملف على حاسوبي المحمول، احتفظت بقائمة ببعض عناوين الأنباء الأخيرة: «مركيّات طبيعية من الرمان⁽⁴⁸⁾ قد تمنع نمو سرطان الثدي المعتمد على الهرمونات».

«الشاي الأخضر يمكنه تعديل تأثير التدخين على خطر الإصابة بسرطان الرئة».

«استهلاك المشروبات الغازية قد يزيد من خطر الإصابة بسرطان البنكرياس».

«خلاصة البطيخ المر تقلل نمو خلايا سرطان الثدي». «خلاصات الأعشاب الجربية قد تحمل وعداً لعلاج المفومة اللاحودجكينية^(*)».

(*) Non-Hodgkin's Lymphoma.

«القهوة قد تقي من سرطانات الرأس والعنق».

«الفراولة قد تُبطّن الأورام قبل السرطانية في المريء».

كنت أعلم الآن أن تلك التأثيرات، إذا كانت حقيقة، ستكون ضئيلة. كيف يمكن لأي شخص أن يزرن تلك الاحتمالات بصورة معقولة، مستندًا في ذلك بلا مفر إلى معلومات منقوصة - أي على نتائج يمكن أن تقلب في اليوم التالي رأساً على عقب؟ اتضح أن الآثار المسرطنة للنبيذ الأحمر لم تكن ذات أهمية في تلك الليلة. كانت هذه ولاية يوتا، ولم يكن هناك أي مشروبات كحولية في قائمة الطعام. ابتلعت شطيرتي من الدجاج المحمر بشرب عصير الليمون المصنوع من مسحوق ومياه الصبورة.

وعندما عدت إلى غرفتي في فندق الديناصور (الذي يحرسه أبوابوصور مبتسماً آخر)، فكرت مرة أخرى في تلك الطبقات الممتدة تحتي بكميات بيكيلومترات وألاف السنين. في يوم ما، سيتراكם مزيد من الطبقات فوقنا، وتساءلت عن قدر السرطان الذي سيكون منتشرًا حينئذ. كانت سبع سنوات تقريباً قد انقضت منذ أن جرى تشخيص نائي، وهي المرأة التي كنت متزوجاً منها، للإصابة بنوع مسحور من السرطان، والذي ظهر في رحمها من دون سبب وجيه واشتعل مثل لهب على فتيل بطول الرباط المستدير *round ligament*، حتى وصل إلى إريتها *groin*. لقد عاشت لتروي قصتها، لكن منذ ذلك الحين، ظلت أتساءل عن كيف يمكن لخلية واحدة تدبر شؤونها الخاصة أن تحول جذرياً إلى كائن غريب ينتمي إلى الخيال العلمي، أو إلى وحش ينمو داخل الجسم.

قصة نانسي

كانت دائمًا تتناول خضراواتها - بطريقة هاجسية، كما كان يبدو في بعض الأحيان. وسواء في الفطور، أو الغداء، أو العشاء، وطوال اليوم، فقد كانت تحفظ بعده ما تناولته منها في ذهنه؛ حتى لو كانت الساعة العاشرة والنصف مساءً، في منتصف حلقة عائلة سميسمون أو أحد الأفلام التي تشاهدتها على مشغل أفلام الفيديو الرقمية DVD. فإذا لم تكن قد تناولت حصتين أو ثلاثة حصص من الخضراوات (بعضها خضراء، وبعضها صفراء) وثلاث أو أربع حصص من الفواكه والمكسرات والحبوب - أيا كانت نصيحة خبراء الهرم الغذائي pyramidologists بهذاخصوص - فستتعذر إلى تقطيع تفاحة أو فتح كيس من الجزر.

وبطريقة تعبر عن رهان باسكال^(*) (ليس هناك جانب سلبي للإيمان بوجود الله)، فإن أيا من هذا لا يتحمل أن يضر. وكثيراً ما يقال إنه

^(*) Pascal's wager .

«إن ما يمثل أزمة بالنسبة إلى المريض هو إجراء روتيني بالنسبة إلى الطبيب، لكن ذلك كان لزيال يدو لي وكأنه حماقة خالصة»

يمكن الوقاية من ثلثي حالات الإصابة بالسرطان⁽¹⁾ - ثلث من خلال التوقف عن التدخين، وثلث آخر عن طريق المزيد من ممارسة الرياضة وتناول وجبات صحية. لكن الأدلة التي تربط بين أي حمية غذائية بعينها وبين السرطان تتسم بضعفها على نحو محبط. لقد قيل لنا، نانسي وأنا، أن نأكل السبانخ لأنها غنية بالفولات folates، وأن الفولات هي عنصر بالغ الأهمية تستخدمه الخلايا للتجميع وإصلاح الحازونات المتشابكة للدنا. يبدو ذلك عظيماً من الناحية النظرية، لكن العجة القائلة بأن تناول المزيد من الفولات يقلل من خطر الإصابة بثلاثة أنواع من السرطانات الأكثر شيوعاً: القولون والمستقيم، والثدي، والبروستاتة، تتسم بكونها ضعيفة في أحسن تقدير⁽²⁾. وبالنسبة إلى سرطان الثدي، فإن التأثير، إن وجد، قد يصب أساساً في مصلحة المدمنين على الكحول. وتشير أبحاث أخرى إلى أن تناول كميات مفرطة من حمض الفوليك⁽³⁾ (وهو الشكل الاصطناعي للفولات، والذي يوجد في حبوب الفيتامينات) يمكن أن يزيد من خطر الإصابة بالسرطان. وب مجرد ترسخ الورم، قد تؤدي الجرعات الإضافية حتى إلى تسريع نموه، كمن يضيف الوقود على النار. تكافح بعض أنواع السرطان عن طريق إعطاء مضادات الفولات⁽⁴⁾، antifolates، وهي من بين أقدم الأدوية المستخدمة في المعالجة الكيميائية⁽⁵⁾. بيد أن السبب الأكثر إقناعاً لتناول السبانخ هو أن طعمها طيب للغاية، سواء كانت مقلية مع الثوم أو مقطعة في السلطة.

ثمة أمر آخر يتسم بنفس القدر من الشكوكية، وهو الخرافات المحيطة بمضادات الأكسدة⁽⁶⁾ مثل فيتامين C وE، والتي تُتناول في الفواكه، والخضروات، والحبوب، وُيدهن بها الوجه في شكل مستحضرات التجميل المضادة للشيخوخة. يتمثل الأمل في مواجهة الجذور الحرة free radicals - وهي نواتج الاحتراق الخلوي التي تلتزم الأجزاء الداخلية من الخلايا. ليس من الواضح على الإطلاق ما إذا كان الجسم في حاجة إلى مساعدة على هذه الجبهة. وللتخفيض من تأثير الجذور الحرة (التي يستحضر اسمها صوراً لفوضويين يلقون بالقابيل)، تأتي الخلايا العبة مزودة بنظام مدمج من الآليات المضادة للأكسدة، وهي شبكة جزيئية متباينة تطورت على مدى دهور منذ بدء الحياة. ليس هذا شيئاً يمكنك العبث به، وليس هناك مخلوق يهد القضاء على الجذور الحرة؛ فهي بمنزلة كنائسين يمنعون التراكم المحتوم للسموم

الخلوية، أي جامعي قمامنة الخلايا. أما البيتا كاروتين beta-carotene، وهو مضاد الأكسدة الذي يمنع الجزر والمانجو والبابايا لونها، فقد جرى الترويج له كمضاد قوي للسرطان. لكن في التجارب السريرية التي أجريت في فنلندا⁽⁷⁾، كان المدخنون الذين أعطيت لهم مكمملات البيتا كاروتين أكثر عرضة للإصابة بسرطان الرئة. وقد أُقيمت تجربة مماثلة في الولايات المتحدة⁽⁸⁾ في مرحلة مبكرة عندما بدا أيضاً أن تلك المكمملات الغذائية تزيد من مخاطر الإصابة بالمرض. «إن تجاوز حدود الاعتدال يثير غضب الإنسانية» - باسكال مرة أخرى - ومن ثم يُغضب خلابانا.

وفي أيامنا هذه، انحدر مستوى التعبئة والتغليف لدى متاجر البقالة إلى مستوى جديد من التفصيل، وامتنع في إغواء المتسوقين بالمنتجات والسلع الأخرى الغنية بالكيماويات النباتية⁽⁹⁾ phytochemicals، وهي مكونات توجد طبيعياً في النباتات، والمشهورة بالمساعدة في إزالة سمّية المسرطّنات، وإصلاح الدنا التالّف، أو منع الخلايا من النمو غير المنضبط. وتشتمل قائمة تلك المواد التي تشتهر أحياناً وتُهجر أحياناً أخرى: الليكوبين lycopene، والكريسيتين quercetin، والريسفيراترول resveratrol، والسيليماريّن silymarin، والسلفورافان sulforaphane، والإندول-3-indole-3-carbinol كاربينول. في طبق المختبر، يمكن أن تؤثر هذه المواد على المسارات البيوكيميائية التي يعتقد أنها مكتنفة في عمليات التسربون carcinogenesis التي تتسم بكونها معقدة على نحوٍ مُفعد للإحساس. والأمر الأقل وضوحاً بكثير هنا هو ما إذاً كان تناول كميات أكبر منها يمكنه بالفعل أن يقي أي شخص من الإصابة بالسرطان. ما لم يكن الشخص يعني سوء التغذية الشديد، فليس هناك ما يدعو إلى الاعتقاد بأن وجود نقص في أي جزءٍ بعينه سيؤدي إلى فقدان العمليات الخلوية لتناغمهـا. يمكن تحسين حظوظك في النجاح عن طريق تناول الفيتامينات، لكن الأدلة هنا أيضاً تتسم بالضعف الشديد⁽¹⁰⁾. وإذا كانت الحياة بمثـل هذه الحساسية، فربما لم نكن لنحضر هنا ونحن نشعر بالقلق حول ما نأكلهـ.

هـناك الكثـير مما لا يعرفه العلم عن الآليـات الجـزيئـية الدـقيقة، كما يـعتمـل أنـ تـمنـحـ المـوـادـ المـتضـمنـةـ فيـ الفـواـكهـ وـالـخـضـرـاوـاتـ مـزاـياـ تـازـيـةـ لمـ يـُكـشـفـ بـعـدـ المـنـطـقـ وـرـاءـهــاـ.ـ وـطـوـالـ عـقـدـ التـسـعـينـاتـ،ـ اـمـتـلـأـتـ الأـخـبـارـ بـتـقارـيرـ عـنـ التـأـثـيرـاتـ الـخارـقةـ المـضـادـةـ لـلـسـرـطـانـ نـتيـجةـ لـاـسـتـهـلاـكـ سـخـاءـ الطـبـيعـةـ.ـ كـمـاـ بـدـأـ المـعـهـدـ الوـطـنـيـ لـلـسـرـطـانـ

الترويج لبرنامجه الذي يحمل اسم «خمسة يوميا^(*)»، والذي يقول إن تناول عدد كبير من حمض الفواكه والخضروات سيجعلك تقطع شوطا طويلا باتجاه تقليل احتمالات إصابتك بالسرطان.

للأسف، فقد جاء معظم الأدلة⁽¹²⁾ من دراسات الحالات والشواهد التي طلب فيها من أشخاص مع ومن دون الإصابة بالسرطان تذكر ما تناولوه من الأطعمة. تتسم الدراسات الوبائية من هذا النوع بكونها عرضة للخطأ. وفي تلخيصهم لشرح محتهم، قد يكون مرضي السرطان أكثر عرضة للمبالغة في تقدير مدى إهمالهم في تحسين نظامهم الغذائي، في حين قد يتذكر الأشخاص الأصحاء تناول مقادير أكبر مما تناولوه بالفعل من الفاكهة والخضروات. وباعتبار أن السرطانات قد تستغرق عقودا لكي تظهر، فهناك حاجة إلى قدر كبير من حدة الذاكرة. ومما يزيد الطين بلة أن أولئك الأقرب احتمالا للتطور⁽¹³⁾ في مجموعة المراقبة قد يكونون مواطنين أثرياء نسبيا ويمتلكون وعيًا صحيًا، والذين - بالإضافة إلى تناول وجبات مغذية - يمارسون الرياضة بمعدلات أكبر، ويكونون أقل عرضة للانغماس في محاقرة الكحول أو تدخين السجائر. من شأن دراسة جيدة أن تحاول تحقيق توازن بين الحالات والشواهد، لكن أفضل ما يمكن أن يقوم به علم الأوبئة الاستعادي retrospective epidemiology هو الإشارة إلى الارتباطات التي يتبعن استقصاؤها على نحو أكثر دقة. وفي دراسات الأتراب الاستباقية^(**)، تتبع مجموعات كبيرة من الأشخاص - أي الأتراب - سنوات، ومن ثم يُستجوبون بانتظام لمعرفة ما إذا كانت قد ظهرت أمراض معينة بين أولئك الذين أصيبوا بالسرطان وأولئك الذين لم يُصابوا به. وعلى رغم أن هذه أيضا تعاني بسبب التحييز bias، فإن أدلةها تُعد أقوى مما يوفره علم الأوبئة الاستعادي. وحتى الآن، وجدت أكبر دراسة مستقبلية التوجه عن النظام الغذائي والصحة⁽¹⁴⁾ أن تناول الفواكه والخضروات يمتلك، على الأقل، تأثيرا ضعيفا للغاية⁽¹⁵⁾ من حيث الوقاية من السرطان. هناك اقتراحات بخصوص الفوائد المحتملة بالنسبة إلى عدد قليل من أنواع السرطان⁽¹⁶⁾، لكن أيا منها لم يتحقق الآمال العريضة السابقة.

(*) 5 A Day program.

(**) prospective cohort studies.

لقد قيل لنا أن نتناول كميات من الألياف، وعندما كانت نانسي تذهب للتسوق كانت تجلب معها إلى المنزل حبوب الإفطار التي تُشبه في طعمها قطعاً مربعة من الورق المقوى. كان ذلك منطقياً من الناحية الحدسية؛ فهو سعك تصور قيام كل هذه الألياف المطهورة بتنظيف أمعائك في طريقها عبر جهازك الهضمي. يقال أيضاً إن الألياف تغذى مزيجاً من البكتيريا⁽¹⁷⁾ التي تقتل من خطر الإصابة بسرطان القولون. إن الحجة الداعمة لتناول الألياف قد تكون أقوى قليلاً⁽¹⁸⁾ مما هي الحال بالنسبة إلى غيرها من الأطعمة، لكن الأدلة كانت مثيرة للخلاف⁽¹⁹⁾. وقد وجدت دراسة كبيرة مستقبلية التوجّه ارتباطاً، في حين لم تجد ذلك دراسة أخرى.

قد يصير كل هذا أقل غموضاً إذا أمكن إخضاع الأطعمة للنوع نفسه من التجارب الصارمة المستخدمة لاختبار الأدوية الجديدة. تُقسّم مجموعة كبيرة من الناس عشوائياً إلى المجموعة التجريبية، التي يتلقى أفرادها العلاج، أو مجموعة المراقبة التي لا يتلقى أفرادها علاجاً. وفي النهاية، تقارن النتائج. لكن هذه الدراسات نادرة في البحوث التغذوية المتعلقة بالسرطان؛ فمن الصعوبة بمكان إجبار الناس على تناول الطعام بشكل تعسفي أو على لا يأكلوا طعاماً بعينه. ومما يزيد الأمر تعقيداً أن تنفيذ ذلك يجب أن يستمر طوال العقود التي يمكن أن يستغرقها السرطان للظهور. وعند تنفيذ تجربة محكومة استغرقت أربع سنوات، والتي استُخدمت فيها حمية منخفضة الدهون وتحتوي على نسبة عالية من الألياف، إضافة إلى الفواكه والخضروات، لم تكتشف أي أدلة على وجود انخفاض في وقوع سلالات القولون والمستقيم⁽²⁰⁾ colorectal polyps، وهي سلالات سرطان القولون. كما وجدت تجربة مشابهة randomized أخرى، والتي استغرقت الفترة نفسها تقريباً، أن تناول حمية غنية بالألياف لم يكن له تأثير على رجعة recurrence سرطان الثدي⁽²¹⁾.

وعند قراءة هذه التأكيدات الأقل من مقنعة، تذكرت عالم الكيمياء الحيوية بروس إيمز Ames، الذي أعلن أن ملفوف بروكسل، والكرنب⁽²²⁾، والبروكلي، والقنبيط، والأطعمة الأخرى التي تُشتري من سوق المزارعين تحتوي على مواد مسرطنة توجد بشكل طبيعي، فيما يشبه مبيدات الهوام pesticides المدمجة، مثل تلك التي ربما قتلت الإدمنتوصورس المسكين. لكنه يبدو أن البشر لا يتناولون هذه الأطعمة بكميات من شأنها أن تسبب مشكلة تتعلق بالصحة العامة - أو ربما أنا

اكتسبنا مقاومة طبيعية. لكن كيف نشأت خرافية أن النباتات تمتلك تأثيراً معاكساً، وأنها تمنحنا القدرة على دحر السرطان؟ لقد تطورت الفواكه والخضروات بحيث صارت تعزز انتشارها هي، ثم بدأ الناس يتناولونها.

لم يكن هناك شيء ثابت للغاية بخصوص عادات نانسي الغذائية. كان كلاناً يحب شرائح اللحم وشطافه الهمبرغر، لكننا كنا نحاول تناولها باعتدال. وهنا يبدو العلم أكثر إقناعاً بقليل؛ فإذا أمكن الاعتقاد في صحة علم الوبائيات، فإن تناول الكثير من اللحوم الحمراء⁽²³⁾ بصفة يومية ربما أدى إلى زيادة احتمال إصابة بسرطان القولون والمستقيم خلال العقد التالي بنسبة تصل إلى الثلث - أي من 1.28 في المائة إلى 1.71 في المائة⁽²⁴⁾. ولكن بالنظر إلى تلك الاحتمالات، كان طهو شريحة لحم عملاقة في عطلة نهاية الأسبوع يبدو أنه أمر يستحق المفاضلة. وعلى سبيل التكفي، كنا نتناول الأسماك في بعض الأحيان. وربما لعلمنا بأنها غنية بأحماض أوميغا 3 omega-3 التي قد ترتبط بين الأسماك وزرivot السمك وبين الوقاية من سرطان القولون⁽²⁵⁾ قد ظل احتمالاً بعيداً.

إن تناول كميات كبيرة من الفواكه والخضروات والألياف والأسماك، إن لم يفعل أي شيء آخر، فإنه يعد بتقليل تناول الفرد من الدهون المشتقة من الشحوم. لكن حتى هذه الأطعمة قد خضعت للتشكك⁽²⁶⁾ باعتبارها تمثل خطراً كبيراً للإصابة بالسرطان، كما يحتمل أن تمثل السكر خطراً أكبر⁽²⁷⁾ من خلال زيادة مستويات الإنسولين insulin في الدم وتحفيز نمو الأورام. وفي النهاية، فإن ما تأكله قد لا يكون بمثابة أهمية الكمية التي تتناولها. إن السمنة - مثل الشيخوخة، وضوء الشمس، والظواهر المشعة، والسجائر - قد انضمت إلى قائمة قصيرة⁽²⁸⁾ من محركات السرطان التي لا لبس فيها. وعلى العكس من ذلك، فهناك أدلة على أن تقليل السعرات الحرارية⁽²⁹⁾ يقلل من احتمال الإصابة بالسرطان. عليك تقليل عملية الاستقلاب في جسمك، مثل سحلية.

أدرجت نانسي مجموعة متنوعة من الخضروات والفواكه في نظامنا الغذائي لأنها كانت تعبهما غالباً، لكنها كانت تمتلك أسباباً للخوف من السرطان أكثر من غيرها. لقد عانت والدتها من التعرض لعملية استئصال الثدي mastectomy ومن

ثم المعالجة الكيميائية قبل وقت قصير من زواجنا. وبعد ستة عشر عاماً من سبات، عاد السرطان من جديد. لم نكن نعرف إذا كان سرطاناً الثدي الذي أصابها ينتهي إلى تلك السرطانات المرتبطة بعيوب وراثي عائلي. وإذا كان الأمر كذلك، فقد ورثت نانسي قابلية للإصابة، وإن لم يكن مصيرها محتمماً. كانت لديها عوامل مخاطرة risk factors أخرى؛ فقد كانت في الثالثة والأربعين من عمرها، ولم يكن لديها أي أطفال، مما كان مصدراً للخلاف المستمر. كلما قل احتمال تعرض امرأة للحمل، زاد عدد دورات الحيض الشهرية التي تتحملها. وفي كل دورة شهرية، تؤدي الهرة الناجمة عن إفراز هرمون الإستروجين⁽³⁰⁾ estrogen إلى جعل خلايا الرحم والغدد الثديية تشرع في التكاثر، فتضاعف محتواها من الدنا DNA - استعداداً للحمل ولإرتفاع طفل قد لا يأتي. تمثل كل دورة طمية رمية لزد، أو فرصة لنسخ الأخطاء التي قد تؤدي إلى نشوء الأورام. يوجد الإستروجين (جنبًا إلى جنب مع الأسبتوس، والبنزين، وأشعة غاما، وغاز الغردن) ضمن قائمة المسرطّنات البشرية المعروفة⁽³¹⁾ التي نشرها البرنامج الوطني لعلم السموم، والتابع للحكومة الفدرالية.

وكذلك فإن النساء في هذه الأيام يتعرضن لجرعات شهرية أكبر من الإستروجين لأنهن يبدأن المحيض عند أعمار أصغر بكثير، الأمر الذي قد يزيد من خطر إصابتهن بسرطان الثدي⁽³²⁾. ثمة عدد قليل من العلماء الذين يلقون باللوم في هذا التغيير على ثنائي الفينول A bisphenol A⁽³³⁾ - وهي مادة كيميائية توجد في الزجاجات البلاستيكية، والتي تحاوي الإستروجين. لكن التفسير المقبول على نطاق أوسع يشمل العوامل الغذائية⁽³⁴⁾. فمع توافر المزيد من الطعام ليتناولنه، تنضج الفتيات بسرعة أكبر، وتتراكم الدهون في أجسادهن، والذي قد يعمل بمثابة إشارة إلى أن الجسم صحي بما فيه الكفاية لبدء الإباضة ovulation. وعلى مدى قرن من الزمان، فإن عمر بدء الإحاضة menarche، وهو الوقت الذي يبدأ فيه الطمث، قد انخفض⁽³⁵⁾ في العالم الغربي من نحو سبعة عشر إلى اثنى عشر عاماً. وفي الوقت نفسه، تقضي النساء وقتاً أقل من حياتهن الخصبة في العمل أو إرتفاع الأطفال. يبدو أن الإرتفاع بدوره يعمل على ضبط مستويات الإستروجين⁽³⁶⁾. تمثل نتيجة ذلك كله في أن امراهقات اليوم ربما شهدن بالفعل من الدورات الطمية أكثر مما فعلت جداتهن⁽³⁷⁾ طوال حياتهن بأسرها.

ثمة مخاطر أخرى لكون المرأة أثني؛ فقد تم الربط بين المعالجات الهرمونية، التي تُعطى خلال فترات انقطاع الطمث أو العمل، وبين بعض أنواع السرطان⁽³⁸⁾. وكذلك فإن السمنة، وخاصة لدى النساء المنسنات⁽³⁹⁾، قد تزيد من مستويات الإستروجين و كذلك خطر الإصابة بالسرطان. لكن لا شيء من هذا يتسم بكونه واضحًا ومباشراً. ومن الغريب أن الدهون الزائدة في الجسم يمكن أن تقلل في الواقع من فرص إصابة النساء بسرطان الثدي⁽⁴⁰⁾ قبل انقطاع الطمث. وعلى رغم أن حبوب منع الحمل التي تؤخذ عن طريق الفم قد تزيد قليلاً من احتمالات الإصابة⁽⁴¹⁾ بسرطان الثدي، فإنه يبدو أنها تقلل من خطر الإصابة بسرطان المبيض وبطانة الرحم. لم تكن نانسي تتناول حبوب منع الحمل، كما كانت أبعد ما يكون عن زيادة الوزن، لكنها كانت تشعر بالقلق، قليلاً، بخصوص عامل آخر: الشراب الذي كنا نفضل تناوله مع العشاء. يمكن للكحول أيضاً أن يقلب الموازين الهرمونية؛ وقد رُبط بيته، لأسباب مختلفة تماماً، وبين سرطانات الجهاز الهضمي⁽⁴²⁾. وبسبب اختلافها بفعل الكحول، يتعين استبدال الخلايا الظهارية epithelial cells المبطنة للمريء - مما يعني مضاعفة المزيد من الدنا DNA، مع مزيد من الفرص لحدوث الخطأ. هناك أدلة على وجود ارتباط بين الكحول وسرطان الكبد، لكن الأكثر تأكيداً هي المخاطر الناجمة عن فيروسات التهاب الكبد⁽⁴³⁾ أو التعرض الطويل للأفلاتوكسين⁽⁴⁴⁾، وهو السم الذي تنتجه الفطريات التي يمكن أن تغزو الفول السوداني، وفول الصويا، وغيرها من الأطعمة.

يمكن أن تعيش حياتك وفقاً لآلية حاسبة: قد يؤدي تناول اثنين أو ثلاثة مشروبات يومياً⁽⁴⁵⁾ إلى زيادة الإصابة بسرطان الثدي بنسبة 20 في المائة. لكن هذا ليس سيئاً كما يبدو، ففرصة أن تصاب امرأة يتراوح عمرها بين الأربعين والتاسعة والأربعين⁽⁴⁶⁾ بالسرطان هي 1 من كل 69، أو 1.4 في المائة، بينما تناول الكحول يزيد تلك النسبة إلى 1.7 في المائة. وحتى طول القامة مثل أحد عوامل الخطر⁽⁴⁷⁾ (لم يكن طول نانسي يزيد على خمس أقدام وثلاث بوصات - أي 160 سنتيمتراً). وجد تحليل للبيانات من دراسة المليون امرأة^(*) أن كل أربع بوصات أطول من الأقدام الخمس تزيد من خطر الإصابة بالسرطان بنسبة 16 في المائة. ويمكن العثور على تلميح لتلك

(*) Million Women Study.

الآلية لدى القرقيرين الإكوادوريين المصابين بنوع من القرزامة⁽⁴⁸⁾ يسمى dwarfism متلازمة لارون Laron syndrome. وبسبب طفرة تكتنف مستقبلات هرمون النمو، لا يزيد طول الرجال هناك على أربع أقدام ونصف القدم [137 سم]، في حين تكون النساء أقصر بست بوصات [15 سم]. ليست الحياة سهلة بالنسبة إليهم، فالأطفال يكونون عرضة للإصابة بالأمراض وكثيراً ما يموت الكبار بفعل إدمان الكحوليات والحوادث المميتة. لكنهم نادراً ما يصابون بالسرطان أو الداء السكري، على رغم أنهم كثيراً ما يعانون من السمنة.

عندما تكون صحيح البدن ولزيال السرطان يمثل فكرة مجردة، فإن تعداد مخاطر الحياة قد يكون عاملاً يبعث على الاطمئنان. لم يكن أي من المدخنين، الذي لا تُقاس مخاطر الإصابة بالسرطان لديهم بحسب متوسطة صغيرة⁽⁴⁹⁾، بل بعشرة إلى عشرين ضعفاً⁽⁵⁰⁾؛ كما أن فرصة إصابتهم بسرطان الرئة أكبر بعشرين ضعفاً - وهو ليس شيئاً يمكن أن يبدو طفيفاً. وبالنظر إلى جميع إعلانات الخدمة العامة والملصقات التحذيرية المخيفة، أفترض أن نسبة كبيرة من المدخنين لا بد أن يموتو بهذه الطريقة. كان من المدهش أن نعلم أن هذه النسبة تبلغ أكثر من 1 في 8. وفي وجود إحصائيات مثل هذه، يُعقل كثير من التفاصيل. من المؤكد أن الاحتمالات تكون أسوأ بكثير بالنسبة إلى مدخن شره طوال الحياة. وخلال بحثي عن إجابة عبر الإنترنت، عثرت على أدلة مستشفى ميموريال سلون-كيترينغ للتبيؤ بالسرطان⁽⁵¹⁾. بادرت بدخول بعض الأرقام. إن رجلاً يبلغ من العمر ستين عاماً ظل يدخن علبة سجائر يومياً منذ أن كان في الخامسة عشرة من عمره، ويخطط الآن للتوقف عن التدخين يبلغ احتمال إصابته بسرطان الرئة 5 في المائة خلال السنوات العشر المقبلة - في حين يبلغ الاحتمال 7 في المائة إذا لم يقلع عن التدخين. كنت أعتقد أن الاحتمالات ستكون أسوأ من ذلك بكثير. وإذا كان الرجل في السبعين ويدخن ثلث علب من السجائر يومياً، فإن احتمال إصابته بالسرطان يكون 14 في المائة و18 في المائة. بيد أن ذلك ما زال يستثنى التوبات القلبية، والسكتات الدماغية، والتهاب القصبات المزمن، والنفاخ الرئوي emphysema، وأنواع السرطان الأخرى - وهي تشيكيلة من الطرق المتنوعة للموت. إن التدخين يدمر الصحة ويقلل العمر، ولكن عندما تسمع هذه القصص عن العم الذي ظل

يدخن مثل المدخنة كل يوم من أيام حياته ولم يصب قط بسرطان الرئة - فهذا هو القاعدة وليس الاستثناء.

تؤدي الجغرافيا دوراً أيضاً في التسرطن، فقد كانت هناك مخاطر للعيش في «سانتا في» Santa Fe، نيو مكسيكو، وهو المكان الذي كنا نحبه بسبب التنوع الصارخ في المناطق المجاورة له؛ حيث ترتفع السهول شبه القاحلة بصورة مفاجئة إلى قمم جبلية بارتفاع 12 ألف قدم، وتشترك الأسر الإسبانية القدمة في الشارع التراوي نفسه مع الفنانين وأساتذة الجامعات. وكان هناك الهواء البارد الجاف المميت للمناطق الشاهقة الارتفاع؛ والذي يكون شديد الجفاف في بعض الأحيان، لدرجة أنها كانت في بعض فصول الصيف تشاهد بقلق أعمدة الدخان وهي تصاعد من الغابات البعيدة. كان الرماد يتتساقط من السماء، كما يكون غروب الشمس برتقالي بلون الدم كأنه صور من وحي الخيال. وفي الليل تتوهج الجبال وتندلع فيها أعمدة من النار، لدرجة أن واحدة من الحراائق اجتاحت أجزاء من موقع لوس ألاموس [البحوث العسكرية]. وخلصت دراسة لاحقة إلى أن الإشعاع الذي انتشر عن طريق حرق أراضي المختبرات يشكل عُشر مخاطر ⁽⁵³⁾ النوكليدات المشعة radionuclides التي تحدث طبيعياً، والتي تنبع عن حرق أشجار الصنوبر. تمثل تلك أخباراً جيدة، في اعتقادي - باستثناء معرفة أن كل حرايق الغابات قد تشكل خطراً جسماً من الغبار الذي للطبيعة نفسها.

تقع سانتا في على ارتفاع نحو ميل ونصف الميل، ولذلك هناك قدر أقل بكثير من الغلاف الجوي لحماية الجلد والعينين من الأشعة الشمسية solar rays. ومن خلال الانقال السريع من الأحمر باتجاه الأزرق على الطيف، يزداد توتر frequency الضوء. وكلما ازداد التوتر، ازدادت الطاقة، وبحلول الوقت الذي تتجاوز فيه الضوء البنفسجي بكثير، يكون هناك ما يكفي من الطاقة لكسر الروابط الجزيئية، ومن ثم إحداث طفرات في الدنا DNA. وفي مرات عديدة من كل صيف، يمكن رؤية قوس قزح مزدوج على قمة تالايا Talaya الماخروطية الواقعة في الطرف الشرقي من «سانتا في». كنت على يقين تقريباً من أنني أرى، على رغم كونه بالكاد مرئياً في الجانب السفلي من القوس، شريطاً متلائماً من الأشعة فوق البنفسجية المميّة. وتحت هذا توجد ألوان لا تدركها عيوننا: الأشعة السينية وأشعة غاما. تمثل أشعة الشمس أشياء

خطيرة. ومع ذلك هناك بعض الأدلة، الضعفه والمتضاربة⁽⁵⁴⁾، على أن فيتامين (D) الذي تساعد تلك الأشعة على توليده في الجسم يقلل من احتمالات الإصابة بسرطان القولون والمستقيم - في حين يزيد من خطر الإصابة بسرطان البنكرياس، على الأقل بين المدخنين الفنلنديين الذكور⁽⁵⁵⁾.

جاءت الهجمات من فوق ومن تحت. وكما هي الحال في أجزاء كثيرة من البلاد، تحتوي التربة الغرانيتية التي بنيت عليها أحياونا على كميات ضئيلة من اليورانيوم الطبيعي. يتلاشى اليورانيوم 238 [Uranium-238]. مُطلقاً الجسيمات ألفا ليصبح الثوريوم 234 [Thorium-234]، والراديوم في نهاية المطاف ومن ثم الرادون، وهو غاز مشع لا يمكن رؤيته أو شمّه. يعتبر الرادون Radon أحد عوامل الخطر للإصابة بسرطان الرئة، ويحتل المربطة الثانية بمسافة بعيدة⁽⁵⁶⁾ وراء تدخين السجائر، وتجري دراسة دور أقل له في الأنواع الأخرى من السرطان. وهو يتراكم بوتيرة جيولوجية (يلغى العمر النصفى لليورانيوم 238 أكثر من 4 مليارات سنة، وهذا يعني أن الأمر سيستغرق كل هذا الوقت لكي تتحلل نصف كمية منه). بيد أن الغاز نفسه لا يبقى سوى بضعة أيام فقط، ومن ثم يتكسر إلى جسيمات أبنة مشعة وفي النهاية إلى آثار ضئيلة من الرصاص lead. لكنه يتولد بصفة مستمرة، وعندما اشتريت منزلنا بلغت قياسات المفترش فيه 5.4 بيوكوري picocuries للتر الواحد من الهواء، والذي يزيد قليلاً عن «مستوى العمل» (4 بيوكوري للتر الواحد) الذي حدده وكالة حماية البيئة، والذي يوصي عنده بإجراء اختبار للمتابعة وينصح الناس للنظر في سبل تقليل مستويات الرادون باستخدام المواد العازلة، والمنافخ blowers، وفتحات التهوية. بدأت بإغلاق شفوق الأرضية - رهان بأسكار - الأمر الذي كانت له النتيجة الأكتر واقعية المتمثلة في تقليل عدد العناكب وحشرات أم أربعة وأربعين (الحرشات: centipedes). وسرعان ما تحول اهتمامي إلى أمور أخرى. بالنسبة إلى شخص لم يدخن مطلقاً، فإن 4 بيوكوري للتر الواحد تشكل خطر الموت من سرطان الرئة طوال الحياة بنسبة 7 في الألف⁽⁵⁷⁾ - أي أقل من 1 في المائة - وذلك على افتراض التعرض المستمر⁽⁵⁸⁾، لأنك قضيت حياتك داخل المنزل مثل رهين المنزل أو ضحية لعملية خطف.

لم نكن نعيش بالقرب من أي موقع صناعي، كما أن لوس ألاموس - وهي المدينة الذرية - كانت على بعد خمسة وعشرين ميلاً، على الجانب الآخر من وادي

ريو غراندي. في أوائل عقد التسعينيات، ذكر تقرير لفنان كان يعيش هناك⁽⁵⁹⁾ ما ببدا في البداية أنه عدد كبير من أورام الدماغ في الحي الذي يقيم فيه. قام مسؤولو الصحة في الولاية بالتحقيق في الأمر⁽⁶⁰⁾. وخلال السنوات الخمس الماضية، كانت هناك عشر حالات في المقاطعة بدلاً من السنت التي يمكن توقعها من القيم المتوسطة للولاية وتلك الوطنية. لكن الأرقام كانت أقل من أن تكون ذات مغزى، ومن ثم فقد خلص علماء الوبائيات إلى أنه لا توجد وسيلة لتفسير تلك الزيادة عما كان يمكن أن ينشأ عن طريق المصادفة. لم يكن هناك أي شيء غير معتاد أو مثير للقلق، على حد قولهم. لكنك إذا تراجعت قليلاً وفحصت العالم بأسره، فسوف تجد تجمعات حزمية bunchings مماثلة في المكان والزمان، لكنه لن يكون لديك أي سبب لافتراض أنهم وأشاروا إلى السبب الكامن وراء ذلك. يتحدث علماء الوبائيات عن تأثير قناص تكساس⁽⁶¹⁾: إذا عمدت إلى نصف باب إحدى الحظائر باستخدام بنديقية صيد، ومن ثم تعرفت على الثقوب الأشد قرباً بعضها من بعض، ارسم هدفاً حولها، وسيبدو الأمر أنك ضربت عين الثور (نقطة الهدف). بمجرد أن يبلغ ذروته، ينخفض معدل الإصابة بسرطان الدماغ ومن ثم يسير على نحو متعرج باتجاه القيم الطبيعية. وقد وجد باحثو لوس أنجلوس أيضاً ومضة niba تتعلق بسرطان الغدة الدرقية. لكن الأعداد، مرة أخرى، كانت صغيرة - ما مجموعه 37 حالة على مدى عشرين عاماً ضمن جمهرة سكانية قوامها 18 ألف نسمة - وفي السنوات التالية، انخفضت تلك المعدلات بدورها. وقد خلص تقييم للصحة العامة إلى أن السكان لم يكونوا يتلقون أي تعرض ضار من التلوث الكيميائي أو الإشعاعي⁽⁶²⁾، سواء من المياه، أو التربة، أو الحياة البرية، أو الهواء.

وفي معرض التفكير في التعرض، كان هناك أيضاً الماضي لتذرره. لقد شبت نانسي في نيويورك، وبالتحديد في جزيرة لونغ آيلاند، حيث بدأت الضواحي في أوائل التسعينيات تصبح بالمخاوف المتعلقة بوجود وباء لسرطان الشדי. عندما يصاب أحد الأصدقاء أو أحد أفراد الأسرة بورم خبيث من دون سابق إنذار، يصبح العقل كالمغناطييس الذي يجتذب بقعاً من البيانات. كانت هناك تلك المرأة التي تقطن الشارع نفسه، والتي جرى تشخيصها للإصابة بسرطان الشدي أيضاً. وزوجة الأخ التي

^(*) Texas sharpshooter effect.

تسكن في البلدة المجاورة وزوجة الزميل في المكتب. أما الدماغ، المخصص للبحث عن أنهما، فيصر على إيجاد ارتباطات، ومن هنا ولدت كتلة لونغ آيلاند السرطانية⁽⁶³⁾. وهكذا، سترى في البحث عن سبب، أو مصدر، أو العنكبوت الجاثم في مركز الشبكة. هل كان السبب هو مختبر بروكهافن الوطني^(*)، بمحتواه من مسربات الجسيمات والتفاعلات البحثية؟ أم أنها مبيدات الهوام ومبيدات الأعشاب الضارة التي كانت تستخدم في الأيام الخوالي - عندما كانت الجزيرة في معظمها أراضي زراعية، ثم لاحقاً للحفاظ على كل تلك المتروج الكثيف في لونغ آيلاند؟ أو الـ «دي دي تي» DDT الذي كان يُرش لمكافحة البعوض؟ أم ترى أنها الكثافة العالية لخطوط نقل الكهرباء في منطقة متعطشة للكهرباء؟

إن القلق والخوف - اللذين كانوا معقولين، ومفهومين، وإنسانين للغاية - كانوا يُفضيان في بعض الأحيان إلى الهستيريا hysteria، والتي تُفضي بدورها إلى الجنون الارتيابي (البارانويا: paranoia). وقد ألمح أحد الناشطين على نحو مشؤوم إلى «نوع من تحديد النسل»⁽⁶⁴⁾، وكأنما يُباد سكان لونغ آيلاند، سواء عمداً أو عن طريق الإهمال، بفعل الإضرار الجماعي بعيئاتهم. كان على السياسيين الاستماع لتلك المخاوف، وبالتالي أمر الكونغرس بإجراء دراسة. وبعد عقد من الزمان، أصدر المعهد الوطني للسرطان تقريراً تكلّف بإعداده 30 مليون دولار. كان معدل وقوع سرطان الثدي في مقاطعتي ناسو Nassau وسوفولك Suffolk أعلى قليلاً من مثيله في الولايات المتحدة ككل. لكن الأمر نفسه كان ينطبق على الكثير من المدن الواقعة في الشمال الشرقي للولايات المتحدة - فيما يمثل دليلاً على أن أي شيء قد يكون مشتركاً بين أنواع السرطان قد يكون منتشرًا للغاية. كان التجمع أشبه بالامتداد.

لم يُعثر على أي ارتباط بين الملوثات وسرطان الثدي. وخلصت الدراسة إلى أنه إذا كان هناك عدد أكبر من حالات السرطان في لونغ آيلاند، فإن الأسباب قد تكون اجتماعية واقتصادية، وقد تكون هناك عوامل وراثية أيضاً. كانت العديد من نساء لونغ آيلاند ينتمين إلى أسر من اليهود الأشكنازيين Ashkenazi، الذين تُظهر نساؤهم ميلاً للإصابة بسرطان الثدي. لكن الجنائي الأقرب احتمالاً كان نمط الحياة الثري نسبياً في الضواحي. كان سكان لونغ آيلاند ميليين لتناول الوجبات الغذائية الدسمة، وللسمنة،

(*) Brookhaven National Laboratory.

وتحمل وإنجاب عدد أقل من الأطفال، والعيش لفترات أطول - يبلغ متوسط العمر الذي يشخص فيه سرطان الثدي⁽⁶⁵⁾ واحداً وستين عاماً. كانت نساء لونغ آيلاند يتلقين تعليماً أفضل من المتوسط وبالتالي كن أكثر احتمالاً لإجراء تصوير الثدي بالأشعة السينية بصورة متواترة، ومن ثم اكتشاف الأورام الصغيرة، والبطينية النمو، والتي ربما كانت غير مؤذية، كما كان يُعالجن، ولو لمجرد التأكيد، ومن ثم يُسجلن في الإحصاءات. إن امرأة تعيش في كوخ في أبالاتشيا قد تحمل هذه السرطانات الابدة «في موضعها» إلى القبر، حيث تموت مسبقاً لأي سبب آخر.

ليست هذه فتات الأسباب التي يود الناس سماعها - أنه كان من الممكن وقايتهم من السرطان لو أنهم اختاروا التخلّي عن وظائف بعينها، وأن تكون النساء - مثل إثاث السناحب والشعالب - حوامل طوال الوقت. وأنهم قد استمتعوا بعدد أكبر من اللازم من الوجبات الجيدة، ومن ثم اكتسبوا قدرًا مفرطاً من الوزن. وربما أن عمليات استئصال الثدي الكتلي *lump mastectomy* التي أجريت لهن كانت غير ضرورية. اشتكت بعض النشطاء من «إلقاء اللوم على الضحية»، ورفض واحد منهم التقرير جملة وتفصيلاً: «نحن نؤمن بكل تأكيد بوجود ارتباط بيئي⁽⁶⁶⁾، ولا يتعين علينا امتلاك دليل على ماهية هذا الارتباط».

يتعرض كل شخص لعوامل اختطاف للإصابة بكل أنواع السرطان تقريباً، بيد أنها لا تؤخذ على محمل الجد إلا في وقت لاحق. وفي أحد الأيام، فإن جارتنا فيفيان، التي تعمل بسعادة من المنزل كمترجمة للوثائق العلمية، «قدمت»^{presented}، كما يقولون في أوساط المستشفيات، بسرطان المبيض. لقد توفيت في أحد الفصح Easter Sunday، ولم ندر إلا ونحن جالسون في عزائهما. كانت متزوجة من أحد علماء الرياضيات. لم تكن تؤمن بوجود الله. وفي الوقت نفسه تقريباً، توفيت بسرطان المبيض أيضاً سوزان، وهي صديقة سابقة لي وزميلة لي من عالم الصحافة. لم تنجب هي ولا فيفيان أي أطفال. ولكن كانت هناك أيضاً السيدة تروخيو Trujillo التي تسكن على الجانب الآخر من الشارع، وهي أم تجاوزت منتصف العمر بكثير، والتي توفيت بنفس المرض. يمتلك كل منا تجمعاته clusters الشخصية للسرطان، وملف ذهني من الأدلة السردية، التي تتسم بكونها غير موثوقة إضافة إلى أنه يستحيل عدم تصديقها في أعماقه.

عندما أصبت نانسي بالسرطان، لم نكن نعلم ما إذا كان قد بدأ في مبضيها، أم ثدييها، أم رحمها، أم رئتها. وعلى مدى وقت طويل (امتد لأسابيع - إذ كانت عقارب الساعة تدور ببطء شديد) لم نكن نعرف أين كان ينمو، فكل ما عرفناه أنه كان يقذف بالخلايا السرطانية في جسدها. كانت تزور صديقة لها في سان دييغو، وكانت تتدرب في صالة محلية للألعاب الرياضية عندما لاحظت وجود كتلة ورمية في باطن فخذها الأيمن. وهنا قفزت إلى الذهن عبارة «عقدة لمفاوية متورمة» - مثل ما قد يحصل من التهاب الحلق *sore throat*.

قررت بسرعة أن ما أصابها هو حمى خدش القطط *cat scratch fever*, بعد التماس الطماينة من موقع الإنترنت. قبل ذلك بأسابيع، ونتيجة لترويعها بفعل صوت مفاجئ، قامت إحدى قططنا بخدش ساقها بمخالبها، ومن ثم لا بد أن استجابة مناعية للعدوى قد أدت إلى التورم المفاوي، وهذه هي وظيفة الغدد المفاوية، أي التقاط وتحييد الغزارة المناعيين. إن العقل البشري، المفعم بالأمل دوماً، يمتلك موهبة لاستيعاب الشذوذات *aberrations*.

بيد أن التورم لم ينصرف، فيما ظن طبيبها أنه قد يكون فتقا *hernia* وأوصى بأن يفحصها أحد الجراحين. لكن هذا لم يحدث على الفور؛ فقد تلقينا مكالمة هاتفية من مكان ما في الشرق، والتي أفادت بأن والد نانسي قد أصيب بسكتة دماغية نزفية - كم كانت رهيبة تلك السنة - وأنه يرقد في العناية المركزية في المركز الطبي لجامعة ستوني بروك. أجل الموعد مع الجراح، كما حجزنا رحلة إلى مطار لاغوارديا. اتصلت نانسي على هاتف المنزل في ذلك المساء وأخبرتني عن الجلوس بجوار سرير والدها: عينيه، ابتسامته، وقبضة يده، وإدراكه الواضح للأمر. كان يملأ كل بوصة مكعبه من روحها، باستثناء مساحة ضئيلة. لقد اتسع الفضاء؛ ففي الأيام التي تلت وصولها، استمر التورم بعناد.

لم تكن في حاجة إلى مغادرة حرم جامعة ستوني بروك للحصول على استشارة طبية. وفي المرة التالية التي هاتفتني فيها، كانت تسير إلى سيارتها عائدة من موعد في إحدى العيادات، وهي تمر على عدد من المباني المألوفة لديها (فقد حصلت على شهادة البكالوريوس في البيولوجيا من هناك). كان صوتها مرتعشاً بما يكفي لكي أعرف أنها ربما كانت تبكي، أو أنها تحاول ألا تبكي. كان الطبيب قد تحسس التورم،

والذي لم يكن رخوا ومستديراً كأنه ناتج عن العدوى. لم يكن التشخيص هو حمى خدش القبطان. كان الورم يمتلك الشكل الصلب وغير المتنظم الذي يميز السرطان. لقد أخبرتها النظرة المرتسمة على وجهه أنها مصابة بالسرطان بكل تأكيد. أوصى الجراح بإجراء خزعة بالإبرة needle biopsy - أي شفط الخلايا لمعرفة ما إن كانت خبيثة. وهنا قررت نانسي أن تعود إلى المنزل لتنفيذ هذا الإجراء.

هناك أوقات تمر علينا جميعاً، والتي تكون فيها جالسين في غرفة انتظار إحدى المستشفيات محاطين بأناس آخرين - يقوم الأكبر سناً منهم بتقليل صفحات المجلات، فيما يحدق الشبان في هواتفهم المحمولة. لقد مررت بتلك التجربة مع والدتي بعد أن تمزقت الكففة المدوره cuff rotator cuff لديها وعندما استبدلت ركبتيها الثانية؛ كما مررت بها مع نانسي عندما تعرضت لانفصال الشبكية بعد ركوب الخيل. كنت أعرف ما يمكن توقعه. ولكن في اللحظة التي تظن فيها أنك لا تستطيع تحمل دقيقة أخرى، تحضر الجراح، وقناعها معلق حول عنقها. إنها تبتسم، فهي مسروقة بأن تطلعك على الأخبار الجيدة. لكن ذلك لم يحدث في هذه المرة، فقد قالت: «يبدو أننا أمام حالة للسرطان».

كانت قد أرسلت عينة من الورم إلى الطابق السفلي، إلى مختبر علم الأمراض، لإلقاء نظرة سريعة تحت المجهر. كانت الخلايا الممسوحة تشبه الخلايا الظهارية epithelial cells التي تشكل بطانة أعضاء الجسم. لكنها تحولت بما فيه الكفاية لكي تصبح أقل تماثيلاً. كانت تفقد هويتها الجينية. وعند العودة إلى هذه الحالة البدائية، تشبه الخلايا تلك الموجودة في الجنين - سريعة الانقسام، وقدرة على فعل أي شيء تقريباً، مثل العرباء.

كان لا بد من تأكيد التشخيص في المختبر، لكن لم يكن هناك سوى قليل من الشك حول ما كان يحدث. سرت مع الجراح إلى غرفة الإفاقة حيث كانت نانسي ترقد في شبه غيبوبة تخديرية. أتذكر أنها كانت تتبتسم خلال حدث الجراح، ولم أدرك إلا لاحقاً أنها كانت بالكاد تستوعب المعلومات التي سمعتها. وطوال بقية الأسبوع، حاولت أن أكون متفائلاً، وربما قمت بتضليلها عن غير قصد. ما فهمته هو أن التشخيص كان، مثله، مؤكداً بنسبة 90% في المائة، وأن تقرير المختبر كان أمراً تقنياً، أو وسيلة لكي تكون متأكداً تماماً. كنت أظن أن هذا ما فهمته نانسي أيضاً.

وبعد بضعة أيام، كانت في الطابق العلوي في مكتبي عندما اتصلت بها الطبيبة لإبلاغها بأخر الأخبار: «سرطانة غدية نقiliّة واسعة النطاق، متمايزة إلى حد ما». إن السرطانات الغدية adenocarcinomas هي سرطانات تصيب الأنسجة الظهارية، والتي تحتوي على غدد مجهرية. من الممكن أن تنشأ هذه الأورام في القولون، والرئة، والبروستاتة، والبنكرياس، وفي أي مكان من الجسم تقريباً. لا أتذكر كيف تمكنت من السير إلى الطابق السفلي. أم أنها صعدت إلى في الطابق العلوي؟ لم أكن قد رأيتها بمثل هذا الانزعاج. أخبرتني أنها أغلقت الهاتف وصرخت. لقد تمكنت الخلايا السرطانية من الوصول بطريقه ما إلى جهازها اللمفاوي، ومن ثم استقرت بداخل تلك العقدة اللمفاوية في فخذها. لكن ما الموضع في جسدها الذي أنت منه تلك الخلايا؟ سيستغرق الأمر أسابيع قبل أن نعرف. «سرطان نقيلي مع ورم أولي غير معروف» - بدا ذلك كأنه أسوأ تشخيص ممكن. كان الورم ينمو من دون توقف، ناثراً المزيد من البذور، أو النقال. لكن أحداً لا يعرف موضعه.

كانت هناك تلميحات من تقرير التشريح المرضي الذي يصف طبيعة تلك الخلايا:

مستقبلات الإستروجين: نحو 90 في المائة إيجابية (وهو أمر جيد)

مستقبلات البروجسترون: سلبية (وهو أمر سيئ)

زودنا السطر الأول ببعض من الأمل لنتمسّك به. فباعتبار أنّه هو بعض السرطانات يكون موجهاً بفعل الإستروجين، فمن الممكن السيطرة عليه عن طريق إضعاف تأثيره. ساعدت وفرة هذه المستقبلات أيضاً على تضييق نطاق التشخيص: التعليق: تتوافق إيجابية مستقبلات الإستروجين مع كون الورم الأولى ناشتاً عن بطانة الرحم أو المبيض، وليس عن الجهاز الهضمي. وبالتالي فقد كان ورماً نسائياً على الأرجح. إن بطانة الرحم - أي الطبقة المبطنة للرحم- هي نسيج مؤلف من الخلايا الظهارية، والتي هي عرضة للإصابة بالسرطانات. أعتقد أن نانسي شُكت في شيء من هذا القبيل. قبل ذلك بنحو عام، أخبرتها طبيها بأنها كانت تعاني انقطاع الطمث المبكر على نحو غير معتاد. كان عالمة ذلك نزف طمثي غير منتظم، وما زالت أتساءل عن سببأخذ ذلك كعلامة تحذيرية، أو كمناسبة لإجراء مزيد من الاختبارات - وما إن كان يمكن اكتشاف السرطان ومعالجته قبل أن يُسمح له بالانتشار.

التعليق: يمتلك الورم بنية حلئمية مجهرية micropapillary تشير إلى بطانة الرحم، أو المبيض أو كانت بقية الجملة مفقودة، لأن القردة التي تستخدم الآلات الكاتبة تسجل تصريحك، مع التأكيد من تضمين رمز الفوترة billing code.

كانت الجراحة داعمة تماماً، ومتعاطفة للغاية، كالشقيقة تماماً. وفي زيارة للمتابعة قامت بعناق نافسي. أعتقد أن كليناً أصيب بالذهول عندما تمثل خطوطها المقلبة في تسليمنا كومة من الأوراق - الصفراء والوردية والزرقاء - التي تمثل طلبات لعمل إجراءات مختلفة. كان علينا أخذها إلى العيادات المحلية، والوقوف في الطابور، والتقدم بطلب للحصول على موعد. كان بوسع مركز التصوير الطبي الموجود على الجانب الآخر من الشارع عمل الأشعة السينية على الثدي (الماموغرام)، وفحص الصدر بالأشعة السينية، والفحص بالأشعة المقطعيه للبطن والخوض. أخبرتنا الجراحة بأن مركز تنظير القولون colonoscopy كان محجوزاً لفترة طويلة. وبدلًا من الإصرار على استيعاب مريضة سرطان نقيلي - حيث تتسم عمليات تنظير القولون التي تُجرى لمعظم الناس بكوكها روتينية، ويمكن بسهولة إعادة تحديد موعدها - طلبت الجراحة إجراء حقنة الباريوم barium enema وهو اختبار قديم يتمسك بكوكه أسرع على رغم أنه أقل حسماً. سألنا عن الإحالة إلى طبيب متخصص في علم الأورام، فأخبرتنا الجراحة بأن ذلك كان سابقاً لأوانه حتى نعرف نوع السرطان الذي أصابها. لقد قالت ذلك في الواقع.

إن ما يمثل أزمة بالنسبة إلى المريض هو إجراء روتيني بالنسبة إلى الطبيب، لكن ذلك كان لا يزال يبدو لي بأنه حماقة خالصة. تنقلنا من مختبر إلى مختبر، ومن ثم العودة لتسليم النتائج. كان فحص الماموغرام وصورة الصدر بالأشعة السينية سلبيين. أما مسح البطن، فأظهر أن الكبد، والكليتين، والبنكرياس، والأمعاء، والجزء السفلي من الرئتين كانت كلها سليمة، وكذلك كانت الغدتان الكظريتان. بدت العقيدة التي يبلغ حجمها 1.3 سنتيمتر في منطقة الطحال «وكانها مجرد طُحيل splenule» وهي كتلة حميدة يمكن في بعض الأحيان أن يُخلط بينها وبين ورم. وفي مسح الخوض، بدا أن الكيسة الموجودة على المبيض الأيسر «من غير المرجح أن تكون ورمية» لكن الرحم وبطانة الرحم كانا «ناثتين»، وكانت هناك أورام ليفية حميدة. كانت هناك «مسألة حول آفة مضيقه صغيرة في القولون السيني». كان من المخيف

قراءة لغة لم نكن مستعدين لفهم الفروق الدقيقة بين ألفاظها. كان الأمر المقلق بصفة خاصة هو نتائج اختبار الدم: كانت مستويات CA-125، وهو بروتين يوجد بتركيزات أعلى في بعض أنواع السرطان، مرتفعة لديها. كان الاختبار أبعد ما يمكن عن أن يكون قاطعاً - فهناك أسباب أخرى كثيرة يمكن أن تسبب هذه القراءة المرتفعة - لكنه ألمح إلى احتمال إصابتها بسرطان المبيض، وهو ذلك النوع الذي قتل صديقتنا فيفيان.

ومع إقدامنا على تكديس المعلومات، أجرينا أيضاً عدداً من المكالمات الهاتفية. لقد تحدثت إلى طبيبة في مستشفى مايو كلينيك في سكوتسليل، حيث أنفقت بتباهٍ على فحص جسدي مخصص للمديرين التنفيذيين، وذلك مناسبة عيد ميلادي الخمسين. رشحت لي الطبيبة ما كان واضحاً: مركز إم دي أندرسون للسرطان^(*) في هيروستن أو مركز سلون-كيترينج Sloan-Kettering في نيويورك، وقد اتصلت بالفعل بالمركزين، والأهم من ذلك - كما اتضح لاحقاً - أني عثرت على الطبيب الذي عالج فيفيان. كان زوجها قد أشاد بطبيب الأورام الذي عالجهما، وعندما اتصلت بعيادة الطبيب في «سانتا في»، تمكنت سكرتيرته من أن تحدد لنا موعداً وسط جدوله المزدحم.

تخيل مزيجاً نحيفاً طويلاً القامة ومتقدماً في السن من جيمي ستیوارت وجون واين - وأعتقد أنه كان يرتدي حذاء رعاة البقر - الذي يسير بتمهل ويتحمل المسؤولية. كان الرجل مُطمئناً في بساطته، إذ كان يبدو كشخص رأى كل شيء. كان يتضمن نتائج الاختبار. «لا يوجد شيء هنا حقاً»، وقال إنه من غير المرجح أن ينتشر سرطان المبيض إلى عقدة لفاوية إربية inguinal. وقد استغرب طلب الطبيبة إجراء حقنة شرجية بالباريوم، والتي كان مقرراً إجراؤها بعد بضعة أيام، فقال إنه اختبار عديم الفائدة. وعندما أخبرناه عن فترة الانتظار الطويلة لإجراء تنظير القولون، أمسك بسماعة الهاتف، واتصل بأحد الأطباء الذين يمتلكون العيادة، وحدد لنا موعداً بعد يومين. قال الطبيب: «سنقوم بشفائك»، أو على الأقل هذا ما اخترنته ذاكري. ليس من المفترض أن يقول ذلك أطباء الأورام، لكنه كان من المشجع أنه لم يهتم بالأمر مطلقاً.

(*) MD Anderson Cancer Center.

كانت نتائج تنظير القولون سلبية، ومن ثم فقد كانت الخطوة النهائية هي إجراء مسح بتقنية PET. كان أول جهاز لإجراء هذا الفحص قد وصل إلى «سانتا في» من فوره - فلم يعد ضروريًا قيادة السيارة لمدة ساعة جنوباً إلى مدينة أبوكريكي - وكانت نانسي أول مريضة في الطابور تقريراً. يعني الاختصار PET التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروفي^(*)، ويمثل انتصاراً للเทคโนโลยيا الطبية من العالم المبهم لفيزياء الجسيمات. يتعين على المريض الصوم في الليلة التي تسبق الإجراء، بحيث تتضور خلايا الجسم جوعاً. وعندما يتم حقن الغلوكوز الموسوم بمادة مشعة، يتم استهلاكه بنهم شديد. تتسنم الخلايا الخبيثة، والسريعة الانقسام، بشرافتها بصفة خاصة، حيث تعمل على تركيز الجزيئات المشعة، ومع تلاشي هذه الجزيئات، فهي تقذف البوزيترونات positrons، وهي جسيمات من الماداة المضادة التي تصطدم بالإلكترونات وتُنتج تدفقات من أشعة غاما، والتي تضرب جهازاً ومماضيا scintillator، الذي يستجيب عن طريق بث ومضات من الضوء. كان الجزء السفلي من رحم نانسي متوجهًا بفعل خلايا بطانة الرحم المفرطة النشاط، والمتحدرة من خلية واحدة جن جنونها، وهي خلية نسيت أنها كانت جزءاً من مجتمع من الخلايا، ومن ثم بدأت تعمل كما يحلو لها - وهي خيانة فردية نفذت مراراً وتكراراً منذ أن وافقت أوائل الخلايا العتيقة على مضض على التخلّي عن استقلاليتها مقابل مزايا العيش ضمن جماعة.

وفي الأيام التي تلت التشخيص، بدأت أقرأ عن كيف يمكن لهذا أن يحدث⁽⁶⁷⁾. من أجل مواصلة العيش في وئام، تقوم خلاياناً بصفة مستمرة بتبادل الإشارات الكيميائية، للتشاور حول توقيت بدء التكاثر، ومن ثم بناء أنسجة جديدة. ومع تلقّي كل خلية لهذه المعلومات، فهي تستجيب عن طريق إرسال تعليمات إلى نواتها، وهي وحدة التحكم المركزية، لتفعيل التوليفة المناسبة من الجينات - للضغط على الأزرار الملائمة، فيما يشبه النقر التتابعي على مفاتيح البيانو. إن الخلية السرطانية هي خلية عزلت نفسها عن المناقشة، متخذة قراراتها من تلقاء نفسها وعلى نحو منفرد. لا بد أن الأحداث العشوائية - التي حرّضتها الأشعة الكونية، أو ثمة مادة كيميائية مسرطنة، أو بفعل المصادفة المحضة - قد أحدثت تغيرات في الدنا

(*) Positron Emission Tomography.

DNA الموجود بداخل واحدة من خلايا نانسي، الأمر الذي جعلها تفقد التواصل مع الخلايا الأخرى. ربما بدأت المشكلة بحدوث طفرة في جين يرسل إشارات تُخبر الخلية بأن الوقت قد حان للانقسام. وربما أدت طفرة أخرى إلى تعديل المستقبلات الجزيئية التي تستجيب للإشارات، مما جعلها تصبح مفرطة الحساسية. ولكونها صارت تستجيب لأقل المحفزات، فقد بدأت الانقسام قبل الأوان. وفي كلتا الحالتين، تبدأ الخلية في التكاثر بسرعة أكبر من جيرانها.

في الواقع أن هذا النوع من الأخطاء يحدث في كل وقت. نحن لا نصاب بالسرطان عادة لأن هناك جينات أخرى تتفاعل مع الهيئات المفاجئة من النشاط بكبح جماح النمو. لكن طفرة أخرى قد تؤدي إلى فشل ذلك الإجراء الوقائي. تتلقى نواة الخلية الرسائل باستمرار، وتوازن الأدلة وتتخذ القرارات بشأن ما ينبغي عمله لاحقاً. تعتمد الحسابات على مجموعة متشابكة من الشلالات الجزيئية - مما يعني أن المزيد من الأمور قد تتعرض للخطأ، وهو ما يحدث بالفعل، طوال الوقت. تُكتشف الأخطاء وتصحّح، كما يُصلح الدنا. وإذا فشل ذلك، يمكن للخلية أن تستشعر ذلك الاضطراب الداخلي، ومن ثم تُرسل إشارات اتحارية لنفسها، وبالتالي تقتل نفسها من أجل المصلحة العامة. لكن طفرة أخرى يمكنها تقويض ذلك الخط الداعي.

يوصف كل هذا عادة كأن خلية واحدة تظل قابعة بلا حراك، وتراكم فيها هذه العيوب على مر السنين. لقد حاولت تخيل العملية كما تحدث في الواقع، وهي تكشف أمامي بصورة درامية. تؤدي ضربة إلى جعل خلية تشرع في الانقسام مراراً وتكراراً، ثم تصاب واحدة من ذريتها الكثيرة بطفرة أخرى، والتي تصاب ذريتها بمزيد من الطفرات. كلما زاد طول بقاء سلالة lineage من الخلايا على قيد الحياة، زاد احتمال تعرضها للطفرات. ييد أن ذلك لا يزال يترك حاجزاً آخر ضد النمو الجامح: وهو عدد يراقب ويقيّد عدد المرات التي يمكن أن تنقسم فيها الخلية. وعند تعرضها للطفرة المناسبة، يمكن للخلية أن تتعلم باستمرار كيف تُعيد العداد إلى الصفر، ومن ثم تصبح خالدة. ومن خلال نسخ نفسها مراراً وتكراراً، فهي تُنتج كتلة من النزرة الطافرة، وهو ما يعرف باسم الورم.

ييد أن كل ذلك لا يزال غير كاف لإصباتك بالسرطان؛ فالخلية تحتاج إلى مزيد من الطفرات لكي تتعلم كيفية غزو الأنسجة المحيطة بها، أي لكي تصبح خبيثة بدلًا من

حميدة، وحتى مع ذلك، فمن الممكن أن ينمو الورم إلى حجم معين - مثل حجم رأس قلم حبر جاف - قبل أن يتضور جوعاً أو يغرق في فضله هو. ومن أجل أن يتمكن الورم من مواصلة التوسيع، عليه أن يجد وسيلة للوصول إلى الجهاز الدوري circulatory system وينقض عليه مثل مصاصي الدماء.

ومع هذا التسريب للمغذيات، تتكاثر الخلايا بنشاط أكثر من أي وقت مضى، مما يزيد من احتمال حدوث مزيد من الطفرات - أو التلاؤمات adaptations، من وجهة نظر الخلية السرطانية المتطورة. ومثل هذه الظاهرة ما يسميه علماء الحاسوب «توليدا واختبارا عشوائيا». ومع التخلص من جميع القيود، يقذف الجينوم بالبيانات، واحداً تلو الآخر - وهي وحوش مفعمة بالأمل، يحاول كل منها أن تكون له اليد العليا. قد يتعلم بعضها أن يستهلك الطاقة بكفاءة أكبر، فيما يكتسب البعض الآخر قدرة على تحمل بيئة أقسى أو كيفية تنبيط الجهاز المناعي. وأخيراً، سيتمكن الأصلاح من الإبحار في مجرى الدم أو القنوات اللمفية ومن ثم استكشاف قواعد جديدة.

أنباء تفكري في ذلك، كانت كمن ينجذب في اتجاهين متعاكسين: ففي وجود هذا القدر من الضوابط والتوازنات، يجب أن يكون الشخص قليل العطش على نحو غير معتاد لكي يصاب بالسرطان؛ ومن الناحية الأخرى، في وجود مثل هذا الكم الكبير من الأمور التي يمكن أن تصير إلى الأسوأ، من المدهش أن السرطان لا يحدث طوال الوقت.

مواساة الأنثروبولوجيا

عندما جلس لويس ليكي (Leakey) لسرد قصة⁽¹⁾ اكتشاف ما يمكن أن يكون أبكر عالمة على وجود السرطان في جنس الهومو (الجنس البشري: genus Homo)، كان أول ما تذكره هو الوحل. حدث ذلك في يوم 29 مارس 1932، في منتصف رحلته الاستكشافية الأثرية الثالثة إلى شرق أفريقيا، حيث ظل المطر ينهرم لفترة طويلة وبشدة إلى درجة أن الأمر استغرق ساعة كاملة لقيادة السيارة مسافة أربعة أميال من موقع المخيم في كانجييرا، Kanjera، بالقرب من شاطئ بحيرة فيكتوريا، إلى موقع كانام الغربية للحفريات. وبحلول الوقت الذي تمكّن فيه هو وطاقمه من شق طريقهم بصعوبة، كان الطين يغطي أجسادهم. وقبل مضي وقت طويل، كان ليكي - الذي بدأ من فورة مسيرة مهنية لامعة كعام في الأنثروبولوجيا - جائيا على يديه وركبته ينقب الأرض بحثاً عن العظام التي تكشفت ملامحها أخيراً.

«يمكن للمرء أن يجد مواساة في الإيمان بالقضاء والقدر، ومن ثم الاعتقاد في فكرة أن السرطان مثل جزء لا يتجزأ من العملية البيولوجية، لكن هناك أيضا نوعاً من السلوى في الاعتقاد أن البشر، بعيالهم الخاصة، قد زادوا من احتمالات الإصابة بالسرطان»

كان يحاول بلطف استخلاص روث خنزير منقرض من الوحل عندما خطا أحد العمال الكينيين، واسمه جمعة غيتاو Gitau، فوق سن مكسورة كان قد استخرجها من فوره من الجرف. لاحظ ليكي أن السن تعود إلى الداينوثيريوم Deinotherium وهو مخلوق يشبه الفيل، كان يعيش في أفريقيا خلال عصور ما قبل التاريخ. عاد غيتاو لإجراء مزيد من التنقيب، وبينما كان يتلمس طريقه مبتعداً عن الهاوية، افصلت كتلة ثقيلة من الطين المتكلس، والتي فتحتها بعوله معرفة ما يوجد بداخليها؛ والذي كان مزبداً من الأسنان، لكنها لم تكن عظام الداينوثيريوم. كانت هذه تشبه ما يمكن لطبيب الأسنان أن يعرف عليه كضواحك premolars بشرية، والتي كانت لاتزال مثبتة في العظام، على رغم أنها جاءت من طبقة من التربات التي تشكلت، في اعتقاد ليكي، خلال أوائل عصر البليستوسين Pleistocene⁽²⁾، أي قبل نحو مليون سنة.

وعندما عاد ليكي إلى مقر عمله في جامعة كامبريدج، سرعان ما حظي فك كاناوم السفلي Kanam mandible بشهرة واسعة - «ليس فقط لأنه أقدم جزء بشري معروف⁽³⁾ من أفريقيا، لكن لأنه أقدم جزء لجنس الهومو الحقيقي جرى اكتشافه في أي مكان من العالم»، كما أعلن وقتها. في تلك الأيام، كان من المستغرب تماماً أن تدعى أن الجنس البشري قد نشأ في أفريقيا، وليس في آسيا، حيث اكتشف الأسلاف البدائيون مثل رجل جاوة Java man ورجل بكين Peking man⁽⁴⁾.

قد تكون هذه في نفس عمر رجل كاناوم تقريباً، لكن ليكي وجد أن ملامحها كانت أقرب شبهها بالقردة من حيث المظهر. ومن وجهة نظره، كان فك كاناوم السفلي يُظهر عدداً أكبر من الملامح الحديثة بما في ذلك بقايا مثل ذقن شبيهة بذقون البشر - فيما يمثل دليلاً على أن جنس الإنسان العاقل Homo sapiens، وليس فقط أبناء عمومته من ذوي الفكوك المتهدلة، كان أقدم بكثير مما كان يعتقد سابقاً. أدت الاختلافات في شكل الأسنان إلى جعل ليكي يعتبر أن رجل كاناوم ينتمي إلى فصيلة مختلفة قليلاً، هي إنسان كاناوم - أو هومو كاناومينسيس Homo kanamensis، والذي أكَّد ليكي أنه السلف المباشر لنا جميعاً.

وعلى غرار العديد من حماسات ليكي، اتضح أن هذه مثيرة للجدل. وقد اعتقد أحد منتقديه⁽⁵⁾ أن العينة كانت تبدو حديثة للغاية، وأنها كانت مجرد عظم لفك

حديث، والذي انجرف إلى محيط من الأحافير الأقدم بكثير. وفي السنوات اللاحقة، تكهن علماء الأنثروبولوجيا بأن ما أطلق عليه ليكي اسم هومو كانامينسيس قد يكون في الواقع أحد الأقارب الأبعد - مثل الأسترالوبيثكس *Australopithecus*⁽⁶⁾، أو رجل النياندرتال *Homo habilis*⁽⁷⁾، أو الإنسان الماهر *Neanderthal man*⁽⁸⁾. وبعد ذلك بفترة، ظن باحثون آخرون⁽⁹⁾ أن العينة قد تعود إلى منتصف أوآخر عصر البليستوسين، ما يعني أن عمرها لا يزيد على نحو 700 ألف سنة⁽¹⁰⁾. ومهما كانت سلالته أو عمره بالتحديد، فلم يعد رجل كانام يُعد قطعة مميزة من حيث قدمها، بل بسبب احتواه على كتلة شاذة في الجانب الأيسر من الفك.

وفي الوقت الذي جرى فيه الاكتشاف، بدا الأمر كمشكلة صغيرة، والتي تنتقص من أهمية اكتشاف ليكي. كان الرجل يعمل في مختبره في كلية سانت جونز في كامبريدج، حيث كان ينظف العينة بكل عناء⁽¹¹⁾، عندما أحس بوجود كتلة ناتئة، والتي ظن أنها مجرد صخرة. غير أنه مع استمرار عمله بالمعول، كان يتوسعه أن يرى أن الكتلة كانت جزءاً من الفك المتحجر، ومن ثم أرسلها إلى اختصاصي في تشوهات الفك السفلي في الكلية الملكية للجراحين في لندن، والذي شخصها على أنها ساركومة عظمية⁽¹²⁾.

كان هناك أيضاً كسر رقيق⁽¹³⁾ في الفك، والذي حدث قبل وفاة صاحبه بفترة طويلة بما يكفي لشفائه. وذلك، كما ظن الطبيب، قد يفسر الكيفية التي بدأ بها السرطان. ومن خلال استشعار الرضح *trauma*، كما تفعل الخلايا العظمية بصورة ما، تشرع الخلايا في الانقسام بسرعة، لاستبدال الأنسجة الميتة. وعند نقطة ما خلال تلك العملية - حيث تتسم الاحتمالات هنا بضائلتها المتناهية - فقد انحرفت هذه العملية المحكومة بعناء عن مسارها. أنتج قدر من الخلايا الجديدة أكثر مما يلزم لالتمام الجرح، لكنها لم تكن تعلم متى يجب عليها أن تتوقف. وبسبب ضرب من سوء التقدير البيولوجي، ظلت الخلايا تنقسم وتنقسم، حيث فاضت من موضع الجرح. وعلى رغم أنها بدت معقوله، فلم تكن هذه تعدد كونها مجرد تكهناً. لم يجد إثبات كسور العظام كمحفزات لنمو السرطانات العظمية، والتي عادةً ما لا يوجد لها سبب واضح. ومهمها كانت طريقة نشوء السرطان، فكثيراً ما ينتشر إلى الرئتين. وإذا كان التشخيص صحيحًا - فقد تشكك البعض فيه - فقد يكون هذا هو ما قتل رجل كانام.

سمعت لأول مرة عن فك رجل كانام في تاريخ زمني للسرطان، والمنشور في مكان ما على الإنترنت، ما جعلني أبحث في كتب وأوراق ليكي القديمة، وبعد تبادل العديد من رسائل البريد الإلكتروني، علمت أن تلك الحفرية توجد في متحف التاريخ الطبيعي في منطقة ساوث كنسينغتون بلندن، حيث ظلت مخزنة طوال عقود. وعلى حد علمي، فإنها لم تعرض على الجمهور مطلقاً. لقد أزيلت العينة من الرف ما بين الحين والآخر لفحصها. وقد درسها عام الأنثروبولوجيا آشلي مونتاغو (Montagu) في العام 1956، وذكر في تقريره أن الورم كان من الضخامة والتتشوه بحيث كان من المستحيل تحديد شكل ذقن رجل كانام⁽¹⁴⁾. على أي حال، فقد أفتتحته التفاصيل التشريحية الأخرى بأن الحفرية كانت شبيهة بالبشر على نحو واضح. وقد اختلف مع ذلك أحد علماء الأنثروبولوجيا⁽¹⁵⁾ الآخرين، والذي خلص إلى أن ما اعتقاد ليكي أنه الذقن لم يكن سوى جزء من الورم.

وهكذا بدأت الخلافات. جازف أعلم علماء الأورام العاملين في لندن، وهو جورج ستاتوبولوس Stathopoulos، بالتصريح بأن الورم قد لا يكون ساركومة عظمية بل نوع مختلف تماماً من السرطان⁽¹⁶⁾، هو مفهوم بوركيت Burkitt's lymphoma، وهو ورم خبيث يصيب الجهاز اللمفاوي، والمتوطن بين الأطفال اليوم في وسط أفريقيا، وهو سرطان كثيراً ما يتسبب في تدمير العظام. كان هناك باحثون آخرون ليسوا على القدر نفسه من التأكيد⁽¹⁷⁾؛ فالتهاب العظم والنقي osteomyelitis، وهو عدوى مزمنة، يمكنه أيضاً إنتاج تورمات عظمية. غير أنه في كتابه المعنون «الأمراض في العصور القديمة»⁽¹⁸⁾، والذي يمثل مرجعية معيارية في علم الأمراض القديمة، خلص دون بروثويل Brothwell⁽¹⁹⁾ إلى أن شذوذ رجل كانام كان من الشخانة والتوسع بحيث لا يمكن أن يكون ناتجاً عن عدوى.

ومثل زملاء ليكي، كان يميل نحو تشخيص سرطان العظام. وفي وقت لاحق، وبالتحديد في العام 2007، خلص العلماء الذين مسحوا ذلك الفك السفلي بمجهر إلكتروني⁽²⁰⁾ إلى أن الشق قد أدى بالفعل إلى «جعل العظم يخرج عن السيطرة»⁽²⁰⁾ في حين ظلوا على الحياة فيما يتعلق بطبيعة المرض.

(*) Diseases in Antiquity.

أردت أن أرى العينة بنفسى، ومن ثم وصلت في أحد أيام الربيع، كما رتبت سابقاً، إلى مدخل الموظفين والباحثين في المتحف، والواقع على شارع المعرض. اتصل الرجل الجالس في مكتب الحرس مباشرة بروبرت كروزينسكي Kruszynski، أمين مستحاثات الفقاريات، قائلاً له: «إنه يطلب مقابلتك عند حيوان الكسلان العملاق»⁽²¹⁾. كان العثور على هذا المخلوق غاية في السهولة، إذ كان القالب الجبى لهيكله العظمي منحنينا على رجليه الخلفيتين فوق رفوس رواد المتحف كأنه يستعد للاتهام أعلى شجرة صناعية. ظل الهيكل واقفاً على هذا النحو لمدة 161 عاماً، عندما جرى تجميعه من عظام اثنتين أو أكثر من العينات المجلوبة من أمريكا الجنوبية قبل أن يُعرض على الجمهور. كان هناك من خلفي جدار مخصص لحفريات الديناصور السمي Ichthyosaurus المحفوظة في صناديق زجاجية. وخلال فحصي إياها، معجبًا من كون البنية العظمية نفسها سائدة في جميع أفراد عالم الفقاريات، انفتح الباب الموجود في ركن القاعة. لقد جاء السيد كروزينسكي لتحيتي، ثم قادني إلى الحرم الداخلي للمتحف.

كان في انتظاري على منضدة بالقرب من النافذة صندوق من الورق المقوى البني كان قد أحضره من مخازن المتحف. كان الملصق المكتوب بخط اليد يعرف محتوياته كالتالي:

M 16509

الفك السفلي لرجل كاتام.

كان الحرف M يشير إلى «حيوان ثديي» mammal. وفي الزاوية العلوية اليمنى من الملصق كان هناك ملصقان ملونان - رمز أحمر شبيه بالشمس وتحته نجمة زرقاء - ما يشير إلى أن العينة الموجودة في الصندوق قد جرى تحليلها في أوقات مختلفة بواسطة المقايسة الإشعاعية radioassay والأشعة السينية. رفع السيد كروزينسكي الغطاء بعناية. كان بالداخل صندوق أصغر، مصنوع من خشب البلسا balsa والورق المقوى، ويعلوه غطاء من الزجاج يضم بداخله فك رجل كاتام.

وضع العينة على حصيرة مبطنة مزدوجة الثخانة لحمايتها من التلامس مع السطح الصلب للمنضدة، ثم قال لي: «بوسعك أن تنظر إليها الآن»، ثم انصرف

للبحث عن حفريات أخرى كنت أمل أن أراها: وهي عظم فخذ (femur) استخرجت من قبر سكسوني يرجع إلى أوائل القرون الوسطى في منطقة ستاندليك (Standlake) في إنجلترا، والتي كان بها ورم هائل الحجم، جرى تشخيصه بدوره على أنه ورم سرطاني في العظام.

كنت أظن أنني سأكتفي بمجرد إلقاء نظرة خاطفة على فك رجل كاتام، فلم أكن أتوقع أن أترك وحدي مع العينة بحيث أتمكن من الإمساك بها في يدي. كان لونها بنيا داكنا، كما كانت ثقيلة وسميكه بشكل غير متوقع. لم يكن ذلك يستحق أن يكون مستغربا، فقد كانت في الواقع صخرة، أو عظمة متحجرة petrified. لقد كانت في الماضي جزءا من إنسان ينتمي إلى عصور ما قبل التاريخ، أو إنسان بدائي protoman. كانت هناك سنان مصفرتان لا تزالان في مكانهما، كما كانت هناك حفرة عميقه كانت تؤوي جذر سن أخرى.

وأسفل ذلك بقليل، وفي المحننى الداخلي الأيسر للفك، كان يوجد الورم. كان أكبر مما كان متوقعا، ما ذكرني على نحو شاذ بنوع من الحلوي التي كنت أتناولها في طفولتي، والتي عُرفت باسم كاسر الفك jawbreaker. كان هناك أيضا تورم طفيف على الجزء الخارجي من الفك، وكان يوسعني أن أتفهم كيف يمكن للناس أن يتجادلوا إلى ما لا نهاية حول ما إذا كان ذلك يمثل جزءا من الورم أو من الذقن. كان يوسعني أن أرى الموضع التي شرح فيها ليكي الكتلة⁽²²⁾ (كان بعض زملائه يعتبر هذا ضربا من تدنيس المقدسات) لإزالة قسم منها لإجراء مزيد من التحليل. كما كنت أستطيع أن أتخيل تقريبا بقية الرأس، وعيناه الشاغرتان تتولسان لتخفييف ألم يتعذر تفسير سببه. عاد السيد كروزينسكي بعد نصف ساعة ليروي ما كنت أفعله مع الأحفورة، وقال لي محذرا: «لا تقربها كثيرا من العافة». أدركت فجأة أن الوسادة الواقية الموجودة على المنضدة كانت تنحدر باتجاه ركبتي، وبالتالي كيف كان يمكن لحركة مفاجئة مني أن تُسقط الفك السفلي لرجل كاتام على الأرض المغطاة بالمشمع.

وفي النهاية، لم يتمكن السيد كروزينسكي من العثور على عظم الفخذ السرطانية التي كنت أستفسر عنها، وقال لي: «ربما في وقت آخر»، شارحا لي أن مخازن المتحف كانت تخضع لعملية تجديد، وأن العظمة قد وضعت على ما يبدو في غير مكانها، جنبا إلى جنب مع بقية الهيكل العظمي - باستثناء الجمجمة. أخرج الجمجمة من

علبتها، وسمح لي بإمساكها لبرهة - كانت خفيفة الوزن للغاية مقارنة بالعظمة المتحجرة- ثم رافقني خلال عودتي عبر الحاجز إلى الجزء العام من المتحف. مر مئات الزوار من جميع الأعمار عبر الممرات، والذين سيصاب بعضهم لا محالة بالسرطان، أو سيحبون شخصاً أصيب به. تساءلت وقتها عما إذا كان هناك أي شخص موجود بجوار رجل كانام في محتنته.

لم يكتب الكثير عن التخصص الغامض لعلم الأورام القديمة paleo-oncology وعلى رغم أن الأبحاث قد استمرت على نحو متقطع على مدى عقود، فلم يظهر المصطلح في الأدبيات إلا في العام 1983، عندما بدأت مجموعة صغيرة من أطباء الأورام اليونانيين والمصريين⁽²³⁾ (اللفظ مشتق من الكلمة onkos اليونانية، وتعني «كتلة» أو «عبء») في التخطيط لندوة عن السرطان البشري في الأزمنة الغابرة. عقد الاجتماع في العام التالي خلال رحلة بين جزيرة رودس Rhodes وجزيرة كوس Kos، حيث ولد أبقراط Hippocrates.

تمخض الاجتماع عن نشر أعداد قليلة من النسخ الأنية لكتاب صغير بعنوان «علم الأورام القديمة». وكانت محظوظاً لأني عثرت على نسخة منه معروضة للبيع على الإنترنت مقابل 100 دولار. كانت صفحاته الثمانية والخمسون مجلدة ضمن غلاف أزرق مزدان بطباعة مذهبة، وتحت العنوان يوجد رسم لسرطان البحر. «السرطان» crab في اليونانية هو karkinos، وفي القرن الخامس قبل الميلاد استخدم أبقراط الكلمة- التي صارت جذراً للفظي «مسرطن» carcinogen و«سرطانة» carcinoma لوصف الداء الذي يعرف في اللاتينية باسم cancer.

ليس من الواضح بالضبط سبب اختياره لهذا الاسم. وبعد ذلك بنحو ستة قرون، تأمل غالينوس البيرغامي Galen of Pergamon في أصل الكلمة: «باعتبار أن السرطان مزود بمخالب»⁽²⁴⁾ على كل من جنبي جسمه، فإن الأوردة التي تتدفق من الورم في هذا المرض تمثل معه شكلاً يشبه السرطان كثيراً. تتكرر هذه القصة في كل سرد تاريخي للسرطان تقريباً. وعلى أي حال، فهناك عدد قليل للغاية من الأورام التي تُشبه في شكلها السرطانات. وقد أشار بولس الأجانبى Paul of Aegina، وهو يونانى بيزنطى من القرن السابع، إلى أن المقصود هو أن تؤخذ هذه الاستعارة على نحو أكثر تجريدية: «يقول البعض إن [السرطان] قد أُسمى كذلك لأنه يتتصق

بعناد شديد⁽²⁵⁾ إلى الجزء الذي يستوئي عليه، وبالتالي - مثل سلطان البحر - فلا يمكن فصله عن ذلك الجزء من دون عناء شديد». وكذلك فقد جرى استخدام كلمة karkinoi للإشارة إلى الأدوات القابضة مثل الفرجار calipers.

ثمة اشتقاد مختلف تماماً، والذي طواه النسيان تقريراً، أشار إليه وسترا وستربا سامبون Sambon، وهو خبير بريطاني في علم الطفيليات حول اهتمامه إلى دراسة السرطان قبيل وفاته في العام 1931.

هناك الطفيلي، المعروف باسم الكيسية السرطانية *Sacculina carcini*، والذي يلتهم السرطانات بطريقة تشبه إلى حد مخيف التهام ورم سرطاني للأنسجة. وقد وصفت هذه العملية في العام 1936 في تقرير كتبه الطبيب الشرعي السير ألكسندر هادو Haddow لعرضه على الجمعية الملكية للطب :

إنها تعلق نفسها بجسم السرطان الفتى⁽²⁶⁾، وتلقي فيه بكل جزء من آلياتها باستثناء حزمة صغيرة من الخلايا البالغة الأهمية. والتي تخترق جسم العائل، قبل أن تستقر على الجزء السفلي من أمعاء هذا الأخير، تحت المعدة مباشرة. وهناك، ولكونها محاطة ببُجليدة cuticle جديدة، فإنها تشكل نفسها على هيئة «الكيسية الباطنة» *sacculina interna*، ومثل شتلة فول ثابتة، تمضي قدماً لقذف ممصات متفرعة بدقة تمتد - مثل الجذر - خلال كل جزء من تشريح السرطان لامتصاص الغذاء. وعندما ينمو في الجسم، يضغط الطفيلي على جدران بطن العائل الواقعة تحته، ما يسبب ضمورها، حتى إنه عندما تنسلخ قشور السرطان، تبقى حفرة في تلك المنطقة بنفس حجم جسم الطفيلي. وعبر هذه الفتحة، ينتأ الجسم الشبيه بالورم في النهاية ويصير ناضجاً، حيث يعرف باسم «الكيسية الخارجية» *sacculina externa*، والتي يمكنها طرح صغارها النشطة في عرض البحر.

وبكل فترة طويلة من أيام غالينوس، ربما لاحظ تلاميذ أبقراط، الذين كانوا يتذذون على سرطانات البحر، أوجه التشابه بين الطريقة التي يباغت بها الطفيلي عائله وطريقة انتقال metastasizes السرطان.

ואיא كان السبب وراء اختيار هذا الاسم، فإن النصوص اليونانية القديمة تصف ما يedo كأنه سلطان الرحم والثدي. ولكنهم موجهين بفعل الاعتقاد في السحر التعاطفي sympathetic magic، كان بعض الأطباء يقومون بعلاج الأورام عن طريق وضع سلطان حي فوقها⁽²⁷⁾؛ كما أوصى بعضهم أيضاً بالمساحيق والمراهم (التي كانت تُصنع أحياناً من السرطانات المسحوقة) أو بالكي (حيث يؤدي الحرق إلى سد موضع التقرح). أما بالنسبة إلى المرضى المصابين بأورام داخلية، فقد أشار أبقراط إلى أنه ربما كان من الأفضل أن يتركوا لشأنهم: «مع العلاج، سيموتون سريعاً⁽²⁸⁾؛ في حين أنهم سيبقون على قيد الحياة فترة طويلة من دون علاج». يمثل هذا المبدأ جزءاً من قسم أبقراط: أولاً، لا تسبب في أي ضرر.

ومع غالينوس، صارت الإشارات أكثر وضوحاً. وقد ألف كتاباً كاملاً عن الأورام، وأدرج تلك الغبية ضمن فئة من الأورام أسمتها *praeter naturam*⁽²⁹⁾ – أي الخارقة للطبيعة، بمعنى أنها تقع خارج حدود الطبيعة. وقد كتب أن السرطانة *carcinoma* هي «ورم خبيث وجاسئ⁽³⁰⁾، سواء كان متقرحاً أو غير متقرح». ووجد أن سرطان الثدي هو الأكثر شيوعاً وانتشاراً، خصوصاً بعد سن اليأس (menopause) (وخلالها لما يعتقد أطباء الأورام المعاصرون، فقد كتب أن النساء اللواتي يحضن بانتظام لا يُصبن بالسرطان). وكتب عن سرطان الرحم، والأمعاء، والمستقيم، وعن سرطان الحنك. وفي بعض الأحيان كان، مثل غيره من المؤلفين الإغريق، يستخدم لفظة *therioma* - والتي تعني «الوحش البري» للإشارة إلى الأورام الغبية - «لقد تمكنا من شفاء السرطان المبكر⁽³¹⁾، لكن ذلك الذي تناهى إلى حجم كبير، فمن دون جراحة لم يتمكن أحد من علاجه».

ولم يكن جراح العصور الوسطى أبو القاسم الزهراوي أكثر حظاً: «عندما يظل السرطان موجوداً لفترة طويلة⁽³²⁾ ويكون حجمه كبيراً، يجب لا تقربه. لم يمكن مطلقاً من إنقاذ أي حالة من هذا النوع، ولا رأيت أي شخص آخر نجح في ذلك». لم تختلف الحال عن ذلك كثيراً في أيامنا هذه.

theme أمر مشجع بخصوص معرفة أن السرطان كان دائماً معنا، وأنه ليس ناتجاً بالكامل عن خطأ من جانينا، بحيث إنك تستطيع اتخاذ جميع الاحتياطات ومع ذلك يتبقى شيء ما في اللفائف الوراثية، والذي قد ينطلق من عقاله بصورة ما.

عادة ما يستغرق تراكم الضرر الدقيق عشرات السنين. يجري تشخيص 77 في المائة من حالات السرطان في أشخاص يبلغون من العمر 5 و 50 عاما⁽³³⁾ أو أكثر. وبالنظر إلى أن فترات الحياة خلال القرون الماضية كانت تحوم حول 30 أو 40 عاما⁽³⁴⁾، فإن العثور على السرطان في السجل الأحفوري يشبه مشاهدة الطيور النادرة. لا بد أن الناس كانوا يلقون حتفهم قبل ذلك لأي سبب آخر. غير أنه، على الرغم من كل الصعاب، مازال اكتشاف حالات السرطان يتواصل، وبعضها موثق على نحو نابض بالحياة إلى درجة أنه يمكنك تقريباً أن تخيل الحياة المدمرة لأصحابها.

بعد زيارتي إلى لندن، وصلتني من متحف التاريخ الطبيعي صور للهيكل العظمي السكسوبي⁽³⁵⁾ الذي كنت أرغب في فحص الأورام التي أصابت عظم فخذه. كنت قد قرأت أن الورم كان ضخماً - 10 بوصات عمودياً في 11 بوصة أفقياً - لكنني ذهلت لرؤية ما يشبه كرة السلة متلتصقة بساقي الشاب. يُظهر الورم نمط أشعة الشمس sunburst pattern الذي يعرفه علماء الباثولوجيا كدليل على الساركومة العظمية osteosarcoma. وهم يرونه بصورة أكثر شيوعاً في المراهقين الذين تخضع أطرافهم لطفرات النمو المحرضة بالهرمونات. وهو دليل إضافي على واحدة من عدد قليل من القواعد الراسخة للسرطان: كلما زاد توادر أنواع المخلويات، ارتفعت احتمالات تعرضها للطفرات. وبالتالي تؤدي التوليفة المناسبة إلى نشوء الأورام الخبيثة. تسم الساركومة العظمية بـ بندرتها إلى درجة أن المرأة يمكنها مسح عظام عشرات الآلاف من البشر⁽³⁶⁾ لاكتشاف عينة واحدة منها. ومع ذلك، فلا تزال الحالات القديمة منها تُكتشف باستمرار.

كانت هناك علامات تدل على السرطان في جثة رجل ينتمي إلى العصر الحديدي Iron Age في موسيرا، وفي أحد القوط الغربيين (Visigoth) الذي عاش في إسبانيا خلال القرن الخامس. ثمة ساركومة عظمية وجدت في مقبرة ترجع إلى العصور الوسطى في جبال الغابة السوداء⁽³⁸⁾ في جنوب ألمانيا، والتي دمرت الجزء العلوي من ساق طفل صغير وانتشرت إلى مفصل الورك. تشير الزواائد العظمية داخل سقف تجويف العين إلى فقر الدم (anemia)، الذي قد يكون له تأثير في السرطان. اجتهد مؤلفو التقرير في التكهن بالسبب: التلوث الناتج عن منجم قريب للرصاص والفضة. يصعب قبول السرطان في الأطفال على وجه الخصوص، حتى في طفل عاش قبل

تسعة قرون، واختتم البحث بلاحظة مؤثرة: «من المؤكد أن الورم قد تسبب في جعل الطفل يموت ميتة مؤلمة»⁽³⁹⁾. وأشار المؤلفون إلى أنه على رغم كون معدل وفيات الأطفال مرتفعا للغاية في تلك الأيام، فإن الأطفال الذين كانوا يتمكنون من البقاء على قيد الحياة بعد السنوات القليلة الأولى قد يعيشون حتى الأربعينات من أعمارهم، لكن ليس هذه المرة «أحمدت جذوة الحياة في الطفل المصاب بمجرد أن تمكن الطفل من النجاة من وفيات الرضيع المفروطة خلال السنوات الأولى من الحياة». ربما أفاد الاعتقاد بوجود سبب لذلك - أي التسمم المعدني من المجتمع، غير أنه لا أحد يعرف سبب الساركومة العظمية. ففي ذلك الوقت، كما هي الحال الآن، ربما كان عدد قليل من الحالات ناتجاً عن عوامل وراثية، والتي تعزى إلى شذوذات كروموسومية chromosomal abnormalities. وفي العصر الحديث، تحولت التكهنات لفترة من الوقت إلى المياه المعالجة بالفلوريد، وبشكل أكثر معقولية إلى الإشعاع - أي العلاجات الإشعاعية العلاجية للأمراض الأخرى أو التعرض للنماذج المشعة مثل السترونشيوم 90 (strontium-90)، الذي ينتشر عن طريق الغبار الذي المتساقط. يقع السترونشيوم عند مستوى أدنى بقليل من الكالسيوم في الجدول الدوري للعناصر ويحاكي سلوكه، حيث يدمج نفسه في العظام بإحكام. غير أن الساركومة العظمية توجه ضربتها من دون سبب واضح في معظم الأحيان، تاركة الآباء والأمهات متلهفين لفهم ما يظل عصياً على التفسير كأنه ضربة نيزك.

ويمكن لخباة أخرى، وهي السرطانة الأنفية البلعومية nasopharyngeal carcinoma، التي تصيب الغشاء المخاطي للأنف، أن تحدث ندوباً في العظام المجاورة، حيث تُغَرِّ على أدلة على ذلك في هيكل عظمية من مصر القديمة. أدى الورم إلى طمس وجه امرأة بالكامل تقريباً، وقد حاولت أن تصورها وهي تشق طريقها بصعوبة عبر دروب الحياة. وكما أشار إليه يوجين ستروهال Strouhal، وهو عالم الأنثروبولوجيا التشيكية الذي وثق هذه الحالة: «إن العجم الكبير للورم»⁽⁴⁰⁾، الذي سبب مثل هذا التدمير الواسع النطاق، يشير إلى وجود عملية طويلة الأمد نسبياً. يبدو أن المريضة قد ظلت على قيد الحياة فترة طويلة، وكانت تعاني بشدة من الألم وأعراض أخرى. ولا بد أن البقاء على قيد الحياة كان مستحيلاً من دون مساعدة ورعايةبني جلد المريضة». كانت هذه حالة أخرى اخترقت فيها أهواى السرطان القشرة المسطحة للنشر العلمي.

أما الورم النقوي المتعدد multiple myeloma، فهو سرطان يصيب الخلايا البلازمية في نخاع (نقى) العظام، والذي يمكن أن يترك آثارا على الهيكل العظمي. عُثر على آثار لذلك في جمجمة⁽⁴¹⁾ امرأة عاشت في العصور الوسطى. تمثل الخلايا البلازمية جزءاً من الجهاز المناعي، وعندما تتصرف بصورة طبيعية، فإنها تنتج أجساماً مضادة مناعية تسمى الغلوبولينات المناعية (immunoglobulins). وفي السرطان النقوي المتعدد، يجري إنتاج نوع واحد منها على حساب الآخرين. وقد عُثر اختبار كيميائي على الأجسام المضادة التي اعتبرها الباحثون تأكيداً للمرض.

إن السرطانة العظمية، والسرطانة الأنفية البلعومية، والورم النقوي المتعدد، تمثل جميعها سرطانات أولية، أي توجد في الموقع الأصلي لنشوء الورم، وهي موهنة للغاية. تأتي الأغلبية العظمي من سرطانات الهيكل العظمي من نفائل⁽⁴²⁾ metastases نشأت في موضع آخر. وهي تظهر كذلك بتواتر أكبر في السجل الأحفوري - مع نتائج مدمرة. لقد اكتشف سرطان العظام النقيلي في المقابر المصرية⁽⁴³⁾، وفي مقبرة برتغالية⁽⁴⁴⁾ كبيرة، وفي مقبرة في وادي نهر تينيسي⁽⁴⁵⁾ تعود إلى عصور ما قبل التاريخ، وفي هيكل عظمي مريض بالجذام (leper) من مقبرة تعود إلى العصور الوسطى⁽⁴⁶⁾ في إنجلترا. ولكونها دفنت بالقرب من برج لندن⁽⁴⁷⁾، كان الهيكل العظمي للمرأة التي توفيت في سن الحادية والثلاثين يحمل العلامات المميزة للأفات النقiliية. نحن نعرف حتى اسمها من لوحة نعشها المصنوعة من الرصاص: آن سومبتر Anne Sumpter توفيت في 25 مايو 1794.

وفي العام 2001، اكتشف علماء الآثار تلة دفن burial mound يعود تاريخها إلى 2700 سنة⁽⁴⁸⁾ في جمهورية توفا Tuva الروسية، حيث كان الفرسان الرجل المعروفون باسم السكثيين (Scythians) يهدرؤن في الماضي خلال مرورهم عبر السهوب الأوراسية، وكان زعماؤهم يرفلون في الحلي الذهبية المصنوعة باتفاقان. ومن خلال الحفر بين سقفين خشبيين، وصل العلماء إلى غرفة مدفونة تحت الأرض. كانت أرضيتها، المغطاة ببطانية من اللباد الأسود، توسد هيكلين عظيمين. ولكونهما جاثمين معاً كعاشقين، كان الرجل والمرأة يرتديان ما تبقى من ثيابهما الملكية. التف حول رقبة الرجل شريط ثقيل من الذهب المجدول، والمزين بياقوت مرسوم عليه عدد من الفهود، والوعول، والإيل، وغيرهما من الحيوانات. كانت

توجد قرب رأسه قطع من غطاء للرأس: أربعة خيول وغزال من الذهب. كانت الفهود الذهبية، التي يزيد عددها على 2500، تزيين غطاء رأسه. لم تتمكن ثرواته هذه من إنقاذه. وعندما توفي - حيث كان في الأربعينات من عمره على ما يبدو - كان هيكله العظمي يتعجب بالأورام⁽⁴⁹⁾. خلصت التحليلات الباثولوجية، بما في ذلك نظرة فاحصة بالمجهر الإلكتروني الماسح، إلى أن طبيعة الآفات وفقط انتشارها كانا مميزين لسرطان البروستاتة النقيلي. وكشفت الاختبارات البيوكيميائية عن وجود مستويات عالية من المستضد النوعي للبروستاتة⁽⁵⁰⁾ أو PSA اختصاراً. ويرغم جميع النتائج الإيجابية الكاذبة التي يمكن أن تتجهها تلك الاختبارات، كانت هذه النتيجة حقيقة بوضوح.

شخص سرطان البروستاتة النقيلي في الحوض المحروق جزئياً لرجل روماني عاش في القرن الأول الميلادي⁽⁵⁰⁾، وفي هيكل عظمي استخرج من مقبرة تعود إلى القرن الرابع عشر⁽⁵¹⁾ في كاتربرى. وفي حين ينزع سرطان البروستاتة إلى أن يكون بانيا للعظم osteoblastic⁽⁵²⁾، بحيث يضيف كتلة غير مرغوب فيها إلى الهيكل العظمي. يكون سرطان الثدي حالاً للعظام osteolytic، حيث يلتهم العظام كما يفعل العث. ومن بين جميع أنواع السرطان، يُظهر سرطاناً البروستاتة والثدي أقوى شهية⁽⁵³⁾ لأنسجة الهيكل العظمي. واعتماداً على جنس الضحية، فهما الخيار الأول للتشخيص عند اكتشاف النسائل العظمية.

استخرج رفات امرأة في منتصف العمر، والتي تُظهر آفات حالة للعظم⁽⁵⁴⁾، من جبال الإنديز التشيلية الشمالية حيث توفيت نحو العام 750 للميلاد. دفنت جثتها المجففة في غلاف للمومياوات مع ممتلكاتها: ثلاثة قمصان صوفية، وبعض الريش، وعدد من عرانيس الذرة، وملعقة خشبية، وحاوية لليقطين، وبوتقة معدنية. لم تكن المرأة إحدى ملكات السكاكين. كان شعرها يصل إلى أسفل ظهرها في جديلة طويلة مربوطة بشريط أخضر. كانت هناك آفات في عمودها الفقري، وكذلك في عظم القص sternum والوحوض. وعلى قمة ججمتها، قام السرطان بقضم حفرة خشنة يبلغ قطرها 35 ملليمتراً. كان السرطان قد التهم أيضاً جزءاً من عظم فخذها الأيمن، مما أدى إلى تقصير ساقها.

(*) Prostate-specific antigen.

اكتُشفت آفات حالة للعظام في الرجال أيضاً، والتي انتشرت في جميع أجزاء هيكل عظمي لرجل من الصيادين - جامعي الثمار عاش في عصر الهولوسين المتأخر Late Holocene⁽⁵⁵⁾، استخرجت جثته في السهوب الأرجنتينية. يُصاب الرجال بدورهم بسرطان الرئة، ولكن في حالات نادرة للغاية. ويمكن لسرطان الرئة أيضاً أن يترك علامات عظمية، لكنه من المعتقد أنه كان نادراً للغاية قبل اختراع السجائر؛ ومن ثم فقد ظل تشخيصه معلقاً. كانت تلك حالة أخرى يسمى بها أطباء الأورام «مجهولة المصدر الأولى».

لأتزال هذه الكلمات تطاردي عندما أفكِّر في الأسابيع التي مرت علينا قبل اكتشاف مصدر النقالن السرطانية في جسد نانسي. ومثل 90 في المائة من أنواع السرطان البشرية⁽⁵⁶⁾، كان المصدر من نوع السرطانة carcinoma. من المنطقي أن تكون هذه الأورام أكثرها شيوعاً، إذ تنشأ السرطانات في الأنسجة الظهارية التي تبطّن أعضاء وتجاويف الجسم وتختلفنا بالجلد. ومع اهتماء تلك الطبقات بفعل مرور الطعام والنفايات، أو التعرض للعناصر، فإن الخلايا الخارجية تموت باستمرار. أما الخلايا الواقعية تحتها فلا بد أن تنقسم لصنعين بذائل لها. ومع كل انقسام، ستكون هناك أخطاء في نسخ الجينات - أي الطفرات التلقائية أو تلك الناتجة عن المسرطّنات الموجودة في الطعام، والماء، والهواء. وبالنسبة إلى الأطفال، الذين شرعوا لتوهم في تحمل عمليات البلى والتعرّق التي تنطوي عليها الحياة، لا تمثل السرطانات carcinomas سوى جزء ضئيل من حالات السرطان⁽⁵⁷⁾.

وعندما يتعلق الأمر بتعقب حالات السرطان القديمة، فإن السرطان الأولى يضيع مع الأنسجة المتحللة في الأغلبية الساحقة من الحالات؛ كما أن تلك التي انتقلت لا بد أنها انتشرت أولاً إلى الرئة أو الكبد⁽⁵⁸⁾، ما أسفَر عن مقتل الضحية قبل أن يترك السرور أثراً في العظام. تضم البرديات الطبية المصرية إشارات مبهمة إلى «تورمات» و«أكلات»⁽⁵⁹⁾، ونجحت بعض الأدلة عليها في المومياءات. جرى تأكيد الإصابة بسرطانة المستقيم rectal carcinoma في مومياء عمرها 1600 سنة⁽⁶⁰⁾ بواسطة التحليل الخلوي للأنسجة. وجرى تشخيص مومياء أخرى للإصابة بسرطان المثانة bladder cancer⁽⁶¹⁾. وفي أماكن أخرى من العالم، اكتُشف ورم نادر يصيب العضلات، ويُعرف باسم الساركومة العضلية المخططة rhabdomyosarcoma، في

وجه طفل تشيلي⁽⁶²⁾ عاش ما بين عامي 300 و 600 للميلاد. وفي بيرو، ذكر تقرير لاثنين من علماء الباثولوجيا حالة لورم ميلانيسي نقيلي metastatic melanoma في جلد، وأنسجة، وعظام تسع مومياوات لأفراد من شعب الإنكا، والتي ترجع إلى ما قبل كولومبوس⁽⁶³⁾. وفي استطراد مستغرب، اقتبس المؤلفان قصيدة غنائية من القرن الثامن عشر تتغزل في علامات جمال الأنثى، ثم كتبوا باستهزاء: «في حين كانت عواطف [الشاعر] تتاجج، كما كان كذلك معاصروه، بفعل جمال الشامات في جسد إحدى السيدات، فنحن - بعد نحو 240 سنة مملاة - نظر غير متأثرين عاطفياً بأي منها، فلم نحصل منها سوى على المتاعب».

تعرضت الأدلة الأخرى على السرطان القديم إلى التدمير بفعل الطبيعة الباذعة Invasive لطقوس التحنيط المصرية. فمن أجل إعداد الفرعون⁽⁶⁴⁾ للمرور إلى الدار الأخيرة، كانت الغضوة الأولى تمثل في إزالة معظم أعضائه. كان يجري استخراج الدماغ عن طريق المنخررين، كما كان يجري شق الجذع لإخراج البطن والأعضاء الصدرية (باستثناء القلب، الذي كان يعتقد أنه ضروري لتلك الرحلة السماوية). كان كل عضو يُلف في الكتان المتفقوع في الراتنج، ومن ثم يعاد مرة أخرى إلى الجسم أو يوضع فيما كان يسمى بالوعاء الكانوني canopic jar. كانت هناك طرق أخرى؛ فمن أجل إبطاء عملية التحلل، كان يحدث أحياناً حقن محلول شبيه بزيت التربتين في صورة حقنة شرجية لإذابة أعضاء الجهاز الهضمي.

ـ لكن الأورام المحنطة يمكنها البقاء⁽⁶⁵⁾ نظراً إلى معالجتها بطريقة أكثر لطفاً، فقد وجد أن الجثة المحنطة لفيرانتي الأول Ferrante I ملك أراغون⁽⁶⁶⁾، الذي توفي في العام 1494 وهو في أوائل السنتين من عمره، تؤوي سرطاناً غدياً انتشر إلى عضلات حوضه الأصغر. وبعد نحو خمسمائة سنة من وفاته، كشفت دراسة جزيئية عن وجود خطأً مطبعياً في شفرة الدنا DNA التي تنظم الانقسام الخلوي - حيث انقلب الحرف G إلى A - وهي طفرة جينية مرتبطة بسرطان القولون والمستقيم. وكما خمن المؤلفون، فربما كان ذلك ناتجاً عن وفرة اللحوم العصراء التي كانت تُقدم في البلاط الملكي؛ أو، وفقاً لأحدث معلوماتنا، عن أشعة كونية شاردة.

وبصورة إجمالية، فقد أحصيت نحو مائتي مشاهدة محتملة للسرطان⁽⁶⁷⁾ في السجل الآثاري. وكما حدث مع الديناصورات، فقد جعلني هذا أتساءل عن

مدى ضخامة جبل الجليد الطافي تحت القمة الظاهرة. مثل المومياوات تحفًا مثيرة للغضول، وقد عُثر على معظم الأدلة في هياكلها العظمية مصادفة⁽⁶⁸⁾. ولم يبدأ علماء الأنثروبولوجيا سوى أخيرًا فقط في البحث عن السرطان - باستخدام التصوير المقطعي المحوسب، والأشعة السينية، والفحوصات البيوكيميائية، وباستخدام أعينهم. لكن ما لن يروه أبداً، حتى في العظام، هو القرآن التي فقدت عن طريق ما يسميه علماء الأنثروبولوجيا بالتغييرات التافونومية⁽⁶⁹⁾ المتعلقة بتكون الأحافير: taphonomic. وخلال نبش ونقل الرفات، من الممكن أن تُمحى العلامات عن غير قصد، وبالتالي فمن الممكن للأفات الأكلة للعظم أن تجعل العينة تنهار وتختفي. ومن خلال عمليات التعرية، والتحلل، وقضم القوارض، قد تؤدي التغييرات التافونومية بدورها إلى خلق الوهم المتمثل في وجود نقايل - وهو ما يعرف بالباثولوجيا الكاذبة pseudopathology⁽⁷⁰⁾. وهو احتمال يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار جنباً إلى جنب مع التشخيصات البديلة مثل تخلخل العظام osteoporosis والأمراض المعدية. غير أنه عندأخذ كل شيء بعين الاعتبار، يبدو من المرجح أن أدلة السرطان القديمة لم تُقرر بشكل كافٍ إلى حد كبير⁽⁷¹⁾. وبعد كل شيء، تكون معظم الهياكل العظمية غير مكتملة. وتكون النقايل أقرب احتمالاً لأن تُوجد في عظام محددة⁽⁷²⁾ مثل الفقرات، والحوض، وعظم الفخذ، والجمجمة؛ فيما يندر أن تصيب العظام الأخرى. ولا يمكن لأحد أن يعرف ما إذا كانت العظام المفقودة قد تصادف إصابتها بالسرطان.

وعلى أمل قطع الشك باليقين⁽⁷³⁾، حاول توني والدرون Waldron، وهو اختصاصي باثولوجيا المومياوات في جامعة لندن، التعرف على حجم الأدلة السرطانية التي يتوقع أن يجدتها علماء الآثار. كان عليه أولاً أن يتوصل إلى قيمة تقديرية، مهما كانت أولية، لتوتر وقوع الأورام الأولية في الأذمنة الغابرية. لم يكن هناك الكثير مما يمكن الاعتماد عليه. كان أقدم السجلات التي بدت موثوقة تقريراً تلك المدونة في السجلات البريطانية العامة عن أسباب الوفيات ما بين عامي 1901 و1905. وباستخدام تلك البيانات كخط قاعدي، وضع في اعتباره احتمالية انتهاء رحلة مختلف أنواع السرطان في الهيكل العظمي، حيث يمكن التعرف عليها. جاءت الأرقام، وهي مجموعة من القيم التقريبية، من التقارير الحديثة لتشريح الجثث (autopsy). وبالنسبة إلى سرطان القولون والمستقيم، كانت الاحتمالات منخفضة،

حيث تراوحت بين 6 و11 في المائة، كما كانت الحال عليه بالنسبة إلى سرطان المعدة، الذي تراوحت نسبته بين 2 و18 في المائة. أما على الجانب المرتفع، فقد كان هناك سرطان الثدي (57 - 73 في المائة) والبروستاتة (57 - 84 في المائة).

وبالنظر إلى هذه الاعتبارات وغيرها، أشارت حسابات والدرون إلى أن نسبة السرطانات في مجموعة من العظام القديمة ستتراوح بين 0 و2 في المائة في الذكور و4 و7 في المائة في الإناث⁽⁷⁴⁾ (بناء على العمر عند الوفاة). ومهما كان الجهد الذي تبذله في البحث عنها، فستكون حالات السرطان القديمة نادرة - حتى لو كان معدل وقوعها مرتفعاً كما كانت الحال في بريطانيا خلال عصر التصنيع. ولاختبار ما إن كانت أرقامه معقولة، فقد جربها على رفات 623 شخصاً دُفِنوا في سرداب كنيسة المسيح بمنطقة سبيتا فيلدرز الواقعة في الطرف الشرقي من لندن، ما بين عامي 1729 و 1857. واعتماداً على المعاينات البصرية وحدها، وجد حالة واحدة للإصابة بالسرطان بين النساء ولم يجد أيها منها بين الرجال. كان ذلك ضمن نطاق معادله، وهي نتيجة مشجعة تُشير إلى أنه لم يكن مخطئنا إلى حد كبير.

تمثلت الخطوة التالية⁽⁷⁵⁾ في تجربة تكهنته على مجموعة من السكان الأقدم بكثير والأكثر عدداً: 905 هيكلات عظمية محفوظة جيداً دفنت في موقعين في مصر ما بين عامي 3200 و 500 قبل الميلاد و 2,547 هيكلات عظمية وُضعت في صندوق لحفظ عظام الموتى ossuary في جنوب أطانيا ما بين عامي 1400 و 1800 (كانت مقبرة الكنيسة من الصغر والازدحام بحيث إن الرفات، مجرد أن تتحلل، كانت تُزال بصفة دورية ومن ثم تخزن). وباستخدام التصوير المقطعي المحوسب والأشعة السينية لتأكيد التشخيص، وجد علماء الباثولوجيا في ميونيخ خمس حالات للسرطان في الهيكل العظمية المصرية وثلاث عشرة في تلك الألمانية - وهو قريب مما تكهنت به حسابات والدرون. وبرغم جميع الفروق بين الحياة في مصر القديمة، وفي ألمانيا خلال عصر الإصلاح، وفي بريطانيا أوائل القرن العشرين بدا توادر السرطان متماثلاً تقريباً.

ومنذ ذلك الحين، ازداد تعقيد العيش في العام؛ فقد ارتفعت معدلات البقاء على قيد الحياة، جنباً إلى جنب مع تصنيع السجائر. لقد تغيرت النظم الغذائية بشكل جذري، فيما يعج العالم بالمأود الاصطناعية، كما تحسنت قدرات النظام الطبيعي في ما

يتعلق باكتشاف السرطان. ولزيال علماء الوبائيات يسعون إلى فك جميع الخيوط. ومع ذلك، فتحت السطح توجد نسبة أساسية للإصابة بالسرطان، والتي تمثل إرثاً لكوننا مخلوقات متعددة الخلايا نعيش في عالم غير مثالي. ليست هناك أدلة دامغة على أن هذه القيمة القاعدية (baseline) تختلف كثيراً الآن عما كانت عليه في العصور القديمة.

وفي حين كنت لأزال منغمساً في المعلومات الخفية لعلم الأورام القديمة، تناولت العشاء مع صديقة، وهي عاملة في الثلاثينيات من عمرها كانت قد عُولجت أخيراً بالإصابتها بسرطان الثدي. ومثل كثير من الناس، كانت تشک في وجود عدد أكبر بكثير من حالات السرطان حالياً مقارنة بما كانت عليه الحال في الماضي. وبعد بضعة أسابيع، أرسلت إلى إشارة إلى مقال نُشر من فوره⁽⁷⁶⁾ في مجلة نيتشر طرائف السرطان^(*)، والذي خلص فيه اثنان من علماء المصريات إلى وجود «ندرة لافتة للنظر في الأورام الخبيثة» في العصور القديمة. وفي بيان صحافي صدر عن الجامعة التي تعمل بها⁽⁷⁷⁾، طرحت أحد المؤلفين، هي أ. روزالي ديفيد، الادعاء التالي:

في المجتمعات الصناعية، يأتي السرطان تاليًا فقط للأمراض القلب والشرايين كسبب للوفاة، لكنه كان حدثاً نادراً للغاية في العصور القديمة. ليس هناك شيء في البيئة الطبيعية يمكنه أن يسبب السرطان، وبالتالي لا بد أنه مرض من صنع الإنسان، ويمكن تعقبه وصولاً إلى التلوث والتغيرات التي طرأوا على نظامنا الغذائي وأسلوب حياتنا.

... يمكننا إصدار بيانات شديدة الوضوح حول معدلات الإصابة بالسرطان في المجتمعات المختلفة، لأننا نمتلك لمحة كاملة عنها. لقد بحثنا في آلاف السنين، وليس في مائة سنة. فحسب، ولدينا أكواخ هائلة من البيانات.

وعبر الإنترنت، تقافرت التقارير الإخبارية حول تلك المعلومات: «السرطان مرض من صنع الإنسان». «اكتشاف علاج للسرطان: العيش في العصور القديمة». بحلول ذلك الوقت، كنت قد اعتدت على الأدبيات. هل ظهرت بعض الأدلة المهمة الجديدة

التي من شأنها حل أوجه الغموض؟ كان من الخطأ تماماً أن نقول إنه لا يوجد في البيئة الطبيعية ما يمكن أن يسبب السرطان. ماذا عن أشعة الشمس، والراديو، والأفلاتوكسين، وفيروس التهاب الكبد، وفيروس الورم الحليمي البشري؟ ظلت أتباع الموضع الإلكتروني للجامعة على افتراض أنه سيكون هناك تصحيف ما، لكن ذلك لم يحدث على الإطلاق.

أما الورقة البحثية نفسها فقد اتضح أنها أكثر واقعية وتحفظاً، وخلال قراءتي لها سطراً سطراً، وجدت أنها لا تحتوي على أي شيء جديد. اعتمد المؤلفون على نفس مجموعة البحوث التي كنت أخوض فيها طوال فصل الشتاء، ومن ثم أضافوا عليها وجهة نظرهم الخاصة. وفي حين تبدو مائتى حالة للسرطان جرى توثيقها مصادفة، كأنها عدد كبير بالنسبة إلى معظم علماء الباثولوجيا القديمة paleopathologists، فقد نظر بعضهم إلى القيمة الظاهرة لذلك العدد⁽⁷⁸⁾، فتخيلوا الماضي كمكان شاعري خال من السرطان: عالم يقل فيه كثيراً احتمال إصابة الأطفال بالسرطانة العظمية، أو حتى إصابة الطاعنين في السن بسرطان الثدي والبروستاتة، أو أي من أنواع السرطان التي نقلق بشأنها اليوم. عالم خال من هجمات العصر الحديث. يمكن للمرء أن يجد مواساة في الإيمان بالقضاء والقدر، ومن ثم الاعتقاد في فكرة أن السرطان يمثل جزءاً لا يتجزأ من العملية البيولوجية. لكن هناك أيضاً نوعاً من السلوى في الاعتقاد أن البشر، بحيلهم الخاصة، قد زادوا من احتمالات الإصابة بالسرطان. من المحتمل أن ما خلقته الكائنات ذات الإرادة الحرة أمر قابل للإلغاء. وإذا تعذر ذلك، فهناك على الأقل جنحة يمكن إلقاء اللوم عليهم.

وخلال انطلاقي吉ة وذهاباً بين هذه الآراء المتعارضة، تذكرت الخداع البصري الذي يbedo في لحظة كأنه امرأة شابة جميلة وفي اللحظة التالية كعجوز شمساء ملتوية الأنف. وفي وجود النزد اليسير من البيانات الجيدة التي يمكن الاعتماد عليها، يرى الناس ما يأملون في رؤيتها. وفي معرض السعي إلى تكوين وجهة نظرٍ خاصة، تساءلت عن ذلك الجزء من كومة العظام البشرية الذي اختير بالفعل. طلبت من ثلاثة من علماء الأنثروبولوجيا تقدير العدد الإجمالي للهيكل العظمية التي تعود إلى العهود القديمة وعصور ما قبل التاريخ⁽⁷⁹⁾، والتي اكتشفت على مر السنين وأتيحت للدراسة من قبل العلماء في جميع أنحاء العالم.

أخبروني أن العدد قد يصل إلى 250 ألفا، وهو ما لا يزيد بكثير عن عدد سكان مدينة صغيرة. يشمل ذلك الهياكل العظمية غير المكتملة - والجماج المنفصلة في كثير من الأحيان، والتي كانت العظام الوحيدة التي اعتقاد كثير من علماء الأنثروبولوجيا الأوائل أنها تستحق الحفظ. لم يُفحص سوى عدد قليل للغاية من تلك العينات للإصابة بالسرطان.

خذ هذا الرقم وقارنه بالعدد الإجمالي للأشخاص الذين عاشوا وماتوا منذ بدء الخليقة. أجرى أحد علماء الديموغرافيا demographer في المكتب المركزي للبيانات السكانية عملية حسابية تقريرية⁽⁸⁰⁾؛ فوجد أنه بحلول العام الأول للميلاد، كان العدد التراكمي لسكان الأرض قد اقترب بالفعل من 50 مليارا، كما تضاعف هذا العدد إلى 100 مليار نسمة تقريريا بحلول العام 1850. لقد انهشت من ضخامة العدد، والذي يزيد بكثير عن الفكرة السائدة بأن عدد البشر الذين يعيشون اليوم يساوي عدد جميع الذين سبقونا.

وعن طريق قسمة 250 ألف هيكل عظمي على 100 مليار نسمة، ستحصل على بضعة أجزاء من 10 آلاف جزء من واحد في المائة، وهو ما يقارب حجم العينة التي تستند إليها معرفتنا بالسرطان القديم - فيما يشبه اختبار رورشاخ Rorschach ذو البقع القليلة، والذي يمكنك اختيار قراءته بإحدى طريقتين.

غزو سارقي الجثث

في التاسع من أكتوبر 1868، مُهَمَّةُ مريض عُرِفَ بالأسلوب المشترك بين الروايات الروسية وتقارير الحالات الطبية باسم ريتشارد ج - أدخل إلى مستشفى ملبورن وجرى تشخيصه للإصابة «بالروماتيزم والوهن»^(١). وبعبارة أخرى، فقد كان ضعيفاً، ويشعر بالألم في مفاصله وأعضائه. من المحتمل أنه كان مصاباً بأي نوع من الاعتلال تقربياً. كانت توجد تحت جلد صدره وبطنه نحو ثلاثة كتلة «تتراوح في حجمها بين حبة الفول وبرتقالة صغيرة». كان هناك ورمان آخران، واحد بين عظمي كتفه والأخر على الجزء الداخلي من فخذه البصري فوق الركبة بنحو أربع بوصات. وخلال الأشهر الخمسة التالية، أصيب الرجل بالهزال، وبعد وفاته أُعدَّت أنسجة من تلك الأورام لفحصها تحت المجهر.

وصف الطبيب المقيم، توماس رامسدنAshworth، ما رأه كالتالي: «خلايا

إن انتشار النقال - الذي قد يbedo كعملية فوضوية وعشوانية تقوم فيها الأورام بطرح خلاياها في مجرد الدم طوعاً أو كرهاً - قد تبين أنه دقيق ياتقان وعلى نحو مُرعب»

كبيرة وشفافة *pellucid* على نحو جميل، تمتلك سمات مميزة تركت انطباعا عميقا في ذهنه. وبسبب انتشار وعدوانية هذا السرطان، فقد استبد به الفضول لفحص دم الرجل، ومن ثم سحب عينة منه. لقد اندهش لرؤيه عدد من الخلايا العائمة بين كريات الدم الحمراء والبيضاء، والتي تبدو بالضبط مثل تلك الموجودة بداخل الأورام. كيف وصلت إلى هناك؟ لقد سحبت عينة الدم من وريد في الساق السليمة، وليس تلك المصابة بوضوح بالسرطان.

لم تحدد هوية الورم الخبيث، فلم يكن الخبرير الذي فحص هذا السرطان قد رأى واحدا مثله قط. كان الأمر الأكثر أهمية بالنسبة إلى تاريخ الـطب هو الملاحظة النهائية في تقرير أشمورث: «إن حقيقة أن نشاهد في الدم خلايا متماثلة مع خلايا السرطان نفسه قد تنزع إلى إلقاء بعض الضوء على طريقة نشوء الأورام المتعددة التي توجد في الشخص نفسه». لقد أخذ في اعتباره احتمال أن تكون الأورام قد نشأت عفويًا في الدم، سواء قبل الوفاة أو بعدها. كان كثير من الأطباء يعتقدون أن السرطان ينتشر عن طريق إفراز «عصائر مرضية»⁽²⁾ *morbid juices*. لكن أشمورث اقترح فرضية أكثر أصالة: أن الخلايا السرطانية نفسها قد وجدت طريقها إلى مجرى الدم ومن ثم زرع أنفسها في أماكن بعيدة. «ثمة شيء واحد مؤكد، وهو أنها إذا كانت آتية من بنية سرطانية موجودة بالفعل، فلا بد أنها مررت عبر القسم الأكبر من الدورة الدموية». أي من الساق المعتلة إلى الساق السليمة، حيث كانت على استعداد للنمو.

لم يحدث إلا في القرن التاسع عشر أن تمكن الأطباء من فهم السرطان كمرض ينطوي على خلايا شاذة. لقد أشار أبقراط إلى «علل متنقلة»⁽³⁾ ترتحل عبر أجزاء الجسم، لكنه عزا السرطان وغيره من الاضطرابات إلى وجود خلل في أحلاط *humors* الجسم الأربع - الدم، والبلغم *phlegm*، والصفراء *yellow bile*، والسوداء *black bile*، والتي تتناغم كونيا مع الهواء، والماء، والنار، والتراب ومع الصفات الأساسية: وهي الحار، والجاف، والرطب، والبارد. كانت تلك هي المفصلات التي قسم على أساسها العالم. وإذا جرى إنتاجها بكميات مفرطة، فإن السوداء (وتسمى أيضا *melan cholo*) تتخثر مكونة أوراما - وهي فكرة حملها غالينوس⁽⁴⁾ خلال العصور الوسطى.

ُخففت هذه القبضة المفاهيمية الخانقة في القرن السابع عشر عندما رأى رينيه ديكارت Descartes وجود ارتباط⁽⁵⁾ بين الجهاز اللمفاوي الذي كان قد اكتشف أخيراً وبين السرطان. مثل هذا تقدماً عظيماً - فاللمف lymph، على عكس السوداء، كان شيئاً موجسداً بالفعل ويمكن ملاحظته - لكن كان لا يزال أمام الأطباء كدفع طويل. وعندما انحرفوا في الاتجاه الخاطئ، بدأ الأطباء وضع فرضيات مفادها أن الأورام تتالف من اللمف الفاسد - وهو ما لا يمثل تقدماً كبيراً على فكرة السوداء المختلطة. أما الجراح الباريسي⁽⁶⁾ هنري فرانسوا لو دران de Dran فقد اقترب أكثر من وجهة النظر الحديثة، إذ افترض في العام 1757 أن السرطان يبدأ في موضع محدد - وأنه ليس مجرد توух عام يصيب الجسم - ومن ثم ينتقل بصورة ما عبر القنوات اللمفاوية، والدم، وينتهي أحياناً في الرئتين. كان تطور هذه الفكرة بطيناً. وفي وقت لاحق، ظُنِّ أن النقالات metastases تنتقل عن طريق «تهيجات» ترتعش بطول جدران الأوعية اللمفاوية⁽⁷⁾. وقد قيل حتى إن الجهاز العصبي⁽⁸⁾ مكتنف في العملية، حيث يقوم بإرسال إشارات إلى موقع قاصية، ما يسبب تكون النوع نفسه من الأورام. وعن طريق تشبيه السرطان بالجذام leprosy وداء الفيل⁽⁹⁾ elephantiasis، كان بعض العلماء على يقين من أنه ينتشر أيضاً من جسم إلى جسم، أي إنه مرض مُعد.

وبحلول أوائل القرن التاسع عشر، لاحظ الأطباء أن «عصير السرطان»⁽¹⁰⁾ المستخرج من الأورام يتالف من أشكال كروية بالغة الصغر. لكن مَيْز resolution مجاهرهم لم يكن حاداً بما يكفي⁽¹¹⁾ لإظهار أنهم كانوا يشاهدون في الحقيقة خلايا بيولوجية. وبفضل التحسينات التي أدخلت على العدسات البصرية، تمكّن يوهان مولر Müller، وهو فيزيولوجي ألماني، من تحقيق نقلة حاسمة. ففي كتاب صدر في العام 1838⁽¹²⁾، حمل عنوان «عن طبيعة السرطان وخصائصه البنوية، وعن تلك الأورام المرضية التي قد يحدث الخلط بينها وبينها»، وضع ما يقرب من كونه نظرية خلوية للسرطان. لقد رأى مجده أن الورم يتكون من خلايا، لكنه ظن أنها لم تكن ناشئة عن خلايا أخرى، بل عن سائل بدائي يسمى المازمة⁽¹³⁾ blastema، والذي يتتدفق في جميع أنحاء الجسم. ومثل زملائه، لم يتمكن مولر من التخلص من الصورة المغربية للأورام باعتبارها ضرباً من الخثرات clot.

وقد قام بالخطوة التالية تلميذ مولر، وهو رودولف فيرخوف⁽¹⁴⁾، والذى آمن بالقول المأثور- *Omnis cellula e cellula* - تنشأ جميع الخلايا عن خلايا أخرى، بما في ذلك تلك السرطانية. غير أنه تغير عندما وصل إلى تفسير كيفية انتشار السرطان عبر الأوعية. فكر فيرخوف بعناية في احتمال أن العملية قد تتطوّي على ضرب من «انتشار *dissemination* خلايا⁽¹⁵⁾ من الأورام نفسها»، بيد أنه كان أكثر تقبلاً لفكرة حدوث النماذل عن طريق «نقل العصائر». ظن فيرخوف أيضاً أن جميع أنواع السرطان تنشأ من النسيج الضام⁽¹⁶⁾ connective tissue، والذي نعرف الآن أنه غير صحيح إلا بالنسبة إلى الساركومات، والتي تمثل نسبة صغيرة من الأورام. وقد ساعد الجراح الألماني كارل تيرش Thiersch في دحض هذه الفكرة⁽¹⁷⁾ في ستينيات القرن التاسع عشر، حيث أظهر أن السرطانة تنشأ من الخلايا الظهارية. وللمضي قدماً، عرض أدلة مختبرية على أن الورم ينتشر عن طريق طرح خلائيات الخاصة، والتي ترتحل إلى أماكن أخرى. كان تيرش هو مصدر واحدة من أكثر الملاحظات التي صادفتها إحباطاً حول السرطان: «إن السرطان مُتعذر البرء⁽¹⁸⁾ incurable لأنه لا يمكن علاجه؛ ويتمثل السبب في أنها لا تستطيع علاجه، في أنه مرض مُتعذر البرء؛ لذلك، لو اتفق على ممكّن المرء من علاجه، فلا بد أنه لم يكن هناك سرطان أصلاً».

وفي معرض محاولتي لتتبع تدفق الأفكار التي أدت إلى ظهور النظرية الحديثة، أدهشتني مدى صعوبة استخلاص الغبيات الدقيقة لما كان يعتقده أي شخص بعينه، مادام لم يعد متاحاً للإجابة على الأسئلة. بدا لي مستغرباً أن فكر الأطباء في السرطان باعتباره استعداداً خبيثاً من جانب الجسم كله بدلاً من مرض موضعي. غير أن السرطان كثيراً ما يُكَوِّن يلاحظ إلا بعد أن يُظْهِر نفسه للقاصي والداني. تبدو فكرة العصائر المرضية مستغربة وغير مستنيرة، لكنها كانت تتطوّي على سؤال حقيقي حول كيفية تمكن الخلايا السرطانية، خلال رحلاتها عبر مجرى الدم، من حشر نفسها عبر الشعيرات الدموية الصغيرة في الرئتين.

لایزال الجواب غير واضح تماماً حتى اليوم⁽¹⁹⁾. وكما هي الحال دائماً في مجال العلوم، فقد كان الناس يتلاعبون بالأفكار، بل وأكثر من واحدة في الوقت نفسه. ظهرت تيارات من الفرضيات من قبل مئات العلماء خلال مشاركتهم في ذلك النقاش

البطيء». كان بديل التلخيص، والتنظيم، وإغفال الأسماء هو الغطس بمثل العمق الذي غاص إليه الطبيب الألماني ياكوب فولف Wolff. كانت أطروحته الهائلة الحجم، والمفصلة بشكل متقن، «علم الأمراض السرطانية منذ الأزمنة الغابرة حتى الوقت الحاضر»، قد نُشرت في أربعة مجلدات بداية من العام 1907، وتضم بين دفتيرها 3914 صفحة⁽²⁰⁾. وتشير مقدمة المجلد الأول، وهي الجزء الوحيد المتاح باللغة الإنجليزية، إلى أن القارئ «قد يرغب أو لا يرغب في مقارنة»⁽²¹⁾ [هذا العمل] بحجم كتاب التاريخ الطبيعي مؤلفه بليني Pliny. من يدرى ما هي الدور النفيضة التي تقع منسية هناك؟

وبحلول الوقت الذي رأى فيه توماس أشمورث ما بدا أنه خلايا سرطانية جائلة في الدم، كانت النظرية الحديثة للنقائل تترسخ في مكانها. أما ما اكتُشف لاحقاً فهو أن تلك الخلايا المهاجرة لا تحظى برحالتها في أي مكان فحسب. وبعد دراسة مئات من حالات سرطان الثدي المميتة، لاحظ الجراح الإنجليزي ستيفن باجيت Paget في العام 1889، أن الأورام الخبيثة عادة ما ترتحل إلى الكبد برغم أنها كان يمكن أن تصل بنفس السهولة إلى الطحال.

لم يكن انتشار النقائل على ما يبدو حدثاً عشوائياً تماماً، والذي يُتفق فيه أن تُحاصر خلية سرطانية بفعل تضيق الشعيرات الدموية أو أي انسدادات أخرى، ومن ثم تبدأ في النمو. إنها تتطلب البيئة المناسبة. وقد تذكّر كيفية تكاثر النباتات على ظهر الرياح. وكما لاحظ: «عندما يوشك النبات على طرح البذور»⁽²²⁾، فإن بذوره تُحمل في جميع الاتجاهات؛ لكنها لا تستطيع أن تعيش وأن تنمو إلا إذا وقعت على التربة الملائمة». وقد أصبح هذا معروفاً باسم نظرية البذور والتربة للنقائل؛ ومفادها أن الأنواع المختلفة من بذور السرطان تفضل أنسجة مختلفة من الجسم.

وعلى رغم نفاد بصيرة باجيت، فقد استمر الاعتقاد أن الأمر لا يزيد غموضاً عن أن تصميم الأوعية الدموية هو الذي يحدد موضع انتشار السرطان. من الواضح أن الخصائص الميكانيكية مثل عاملًا مهمًا، فهناك سبيل وريدي مباشر من القولون إلى الكبد، والكبد هو الموضع الأكثر شيوعاً لاستقرار نقائل سرطان القولون. حتى لو لم تقم أنسجة الكبد بتوفير ظروف خصبة على وجه الخصوص،

فسرعان ما سيجري إغراقها⁽²³⁾ بعدد هائل من الخلايا الغبيثة لدرجة أن عدداً قليلاً منها قد تناج له الفرصة للنمو والازدهار. غير أن النسائل الأخرى يصعب تفسيرها؛ فكثيراً ما تتوجه خلايا سرطان المثانة إلى الدماغ مباشرة⁽²⁴⁾. وكما أشارت إليه ملاحظات باجيت، فلا بد أن تنتهي تلك العملية على أكثر من مجرد القرب proximity والحظ المضيق. في العام 1980 أثبتت إيان هارت Hart وأشيعيا فيدلر⁽²⁵⁾ صحة ذلك بواسطة تجربة كلاسيكية أجريت على فئران المختبر. طعماً أولاً graft شدقاً من أعضاء مختلفة - الكلى والمبيض، والرئة - تحت جلد تلك الحيوانات أو داخل أليافها العضلية وانتظروا إلى أن تنبت الشعيرات الدموية، بحيث تربط الأنسجة الغربية بجري الدم، ويُ مجرد أن ترسخت الطعوم في مكانها، حتى حقنا الفئران بخلايا الورم الميلاني التّي وُسمّت بالنظائر المشعة بحيث يمكن تتبع مساراتها عبر أنحاء الجسم. وعلى رغم أن الخلايا الغبيثة كانت لديها نسبة احتمال متساوية للوصول إلى أي من الواقع الثلاثة، لم تنشأ السرطانات إلا في أنسجة الرئة والمبيض.

ثمة مقطع للفيديو، عثرت عليه مصادفة⁽²⁶⁾، جعل هذه الرحلات الغامضة تبدو أقل تجريداً بقليل. تحت عدسة المجهر، كانت حافة الورم تشبه مستعمرة من الحشرات الضئيلة الحجم - وهي الخلايا السرطانية التي لا تهدأ. كنت أعرف أنني أشاهد عملية عشوائية طائشة، غير أنه كان من المستحيل ألا أعزّو النوايا وحتى المشاعر إلى تلك الشياطين الصغيرة، والتي يتجرأ بعضها بحدّر على الابتعاد مسافة قصيرة عن موطنها. ويسبّب تخوفها من غرابة المشهد، يتراجع معظمها بسرعة إلى السلامة المتمثلة في العيش مع القطيع. ييد أنه في بعض الأحيان، تشق بعض الخلايا التي تميّز بشجاعة خاصة طريقها زحفاً نحو الأوعية الدموية. تكون احتمالات وصولها إلى موقع بعيدة للغاية قائمة. وعندما تنفصل تماماً عن ركيزتها، تصاب الخلايا السوية بالذعر وتشرع في روتين من الانتحار المبرمج مسبقاً. تسمى هذه العملية أنويكيس⁽²⁷⁾ anoikis، وهي مشتقة من الكلمة يونانية بمعنى «متشرد». ييد أن بعض الخلايا السرطانية تطور القدرة على التغلب على هذه الوحدة القاتلة، غير أنه عندما تتمكن في نهاية المطاف من الوصول إلى أحد الأوعية الدموية، فإن معظمها يموت على الفور⁽²⁸⁾ في نهر الدم

- حيث تتحطم عند الارتطام بجدار الوعاء الدموي، أو تسحق حتى الموت في المضيق الذي يتعدى اجتيازه، أو يجري استدعاوها ومن ثم قتلها من قبل الخلايا المناعية المتسطلة. يمثل هذا قدرًا هائلاً من المخاطر. لقد تبادر إلى ذهني فيلم «رحلة رائعة» *Fantastic Voyage*، والذي يواجه فيه فريق صغير من الأطباء في غواصة منكشة خطراً تلو الآخر خلال استكشافهم لمجرى الدم البشري. وفكرت في الجهود المضنية التي بذلها علماء البيولوجيا التجريبية للحفاظ على الخلايا على قيد الحياة في أطباق بترى *petri dishes*. تشير بعض البحوث إلى أن الخلايا السرطانية السابعة يمكنها أن تحيط أنفسها بكتيبة من الصفيحات الدموية *platelets* (وهي الخلايا المختبرة للدم) لحمايتها خلال الرحلة. أو إذا علقت داخل الشعيرات الدموية، فقد تتمكن بعض الخلايا السرطانية من التخلص مما يكفي من السيتوبلازم⁽²⁹⁾ (الهيلول: *cytoplasm*) لكي تقلص حجمها حتى تتمكن من المرور.

وأيا كانت الطريقة التي تنجو بها من الرحلة، فلا يزال يجب عليها أن تجد لها مكاناً ترسو فيه عند المصب. وهنا، مرة أخرى، سيهلك معظمها. وفي تجارب أخرى على الخلايا السرطانية الموسومة بالإشعاع، وجد الباحثون أنه بعد 24 ساعة⁽³⁰⁾، فإن 0.1 في المائة فقط تظل على قيد الحياة، كما أن منها 0.01 في المائة ستواصل طريقها لتكون أوراماً. تبدو الاحتمالات مطمئنة تقريباً، لكن من بين جميع البذور التي يمكن لورم أن يطرحها، فلا يحتاج الأمر إلا إلى واحدة فقط لبدء سرطان آخر.

تمتلك الخلايا انتقائية شديدة الخصوصية حول المكان الذي تعيش فيه، لدرجة أن العلم لا يزال يكافح لفهم النقاتل السرطانية. كيف تقرر الخلايا الخبيثة وجهتها، وما الذي يعتبر بالنسبة إليها تربة مضيافة؟ من المؤكد أن الأنسجة المماثلة لتلك الموجودة في الورم الأصلي هي الأكثر مرغوبية، ومع ذلك فإن السرطان الذي يصيب أحد الثديين⁽³¹⁾ نادراً ما ينتقل إلى الثدي الآخر. كما أن السرطان الذي يصيب إحدى الكليتين لا ينتشر غالباً إلى تلك المقابلة. ووفقاً لبعض النظريات، فإن الخلايا السرطانية المتجولة عبر أروقة الدورة الدموية تبحث عن عنوان معين - أي «رمز بريدي» جزيئي⁽³²⁾ يحدد العضو الذي يرجح أن تزدهر فيه.

عادة ما تكون الأورام السرطانية قادرة على إعادة زرع أنفسها، بدرجات متفاوتة من النجاح، في العديد من أنواع الأنسجة. وفي الصراع الدارويني داخل الورم، قد تطور السلالات *lineages* المختلفة ببرامج وراثية محددة، والتي تُعدّها من أجل البقاء⁽³³⁾ داخل الدماغ، أو - بدلاً من ذلك - لحياة جديدة في الرتنيين. قد يمهّد الورم الرئيسي الطريق من خلال إفراز مواد كيميائية في الدم، تساعد على خلق عُش قبل نقيلي⁽³⁴⁾ *premetastatic niche* في اتجاه مجرى الدم، وهو موضع أكثر ملائمة لنمو الذريّة. هناك أيضاً تكهّنات بأن تلك الخلايا الرخالية يمكنها جلب تربتها الخاصة معها⁽³⁵⁾ - أي خلايا سليمة من موطنها، والتي ستتساعدّها في عملية بناء المستعمرة.

ومجرد وصول الخلايا السرطانية إلى مكانٍ واعد، تبدأ سلسلة جديدة كاملة من الأحداث. فهي تتبادل الإشارات مع المحتلين⁽³⁶⁾ - أي خلايا الأنسجة التي ستشرع في غزوها - طلباً مساعدة في الرسو على الشاطئ. وإذا لم يحدث التعاون سريعاً، فقد تظل الخلايا المتطفلة كامنة مدةً أعمّام أو حتى لعقود قبل أن تفيق من غفوتها. وعندما تتمكن أخيراً من بناء أول مستعمرة لها، سينتقل بعضها إلى موقع آخر، حتى إنها قد تعود إلى الورم الأم من أجل المشاركة مجدداً في المعركة الدائرة في الوطن⁽³⁷⁾. قد يساعد هذا البذر الذاتي في تفسير رجعة السرطانات التي يكون الجراحون واثقين من أنهم استأصلوها بالكامل. إن انتشار النسائل - الذي قد يبدو كعملية فوضوية وعشوائية - . تطرح فيها الأورام خلاياها في مجرى الدم طوعاً أو كرها - قد تبيّن أنه دقيق بإتقان وعلى نحو مُرعب.

وبإضافة إلى الدم، هناك مسار آخر يمكن للبذور اتباعه - من الورم عبر الأوعية اللمفاوية، مع تعريف أنفسها، كما فعلت مع نانسي، عندما تبدأ في التجمع داخل عقدة لمفاوية *lymph node*. لا أذكر أني درست الجهاز اللمفاوي في المدرسة، هذه المنظومة البدائية من المجارير الشبيهة بالحشرات. ولكونها قاسية القلب، فهي تقوم بترابخ بتراخ نفاثات مائية صافية من الشقوق الموجودة بين الخلايا، وهي النفاثات التي تجري تصفيتها على طول الطريق بواسطة العقد اللمفاوية. ومن خلال دفعه وجذبه بفعل العضلات المتنقبضة والضغط التناظرية *osmotic pressures*.

يشق اللمف طريقه في نهاية المطاف إلى الدم الامتداف، حيث يتواصل مع الأوردة الموجودة في الرقبة والكتفين. لقد وجد التطور بطريقته الانتهازية استخداما آخر للقوى المفاوية: وهو نقل الخلايا المتناعية التي يطلق عليها اسم الخلايا المفاوية lymphocytes والتي تجتمع في العقد المفاوية، وتتكاثر أعدادها سريعا عندما تواجهها أنسجة غريبة - البكتيريا، والفيروسات، والخلايا السرطانية، وهي الأعداء التي يجب عليها تدميرها.

تكتسب الخلايا الخبيثة منفذها إلى مجاري الدم عندما يكتسب الورم القدرة على بدء عملية تولّد الأوعية⁽³⁸⁾, angiogenesis، أي إفماء أوعيته الدموية الخاصة. وقد تتعلم الأورام أيضا تحريض عملية تولّد الأوعية المفاوية lymphangiogenesis، ومن ثم بناء وصلات إلى الجهاز المفاوي⁽³⁹⁾، حتى إنها قد ترسل إشارات إلى عقدة ملفاوية قريبة⁽⁴⁰⁾، فتأمرها بإنشاء عدد أكبر من الأوعية المفاوية، وذلك لاستيعاب الغزو الوشيك. وبالتالي، يكون الجهاز المفاوي - وهو المكون الرئيسي للدفاعات المتناعية للجسم - قد جرى تحبيده. تتمثل أولى العلامات في ورم - أو كتلة - تنمو بداخل إحدى العقد المفاوية، وهي الحاجز الذي يتمثل الغرض الأساسي منه في صد مثل هذه الهجمات. يبدو أن هذا هو ما حدث مع نانسي؛ ولهذا السبب جلسنا، في ما كان يمكن اعتباره يوما خريفيا رائعا، في إحدى العيادات بالمركز الجامعي للسرطان في أبوظبي.

وعلى رغم جميع عمليات المسح الضوئي العالية التقنية والفحوص المخبرية، فقد جرى تأكيد الطبيعة الدقيقة للنقايل في جسدها بواسطة إجراء يشبه ممارسات القرون الوسطى في همجيته: وهو كشط بطانة الرحم endometrial curettage - وهو تقشير بطانة الرحم، من دون مخدر في هذه الحالة، لأغراض التمحيص الباثولوجي. ولمساعدتها في تحمل الألم، فقد أعطيت خافضا للسان لتعض عليه بأسنانها. بعد كل الانتظار، كان لا بد من تنفيذ الإجراء بصورة متسرعة. كان قد جرى تحويلنا إلى جراح للأورام النسائية، وهو متخصص بين المتخصصين ونجم صاعد في مجال عمله. كان سيغادر في اليوم التالي لمدة أسبوعين، ولتحديد موعد الجراحة في أسرع وقت ممكن، كان لا بد أن تكون الفحوص المخبرية جاهزة عند

عودته. جاءت النتائج مؤكدة لما كان الجميع الآن يشتبهون فيه: كانت خلايا الرحم تُشبه تلك التي عُثر عليها في العقدة اللمفاوية للمنطقة الأربية *groin* اليمنى من ساقها.

وعلى مقاييس الأهوال الطبية، كانت معرفة أنها مصابة بسرطان الرحم قد قُتل أخباراً جيدة نسبياً (كان هذا مقدار ما وصلت إليه حياتها من تدهور بحلول ذلك الوقت). تكون الغالبية العظمى من الحالات من نوع السرطان الشبيهة ببطانة الرحم *endometrioid adenocarcinomas* - وهي سرطان يصيب الخلايا الظهارية للأنسجة الغذية. وعلى عكس سرطان المبيض، فعادة ما تلاحظ في مرحلة مبكرة، كما أن معدل البقاء على قيد الحياة لمدة خمس سنوات قد يصل إلى 90% في المائة⁽⁴¹⁾ إذا لم يتجاوز الورم الخبيث نطاق بطانة الرحم. فإذا حدث ذلك، تكون الاحتمالات أقل. عندما تُمتد النقالات إلى أقرب عقدة لمفاوية (أي العقد الخافرة *sentinel nodes*، كما يطلق عليها، لأنها تمثل خط الدفاع الأول ضد الخلايا الجانحة)، فإن احتمال البقاء على قيد الحياة قد ينخفض إلى 45% في المائة. أما إذا كان السرطان قد تقدم حتى بلغ العقدة الأربية، كما فعل في حالة نانسي، فستنخفض النسبة إلى 15% في المائة. غير أن تلك الأرقام لا تمثل سوى القيم المتوسطة. بعث شباب نانسي أملاً في تحقيق نتائج أفضل من المعتاد؛ فقد كانت قوية ويمكنها تحمل نظام علاجي - حيث «النظام» هو الكلمة المناسبة بالضبط - يماضي في عدوانيته السرطان على الأقل: جولات متعددة من المعالجة الكيميائية المقرضة، يليها الإشعاع الحارق. بيد أن الجراحة ستأتي أولاً؛ ممثلة، بطبيعة الحال، في استئصال الرحم *hysterectomy*، وإزالة («تشريح») الغدد اللمفاوية المشتبه فيها. كذلك فإن الجراحة تكون استكشافية بهدف تحديد واستئصال أي أنسجة أخرى قد يكون السرطان غزاها.

تقرر إجراء العملية في أوائل نوفمبر، وهو ما زالت تفصلنا عنه أسابيع. كان لدينا كل هذا الوقت لتخيل الخلايا وهي تواصل التكاثر، ومن ثم تجري توليفات جديدة من الطفرات. ذهبنا إلى محام لإعداد وصايا الأحياء *living will* والتوكييلات الطبية اللازمة. وقد طار الأخ الأصغر لنانسي من الساحل الشرقي ليكون معنا. وفي إحدى الليالي، وقبل وقت قصير من الجراحة، كنا نجلس معاً في

أحد المطاعم التايلاندية (كم غريبة هي التفاصيل التي يتذكرها المرء) ونظاماً يأننا مستمتعون بالعشاء. وخلال تناول الوجبة، ذكرت نانسي أنها لاحظت في ذلك اليوم وجود تورم في العقدة الأنوية لساقاها اليسرى، وهي السليمة. عندما أتذكر ذلك الآن، تخطر على ذهني تلك الدراسة التي كتبها توماس أشمورث في العام 1868: كان هناك شيء واحد مؤكد. من خلال الانتقال عبر جهازها المفاوي، كانت الخلايا السرطانية قد وصلت إلى الجانب الآخر من جسدها، وأنها وجدت هناك تربة مضيافة.

وخلال دراستي للنقايل، فكرت في السنوات التي مرت قبل إصابتها بالسرطان، عندما عملت أنا ونانسي بكل اجتهاد على تحويل بقعة من الأعشاب الضارة الجافة تناشر فيها النفايات - أي الفناء الخلفي ملزاناً - إلى حديقة جافة⁽⁴¹⁾ وليس حديقة صخرية zeroscape - مثل تلك التكوينات الغريبة من الحصى والصبار التي يراها المرء في فينيكس أو لاس فيغاس - بل شيء أقرب إلى مروج المرتفعات الجافة. بدأنا بقطعة صغيرة واحدة، وعمدنا إلى تطهيرها من الأجسام ومن ثم نثر حزمة من بنور الزهور البرية من نوع «جمال يفوق التصور» Beauty Beyond Belief⁽⁴²⁾، وهو مزيج يوصى بزراعته في شمال نيو مكسيكو.

كانت هناك بذور لنباتات نجمية كولورادو aster, Colorado aster، وحقول الذهب، والترمس العصاري arroyo lupine، والترمس الصحراوي، والقطيفة marigold الصحراوية، وخشاش كاليفورنيا، والألوسن alyssum، وعنيي الرضيع الزرقاء، ونفس الرضيع، والمخلم، وسوزان سوداء العينين، والأندلسية candytuft، واللختيس catchfly، وزهرة الحوض columbine، والردبكية coneflower الأرجوانية، والردبكية الصفراء، والبقية coreopsis، والقسوموس cosmos، والأقحوان daisy الأفريقي، وأقحوان شاستا، والكتان flax الأزرق، والترمس القرمزى، وإكليل الجبل، والناغورة gaillardia، والعايق darkspur، والترمس الحولي، والقبعة المكسيكية، وبنسطمون penstemon جبال الروكي، والخشاش

(*) المدائن الجافة أو البستنة الجافة Xeriscaping هو مصطلح يشير إلى تصميم الحدائق بطريقة تقلل أو تلغى الحاجة إلى مياه الري. وهو مشتق من كلمة (xeros) والتي تعنى باليونانية «جاف». يُروج لهذه النباتات في المناطق التي لا تتوافق فيها مصادر مياه وبخاصة ذات الطبيعة الصحراوية التي يجعل التربة تستهلك الكثير من المياه. (المترجم).

المُنثُور corn poppy، وقرنفل ويليام الحلو، والمُنثُور الأصفر wallflower. نثرناها في التراب ومن ثم تركنا الطبيعة تأخذ مجريها.

وعندما جاءت الأمطار، كان من الواضح أن كل ما كنا سنحصل عليه هو نباتات الكتان الأزرق، والرديكية، والقبعة المكسيكية، والتي غمرت الحديقة وووجدت لها على مر السنين مواضع ملائمة في جميع أنحاء أرضنا غير المنتظمة الشكل والتي تبلغ مساحتها ربع الفدان. تزاوجت نباتات الرديكية الصفراء والقبعة المكسيكية، وكلتاها من جنس النجميات Ratibida، لتشكّل نباتات هجينة لاتزال تظهر في كل موسم. وفي صباح كل يوم سبت، كنا نعود إلى المنزل من مشتل الزهور محملين بشتلات من الزهور البرية الجديدة لتجربتها. وعلى رغم جميع جهودنا، كان بعضها يموت بعد فترة قصيرة من زرعها، لكن تلك التي تنجو كانت تطرح بذورها في الخريف. كانت الرياح تأتي، ثم الأمطار، وعندها كان نجد بنسطمون جبال الروكي وبنسطمون ورق الصنوبر الأحمر في أماكن جديدة مثيرة للدهشة. كانت تنمو وتزدهر هناك بطريقة لم تكن تفعلها مطلقاً عندما كنا نحن من يختار موضع غوها.

كانت بعض الزهور البرية التي تستوطن السفوح التي كنا نعيش فيها تزدهر ببطول ممرات السير. ومع ذلك، فقد كانت زراعتها شبه مستحيلة: كانت هناك الغشائية الفضية Hymenoxys argentea بأوراقها الفضية وزهورها الصفراء، ونباتات القبس القزمة Phlox nana (التي تُعرف محلياً باسم قبس سانتافي)، والتي تُزهر زهوراً بنفسجية صغيرة. لم يتمكن أحد المشاكل المحلية من استزراع سوى عدد قليل فحسب من تلك النباتات، ومن ثم كانت هناك قائمة انتظار كل ربيع. استغرق الأمر سنوات من التجربة والخطأ حتى وجدت نباتات القبس أخيراً موضعها ملائماً، تظلله شجرة صنوبر، حيث تكرمت بالنمو. درست ذاتي علم البيولوجيا في الجامعة، وكانت تشرح لي كيف تبدأ أوراق الزهور البرية في التغيير عند طرفيها في الشكل واللون تدريجياً، حتى تتفتح برامعها في أحد الأيام. ولم يخطر على بالي مطلقاً أن الخلايا الخضراء نفسها التي تشكّل الورقة كانت تتمايز إلى بتلات petals ملونة - تتبدل الجينات دخولاً وخروجاً، مسترشدة بإشارات من ضوء الشمس، ودرجة الحرارة، والرطوبة، وأياً كانت المحفزات التي

تُخبر النبات بأن الوقت قد حان لكي يُزهر. من الممكن أن يحدث التمايز والنمو بسرعة مذهلة.

أما النباتات التي تتكيف بسهولة أكبر بكثير فهي الحشائش، بعد أول مطر صيفي شهدناه في سانتافِي، فإن السجادة الخضراء المزرقة التي رحبنا بوجودها باعتبارها غطاء أرضياً من النباتات الوطنية، تحولت إلى شتلات من القصص الكاسي للسهوب الروسية. وعلى رغم كل جفافها، لا بد أن نيومكسيكو تبدو لهذا النبات المهاجر كأنها جنة استوائية. سرعان ما تُزهر هذه النباتات الصغيرة، متحولة إلى حشائش طويلة قبيحة المنظر.

ثمة دخيل بغيض آخر من أوراسيا، وهو نبات لحية التيس الغربي *western salsify*، والذي ظننا في البداية أنه ليس أسوأ من مجرد صيغة أكبر من نبات الهندياء الأمريكية *American dandelion*. لكننا تعلمنا الحقيقة سريعاً. في صباح أحد الأيام، كُنا نُرِي حدائقنا الوليدة لجارتنا فيفيان عندما رصدت واحدة من هذه الأعشاب الضارة، والتي كان طولها يزيد على قدم واحدة، مع برعم يُشبه القرن ناتٍ للخارج، والذي يوشك على التفتح إلى زهرة. زُعقت فيفيان بصورة ميلودرامية واجتثته من جذوره، ونصحتنا بقتل كل واحد نجده منها. وكما علمنا سريعاً، فإن البتلات الصفراء الجميلة ستتحول، بين عشية وضحاها على ما ييدو، إلى سحابة من البذور الريشية البيضاء، وجميعها قابلة للحياة بحيث يمكن لنبات لحية التيس الغربي أن ينتشر بسرعة في جميع أنحاء الحديقة، هازما كل منافسيه تقريباً. وهو ينتشر بشراسة شديدة لدرجة أنها تخيلناه، في جنح الليل، وهو يتصق أبواغه المميتة *spores* في انفجار عاصف منفرد. فكرنا في قُرُنات النباتات *pods* التي ظهرت في فيلم «غزو سارقي الجثث»^(*)، وهي تهبط من نجم بعيد للسيطرة على الأرض. وبالتالي خلعنَا على العشب الضار لقب «النبات الفضائي»، وتعلمت التعرف على شتلاته وتدميرها عندما يصل ارتفاعها بالكاد إلى نصف بوصة.

حدث ذلك قبل سنوات قليلة من وفاة فيفيان بسرطان المبيض. لقد صار انتشار الأعشاب الضارة مرتبطاً في ذهني بالنقاتل. غير أن ذلك ربما كان استعارة

(*) Invasion of the Body Snatchers.

خاطئة؛ فالسرطان، كما أدرك باجيت منذ فترة طويلة، أكثر قدرة على التمييز من حيث الطريقة التي ينتشر بها. ولكونها معدّة بدقة للحياة في نسيج معين، فإن الخلية السرطانية النقiliّة تمتلك عدداً أكبر من القواسم المشتركة مع تلك الزهور البرية الرقيقة - حتى تجد مجتمعاً لها اختار. وبعد ذلك، تكون أشبه بالقرنات.

مرض المعلومات

جاء أول تلميح إلى أن السرطان هو مرض يتعلق بالمعلومات في أحد مختبرات جامعة تكساس، في أواخر عشرينيات القرن العشرين، حيث كان هيرمان ج. مولر Muller يجري تجارب على ذباب الفاكهة⁽¹⁾. كان مولر يعمل وفق تقليد طويل بدأ مع مندل Mendel، الذي اكتشف في حديقته الملحقه بالدار⁽²⁾ أن بعض الصفات مثل ألوان الزهور تنتقل بين أجيال نباتات البازلاء وفقاً لأباطئ يمكن التنبؤ بها. يتسم اللون الأرجواني بكونه عاملاً سائداً، في حين أن البياض يمثل صفة متمنية. إذا ورث نبات البازلاء العامل الأرجواني من كلا النباتين الوالدين، فسوف تكون أزهاره أرجوانية. وتنطبق القاعدة نفسها إذا كان كلا العاملين الموروثين ذا لون أبيض. غير أنه إذا كان أحدهما أبيض والآخر أرجواني، فلن يتمزجا لصنع نبات الخزامي lavender. يتفوق الأرجواني على الأبيض بحيث يكون هو اللون الذي يظهر في

«الأغلبية العظمى من حالات السرطان تنشأ عندما يتعرض العين الأصل، وهو يقع أمناً في خلية، الخامسة، لطفرة عشوائية، أي تلك الناجمة عن عوامل خارجية بفعل مادة مسرطنة أو داخلية بسبب خطأ غير مبرر في عملية النسخ»

الذرية. أما الطريقة الحديثة لقول ذلك فهي أن هناك جيناً للون الزهور - ثمة نواة مجهرية من المعلومات الوراثية - والذي يأتي في شكلين. في حالة ذباب الفاكهة fruit flies، الذي يتواجد بسرعة كبيرة، يكتشف خلط هذه الصفات في صورة حركة سريعة إلى الأمام. وسواء كانت العيون حمراء أو بيضاء، أو الشعيرات الهلب: bristles مستقيمة أو متشعبة - فإن هذه الصفات الوراثية، التي تتسم بكونها منفصلة بعضها عن بعض بقدر تميز الآحاد والأصفار في الشفرة الثانية binary code، يمكن تتبعها وتخطيّط مسارها خلال ارتحالها عبر خط العائلة.

وكطالب، درس موللر كيف ينبعق عن العملية المندلية بعض النتائج غير المتوقعة في بعض الأحيان.

بعد أجيال عديدة، فإن الذباب الأصيل الأحمر العينين قد ينتج عفويًا نسخاً طافرة ذات عيون بيضاء، كما تظهر أنواع أخرى من الطفرات أيضاً. كان هذا قبل وقت طويل من التعرف على الدنا DNA باعتباره مادة الجينات، ذلك الجزيء المخلوزي في الشكل الذي يحمل المعلومات الوراثية في أبجدية ذات أربعة حروف - وهي النيوكليوتيدات التي تعرف اختصاراً بالحروف G، وC، وA، وT. وإذا تغير حرف منها فقد يتتشوه المعنى، ومن ثم تصبح الإشارة ضجيجاً أو يجري إسكاتها تماماً. ييد أن هذا النوع من الوضوح⁽³⁾ لم يأت إلا بعد ذلك بعقود، مع اكتشافات أوزوالد آفري Avery في العام 1944، وألفريد هيرشي Hershey وماري تشيس Watson في العام 1952، وبعد ذلك بعام عندما صنع جيمس واطسون Watson وفرانسيس كريك Crick معاً نموذجهما البدائي للحلزون المزدوج double helix من الورق المقوى، والصفائح المعدنية، والأislak. وحتى ذلك الوقت، كانت مساهمة موللر هي إظهار أنه أياً كانت المادة المكونة للجينات، وأياً كانت طريقة عملها، فلست مضطراً إلى انتظار حدوث الطفرات، فمن الممكن إنتاجها وفق الرغبة عن طريق تعريض الذباب للأشعة السينية.

وفي معظم الأحيان، تؤدي الطفرات إلى إصابة الذباب بالعمى أو قتيلاً. وقد خمن موللر أن ذلك قد يفسر سبب كون الأشعة بمثيل هذه الفعالية في تدمير الخلايا السرطانية السريعة الانقسام - وهي ضرب المعالجة الذي دخل حيز الاستخدام في الوقت نفسه تقريباً الذي جرى فيه إنتاج الأشعة السينية لأول مرة⁽⁴⁾ في مختبر

فيلهلم رونتغن Röntgen في العام 1895. ومع كل عملية للانقسام الخلوي، لا بد من نسخ الجينات. يمكن للطاقة المترسبة من الأشعة السينية النافذة أن تدمر البنية المجهرية، الأمر الذي يؤدي إلى طفرة مميتة ومن ثم إخراج تلك الخلية من اللعبة. هناك شيء أعمق بكثير هنا، وهو معرفة أن الأشعة السينية التي استخدمها مولر يمكنها أيضاً خلق طفرات حية living mutants: ذباب الفاكهة الأموهق albino، أو ذباب الفاكهة ذو الشعيرات المتشعبية أو الأجنحة المنكمشة. وقد أشار مولر إلى أن هذه القدرة على تغيير المادة الوراثية قد تفسر المفارقة: لماذا يمكن للأشعة التي تقتل السرطان أن تسبب السرطان أيضاً، محولة الخلايا الطبيعية إلى خلايا خبيثة. إن السرطان، هذا المرض العديم الشكل ظاهرياً، هذا التوسيع العشوائي للخلايا المهاجدة، قد يكون نتيجة لطفرات جينية محكمة.

كانت القرائن موجودة، لكنها ظلت بالكاد مرئية، منذ أوائل القرن العشرين عندما تسأله عالم البيولوجيا الألماني، تيودور بوفري Boveri، عن سبب امتلاك الخلايا السرطانية لكتروموسومات صبغيات chromosomes غريبة المظهر⁽⁵⁾. ربما، وفقاً لتلخيص بوفري، تعرضت للتلف بطريقة أدت إلى توجيهه ضربة قاضية لـ «العوامل»، أيها كانت هويتها، التي كان من شأنها في الحالة الطبيعية أن تضبط النمو، ما يسمح للخلايا بأن «تنتضاعف من دون ضابط ولا رادع»⁽⁶⁾.

وعند نكوصها إلى حالة أكثر بداءة، تتخلى الخلية السرطانية عن فرض الكفاية، الذي يوجب عليها ألا تتناسخ إلا عندما «تتطلب ذلك احتياجات الكائن الحي بأكمله». وبالتالي، فإن ما كان عضواً مسؤولاً في منظمة يصبح مثل كائنٍ وحيد الخلية يحركه هدف واحد، والذي لا يهدف إلا، كما كتب بوفري، إلى إكثار نفسه بداعف من الأنانية. وقبل نصف قرن من ذلك شفرة الدنا، تجرأ حتى على القول بأن الخلية السرطانية تصبح واطنة native؛ لأن «التدخلات الكيميائية والفيزيائية» تلف بعض آليات عملها الداخلية من دون قتل الخلية تماماً. لقد كتب ذلك في العام 1914. وبعد خمس سنوات، مستلهماً كتابات بوفري، وجده عالماً الوراثة توماس هانت مورغان Morgan وكالفين ب. بريديجز Bridges أنه «من المعقول على الأقل أن السرطان في الثدييات⁽⁷⁾ قد ينبع عن طفرات جسدية متكررة في بعض الجينات».

تحدث عالم آخر عن السرطان باعتباره «نوعاً جديداً من الخلايا»⁽⁸⁾ التي «تحدث فيها عملية متكررة دوماً من الطفرات، مع وجود نزعة، على أي حال، للانحراف أكثر وأكثر عن النوع العادي». إن مدى اقترابهم من كبد الحقيقة لهو أمر مثير للإعجاب بقدر ما هو محبط.

وكذلك فقد ظلت الأدلة تراكم على أن النشاط الإشعاعي، مثل الأشعة السينية، يمكنه التسبب في حدوث الطفرات. ومنذ أيام روما القديمة، جرى التنقيب عن اليورانيوم uranium واستخراجه من صخور تسمى خلطة القار pitchblende، وذلك لاستخدامه كصبغة صفراء في صنع الزجاج والسيراميك. ولم يتعرف أحد على أكثر صفاتيه غرابة حتى العام 1896، عندما اكتشف هنري بيكرييل Becquerel⁽⁹⁾، مصادفة، أن أحالات اليورانيوم الملفوفة في ورق معتم أو المغلفة بالألومنيوم يمكنها تشويب الواح التصوير الفوتوغرافي. لقد اعتقاد في البداية أن تلك البلورات تمتص أشعة الشمس ومن ثم تعيد بث تلك الأشعة الثاقبة. أفكر في القصصيرة التي لا بد أنه شعر بها عندما أدرك أن اليورانيوم لم يكن يمتلك الطاقة بل ينتجهما ذلك الضوء غير المرئي والثاقب.

لم يزدد الوضع إلا غرابة عندما لاحظت ماري كوري Curie⁽¹⁰⁾ أن خلطة القار تحتفظ بقوتها حتى بعد إزالة اليورانيوم - في الواقع أن الخام المتبقى كان أكثر إشعاعاً بكثير من اليورانيوم المنقى نفسه - لا بد أن هناك شيئاً آخر في الصخرة، والذي يتسم بكونه أكثر سخونة. تمكنت هي وزوجها، بيير، من عزل وتسمية عنصر مشع جديد، وهو البولونيوم polonium (على اسم بولندا، وهي وطنها الأم)، لتكتشف أن الصخرة المتبقية كانت لاتزال مشعة للغاية. ثمة شيء لا يزال مخفياً بداخلها، والذي كان يطلق هذه الأشعة العجيبة.

«بيير، ماذا لو كان العالم يحتوي على نوع من المواد⁽¹¹⁾ التي لم نكن حتى نعلم بها قط؟ ماذا لو كانت هناك مادة ليست خاملة بل مفعمة بالعيوبية؟» كانت هذه غرير غارسون Garson، التي مثلت دور كوري في فيلم «مدام كوري» الذي أنتج في العام 1943، في مشهد تعليمي بقدر ما هو ميلودرامي. وتحت سقية معرضة للتنيارات الهوائية في جامعة باريس، تقوم ماري بغربلة أكوام من خلطة القار ومن ثم استخراج أصغر ذرة مما أطلقت عليه اسم الراديوم. وفي أفضل جزء

من الفيلم، تأتي هي وبيه إلى السقية ليلاً ليجدها تستطع بتوهج غريب.بيد أن القصة الحقيقة، من دون حشو أو دراما، تتسم بكونها مؤثرة بالقدر نفسه. إليكم ما وصفته كوري في مذكراتها الخاصة: «كان التوجه إلى غرفة عملنا في الليل أحد مباحثنا⁽¹²⁾، وكنا حينئذ نلاحظ كل الجوانب والصور الظلية الخافتة الإضاءة للزجاجات أو الكبسولات التي تحتوي على مستحضراتنا. كان ذلك مشهداً جميلاً حقاً ومتجمداً دوماً بالنسبة إلينا. كانت الأنابيب المتوجبة تبدو كأضواء خافتة من وحي الخيال». أما ما كان يشاهده الزوجان كوري فهو غيوم الضوء contrails التي تنتجهما الجسيمات المشحونة التي تبث شحناتها في الهواء، وهي المقابل البصري لدوي صوتي⁽¹³⁾.

يضيء الراديوم أيضاً عندما تسقط أشعته على مادة كيميائية ذات ومض فسفوري phosphorescent مثل كبريتيد الزنك، وبالتالي فقبل مضي وقت طويل، كان يجري مزج المادتين لصنع أقراص الساعات dials watch التي تتوهج في الظلام. مثل رسم الأرقام مهمة شاقة - فالمعلاق الموجود في الجزء العلوي من الرقم 2 يترقق لإنفاج خط ضيق للأسفل، قبل أن تزداد سماكته مرة أخرى لتشكيل خط القاعدة. وكان رسم الأرقام 3 و 6 و 8 ينطوي بدوره على الصعوبة نفسها. ولتنظيف أطراف الفرش والاحتفاظ بها مدبة، جرى تدريب العاملات على ترتيبها وتشكيلها بشفاههن وألسنتهن. وعلى افتراض أن الطلاء كان غير مؤدي، فإن بعض رسامة أقراص الساعات - الباقي صرن يُعرفن في التقارير الإخبارية باسم فتيات الراديوم - اعتدن استخدامها لتزيين أسنانهن، وأظافرهم، وحواجبهن⁽¹⁴⁾. لا بد أن ذلك كان مناسباً تماماً كزينة لعيد القديسين الـ halloweens.

ولكون الجسم يتعرف عليه بالخطأ على أنه كالسيوم، فقد اندمج الراديوم في عظامهن، حيث ظل قابعاً هناك يبيث الإلكترونات العالية السرعة، وجسيمات ألفا alpha particles، وأشعة غاما، مع قتل الخلايا أو تحويلها، ومن ثم التسبب في حدوث بعض السرطانات النسائية في نهاية المطاف.

وهنا تظهر المفارقة مرة أخرى: كانت كوري نفسها تروج لاستخدام الراديوم، مثل الأشعة السينية، كعلاج لتقليل حجم الأورام السرطانية. لكنه يسبب هنا ظهور أورام من الخلايا السليمة. وفي العام 1927، عندما تصدرت فتيات الراديوم عنوانين

الأخبار، نشر بحث موللر، الذي خمن فيه أن القوة المطفرة mutagenic power للأشعة السينية قد تكون مسؤولة عن قدرتها على إحداث السرطان. وإذا كان الأمر كذلك، فالأمر نفسه قد ينطبق على الضوء الخرافي المنبعث عن الراديوس.

وب قبل وقت طويل من الاشتباه في وجود أشعة غير مرئية، لاحظ الأطباء أدلة على أن السرطان قد ينبع أيضاً عن أشياء أكثروضوها. ففي العام 1775، لاحظ جراح لندي أن «تأليل السخام» soot warts⁽¹⁵⁾، وهي القرorch التي تظهر على أصفان scrotums منظفي المداخن، لم تكن أمراضاً تناследية بل كانت أوراماً خبيثة - تنتج على ما يبدو عندما يتلامس الجلد مع القطران والغبار الأسود المختلف عن الفحم المحروق. اكتشف السرطان نفسه لاحقاً⁽¹⁶⁾ في العمال القائمين على تصنيع البارافين paraffin وغيرها من نواتج تقطير قطران الفحم؛ وبحلول أوائل القرن العشرين، تمكّن العلماء من إحداث سرطانات عن طريق تطبيق قطران الفحم مراراً وتكراراً على آذان الأرانب⁽¹⁷⁾. وجده أن قطران الفحم (coal tar) يتالف من خليط غير متتجانس من المركبات المشتقة من الكربون - البنزين، والأنيلين، والنفثالين والفينولات - وخلال العقود القليلة التالية، اكتشف العلماء أن كثيراً منها تحدث أوراماً في حيوانات المختبر⁽¹⁸⁾. كان من غير الأخلاقي بالنسبة إليهم تعريض البشر للمسرطنات من أجل معرفة ما إذا كانت تسبب السرطان. بيد أنهم لم يكونوا بحاجة إلى ذلك؛ فمع نمو صناعة السجائر، بدأ الناس يجرؤون التجارب على أنفسهم. وبحلول منتصف القرن العشرين كنا نعرف أن الإشعاع يسبب كلّاً من الطفرات والسرطان. وقد علمتنا أن طائفـة من المواد الكيميائية المختلفة تسبب السرطان أيضاً، وسرعان ما ثبت أن العديد منها مطفرة. تعمل تلك المواد على تغيير البراميجيات الوراثية للخلية عن طريق تغيير جذادات من شفرة الدنا. وفي أوائل السبعينيات، جاء بروس إمز Ames (وهو العالم الذي اشتهر بإثباته أن الفواكه والخضار العادي تحتوي على مواد مسرطنة) بملحوظة لافتة للنظر. فبدلاً من ذباب الفاكهة، أجرى أبحاثه على بكتيريا السالمونيلا salmonella - وبالتحديد على السلالات التي فقدت القدرة على صنع الهاستيدين histidine، وهو حمض أميني تحتاج إليه من أجل التكاثر. وإذا وضعت في طبق يحتوي على مغذيات من بينها قدر ضئيل من هذا العنصر الحيوي، فإن البكتيريا ستتنمو، لكن فقط حتى تستنفذ الموجود

مرضى المعلومات

من الهمستيدين. وبعد ذلك، فإن المستعمرة بأسرها تموت. اكتشف إيمز أنه إذا أضيفت مواد مسرطنة إلى المزيج، فستظل بعض بكتيريا السالمونيلا على قيد الحياة، حيث تتواسع وتملأ الطبق. كانت المواد الكيميائية، على ما يفترض، تنتج الطفرات عشوائياً. غير أن جينوم كل بكتيرية *bacterium* لا يحتوي سوى على قدر ضئيل للغاية من المعلومات، كما كان هناك عدد هائل من تلك الميكروبات - المليارات منها - إلى درجة أن الطفرات ستشمل تلك التي اتفق أنها استعادت القدرة على تخلق الهمستيدين.

صار الإجراء يعرف باسم اختبار إيمز Ames test⁽¹⁹⁾ - وهي طريقة سريعة وعملية لمعرفة احتمال كون مادة كيميائية مطفرة. وفي حالة بعد حالة، فإن المواد الكيميائية التي اجتازت اختبار إيمز أنتجت أيضاً أوراماً في حيوانات المختبر. بدت الحجة حاسمة تقريباً؛ فما يسبب السرطان، سواء كان عاملاً كيميائياً أو طاقياً energetic، يفعل ذلك عن طريق تغيير المعلومات الوراثية. كانت القطع المكونة لنظرية تساقط في مكانها، فيما عدا استثناء عنيد - ببعض أنواع السرطان على الأقل يبدو أنها غير ناتجة عن مواد كيميائية أو عن أشعة مخترقة، بل عن الفيروسات.

وبالنظر إلى ما مضى، فإن هذا الأمر لا يثير الاستغراب. فلكونها تعيش على الحد الفاصل بين الكيمياء والحياة، تمثل الفيروسات حزماً من المعلومات - في صورة متوايلات منتظمة من الدنا أو الرنا RNA^(*)، والمغلفة بغمد واق. وهي جينومات جائلة من البساطة بحيث تكون بعضها من ثلاثة جينات فقط. ومثل فيروسات الإنترنت الاصطناعية التي استلهمتها لاحقاً، فإنها تتسلل إلى مضيفيها (الحواسيب البيولوجية المسمة بالخلايا) ومن ثم تصادر آلياتها الداخلية. وهناك، يجري نسخ جينات الغرزة بكل خضوع، ومن ثم يعاد تجميعها مراراً وتكراراً، بحيث تنتشر النسخ الفيروسية إلى الخلايا الأخرى حيث تقوم بتنفيذ الروتين نفسه بصورة آلية - فالحياة نفسها قد جردت من قدرتها على القيام بأي شيء باستثناء التكاثر.

هناك عدد قليل من التي تعمل بطريقة أكثر التواء: فهي تنسخ وتلتصق جيناتها في صبغيات (كروموسومات) الخلية مباشرة. تقوم هذه الخوارزمية المخترقة بأمر المضيف نفسه بالتكاثر بوتيرة متسرعة، ومن ثم يصبح خلية سرطانية. ذكر أول مثال

(*) الحمض النووي الريبي Ribonucleic Acid

على ذلك في العام 1910 من قبل بيتن راوس (Rous)، وهو عالم في معهد روكلفر للأبحاث الطبية، والذي كان يدرس الأورام في الدجاج⁽²⁰⁾، بدأ بحاته باستخراج السوائل من كتلة غير منتظمة الشكل تنمو في صدر دجاجة من نوع بلايموث روك Plymouth Rock، ومن ثم حقنها في طائر آخر.

بعد خمسة وثلاثين يوماً من موت الدجاجة الأولى بالسرطان، وهو من نوع الساركومة، كانت الدجاجة الثانية قد أصيبت بورم من النوع نفسه. إذن فالمادة المأخوذة من الورم يمكنها، بدورها، أن تستخدم لنقل السرطان إلى طائر آخر، وهكذا انتقلت من دجاجة إلى أخرى. بيد أن العامل المحول اتضحت أنه أحد الفيروسات القهقرية retrovirus - من النوع الذي يمكنه تهريب الجينات المسئولة للسرطان إلى الخلايا السليمية بخلاف ذلك.

كان هناك الجين (src)، الذي كان جزءاً من الفيروس المسئول للساركومة في الدجاج. ثمة جين آخر، يسمى (ras)، والذي يعرض الساركومة في الجرذان، في حين يفعل الجين fes الشيء نفسه في القطط. يعرض الجينان myb و myc حدوث بعض أنواع السرطان في الخلايا الدموية في الدواجن، مثل الورام النقوي myeloblastosis ووجود أرومات النقويات بالدم myelocytomatosis. لو كانت الأبحاث قد انتهت هنا، لكانت تركت صورة مرتبة. من الممكن أن يتخرج السرطان عندما تسبب المواد الكيميائية أو الإشعاع حدوث طفرات في جينات موجودة مسبقاً، أو عندما تقوم الفيروسات خلسة بإدخال جينات جديدة تماماً - يطلق عليها اسم تلك الجينات الورمية oncogenes - والتي يمكنها إحداث السرطان بالفعل. تمثل هاتان طريقتين أساسيتين لتعديل المعلومات الوراثية، لكن اتضحت أن القصة الحقيقة أكثر إثارة للاهتمام بكثير.

كانت هناك مشكلة التوفيق بين اكتشاف راوس وما يبدو أنه يحدث في الواقع. لم يكن السرطان يتصرف كمرض معد يحتاج المجموعات السكانية مثل شلل الأطفال؛ فهو يظهر بشكل متقطع في أماكن مختلفة. حتى فيروس راوس الذي يصيب الدجاج لا ينتشر إلا عندما يجري حقنه، وقد باءت بالفشل جميع محاولاته لنقله إلى غيرها من الحيوانات - الحمام، والبط، والجرذان، والفتران، والخنازير الغينية، والأرانب. ولم يتمكن إلا بصعوبة بالغة من نقله إلى أنواع الدجاج الأخرى باستثناء تلك القرية

للغایة من دجاج بلايموث. كان الأمر الأكثر دلالة هو أن العلماء لم يعثروا على الفيروسات القهقرية بداخل الأورام البشرية؛ فما كانوا يجدونه بدلاً من ذلك هو أن جينومات المخلوقات من كل أرجاء المملكة الحيوانية كانت تحتوي على ما يبدو أنه نسخ طبيعية من الجينات *src*, *ras*, *fes*, *woygb*, *myb*, *myc*⁽²¹⁾ - وليس تلك التي أدخلت خلسة. لم تكن هذه جينات مكسورة أو طافرة، مثل نظيراتها الفيروسية. وكان الغرض منها هو التحكم في الكيفية التي تنقسم بها الخلايا السليمة، وهي العملية التي يطلق عليها علماء البيولوجيا اسم الانقسام الفتيلي *mitosis*. من الواضح أن ما يحدث هو أنه في بعض الأحيان يقوم فيروس يعيش حياته كالمعتاد - من دون قصد - بنسخ واحد من هذه الجينات «المضيفة» البريئة إلى جينومه هو.

وفي أثناء انتقاله من فيروس إلى فيروس، يطفر الجين إلى شكل يسبب السرطان. لكن كل ذلك كان مجرد مصادفة. كان الفيروس فاعلاً عارضاً في القصة، باعتباره الموضع الأول الذي اتفق فيه وأنه جرى اكتشاف هذه الجينات. قد تنتج بعض أنواع السرطان عن غزو فيروسي مباشر - مثل فيروس السرطان الخليمي البشري وسرطان عنق الرحم، وفيروسات التهاب الكبد وسرطان الكبد. غير أن هذه مجرد استثناءات، فالأغلبية العظمى من حالات السرطان تنشأ عندما يتعرض الجين الأصلي، وهو يقع آمناً في خليته الخاصة، لطفرة عشوائية، أي تلك الناجمة عن عوامل خارجية بفعل مادة مسرطنة أو داخلية بسبب خطأ غير مبرر في عملية النسخ. وهنا تعرف الوظيفة الطبيعية للجين بطريقة أو بأخرى، ما يدفع الخلية نحو الخيانة. وباعتبار أن جينات مثل هذه يمكنها أن تحول جذرياً إلى جينات سرطانية، فقد جرت تسميتها بطليعة الجينات الورمية *proto-oncogenes*⁽²²⁾. ولو كان قد جرى اكتشاف وظيفتها الحقيقية قبل تلك الشاذة، فلا بد أنه كان سيطلق عليها اسم آخر.

ومن خلال دراسة الجينات من كتب، اكتشف الباحثون كيف تقوم بتنظيم الطرق التي تنمو وتتكاثر بها الخلايا بصورة متناغمة. تسيطر بعض الجينات على إنتاج المستقبلات التي تنتأ من سطح الخلية - وهي جزيئات مبرمجة بحيث تستجيب للإشارات الواردة من الخلايا الأخرى. وعندما تلتقي هذه الهوائيات

الجزيئية رسالة ما، فهي تقوم بتحليل المعلومات داخلياً إلى نواة خليتها الخاصة - وهي تعليمات لتفعيل الآليات المتخصصة في الانقسام إلى خلايا وليدة. فإذا صار الجين طافراً، فقد تنتج الخلية عدداً أكبر من اللازم من المستقبلات أو مستقبلات تتسم بحساسية مفرطة. وبسبب فزعها، فهي تستجيب للصمت، ومن ثم تمطر الخلية بوابل من الإنذارات الكاذبة. كذلك فإن بعض الجينات المعطوبة الأخرى قد تطلق العنوان لرسائل تحت جiran الخلية لإغراقها بمزيد من الكيماويات المحفزة للنمو. أو أن الخلايا السرطانية، في حالتها المتهيجة، قد تفطر في الاستجابة لإشاراتها الخاصة، صارخة في نفسها لكي تنمو.

تطفر الجينات المتعلقة بالجين *src* في سرطان القولون والعديد من أنواع السرطان الأخرى. وتظهر الجينات *ras* المعيبة في مجموعة متنوعة من الأورام الخبيثة البشرية - مثل سرطان البنكرياس، والقولون والمستقيم، والغدة الدرقية، والجلد، والرئة. كل ما يلزم لتحويل جين *ras* جيد إلى جين *src* سين هو طفرة نقطية - أي انقلاب الحرف G إلى T، أو A، أو C - وهو خطأ مطبعي عشوائي في رسالة يبلغ طولها مئات الحروف.

تحدث طفرات أخرى في أثناء الانقسام الخلوي عندما يجري نسخ جين سوي مرات عديدة. عُثر على الجينات *ras* المتكررة في سرطان الرئة، والمب熹ض، والمثانة، وأنواع أخرى من السرطان. يساعد تلعثم الجين *myc* على الإصابة بضرب من سرطان الدماغ في الأطفال يسمى الورم الأروماني العصبي *neuroblastoma*. وتكون بعض الطفرات أكثر تشويهاً من ذلك⁽²³⁾: فقد ينكسر أحد الصبغيات ثم يتلحم بأخر، ما يقرب جينين كانا متبعدين سابقاً أحدهما عن الآخر. وفي ملفوقة بوركينت، تهدف طفرة مثل هذه بالجين *myc* إلى جانب جين غريب متغطرس يدفع شريكه الجديد لكي يفطر في التعبير عن نفسه *overexpress*، ومن ثم يقذف بإشارات تحرض الخلية على الانقسام، والانقسام، والانقسام.

كانت هذه احتمالية مرعبة - والمتمثلة في أن طفرة واحدة قد تكون كافية لتحويل جين ما إلى وضع التسارع المفترط، ما يؤدي إلى ورم مميت. غير أنه حتى الجين الورمي لا يمتلك مثل هذه القوة. وجد الباحثون أن إدراج واحد أو حتى اثنين من الجينات الورمية في خلية ما لا يكفي عادة لإحداث سرطان - ما لم تكن

الخلية قد راكمت بالفعل بعض العيوب السابقة. تحكم الأجهزة الحية بواسطة توازن جيروscopic balance تحدث فيه مقابلة قوة مفرطة من اتجاه ما بدفع من الاتجاه المقابل. وفي حين أن السبعينيات كان عقد الجين الورمي، بدأ العلماء في الثمانينيات يكتشفون مضادات الجينات الورمية anti-oncogenes - وهي الجينات التي تمثل وظيفتها في الاستجابة للهبات السريعة للانقسام الخلوي عن طريق إبطاء وتيرة العملية.

ومثل طليعة الجينات الورمية، كانت هذه الجينات المقيدة للنمو جزءاً من الرموز الطبيعية للخلية، كما جرى اكتشافها أيضاً عندما حدث أمر خطأ. إن الورم الأروماني الشبكي هو سلطان يصيب الأطفال، ويتميز بنمو خارج عن السيطرة للخلايا المستشرعة للضوء في العينين. قد تمثل أولى علامات الورم في توهج أبيض غريب في نظرة الطفل عند تصويره بوميض flash آلة التصوير. وإذا لوحظ في وقت مبكر بما فيه الكفاية، فمن الممكن علاج الحالة بالمعالجة الكيميائية، أو الإشعاع، أو الجراحة بالليزر، أو استئصال العين. وإذا لم يحدث ذلك، فقد تكون النتيجة مرعبة، إذ يلفظ الورم المتسع العين من محجرها. تظهر الصور المرسومة في الكتب الدراسية الطبية التي تعود إلى القرن التاسع عشر هذه النتائج البشعة، التي لا تزال تحدث بين القراء في البلدان النامية. يبدأ السرطان عندما يتعرض جين يسمى Rb⁽²⁴⁾، وهو اختصار retinoblastoma - أي «الورم الأروماني الشبكي»، للتلف بسبب طفرة، ومن ثم يفقد قدرته على كبح النمو المفرط.

لكن الجين Rb قد سُمي، مثل كثير من الجينات الأخرى، بسبب الظروف الغرّيبة لاكتشافه، فهو لم يوجد لغرض وحيد هو قمع الورم الأروماني الشبكي. وبمجرد أن بدأ العلماء في البحث عن الجينات Rb، عثروا عليها في جميع أنحاء الجسم - كما كانت غائبة أو معطلة في سرطانات المثانة والثدي والرئة. وخلافاً لجين ورمي مثل myc أو ras، يجري التعرف على الجينات المقيدة للنمو، مثل الجين Rb، عن طريق غيابها. ولأننا نرث الصبغيات من كلا الوالدين، توجد الجينات في أزواج. وفي خلية منفردة، يكفي أن يشرع جين ورمي واحد في إساءة التصرف لكي تبدأ المتابعة. وفي جينات مثل Rb، لا بد من غياب كلتا النسختين⁽²⁵⁾؛ فإذا فقدت واحدة فقط، فستظل الأخرى موجودة لإرسال الإشارات المللطفة.

وقد اكتشفت عشرات الجينات ذات الأغراض المماثلة: PTEN، apc، vhl، و p53 المعروفة باسم «كابات الأورام»، وهو اسم آخر أخرق على العالم بفعل النزعة البشرية لعدم ملاحظة الأشياء إلا عندما تتعطم. في أجهزة المذيع القديمة، كان يوسع المرء أن يد يده المرتدية قفازا لتنزع صمام مفرغ vacuum tube ساخن متوجه من مقبسه، مما يطلق العنان لزعة طولية حادة من مكبر الصوت. يمكن لشخص يشاهد هذه الظاهرة لأول مرة أن يطلق على المكون اسم كابت الزعيق squeal suppressor، لكن الآليات تكون أكثر تعقيداً من ذلك بكثير، كما هي الحال مع الجينات الكاباتة. تنتج بعضها مستقبلات تستمع إلى الإشارات المثبتة - أي الأوامر الواردة من الخلايا المجاورة بالتوقف عن تجاوز حدودها، فيما تقوم أخرى بتشفيه الإنزيمات التي تخمد الأوامر الصادرة من الجينات المحفزة للنمو. يحكم إيقاع الانقسام الخلوي بواسطة الترسos الجزيئية لساعة دورة حياة الخلية، وكذلك فإن الجينات الكاباتة للأورام مكتنفة أيضاً في ضبط الوقت⁽²⁶⁾.

أما أحدها، وهو الجين p53، فيقع في وسط شبكة⁽²⁷⁾ من السبل الكيميائية التي تحكم في دورة حياة الخلية. فإذا رغبت في بدء سرطان، فعليك تعطيل الجين p53. وإذا كانت الخلية معطوبة وتنقسم بسرعة كبيرة للغاية، فستلتقط المستشرفات الخارجية إشارات إنذار من جيرانها التي تعاني الازدحام، كما تكتشف المستشرفات الداخلية وجود اضطرابات في التوازن الكيميائي أو تعطل الدنا. ومع إعلان حالة الطوارئ، يتدخل الجين p53 لإبطاء وتيرة الساعة بحيث يمكن إصلاح الدنا. تقوم الإنزيمات المدققة بمسح الجينوم، فإذا كان أحد طاقى strand الحلوzon المزدوج للدنا تالفاً، فمن الممكن استخدام الطاق الآخـر كقالب لتوجيه عملية الإصلاح. يمكن استئصال الأقسام التالفة، وإصطناع أجزاء بديلة، ومن ثم وضعها في مكانها.

وإذا تعطلت عملية إصلاح الدنا ولم يكن يوسع التدابير الأخرى أن تنقذ الخلية الطافرة بصورة خارجة عن السيطرة، يستهل الجين p53 عملية الموت الخلوي المبرمج، أو الاستماتة apoptosis⁽²⁸⁾. وقد اشتق الاسم من الكلمة يونانية تصف أوراق الشجر المتتساقطة. عندما يكون الجين في طور النماء إلى جسم ضئيل، فهو ينتج عدداً من الخلايا يزيد بكثير على ما يحتاج إليه. وبالتالي فإن الموت الخلوي المبرمج هو الوسيلة التي يتخلص بها من الخلايا الفائضة. تُشذب الوترات webs الموجودة

بين أصابع اليدين والقدمين، كما تُنحت كتل العصبونات إلى دماغ مفكـر. ليس الموت الخلوي المبرمج مجرد انفجار خلوي كبير منفرد، بل هو إجراء معقد تتطـلـق فيه إشارات الموت من المقابل الجـزيـئـي لـقـابـلـ الأـعـماـقـ المـزـروـعـةـ فيـ مـوـاـقـعـ إـسـترـاتـيجـيـةـ. تنفجر النواة إلى الداخل، وينهـارـ الهـيـكـلـ الخـلـويـ (cytoskeleton) للخلـيـةـ، كما تـبـتـلـعـ الـبـقـائـاـ المـجـهـرـيـةـ منـ قـبـلـ الـخـلـاـيـاـ الـأـخـرـىـ، وبالتالي يختفي ما كان سيتحول إلى ورم خبيث.

ومن خلال الطفرات العشوائية، تتعلم بعض خلايا تثبيط أو تجاهـلـ إـشـارـاتـ الموتـ - ومن ثم تتضاعـفـ، وتتضـاعـفـ مـراـراـ وـتـكـرـارـاـ. لا يمكنـ للـخـلـيـةـ الطـبـيـعـيـةـ أنـ تـنـقـسـمـ سـوـيـ خـمـسـيـنـ أوـ سـتـينـ مـرـةـ فـقـطـ - وـفـقـاـ مـلـدـاـ يـسـمـيـ حدـ هـايـفـليـكـ (Hayflick limit⁽²⁹⁾)، يـضـبـطـ العـدـ بـوـاسـطـةـ الـقـسـيمـاتـ الـطـرـفـيـةـ telomeres⁽³⁰⁾ـ، وهيـ قـلـنسـوـاتـ تـوـجـدـ عـلـىـ نـهـاـيـاتـ الصـبـغـيـاتـ، وـالـتـيـ يـقـصـرـ طـولـهاـ قـلـيلـاـ فيـ كـلـ مـرـةـ. وـيـمـجـرـدـ أـنـ تـقـلـ الـقـسـيمـاتـ الـطـرـفـيـةـ عـنـ حـجـمـ معـيـنـ، يـتـوقـفـ الـانـقـسـامـ الـفـتـيـلـيـ وـيـنـخـلـصـ مـنـ الـخـلـاـيـاـ الـبـالـيـةـ. أـمـاـ خـلـاـيـاـ مـثـلـ تـلـكـ الـمـوـجـودـةـ فيـ الـجـهاـزـ الـمـنـاعـيـ، التـيـ يـجـبـ أـنـ تـنـقـسـمـ بـصـورـةـ مـتـكـرـرـةـ، فـتـصـنـعـ التـيـلـوـمـيـرـازـ telomeraseـ، وـهـوـ إنـزـيمـ يـضـمـنـ إـعادـةـ الـقـلـنسـوـاتـ مـرـةـ أـخـرىـ فـوـقـ نـهـاـيـاتـ الصـبـغـيـاتـ. وـكـذـلـكـ فـقـدـ تـعـلـمـتـ الـخـلـاـيـاـ السـرـطـانـيـةـ هـذـهـ الـخـدـعـةـ بـدـورـهـاـ، فـتـحـصـلـ مـنـ خـلـالـ عـلـمـيـةـ الـتـجـرـبـةـ وـالـخـطاـ

الـتـيـ تـنـطـوـيـ عـلـيـهـاـ الطـفـرـاتـ عـلـىـ الـمـعـلـومـاتـ الـلـازـمـةـ لـإـنـتـاجـ إـنـزـيمـاتـ التـيـلـوـمـيـرـازـ

الـخـاصـةـ بـهـاـ، وـبـالـتـالـيـ يـمـكـنـهـاـ التـكـاثـرـ إـلـىـ أـجـلـ غـيرـ مـسـمـيـ.

ومـقـارـنـةـ بـأـقـرـبـ مـاـ بـلـغـتـهـ الطـبـيـعـةـ مـنـ الـخـلـودـ، تـزاـيدـ الـخـلـيـةـ وـذـريـتهاـ فيـ العـدـ بـطـرـيقـةـ أـسـيـةـ، حـيـثـ يـفـضـيـ كـلـ اـنـقـسـامـ إـلـىـ فـرعـ جـدـيدـ مـنـ شـجـرـةـ الـعـالـةـ. وـتـنـقـسـمـ الـفـرـوعـ بـطـرـيقـةـ شـبـهـ كـسـرـيـةـ fractal-likeـ إـلـىـ مـزـيدـ مـنـ الـفـرـوعـ، وـتـقـوـمـ كـلـ مـنـ هـذـهـ السـلـالـاتـ - تـلـكـ السـبـلـ الـمـتـشـعـبـةـ الـعـدـيـدـةـ - بـتـكـدـيسـ الطـفـرـاتـ⁽³¹⁾ـ. وـلـكـونـهـاـ مـجـهـزـ بـإـجـرـاءـاتـ وـمـهـارـاتـ مـخـتـلـفـةـ لـلـبـقاءـ عـلـىـ قـيـدـ الـعـيـاهـ، فـإـنـ الـعـشـائرـ تـتـنـافـسـ عـلـىـ الـهـيـمـنةـ.

وـمـعـ تـكـشـفـ مـلـامـحـ هـذـاـ التـطـوـرـ⁽³²⁾ـ، يـكـتـسـبـ الـوـرـمـ الـآـخـذـ فيـ الـظـهـورـ مـزـيدـاـ مـنـ أدـوـاتـ التـسـرـطـنـ carcinogenesisـ، حـيـثـ تـلـتـهـمـ إـنـزـيمـاتـ تـسـمـيـ الـبـرـوـتـيـازـاتـ الـأـسـسـجـةـ السـلـيـمـةـ، فـيـمـاـ تـحـافظـ جـزـيـئـاتـ التـصـاقـ الـخـلـيـةـ عـلـىـ تـمـاسـكـ الـكـتـلـةـ الـمـتـوـسـعـةـ.

ومن خلال أخذ الغزو إلى مستوى جديد كليا، يجري إرسال إشارات إلى الخلايا السليمة⁽³³⁾ لتجنيدها للانضمام إلى الهجوم.

تقوم الخلايا المسممة بالأرومات الليفية fibroblasts بتخليق البروتينات لأغراض الدعم البنيوي للورم. وتُستدعي الخلايا البطانية endothelial cells - التي تبطّن العجازين الدوري واللمفاوي - للمساعدة في صنع الأوعية التي تغذي الورم وتوفّر سبل لانتشار النقال. أما البلاعم macrophages وغيرها من الخلايا الالتهابية⁽³⁴⁾، التي تتدفق لمحاربة الغزو، فيجري إقناعها بدلاً من ذلك بالمساعدة في توسيع نطاقه - من خلال إنتاج مواد تحفز تولّد الأوعية الدموية، وتولّد الأوعية اللمفاوية، وبناء مزيد من الأنسجة الخبيثة. وهنا تكمن مفارقة أخرى للسرطان. فال الدرع الواقية المتمثّلة في الأجهزة التي تستخدّم عادة لشفاء الجروح - بتدمير الأنسجة المريضة القديمة واستبدالها بنمو صحي جديد - تنقلب رأساً على عقب، حيث يتغيّر مساره تماماً لتعزيز الورم الخبيث.

تنسم كل هذه الآليات بكونها متشابكة إلى درجة يصعب معها معرفة أين تنتهي واحدة وتبدأ الأخرى. ما الذي تقوم به الخلايا السرطانية وماذا تفعله توابعها؟ كان ينظر في الماضي إلى الأورام باعتبارها كتلاً متجانسة من الخلايا الخبيثة. أما الآن، فتشبه بأعضاء الجسم⁽³⁵⁾ - أي كأجهزة مؤلّفة من أجزاء متشابكة. هناك فرق حاسم هنا؛ فالأعضاء ترتبط بشبكة من الأعضاء الأخرى، التي يمارس كل منها الدور المرسوم له. أما الورم فيحاول أن يصبح مستقلّاً، لأن إحدى الكليتين قد قررت أن تتحرّر وأن تنشئ حياة خاصة بها.

«كيف تقبل الخلايا القلبية مصيرها المحتمل؟»

طريقة تبعث على القشعريرة تماماً، يُشبه الجنين embryo الورم كثيراً⁽¹⁾ إلى درجة أن الأيام الأولى من الحمل تشبه غزو نمو خبيث. وبمجرد أن تُخصب البويضة، فهي ترتحل عبر قناة فالوب fallopian tube، حيث تنقسم وتنقسم على طول الطريق. وبعد أيام عديدة، تكون قد أصبحت كة تتألف من العشرات من الخلايا المتطابقة، والتي تشرع في جمع نفسها في منطقتين اثنتين؛ حيث تتحول الطبقة الخارجية إلى المشيمة placenta، في حين تُفضي كلة الخلايا الداخلية إلى الجنين.

وعن طريق تبادل الإشارات مع جدار الرحم، فإن هذه الكتلة المتتوسعة، واسمها الكيسة الأربعية *blastocyst*، تستعد لغرس نفسها، وهي الخطوة التالية في الحمل الناجح. ومن أجل شق فتحة تنفذ منها، تقوم الإنزيمات المذكورة للبروتينات بأكل⁽²⁾ سطح بطانة الرحم.

«في كل خطوة من الطريق، تكون التفاعلات الجزيئية للحمل شبيهة بتلك التي تحدث في أثناء نشوء الأورام»

ومع قيام الكيسة الأرجعية بغرس نفسها للأسفل، وهي عملية يُطلق عليها علماء الأجنة اسم الغزو، فإن جزيئات التصاق الخلية تساعد على ضمان انغراسها بقوه⁽³⁾. في الحالة الطبيعية، سيجري لفظ مثل هذا الدخيل باعتباره نسيجا خارجيا، لكن يجري إرسال رسائل إلى الجهاز المناعي⁽⁴⁾ لطلب تعاونه. وإذا سارت الأمور كما هو مخطط لها، فإن الكيسة الأرجعية تصبح الجنين، ومن ثم تبدأ تحفيز عملية تولّد الأوعية⁽⁵⁾ - وفيها تُنشأ أوعية دموية تربط الجنين بالإمدادات الدموية للأم. وفي كل خطوة من الطريق، تكون التفاعلات الجزيئية للعمل شبيهة بتلك التي تحدث في أثناء نشوء الأورام.

ومع استمرار الاحتلال، تبدأ الخلايا داخل الجنين في الانتشار في صورة نقلة metastasis جيدة التناغم؛ فهي تجمع أولاً نفسها في ثلاثة طبقات - هي الأديم الباطن endoderm، والأديم المتوسط mesoderm، والأديم الظاهر ectoderm (أي الداخلية، والوسطية، والخارجية). وبعد ذلك، فإن الخلايا من كل من هذه المناطق البدائية تنطلق من تلقاء نفسها، ومن ثم تنتقل إلى موقع جديدة. وفي أثناء انتقالها، فإنها تبدأ في التمايز: فالعظم والمغاريف تذهب هنا، وتذهب الأدمة إلى هناك، كما تربط الأعصاب والأوعية الدموية بين هذه وتلك. وبالتالي فإن ما بدأ كخلايا جذعية شاملة الوعس totipotent stem cells متطابقة - أو أواح فارغة - تصبح الخلايا الجسدية المتخصصة. ليس هناك مشرف مركزي هنا.

تحتوي كل خلية على الجينوم بأكمله، ومع استمرار الشتات يجري تشغيل الجينات أو إيقاف تشغيلها في توليفات مختلفة، مما يُنتج مجموعة فريدة من البروتينات التي تمنع كل خلية هويتها. تؤدي خلايا الأديم الباطن إلى تكوين بطانة الجهاز الهضمي والجهاز التنفسى، كما تكون الكبد، والمرارة، والبنكرياس. وتشكل خلايا الأديم المتوسط العضلات، والمغاريف، والعظام، والطحال، والأوردة، والشرايين، والدم والقلب. أما خلايا الأديم الظاهر فتشكل الجلد، والشعر، والأظافر، وكذلك العرف العصبي neural crest، الذي يتطور إلى الجهاز العصبي والدماغ.

وفي حين تتطور الأورام عن طريق الطفرات العشوائية، تقوم الأجنة بذلك وفقاً لخطة مرسومة. ولكن كلما تعمقت نظرية علماء البيولوجيا، ازدادت أوجه الشبه التي يجدونها⁽⁶⁾. مع تنامي الجنين، فلا بد للخلايا الظهارية المترابطة

«كيف تقبل الخلايا القلبية مصيرها المحتمم؟»

يحاكم - من النوع الذي يشكل الأنسجة - أن توخي قبضتها حتى تتمكن من الانتقال إلى موقع جديدة. وهنا تحول إلى كتل هامة تسمى خلايا اللحمة المتوسطة mesenchymal cells. وعندما تصل إلى وجهتها، فمن الممكن أن تتحول مرة أخرى إلى خلايا ظهارية ومن ثم تنظيم صفوتها إلى أنسجة جديدة. تحدث هذه العملية، التي يطلق عليها اسم الانتقال من الخلايا الظهارية إلى خلايا اللحمة المتوسطة^(*)، أو EMT اختصاراً، في أثناء الشفاء أيضاً، عندما تُرسل الخلايا لصلاح الجروح في موقع ثانية. يبدو طبيعياً تماماً أن يجد السرطان وسيلة ما لاعتماد العملية EMT كمركبة لنقائه، وهناك أدلة دامغة على أنه يقوم بذلك بالفعل. إن السرطانة Carcionoma، وهي أكثر أنواع السرطان شيوعاً، تنشأ عن الخلايا الظهارية. عن طريق تغيير هويتها مؤقتاً، فهي تتمكن من الانتشار بسهولة أكبر عبر أجزاء الجسم. وخلال الفترة الانتقالية، يمكنها حتى أن تكتسب خصائص شبيهة بمثيلاتها في الخلايا الجذعية الجنينية - أي القدرة على التكاثر بغزارة ومن ثم إنشاء ورم جديد. وفي هذه الحالة، ستنتفي حاجة الخلية السرطانية إلى أن تُصادف مواهب الحرباء هذه عن طريق الطفرات العشوائية. أما البرنامج، المتبعي منذ الأيام الخوالي، فسينتظر جاهزاً للاستخدام في الجنين كأنه كتاب منسي على الرف. وكل ما يلزم هو مجرد إعادة قراءته.

تدفعني الرغبة في معرفة مزيد عن العمليات المعقّدة للحياة والحياة المضادة، فُدت سيارتي إلى أبوكير في صباح أحد الأيام، حيث كانت جمعية البيولوجيا النباتية تعقد اجتماعها السنوي^(*). يمثل جوهر هذا العلم في إجراء تجارب على الجنينات التي تؤدي دوراً في النماء الجنيني ومن ثم معرفة نوع التشوّهات التي تحدث. ومن خلال التجريب على الحشرات، والديدان، والأسماك، وغيرها من الكائنات المختبرية، يقوم علماء البيولوجيا ببطء بتجميع الخطوات التي تتبعها البوية المخصبة حتى تصل إلى كائن بالغ مكتمل النمو، ومثل النمل المحفوظ في العنبر، جرى الحفاظ على العمليات الغلوبية نفسها وتنفيذها عبر المسارات المتفرعة للتطور. وعند تفعيلها في الوقت الخطاً، من الممكن أن تسبب تلك العمليات حدوث السرطان في البشر.

(*) epithelial - mesenchymal transition.

كان هناك طوفان من النتائج الجديدة التي تحققت منذ اجتماع العام الماضي، وكان السبيل الوحيد لاستيعابها جمِيعاً هو عقد الجلسات بصورة متزامنة. «تخلُّق الأعضاء»⁽⁹⁾، «التحكم الزمني - المكاني في النماء»، «التفرع والهجرة»، «توليد اللاتاظر» - كانت هناك وليمة من الأفكار الغريبة والمثيرة للاهتمام. وخلال اندفاعي من غرفة إلى أخرى، كان في وسعي الاطلاع على عينات من أحدث التقارير عن الجينات الموجَّهة إلى نماء الكبد في أسماك الزرد أو لدماغ بخاخ البحر *sea squirt*، أو تلك التي تضمن انفصال القصبة الهوائية بشكل صحيح عن الجهاز الهضمي في القار الجنيني. يمكن للمرء معرفة كيف يجري تحديد الجنس في دودة الربياء الرشيقية *C. elegans*، أو كيف ينحت الاستموات - الموت الخلوي المبرمج - الأعضاء التناسلية لذباب الفاكهة. كانت هناك محادثات حول الكيفية التي تقوم بها البرمائيات *amphibians* والمستورقات *planaria* بتجديف الأجزاء المبتورة من أجسادها - وكذلك تخمينات حول سبب كون ذلك أمراً لا تستطيع أن تقوم به الثدييات.

اكتُشفت العديد من الجينات الموجَّهة إلى النماء لأول مرة في ذباب الفاكهة. وعند تعرضها للطفرات أو التدمير، فهي تسبب التشوهات، ولذلك قد أعطيت أسماء مثل عديمة الجناحين، والمتغضنة، والملمساء، والمرقطة، والشعثاء⁽¹⁰⁾. يمكن للطفرات التي تصيب جيناً يسمى القنفذ *hedgehog* أن يجعل الـhedgehog تنمو بشكل غير متوقع على الجوانب السفلية ليرقات ذباب الفاكهة. يُكتَفِّ جين القنفذ البشري في بزوج الشعر من الجريبيات *follicles*، مما يشير إلى علاجات محتملة للصلع⁽¹¹⁾. كما يجري استدعاء الجينات التي تحمل أسماء العزلون، والبرَّاق *slug*، والمعروج خلال دورانات الانتقال من الخلايا الظهارية إلى خلايا اللحمة المتوسطة.

ومع اكتشاف العلماء لنسخ مختلفة منها، ازدادت مسمياتهم غرابة: القنفذ الصحراوي، والقنفذ الهندي، والقنفذ سونيک *Sonic hedgehog*. ثمة جين أطلق عليه اسم الـ، والذي سرعان ما انضمَّ إليه جينات الـhedgehog المهووسية، والـhedgehog المتطرفة، والـhedgehog المجنونة. وعندما يتعرض للطفرات خلال تشكُّل الجنين، فقد تكون النتيجة ظهور التشوهات والسرطان في حدوثي الولادة. وقد

«كيف تتقبل الخلايا القلبية مصيرها المحتوم؟»

سيت هذه التسميات السخيفة بعض الضيق لدى الأشخاص المتعاملين مع النتائج المفجعة للعيوب النمائية. وكما صاغها أحد الباحثين الطبيين: «إن الحس الملتوى للفكاهة⁽¹²⁾ ... كثيراً ما يفقد معظمـه في الترجمة عندما يُخبر أشخاص يواجهون مرضـاً خطيرـاً أو إعاقةـاً بأنـهم أو بأنـ أطفالـهم مصابـون بطـفرةـ في جـينـ مثلـ القـنـفذـ سـوـنيـكـ، أوـ الـبـرـأـقـ، أوـ بـوـكـيـمـونـ». جـريـ سـحـبـ هـذاـ الأـخـيرـ، الـذـيـ اـقـرـحـ كـاسـمـ لـجيـنـ وـرـميـ، بـعـدـ التـهـديـدـ بـرـفعـ دـعـوىـ قـضـائـيـةـ منـ قـبـلـ شـرـكـةـ نـايـنـتنـدوـ N~int~endo~، وـهـيـ الشـرـكـةـ الصـانـعـةـ لـلـعـبـةـ بـوـكـيـمـونـ. وـهـوـ يـعـرـفـ الـآنـ باـسـمـ أـقـلـ إـثـارـةـ لـلـذـكـرـيـاتـ، وـهـوـ Z~bt~b~⁽¹³⁾.

لم تُرفع أي دعاوى قضائية من قبل شركة سِيغا Sega عندما استولى علماء البيولوجيا على اسم شخصية ألعاب الفيديو التي تُتجهـاـ، القـنـفذـ سـوـنيـكـ Sonic the Hedgehogـ. وـحتـىـ لـوـ كـانـتـ الشـرـكـةـ مـيـالـةـ إـلـىـ اللـجوـءـ إـلـىـ القـضـاءـ، فـسـرعـانـ ماـ صـارـ ذـلـكـ مـتـأـخـراـ لـلـغـاـيـةـ. فـمـنـذـ اـكـتـشـافـهـ فـيـ عـامـ 1993⁽¹⁴⁾، بـرـزـ جـينـ القـنـفذـ سـوـنيـكـ بـسـرـعـةـ كـأـحـدـ أـقـوـيـ مـكـوـنـاتـ النـمـاءـ الـعـيـوـانـيـ. جاءـتـ التـلـمـيـحـاتـ الـأـوـلـىـ عـلـىـ ذـلـكـ فـيـ خـمـسـيـنـيـاتـ الـقـرـنـ الـعـشـرـيـنـ، عـنـدـمـاـ بـدـأـتـ الـأـغـنـامـ الـتـيـ تـرـعـىـ الـكـلـاـ فيـ جـبـالـ جـبالـ⁽¹⁵⁾ـ. أـيـدـاهـوـ تـلـدـ حـمـلـانـاـ مـشـوـهـةـ. وـفـيـ أـكـثـرـ الـحـالـاتـ بـشـاعـةـ، كـانـتـ هـنـاكـ عـيـنـ وـاحـدةـ فـيـ وـسـطـ الـجـبـهـةـ، وـفـيـ كـثـيرـ مـنـ الـأـحـيـانـ مـيـكـنـ الدـمـاغـ قـدـ انـقـسـمـ قـمـاماـ إـلـىـ نـصـفيـ الـكـرـةـ الـمـخـيـنـ الـأـيـمـنـ وـالـأـيـسـرـ. وـبـعـدـ أـنـ أـمـضـيـ ثـلـاثـةـ مـوـاصـمـ صـيـفـيـةـ فـيـ الـدـرـاسـةـ الـمـعـتـنـيـةـ لـلـأـغـنـامـ، اـكـتـشـفـ عـالـمـ فـيـ وـزـارـةـ الزـرـاعـةـ الـأـمـرـيـكـيـةـ السـبـبـ. كـانـ الـجـفـافـ يـدـفـعـهـاـ إـلـىـ التـجـولـ فـيـ أـعـالـىـ الـجـبـالـ، حـيـثـ تـنـاـولـتـ نـوـعـاـ مـنـ الـزـنـبـقـ اـسـمـهـ الـخـرـيقـ الـكـالـيـفـورـنـيـ Veratrum californicumـ. أـكـدـتـ الـتـجـارـبـ الـمـخـبـرـيـةـ أـنـ الـأـغـنـامـ الـحـوـاـمـ الـتـيـ تـأـكـلـ مـنـ هـذـاـ الـبـنـاتـ تـنـجـبـ مـسـوـخـاـ صـقلـوـبـيـةـ cyclopean mutantsـ. جـريـ عـزلـ الـمـادـةـ الـكـيـمـيـائـيـةـ الـمـطـفـرـةـ، وـمـنـ ثـمـ تـسـمـيـتـهاـ بـالـسـيـكـلـوـبـامـينـ cyclopamineـ. وـكـمـاـ اـكـتـشـفـ عـلـمـاءـ الـبـيـوـلـوـجـيـاـ لـاحـقاـ، فـإـنـ هـذـهـ اـمـادـةـ تـعـملـ عـنـ طـرـيـقـ كـبـتـ الإـشـارـاتـ الـوـارـدـةـ مـنـ جـينـ القـنـفذـ سـوـنيـكـ. (لـعـبـتـ الـأـغـنـامـ أـيـضاـ دـوـرـاـ فـيـ إـحدـىـ وـقـائـعـ الـأـوـدـيـسـةـ Odysseyـ الـتـيـ زـارـ فـيـهـاـ أـوـدـيـسـيـوسـ Odysseusـ وـرـجـالـهـ جـزـيرـةـ الـصـقلـوـبـاتـ. وـعـنـدـمـاـ حـوـصـرـواـ فـيـ كـهـفـ، جـرـىـ الـتـهـامـهـ، وـاحـداـ تـلـوـ الـآـخـرـ، مـنـ قـبـلـ الـوـحـشـ الـأـعـورـ بـوـلـيفـيمـوسـ Polyphemusـ، حـتـىـ تـمـكـنـ أـوـدـيـسـيـوسـ مـنـ إـصـابـتـهـ بـالـعـمـىـ بـاستـخـدـامـ حـربـةـ مـحلـيةـ Twitter: @keta~b_n

الصنع. وأخيراً تمكّن هو وجنوده من الهرب عن طريق ربط أنفسهم إلى الجانب السفلي من فروة بوليفيموس).

في جلسة بعد الأخرى في مؤتمر ألبوكيري، كان القنفذ سونيك هناك؛ فهو يفعل أحد الشلالات الجزيئية المعقّدة - والذي يطلق عليه علماء البيولوجيا اسم المسار الإلاري shh - الذي ينطوي أيضاً على الجينات المرقّطة، والملسّاء، وغيرها. وفي الثديات، يساعد جين القنفذ سونيك على إنشاء التنااظر بين اليسار واليمين في كل من الجسم والدماغ، كما يوجه تميّط patterning الهيكل العظمي والجهاز العصبي، وكذلك ربط العظام بالعضلات وكسوتها بالجلد. ليس إعطاء جرعة من السيكلوبامين هو الطريقة الوحيدة لتعطيل العملية. ففي الجنين النامي، يمكن للطفرات أن تكتب القنفذ سونيك، ما يؤدي إلى تشوه بشري يسمى اندماج مقدم الدماغ⁽¹⁶⁾. holoprosencephaly. وكما هي الحال في الحملان، لا ينقسم دماغ الطفل بشكل صحيح إلى نصفي كرة مخين. قد يكون هناك أنف ذو منخر nostril واحد، أو فم بسن أمامية واحدة بدلاً من اثنين؛ وفي أشد الحالات وخامة، تظهر عين صقلوبية في منتصف الوجه مثل مصباح أمامي headlamp.

يجب أن تسير أمور كثيرة في الاتجاه الصحيح خلال تشكّل الطفل - مثل إصدار الإشارات الكيميائية لللامة، ونقلها، ومن ثم تلقيها في الموضع المناسب، بالتركيزات المناسبة، وفي الأوقات المناسبة. وفي أكثر مما ندرك من الحالات، يحدث خطأ ما. وتشير التقديرات إلى أن ما يصل إلى واحد من كل 250 جنيناً ميكراً⁽¹⁷⁾ يصاب باندماج مقدم الدماغ. عادةً ما تنتهي هذه الحمول بالإجهاض، وبالتالي فإن العيب لا يظهر سوى في نحو واحدة من كل 16 ألف ولادة حية. يموت معظم هؤلاء الأطفال، لكن المصابين بأعراض أكثر اعتدالاً قد يعيشون لعدة سنوات.

وفي حين أن التناقض الشديد في إشارات القنفذ سونيك قد يسبّب تشوهات خلقيّة، فإن الكميّات المفرطة منها قد توجّه تشكّل الأورام الخبيثة⁽¹⁸⁾ في كل من الأطفال والبالغين: في صورة ورم دماغي يُطلق عليه اسم الورم الأروماني النخاعي medulloblastoma، على سبيل المثال، وسرطانة الخلايا القاعدية، وهو الشكل الأكثر شيوعاً من السرطان البشري (والذي عادةً ما يكون حميداً). قليل هذه الأورام الجلدية إلى الظهور ببطء، كما يمكن استئصالها بسهولة في عيادة

«كيف تقبل الخلايا القلبية مصيرها المحتمم؟»

طبيب الأمراض الجلدية، ولكن في الأشخاص المصابين بمتلازمة غورلين⁽¹⁹⁾ Gorlin syndrome، يمكن أن يسبب السلوك المفرط النشاط لجين القنفذ ظهور مئات السرطانات. وقد وجدت إحدى الدراسات أن كريماً يحتوي على السيكلوبامين⁽²⁰⁾ يمكنه كبح جماح تلك الأورام، كما أن علاجاً ينطوي على مثبط آخر لجين القنفذ⁽²¹⁾ قد حصل على موافقة إدارة الغذاء والدواء.

أصابتني محاضرات صباح ذلك اليوم بشعور بالإنهاك التام frazzled (وهو أيضاً اسم أحد الجينات، وكذلك «محتمم غيظاً» sizzled)، ولذا قررت أخذ نزهة هادئة عبر جلسة الملصقات. وفيما أصبح تقليداً في الاجتماعات العلمية، جرى ترتيب صفوف متراصة من لوحات الإعلانات بحيث يمكن للعلماء - عادة من طلاب الدراسات العليا والحاصلين أخيراً على الدكتوراه - تعليق لافتات كبيرة تصف بالصور والكلمات بعض إنجازاتهم التجريبية. وقبل سنوات، عندما كنت أتردد كثيراً على مؤتمرات علم الأعصاب، ساعدني التطلع في تلك الملصقات على فهم آلية عملها. ومرة أخرى، وجدت نفسي أنغمس في مجال جديد مثير، ومحير في بعض الأحيان. وفي هذا الأصيل بالتحديد، كان هناك 148 ملصقاً عن البيولوجيا التطورية، حيث كان يقف العديد من الباحثين جاهزين لمناقشة التفاصيل.

وعند مروري عبر أحد الأجنحة، في محاولة لتجنب التعرض لأن يستوقفني أحد من دون رغبة مني، تسكتت لبرهة أمام ملصق لم يكن بجواره أحد على ما ييدو، قد حمل عنوان «عامل انتساخ جديد مكتمل في تخلق النسيج العصبي». وإذا بأمرأة شابة تظهر فجأة، وتخاطبني قائلة: «هل تريد مني أن أشرح ملصقي؟». رأيت على بطاقة تعريفها أن اسمها إما فارلي Farley، من كلية إمبريال كوليدج في لندن. أفضّل عادة أن أكافح لفهم الملصقات بمفردي، لكن كان من الصعب مقاومة حماسها. وبديلة من الزاوية العليا اليسرى، شرحت لي كيف يمكن لجزيء، واسمه Dmrt5، المزود بإصبع جزيئي يسمى إصبع الزنك zinc finger، أن يساعد على التحكم في المفاتيح الجينية⁽²²⁾ خلال نضج الدماغ. أجريت التجارب على الفران والدجاج. تابعتها بقدر استطاعتي إذ إنها كانت تتعلق في وجهي بانتظام بحثاً عن علامات تدل على الغمم. عند أي مستوى يجب عليها معايرة شرحها؟ «ما الحيوان الذي تُجري أبحاثك عليه؟» سألتني أخيراً. ذبابة الفاكهة، القيطم

Xenopus، الربداء الرشيقه... كان هناك الكثير من الاحتمالات. وعندما قلت لها إنني كاتب علمي، قللت من مستوى مصطلحاتها قليلا حتى فهمت ما تعنيه. ولوكوفي كنت ممتنا لصبرها، فقد مشيت إلى البهو، وجلست مع حاسوبي المحمول، ومن ثم بحثت في موقع غوغل عن «أصابع الزنك»، و«Dmrt5»، و«إيما فارلي»⁽²³⁾، فوجدت أنها فازت بجائزة عن نسخة سابقة من ملصقها. كنت بصدده تكوين خريطة، قطعة قطعة.

بمجرد أن تتعثر في الكلمة الجديدة وغريبة، يبدو أن عقلك يُبْتَ مستقبلات لها. وفي أثناء مروري بمزيد من الملصقات، وجدت أن المصطلحات التي كانت قبل ساعات فقط غير مألوفة تقفز في وجهي مرارا وتكرارا. لن نتمكن من فهم السرطان من دون فهم النماء development، وكان من المدهش أنه، خلال السنة التي انقضت منذ الاجتماع السابق، قد تراكم قدر هائل من المعلومات الجديدة⁽²⁴⁾، كما كانت العناوين محمّلة بتلك المصطلحات الغربية⁽²⁵⁾: «إشارات جين فرس النهر السمين Hippo - Fat تنظم انتشار وتمايز الأنسجة العصبية الظهارية Neuroepithelia لذبابة الفاكهة». (خلال النماء، تساعد جينات فرس النهر على تحديد حجم الأعضاء المكتنفة في بعض أنواع السرطان). «الجينان Fox4 وFox1 ينظمان التضيير splicing النوعي للعضلات في أسماك الزرد، وهو ضروريان لعمل العضلات القلبية والهيكلية». (عندما تصيبهما الطفرات، فيوسعهما أيضا تعزيز نمو الأورام الخبيثة). وللتفت الانتباه إلى نتائجه، فقد يتخد الملاصق أحيانا منحى غريب للأطوار؛ فالملاصق الذي حمل عنوان «1+1=3» يستكشف العلاقة التائزية بين هرمونين اثنين مكتملين في نمو النباتات؛ أما الذي حمل عنوان «أين ذهب ذيلي؟»، فكان متعلقا بدرجاج أروكانا Araucana، الذي يولد بطفرة تؤثر في فقراتها السفلية. ومن بين جميع العروض التقديمية التي شهدتها في ذلك اليوم، ترسيخ واحد منها في أعماق ذهني. وفي أثناء مروري عبر جناح آخر للملصقات، والتي تعراض عناؤينها على يسارى وعلى يمينى، تسمّرت في مكانى عندما قرأت سُتْ كلمات قليلة⁽²⁶⁾: «كيف تتقبل الخلايا القلبية مصيرها المحتوم». كنت أعرف وقتها أن «مصير الخلية» هو مصطلح تقنى وليس فلسفيا، وأنه يشير إلى خلية متمايزة تماما - والتي جرى فيها تفعيل النمط الملاكم من الجينات لصنع خلايا الجلد، والخلايا العضلية، والخلايا الدماغ.

«كيف تتقبل الخلايا القلبية مصيرها المحتوم؟»

لم يكن موضوع هذه الدراسة المحددة متعلقاً بالقلب البشري بل بقلب مخلوق متواضع هو بخاخ البحر. ومع ذلك فقد كان وقع الكلمات على مثل الشعر. على بعد نحو ميل واحد من اجتماع البيولوجيا باتجاه الجزء العلوي من المدينة، يوجد مستشفى الجامعة الذي توجهت إليه، قبل وقت ليس بعيد، مع نانسي لإجراء عملية الجراحية. إن الخلايا السرطانية هي تلك التي تتمرد على مصيرها - فهي تأمل في أكثر من ذلك بكثير - و مما جعل الأمر أكثر صعوبة عليها معرفة أن السرطان قد أصاب رحمها. لقد تحولت الساعة البيولوجية المتكككة إلى قبضة موقوتة - أو ضد الحياة life - anti. بدأاليوم على نحو لا يبشر بخير؛ فقد كانت موظفة الاستقبال فظة، غير مدركة أو غير مكررة لأن المرأة الهدامة المهدبة التي تتحدث إليها كانت تحمل في جسدها سرطاناً يمكن أن يؤدي بحياتها. كانت كاتبة الإدخال إلى المستشفى ودودة، لكنها انتبهت أسلوباً تبريرياً. لم تكن هناك أسرة متاحة. ومثل شركة للطيران، كان المستشفى ينتهي أسلوب الحجز المفروط بصورة متعمدة. ربما كان هذا أمراً لا مفر منه في مجتمع طبي يعمل أيضاً كمركز استقبال رئيسي للحوادث في الولاية. وعلى أي حال، فقد جرى إدخال بيانات نانسي في نظام المعلومات باعتبارها «عوامة» floater - أي غير مخصص لها سرير حتى يخلو سرير لها في أحد العناير، الأمر الذي لا يحدث سوى بعد الجراحة في بعض الأحيان. ربما لم تكن الموظفة على علم بأن العوام هي لفظة عامة تستخدمنها الشرطة لوصف جثة طافية يُعثر عليها في بحيرة ما ووجهها للأسفل.

وفي المرة التالية التي رأيت فيها نانسي في صباح ذلك اليوم، كانت ترقد على نقالة، في أثناء إعدادها للجراحة. لقد أظهرت شجاعة كبيرة. وفي حضور أحد المشرفين، طعنت ممرضة طالبة أحد أوردة نانسي لسحب الدم، بيد أنها أخطأت هدفها تماماً واحتقرت أحد الأعصاب، مما تسبب في أضرار استمرت فترة طويلة بعد أن التأمت الندوب الجراحية. وفي ذلك الصباح، بدا هذا الأمر كأنه شيء هين. وصل طبيب التخدير، وتلاه الجراح الذي تلفظ ببعض الكلمات المطمئنة. وبعد ذلك انفتح الباب المزدوج وجرىأخذ زوجتي بعيداً باستخدام النقالة ذات العجلات.

كانت عقارب الساعة تُشير إلى العادية عشرة والنصف من صباح أول يوم

جمعة في شهر نوفمبر. لقد أخبرونا بأن العملية الجراحية ستستغرق وقتا طويلا. عثرت على كرسي في زاوية هادئة من منطقة الانتظار الفسيحة، وعندما كنت أتعجب من الجلوس كنت أسير عبر الممرات، ومن ثم أجد مكانا آخر للجلوس. مرت ساعتان، ثم ثلاثة. لم أكن أريد الابتعاد كثيراً بحيث لا لألاحظ خروج الجراح أو مساعدته بتقرير عن الجراحة. لقد صليت - إذا كان ذلك ما يعنيه أن أكرر، بقلق شديد، كلمات التضرع إلى الله في ذهني. كان مذهبي الوحيد هو ذلك الذي آمن به آينشتاين - أي القوانين التي تحكم الكثافة والطاقة، والتي تكشف في دثار المكان والزمان. ومع تباطؤ توقيتي الخاص، فكرت في الجمال الغريب لقصة الخلق المتعلق بالعلم ذاته. كيف حدث، منذ فترة طويلة على الأرض، أن أمسكت الذرات بتألبيت الذرات الأخرى لتشكيل حشد من الجزيئات من جميع الأشكال والأحجام المختلفة. كيف قامت القطع الضئيلة من المادة بالتشبيث ببعضها البعض في تصاميم لا حصر لها، حتى ظهرت واحدة - في مكان ما على طول الطريق - يمكنها تكرار نفسها. كيف يمكن لتلك الذرات الهامة أن تلتزم زواياها وشقوتها المظلمة، كما أن ما ظهر بعد تقشير العفن كان بنية صغيرة أخرى مماثلة للأولى. وهكذا تكررت هذه العملية، بحيث أنجبت المادة مادة مرارا وتكرارا - حتى، في مكان ما من المياه الزرقاء لكوكب، احتسبت الآلية المستديمة ذاتيا في فقاعة غشائية ضئيلة. لقد ولدت الخلية السلفية *cell ancestral*؛ والتي انقسمت وانقسمت، ناسخة نفسها إلى خلايا ابنة، والتي جرى نسخها مرة أخرى. وفي الوقت نفسه، كانت الجزيئات في داخل الخلايا تتغير بدهاء، حيث كانت تطفر عفويًا أو بفعل الخلفية الإشعاعية للأرض. ولكن من بين الخلايا الجديدة التي ظهرت، كانت بعضها أكثر قدرة على الازدهار: فكان في وسعها أن تتحرك بسرعة أكبر نحو الطعام أو بعيداً عن الخطير.

لابد أن شيئاً يشبه الخلايا السرطانية قد ظهر في الحسأ البدائي *primordial soup* - متوجشاً، وشيطانياً، وينتشر على حساب الآخرين. لكن الخلايا القادرة على التجمع والتعاون هي التي ستواصل طريقها لتشكيل مخلوقات متعددة الخلايا، والتي أدت إلى ظهور النباتات والحيوانات، أي مخلوقات الأرض - تلك التجمعات الرائعة التي أحياناً ما تقوم إحدى الخلايا فيها، مثل تلك الموجودة بداخل نانسي،

بالنكوص عائدة إلى حالتها الوحشية.

وبسبب استغرaci في واحد تلو الآخر من أحالم اليقظة، أصبح بعد الظهر مساءً. ومع ذلك، فلم تكن هناك كلمة واحدة. لا بد أنني قطعت كل شبر خطى من كل ردهة في كل طابق غير مُغلق. وقد فوجئت بمدى سهولة التجول عشوائياً من دون أن أحمل هوية المستشفى. وقد مشيت في الخارج، حيث كان يقف مساعدو الممرضين وغيرهم من الموظفين لتدخين السجائر. كما مررت بجوار غرفة الطوارئ، حيث يصل ضحايا السكاكيـن، والسيارات، والأصلحة التاربة في سيارات الإسعاف. وقد عدت مرة أخرى، حيث صعدت الدرج المفتوحي إلى الطابق الجراحي وجلست مرة أخرى. أخرجت حاسوبي المحمول وحاوت العمل على كتاب كنت أقوم بإعداده، والذي يتحدث عن هنريتا ليفيت Leavitt، المرأة التي اكتشفت في أوائل القرن العشرين النجوم الومضة التي يستخدمها الفلكيون لقياس مدى فراغ الكون. توفيت ليفيت، من دون أطفال، بسرطان المعدة. لم يمض وقت طويل حتى وصل شقيق نانسي. استمرت الأرض في الدوران، وكان الظلم قد حل في الخارج. لقد أغلقت الكافتيريا، وأطفئت الأنوار. وجرى طردنا إلى ردهة كانت بها أسرة - هم الزوار الوحيدين الآخرون الموجودون وقتها في الطابق - تنتظر نتيجة العملية الجراحية الطويلة لشخص آخر.

وأخيراً، وعند الساعة السابعة والنصف مساءً، أي بعد ثمان ساعات من أخذ نانسي إلى غرفة العمليات، ظهر طبيبها الجراح، كما يفعل الجراحون، وقناعه معلق من دون إحكام حول عنقه. خلال ما يسمى استئصال الرحم الجذري المعدل، قام باستئصال مبضعيها، وقناطي فاللوب، والرحم، حيث كان الورم - ذاك الذي بدأ هذا الأمر برمته - قد التهم ثلاثة مليمترات في عمق بطانة الرحم وبدأ ينتشر في النهاية العلوية من عنق رحمها. ومن هناك، التف السرطان بدهاء حول أحد الرباطين المستديرين round ligaments، اللذين يساعدان في تثبيت الرحم في مكانه، محتلاً الأنسجة المحيطة به في أثناء توجهه إلى المنطقة الأربية اليمنى - وهو الموضع الذي ظهرت فيه العقدة الممفاوية المتورمة. وهناك، قام بغزو الجلد وقفز عبر الجهاز المفاوي إلى الغدد المفاوية في المنطقة الأربية اليسرى. ظهرت العقد المفاوية المتضخمة أيضاً في منطقة الحوض، حيث اقتربت اثنتان منها بشكل خطير من أحد

الأوردة، لكنه لم يكن قد اتضجع بعد ما إذا كانت هاتان الغدتان سرطانيتين أيضاً. لقد استُخلصت جميع الأنسجة المريضة والمشتبه فيها، وأرسلت عينات منها لفحصها. ولذلك كله، فقد كان هناك الكثير من الأخبار الجيدة. لم تكن هناك إشارة على أن السرطان قد وصل إلى أي من الأعضاء القابعة على مقربة كبيرة من الرحم: أي المثانة والمستقيم. لم يكن السرطان قد تعلم كيفية صنع ممرات يصل بها إلى تيار الدم. لقد ثمت العملية بنجاح، ولم تكن هناك حاجة إلى نقل الدم، فلم تفقد نانسي سوى 300 سم مكعب من الدم، أي ما يزيد قليلاً على سعة كوب. وفي ملاحظاته بشأن التقرير الذي سيُكتب بعد بضعة أيام، كتب الجراح ما نصه «المضاعفات: لا يوجد». قادنا الجراح إلى غرفة الإفاقة حيث كانت ترقى، بالكاد مستيقظة. لقد ابتسمت عندما رأتنا، ثم عادت إلى فقدان الوعي. عندما أتذكر كل ذلك الآن، يغمرني شعور بالحزن الذي شعرت به زوجتي بسبب عدم وجود أطفال في حياتنا - وهو حزن حاولت تفسيره لي مرات عديدة، لجعلني أستشعره في قلبي أنا. أما الآن، فلم يعد الإنجاب خياراً متاحاً لها - سواء معي أو مع أي شخص آخر. وبدلاً من جنين، كان ثمة سرطان ينمو داخلها، وهو ورم اقتبس - مثل جميع أنواع السرطان الأخرى - بعض آليات التخلق الجنيني *embryogenesis*.

من أين يأتي السرطان حقاً؟

في تسعينيات القرن التاسع عشر، ولأنه توقع حدوث طفرة اقتصادية بطول ضفاف نهر نياغرا Niagara River، بدأ وليام ت. لف Love حفر قناة⁽¹⁾ تطوف حول شلالات نياغرا، مما يسمح للقوارب بالسفر بين بحيرة إيري وبحيرة أونتاريو. والأهم من ذلك هو أن المياه المحول اتجاهها ستُستخدم لتوليد الطاقة الكهرومائية. ويسبب إمدادات الطاقة التي لا تنضب على ما يبدو، ستنشأ صناعات جديدة، كما سيتوجه العمال يوميا إلى العمل في المصانع الحديثة من منطقة حضرية دعائية أطلق عليها لف اسم المدينة

النموذجية Model City

وقد اعتمدت خطة لف، في جزء كبير منها، على حاجة العملاء المتعطشين إلى الطاقة للحضور من أجل الكهرباء، والتي كان يجري توليدها في تلك الأيام بالطريقة

«من بين الظفرات المتعددة اللازمة لديه ونم سلطاني، ليست هناك طريقة لمعرفة أنها تجت عن أي واحدة. أو بالنسبة إلى أخطاء النسخ، في حالة الظفرات الغفوية، ما إذا كان هناك سبب على الإطلاق».

التي ابتكرها توماس إديسون Edison، والتي يُطلق عليها اسم التيار المستمر direct current. لا يمكن نقل التيار المستمر إلى مسافة بعيدة قبل أن يتلاشى، وبالتالي فإن مصايب العملاء التي تقع منازلهم قرب نهاية خطوط الكهرباء تكون أكثر خفوتاً من تلك الأقرب إلى محطة التوليد. لكن ميزة شلالات نياغرا كانت قصيرة الأمد: فبعد مضي وقت قصير من بدء أعمال الحفر في قناة لف، أنتج المخترع الصربي نيكولا تيسلا Tesla وصاحب عمله، جورج وستنغهاوس Westinghouse، مولدات ومحولات التيار المتناوب alternating current. وبعد فترة قصيرة، صار في الإمكان تقوية الكهرباء، المنتجة في شلالات نياغرا وغيرها، وصولاً إلى فولطية عالية ومن ثم نقلها إلى جميع أنحاء البلاد. أدى ذلك، بالإضافة إلى الذعر الاقتصادي الكبير الذي صاحب العام 1893، إلى إيقاف العمل في مشروع قناة لف، مخلفاً وراءه حفرة غير مُنجزة يبلغ طولها نحو 3,000 قدم وعرضها 100 قدم، والتي استخدمها سكان مدينة نياغرا فولز Niagara Falls بولاية نيويورك لممارسة السباحة والتزلج على الجليد.

وعلى الرغم من فشل مشروع لف، فإن عدداً من الصناعات الأخرى، بما في ذلك شركات تصنيع الكيماويات، قد تنامت بطول النهر، وخلال السنوات المحيطة بالحرب العالمية الثانية، استحوذت شركة هوكر للصناعات الكهروكيهيمائية^(*) على القناة المهجورة لاستخدامها كمكب لنفاياتها. وعلى مدى العقد التالي، تخلصت الشركة من نحو 22 ألف طن⁽²⁾ من النفايات السامة، بما في ذلك مُسرطنان مثل البنزين والديوكسين. وفي العام 1953، بيع الموقع - وهو مغلق حالياً ومغطى بالأوحال - قد بيع بسعر رمزي قدره دولار واحد إلى مجلس المدارس المحلي الذي كان يُدرك أنه ممتلك بالنفايات الكيميائية. ومع ذلك، فقد جرى بناء مدرسة ابتدائية هناك، كما خططت المدينة لتحويل جزء من موقع النفايات القديم إلى حديقة عامة.

وخلال العقودين التاليين، جرى بيع وبناء الأراضي المتاخمة للقناة، وفي أواخر سبعينيات القرن العشرين، بعد بضع سنوات من هطول الأمطار بمعدلات مرتفعة بشكل غير عادي، بدأ السكان يشكون من رائحة مقرضة. وعندما جاء مسؤول من

(*) Hooker Electrochemical Company.

وكالة حماية البيئة للتفتيش في العام 1977، رأى براميل صدمة من النفايات التي شقت طريقها إلى السطح. كانت الحفر تنزّ النفايات في الساحات الخلفية للكثير من المنازل، كما تسربت إلى الطابق السفلي من أحد المنازل. وذكر المسؤول في تقريره أن «الروائح تخترق ملابسك وتلتتص بحذائك»⁽³⁾. وبعد ثلاثة أيام، كانت رائحة سرتة لاتزال تركم الأنوف. جرى إخلاء الحي، وأعلنت حالة الطوارئ على المستوى الوطني، وبدأت التحقيقات.

جرى تأليف كتب بأكملها في محاولة لتوزيع اللوم بين شركة هوكر، ومجلس المدارس، ومطوري العقارات، ومدينة نياغرا فولز على ما اتفق الجميع على أنه كان كارثة بيئية. (أدرجت جويس كارول أوتس Oates تلك الملحمة في إحدى رواياتها⁽⁴⁾). وبالصعوبة نفسها، كانت مهمة تحديد الأضرار الناجمة عن مكتب النفايات هذا فيما يتعلق بالصحة العامة. وفي بدايات الأزمة، قدرت وكالة حماية البيئة⁽⁵⁾ أن الأشخاص الذين يعيشون بطول قناة لف يتعرضون لاحتمال بنسبة عشرة في المائة للإصابة بالسرطان خلال حياتهم بسبب تنفس الهواء الملوث وحده. ولكن بعد عدة أيام، اعترفت الوكالة بوجود خطأ حسابي⁽⁶⁾: كانت نسبة الخطأ المترافق هي في الواقع واحد في المائة، وأقل من ذلك بكثير بالنسبة إلى الأشخاص الذين يعيشون على مبعدة بضعة شوارع فحسب. وجدد تقرير آخر لوكالة حماية البيئة⁽⁷⁾ أن بعض السكان الستة والثلاثين الذين تطوعوا لإجراء الاختبارات أظهروا علامات تشير إلى تضرر الصبغيات - بهعدلات تزيد على ما يُعتبر طبيعيا. لكن ذلك جرى رفضه من قبل لجنة⁽⁸⁾ من الخبراء الطبيين بقيادة لويس توماس Thomas، وهو رئيس مركز سلون - كيترنخ التذكاري للسرطان، باعتبار أنها «غير كافية» وأنه جرى تنفيذها على نحو سيئ لدرجة أنها «تضىء بمصداقية العلم». وفي دراسة لاحقة أجريت في مراكز مكافحة الأمراض⁽⁹⁾، لم يجر اكتشاف أي قدر أكبر من الشذوذات الصبغية.

قد يستغرق السرطان عقوداً لكي ينشأ، وبالتالي فإن أولئك الذين واصلوا متابعة الحالة ظلوا في انتظار نتائج دراسة ذات أثر رجعي لمدة ثلاثين عاماً⁽¹⁰⁾ تُجريها إدارة ولاية نيويورك للصحة. ومع الحاجة إلى مقارنة كثير من المتغيرات، فإن دراسات مثل هذه تكون محفوفة بعدم اليقين. كان لا بد منأخذ العمر، والجنس، والقرب

من القناة بعين الاعتبار. كان نحو نصف السكان الذين شملهم الاستطلاع، والبالغ عددهم 6,026⁽¹¹⁾ يعملون في وظائف قد يمثل التعرض المهني occupational exposure أحد مخاطرها، كما أن نحو ثلثتهم كانوا مدخنين، كما كانت النسبة نفسها تقريباً من معاقري المشروبات الكحولية.

وعندما أكتملت الدراسة، أعلن علماء الوبائيات أن معدل العيوب الخلقية⁽¹²⁾ في الأطفال المولودين لأباء وأمهات يعيشون بالقرب من القناة كان ضعف مثيله في مقاطعة نياغرا، كما كان أعلى من المعدل في بقية أجزاء الولاية⁽¹³⁾. ومقارنة بعموم السكان، فقد ولد من البنات عدد أكبر بقليل من الأولاد⁽¹⁴⁾ - وهو تلميح آخر على أن كيماويات قناة لف قد تكون لها تأثيرات جينية. وعلى الرغم من التلميحات التي تشير إلى وجود تأثيرات ماسحة teratogenic effects، فقد خلصت الدراسة إلى عدم وجود أدلة مقنعة⁽¹⁵⁾ على أن العيش على مقربة من القناة أدى إلى إصابة الناس بالسرطان. كان انتشار بضعة أنواع من السرطان أعلى بقليل مما كان متوقعاً، لكن الأعداد كانت من الضاللة بحيث إنها اعتبرت ضمن نطاق المصادفة. وفي الواقع أن المعدل الإجمالي للسرطان كان أقل بقليل⁽¹⁶⁾ من مثيله لدى عموم السكان.

يمكن لكل من العيوب الخلقية والسرطان أن ينبع عن الطفرات، فلماذا توجد علامات على واحد منها من دون الآخر؟ يبدو من المعقول أن الخلايا المتقسمة للجنين النامي تكون أكثر حساسية للتأثيرات المدمرة من خلايا الشخص الكامل التشكّل. وعلى الرغم من أن طفرة واحدة قد تكون كافية لعرقلة مسار النساء، فعادة ما تكون هناك حاجة إلى العديد منها لكي تتمكن خلية ما في أحد الأعضاء من الإفلات ومن ثم تصبح سرطانية. ولكن حتى بعد ثلاثة عقود، فإن ميزة الأسبقيّة الظاهريّة التي تمثلها قناة لف لم تكن كافية لإنتاج فائض واضح من الأورام الخبيثة.

بالنسبة إلى الكثيرين منا الذين نشأوا خلال البدايات المفعمة بالجيوبية للحركة البيئية في سبعينيات وثمانينيات القرن العشرين، كانت تلك النتيجة شبه منافية للعقل. لقد تأثرنا بكتاب «الربيع الصامت»، وهو إنذار راشيل كارсон Carson الأنثيق⁽¹⁷⁾ حول مبيدات الحشرات والبيئة، والمجادلات اللاذعة⁽¹⁸⁾ مثل كتاب صموئيل

من أين يأتي السرطان حقا؟

ابشتاين Epstein المعنون «المناورات السياسية للسرطان». كنا نشعر بالقلق إزاء السكارين saccharine والصبغ الأحمر رقم 2، ثم حول العشرات الجناحية التي تصيب التفاح. لقد سمعنا عن الوباء الحديث من حالات السرطان⁽¹⁹⁾ - «طاعون القرن العشرين»⁽²⁰⁾ - الذي كان يفرض على الجمهور من قبل الشركات غير المسؤولة ونفياتها السائلة. كما قيل إن المضافات الغذائية، والمبيدات الحشرية، ومبيدات الأعشاب، والمنظفات المنزلية تتسبب جميعها في إتلاف الدنا DNA الخاص بكل منها. كما أشبه بالبيادق في «لعبة قائمة من الروليت الكيميائية»⁽²¹⁾، كما حذر راسيل Train، مدير وكالة حماية البيئة، في مقال تناقلته الصحف في جميع أنحاء البلاد. «ثمة مخلوقات غريبة جديدة من صنعتنا توجد في كل مكان حولنا، في هواتنا، وميادينا، وطعامنا وفي الأشياء التي نلمسها. وعندما تضرينا، فنحن لا نشعر بشيء». فقد لا تظهر آثارها السيئة سوى بعد عقود لاحقة، في صورة سرطان أو حتى بعد أجيال عدة، في صورة جينات طافرة». كما في خضم ما أسماه المؤرخ روبرت بروكتور Proctor «حروب السرطان الكبri»⁽²²⁾.

ينتج تسعون في المائة من السرطان عن عوامل بيئية⁽²³⁾ - كما قيل لنا مارا وتكرارا. كان هناك انحراف تأمري في بعض تلك التحذيرات: فنفس الشركات التي تنتج الكيماويات المسرطنة تنتج أيضاً الأدوية المستخدمة في المعالجة الكيميائية؛ وبالتالي فهي تستفيد من السرطان من الناحيتين. كان هذا النوع من الخطاب متطرفاً، لكن الرسالة العامة التي يحملها كانت معقوله تماماً. تعتبر العديد من المواد الكيميائية المصنعة مسرطنة، ويمكن العثور عليها بين العوامل المعروفة والمشتبه فيها⁽²⁴⁾ المدرجة في التقرير المؤلف من 499 صفحة، الصادر عن برنامج علم السموم الوطني بشأن المواد المسرطنة. واعتماداً على درجة التعرض، فإن العمال في الصناعات التي تستخدم أو تنتج هذه المواد يتعرضون لمخاطر صحية متزايدة. ومع انتشار المواد الكيماوية عبر الغلاف الجوي، كان لا بد أن تظهر تأثيرات شديدة على الجمهور - والتي تبدأ من الوقت الحاضر وتتصاعد عاماً بعد عام مع تراكم الجينات المعايبة. كانت بعض مخاوفنا متقدمة في سوء الفهم. يعرف علماء البيانات «البيئة» بصورة واسعة للغاية بحيث تشمل كل ما لا يمثل نتيجة مباشرة للوراثة - التدخين، والأكل، وممارسة الرياضة، وحمل الأطفال،

والعادات الجنسية، وأي نوع من السلوكيات أو الممارسات الثقافية. الفيروسات، والposure لأشعة الشمس، والرادون، والأشعة الكونية - يجري تعريفها جميعاً باعتبارها عوامل بيئية. ولأخذ فكرة عن مدى قوة تأثير السرطان بالوراثة⁽²⁵⁾ وبهذه العوامل الخارجية، أجرى العلماء في خمسينيات القرن العشرين دراسة عن السكان السود الذين جرى أسر أجدادهم من قبل تجار الرقيق ومن ثم نقلهم إلى الولايات المتحدة وقاربوا بهم بأقاربهم الذين ظلوا في أفريقيا. لقد اتضح أن معدلات الإصابة بسرطان الكبد وملفوقة بوركيت مرتفعة للغاية بين الأفارقة ولكن ليس بين الأمريكيين السود. أما معدلات سرطان الرئة، والبنكرياس، والثدي، والبروستاتة، وأنواع أخرى من السرطان فقد كانت أعلى بكثير بين الأمريكيين السود مقارنة بالأفارقة. وقد وجد الباحثون أنماطاً أخرى مماثلة. كان من المعروف أن الرجال اليابانيين يُظهرون معدلات أعلى للإصابة بسرطان المعدة ولكن معدلات أقل للإصابة بسرطان القولون مقارنة بنظرائهم في الولايات المتحدة. وعندما انتقلوا إلى ذلك البلد، تغير الوضع. صاروا يميلون إلى الإصابة بسرطانات مضيقهم وتترك سرطاناً بذاتهم الأم وراء ظهورهم. وباعتبار أن جيناتهم قد ظلت هي نفسها، فلا بد أن ثمة عوامل خارجة عن نطاق الوراثة مكتنفة في العملية.

وبحلول أواخر سبعينيات القرن العشرين، وصلت عقود من هذه الدراسات التي أجريت على المهاجرين إلى النتيجة نفسها: ففي تسعين في المائة من حالات السرطان كان لا بد من وجود نوع من التأثير الخارجي، أو عامل «بيئي». كانت هناك فرصة لحصول شخص ما على أسبقيّة الإصابة بالسرطان عن طريق وراثة جين تالف. لكن معظم الطفرات التي تحرّض الخبائث كانت تلك المكتسبة خلال الحياة. مثلت هذه أنباء مشجعة للصحة العامة والوقاية، لكنه كثيراً ما كان يُساء فهمها على أنها تعني أن الأغلبية الساحقة من حالات السرطان كانت ناجمة عن التلوث، والمبيدات الحشرية، والنفايات الصناعية. كان ذلك متوفقاً تماماً مع بقية نظرتنا إلى العالم، والمتمثلة في ضعف الحافز للإلقاء نظرة أعمق. أما الأصوات الأكثر هدوءاً فقد دعت إلى اعتماد منظور أكثر توازناً، لكن أكثر التحذيرات إخافة هي التي ترسخت في أذهان الجمهور. فإذا أصبتنا أو أصيّب أي شخص كنا نعرفه

من أين يأتي السرطان حقا؟

في أي وقت مضى بالسرطان، فسنسارع إلى التساؤل عما إذا كانت الشركات الأمريكية هي الملومة في ذلك.

كانت القصة تنطوي على أكثر من المناورات السياسية والدلائل. وفي العام 1973، بعد فترة ليست بالطويلة من إعلان الرئيس ريتشارد نيكسون عن برنامج «الحرب على السرطان»، بدأ برنامج الحكومة للمراقبة، والوبائيات، والنتائج النهائية^(*)، المعروف اختصارا باسم SEER، في جمع البيانات من سجلات الولايات بشأن السرطان حول الوفيات incidence ومعدل الوفيات - أي معدلاتإصابة الناس بالسرطان، وعدد المرات التي تفتت بهم فيها طوال سنوات، كانت وجهة النظر السائدة هي أنه باستثناء سرطان الرئة، فقد حافظت المعدلات الإجمالية على ثباتها. ولكن في العام 1976، عندما قُورنت البيانات الجديدة للبرنامج SEER مع الدراسات المسحية السابقة التي أجريت من قبل المعهد الوطني للسرطان، بدا أن عدد الحالات الجديدة يتضاعف على نحو مفاجئ⁽²⁶⁾، حتى عند تعديل الحسابات للسماح بمعدلات تشريح السكان. بدا أن هذا هو التبرئة⁽²⁷⁾ التي كان كثير من الناس يسعون إليها.

بيد أن دمج هاتين المجموعتين من الإحصاءات، اللتين جرى تجميعهما من مصادر مختلفة ووفقا لقواعد مختلفة، لا بد أن يسبب المتاعب. في البداية، حذر علماء الوبائيات من كون المقارنات غير صالحة⁽²⁸⁾، ومن ثم لا ينبغي وضع استنتاجات - أي أنه لم يكن هناك أي دليل على وجود وباء للسرطان. وللحصول على فكرة أوضح عمما كان يواجهه الجمهور، بادر مكتب الولايات المتحدة لتقديم التكتولوجيا برعایة دراسة⁽²⁹⁾ أجراها ريتشارد دول DoI وريتشارد بيتو Peto، وكلاهما من علماء الوبائيات في جامعة أكسفورد، وللذان اكتسبا شهرتهما عن طريق إثبات الصلة بين السجائر والسرطان، وكذلك التأثيرات المسرطنة للأسبستوس asbestos. كان من الصعب العثور على عالمين أكثر كفاءة منها⁽³⁰⁾ في مجال عملهما.

بادئ ذي بدء، كان عليهما تقرير أي أرقام سيثقون بها⁽³¹⁾. وعلى الرغم من أنها كانت آخذة في التحسن، فإن الإحصاءات المتعلقة بمعدلات وقوع السرطان - عدد الحالات الجديدة التي تحدث في مجموعة سكانية معينة - لم تكن

(*) Surveillance, Epidemiology and End Results Program.

جدية بالاعتماد حتى الآن. وما بذا أنه مزيد من حالات السرطان الجديدة قد يكون نتيجة لتحسين سبل التخدير، وكون السجلات الطبية أكثر دقة، وزيادة نسبة السكان الذين يطلبون الرعاية الطبية ويحصلون عليها. وكذلك كانت شهادات الوفاة الصادرة في أوائل القرن متهمة في ذلك أيضاً. ربما خضع الأطباء لطلب العائلة عدم إدخال وصمة العار المتمثلة في السرطان في السجلات العامة. وكثيراً ما ارتكبت أخطاء في كل من حفظ السجلات والتشخيص، فإن شخصاً توفي بسرطان الرئة قد يجري تسجيجه كضحية للالتهاب الرئوي. وقد تُعزى وفاة ناتجة عن ورم غير مشخص في الدماغ إلى الشيخوخة. وقد يجري تسجيل مريض على أنه توفي بفعل السرطان في حين أن السبب الحقيقي كان شيئاً آخر. وقد تحسّن الوضع⁽³²⁾ في العام 1933 عندما بدأت الولايات تقرير الوفيات في سجل مركزي، وفي منتصف القرن العشرين وضع نظام موحد للتصنيف. (جرى جمع سرطان عنق الرحم وسرطان الرحم معاً، أما ملفوقة هودجكين^(*)، وهي ورم خبيث يصيب خلايا الدم، فقد أُسيء فهمها باعتبارها مرضًا معدياً). وبداية من العام 1950، وباستخدام معدلات الوفاة باعتبارها أفضل تقدير تقريري متاح لانتشار السرطان، أعد المؤلفان تحليلاً معقداً يمتد إلى أكثر من مائة صفحة تكتظ بالكلمات، والجداويل، والرسوم البيانية وستة ملاحق شديدة التفصيل. وبالإضافة إلى حساباتها الخاصة، فقد استعرضوا أيضاً نتائج أكثر من ثلاثة دراسة أخرى.

ومنذ نشره في العام 1981، أصبح تقرير دول وبيتو المعروف «أسباب السرطان» واحداً من الوثائق الأشد تأثيراً في مجال الوبائيات السرطانية. خلص التقرير إلى أن معظم حالات السرطان، إلى حد كبير، «يمكن تجنبها» - أي أنها ناجمة عن عوامل تقع، إلى حد كبير، في متناول تحكم البشر. وفي 30 في المائة من الوفيات الناجمة عن السرطان، كان التبغ أحد الأسباب⁽³³⁾. وبالنسبة إلى النظام الغذائي، كانت النسبة 35 في المائة، كما كانت 3 في المائة للكحول. ينطوي نحو 7 في المائة من الوفيات على «سلوكيات إنجابية وجنسية»، وتتضمن تأجيل أو التخلّي عن حمل الأطفال وممارسة الجنس بصورة منحلة. (لوحظ أن امتلاك المرأة عدة شركاء جنسيين يمثل

(*) Hodgkin's lymphoma.

خطرا للإصابة بسرطان عنق الرحم، على الرغم من أنه لم يكن معروفا في ذلك الوقت أن العامل المسبب له هو فيروس الورم الحليمي البشري).

وقد عُزِّيت 10 في المائة أخرى من حالات السرطان مبدئياً لمجموعة متنوعة من العادوي، وعُزِّيت 3 في المائة إلى الظواهر «الجيوفيزياتية»: التعرض للأشعة فوق البنفسجية المتضمنة في أشعة الشمس، وإشعاع الخلفية background radiation الذي ينبعث بشكل طبيعي من التربة والأشعة الكونية. أما بالنسبة إلى الوفيات الناجمة عن المسرطنات المنتجة اصطناعيا، بما في ذلك النظائر المشعة، فقد جاءت النسب منخفضة للغاية: 4 في المائة من التعرض المهني، و2 في المائة من الهواء، والماء، والتلوث الغذائي، واحد في المائة بسبب الآثار الجانبية للعلاج الطبي (ما في ذلك الأشعة السينية والعلاج الإشعاعي)، وأقل من واحد في المائة بسبب المنتجات الصناعية مثل الدهانات، ومنتجات البلاستيك، والمذيبات أو المضافات الغذائية. أما النسبة المتبقية فهي مجهولة المنشأ، مع اقتراح أن الإجهاد النفسي أو تقويض الجهاز المناعي للخطر قد يؤدي دورا. وخلص دول وبيتو إلى أنه، باستثناء سرطان الرئة، فإن «معظم أنواع السرطان الشائعة اليوم⁽³⁴⁾ في الولايات المتحدة لا بد أن تكون راجعة أساسا إلى عوامل ظلت موجودة لفترة طويلة».

يا لها من نتيجة يصعب تصديقها. إن أي حالة بعضها من السرطان تكون لها أسباب متعددة⁽³⁵⁾ - بيئية (بالمعنى الواسع)، جنبا إلى جنب مع النزعات الوراثية، والتأثير المخادع لسوء الحظ. ولكن بالنسبة إلى عموم الجمهور، فإن الكيموبيات المبنعة من المصانع أو المواد المضافة الم المقاطع Polysyllabic، والموجودة في الأطعمة، لم تكن تمثل على ما يبدو سوى أجزاء طفيفة من المعادلة. كانت مجرد مكون⁽³⁶⁾ - «هناك كثير من الجهل⁽³⁷⁾ إلى درجة لا يمكن معها تبرير الرضا عن النتائج»، كما كتب المؤلفان. لكن الأمر الأكثر أهمية هو أسلوب معيشتنا وتأثير ذلك في الميل الطبيعي للخلية إلى التمرد وتأكيد حتميتها الداروينية. أما الأمر الأكثر تعبيرا على الإطلاق فهو أن دول وبيتو وجدا أن معدلات السرطان لم تتزايد بسرعة، كما يمكن للمرء أن يتوقع إذا كان نتعرض لفيض من الاعتداءات المفترضة حديثا. عند إسقاط سرطان الرئة والأورام الخبيثة الأخرى المرتبطة بشكل وثيق بالتدخين (سرطان الفم، والحنجرة، والمريء، وغيرها) من الاعتبار، وتعديل

النتائج وفقاً لتشيّخ السكان، نجد أن وفيات السرطان بين الأشخاص الذين تقل أعمارهم عن الخامسة والستين⁽³⁸⁾ قد تناقصت بشكل مطرد في جميع الفئات تقريباً منذ العام 1953. (اتضح أيضاً أن ذلك ينطبق إلى حد كبير على الأميركيين المسنّين⁽³⁹⁾؛ لكن تلك الأرقام، التي تعتمد على التقارير الطبية وبيانات تعداد السكان القديمة، قد اعتبرت أقل موثوقة). لم يكن انخفاض معدل الوفيات ناتجاً عن حصولنا على علاج أفضل⁽⁴⁰⁾ بكثير للسرطان، كما خلص إليه المؤلفان، ولكن لأن عدد الحالات الجديدة لم يكن في ازدياد. وبمجرد أن أصبح البرنامج SEER أكثر رسوخاً وتحسّنت جودة البيانات، أكدّا أنه لا يوجد ارتفاع هائل في معدل وقوع السرطان.

لم يكن دول وبيتو وحدهما في النتائج التي توصلوا إليها. توصلت دراستان أصغر حجماً⁽⁴¹⁾، واحدة في الولايات المتحدة والأخرى في مدينة برمنغهام الصناعية (إنجلترا)، إلى نسب مماثلة - حيث عُزّيت معظم حالات السرطان إلى التدخين ومزيج مما يسمى بالعوامل المتعلقة بنمط الحياة، في حين أن التعرض المهني لم يكن مسؤولاً سوى عن بضعة أجزاء في أطanaة. لكن تقرير «أسباب السرطان» كان أوسع الدراسات التي أجريت نطاقاً. وبطبيعة الحال، فقد كانت استنتاجاته متوافقة مع ما ي يريد سماعه رواد الصناعة، ومن ثم فقد بدأ الأشخاص الملزمون بمحاربة مشكلات التلوث الصناعي يطعنون في صحة التقرير⁽⁴²⁾. رُفضت حجة غطّ الحياة باعتبارها هجوماً مضللاً - فهي تلقي باللوم على الضحايا بدلاً من الجناة. وفي حين كان واضحاً أن السجائر تمثل تأثيراً مهماً، فمن المحتوم أن عدداً كبيراً من المدخنين لم يكن ليصيّهم سرطان الرئة من دون مساعدة إضافية من الهواء الملوث أو المسرطّنات الاصطناعية - في تأثير تآزرٍ معقد. ومهما كان يحدث بشأن المعدلات الإجمالية، بدا أن وقوع بعض أنواع السرطان كان في ازدياد، خصوصاً بين جمهورات المسنّين والأقليات. ربما أن ما نسبه دول وبيتو لتحسين سبل التشخيص كان يشير في الواقع إلى السموم المسرطنة التي تتراكم باطراد، والتي ستدفع في السنوات المقبلة في صورة جائحة مدمرة من السرطان. وعندما بدأت معدلات الإصابة بسرطان الرئة تتزايد⁽⁴³⁾ في أوائل القرن العشرين، رُفض ذلك أيضاً باعتباره ناتجاً عن تحسّن التشخيص. وبالتالي فإن الرعب الحقيقي الذي كنا نُلحّه بأنفسنا لن تتضح معالمه إلا بمرور الوقت.

وفي حين ظل علماء الوبائيات متربقين⁽⁴⁴⁾ لظهور وباء متاخر، فإن بروس إيمز، وهو مخترع اختبار إيمز⁽⁴⁵⁾، بدأ يتساءل بدوره عما إذا كانت المواد الاصطناعية تمثل تهديداً كبيراً. كان إيمز هو من استخدم التجارب التي أجراها على البكتيريا في العام 1973، لإثبات أن المسرطنان، أو معظمها على أي حال، تسبب السرطان عن طريق إحداث طفرات جينية. (ليست كل المسرطنان مسؤولة للطفرات، بعضها يمكن أن يعمل بصورة غير مباشرة. فعن طريق قتل خلايا المريء⁽⁴⁶⁾ وزيادة نسبة استبدالها، يزيد الكحول من احتمالات حدوث أخطاء عشوائية في النسخ). ومع رسوخ اختباره، شعر إيمز في البداية بالقلق بشأن المخاطر التي كان الإنسان المعاصر يقذف بها إلى العالم. ساعدت أبحاثه المبكرة على فرض حظر على المسرطنان التي كانت تستخدم كمثبطات للهب flame retardants في منتجات الأطفال وصبغات الشعر. وساعد في إقناع ولاية كاليفورنيا بتعزيز تنظيمها لإحدى المستحدثات fumigant الزراعية. لقد صار الرجل يشبه بطلاً بيئياً. وبعد ذلك، بدأ يجري اختبارات على المواد الكيميائية الموجودة في الطبيعة، فوجد أن عدداً مذهلاً منها أيضاً يبدو أنه يتلف الدنا DNA.

كان ذلك منطقياً للغاية من الناحية التطورية؛ فعل مرت الزمان، طورت النباتات قدرة على تصنيع مواد كيميائية لدرء الضواري - البكتيريا، والفطريات والحيشات والقوارض، والحيوانات الأخرى. وصف إيمز بعض مبيدات الهواء pesticides الطبيعية هذه في بحث نُشر في مجلة «ساينس» Science⁽⁴⁷⁾ في العام 1983. يحتوي الفلفل الأسود الذي يستخدم كتوابل في طعامنا على السافرول safrole والببيبرين piperine، ويسبب الأورام في الفزان. وتحتوي أنواع فطر عيش الغراب الصالحة للأكل على الهيدرازينات hydrazines، وهي مواد مسرطنة. ويعتوى الكرفس، والجزر الأبيض، والتين، والبقدونس على الفلوروكومارينات furocoumarins، كما توجد قلويدات البيروليزيدين pyrrolizidine، التيوبرومين theobromine، في العديد من أنواع الشاي العشبي. وعلى مر السنين، واصل إيمز إضافة أرقام إلى قائمه. وفي العام 1997، ذكر تقرير له⁽⁴⁸⁾ أنه من بين ثلاث وستين مادة طبيعية الموجودة في النباتات، أثبتت الاختبارات أن خمساً وثلاثين منها مسرطنة. كان

مثاله الأبرز هو فنجان من القهوة - والذي احتوى على تسع عشرة مادة مسرطنة مختلفة، بما في ذلك الأسيتالديهييد acetaldehyde، والبنزين، والفورمالديهييد formaldehyde، والستايرين styrene، والطلولين toluene، والزيلين xylene. وبصورة إجمالية، قدر أن الناس يشربون من مبيدات الهوام الطبيعية عشرة آلاف ضعف ما يتناولونه من تلك المصنعة. وقال إن من يسعون إلى العثور على الأسباب الكيميائية للسرطان يبحثون في المكان الخطأ.

وقد تشكي في الواقع⁽⁴⁹⁾ في أن السموم الطبيعية كانت تسبب بالفعل كثيراً من حالات السرطان. ومما يجري إغفاله كثيراً هو أن بحثه المنصور في مجلة «ساينس» قد ذكر أيضاً العديد من مضادات الأكسدة antioxidants والعناصر النباتية الأخرى التي يُحتمل أن توفر بعض الحماية. كان من الممكن، كما أشار إليه إيمز، أن يتتفوق الجيد على السيئ، وأنه عندأخذ كل شيء في الاعتبار قد يقلل تناول الفواكه والخضار من وقوع السرطان. لكن أحداً لا يعرف حقاً.

وفي نهاية المطاف، كانت رسالة إيمز هي أننا نقلق أكثر من اللازم بخصوص كلا النوعين من الكيماويات، الطبيعية والاصطناعية. وكتب قائلاً إن نصف جميع المواد التي جرى اختبارها⁽⁵⁰⁾ تسجل باعتبارها مسرطنة، لكن هذا لا يعني بالضرورة أن تلك المواد خطيرة. يجري حقن المرضان المشتبه بها في القوارض باستخدام ما يسمى بالحد الأقصى للجرعة التي يمكن تحملها^(*) - وهو أقصى قدر يمكن للحيوانات تحمله من دون تأثيرات موهنة. ويعني هذا عدد مرات التعرض التي يحتمل أن يتلقاها الناس في العالم. تتضمن هذه المقاربة على منطق محدد.

لنفترض أن تعريض 10 آلاف شخص مادة كيميائية معينة يؤدي إلى حالة واحدة من السرطان، فبالنسبة إلى مجموعة من السكان قوامها 10 ملايين نسمة، يمثل هذا 1000 حالة يمكن تفاديتها. لتوضيح الخطر، قد تحتاج لحقن تلك المادة الكيميائية في عشرات الآلاف من الفئران - وهي تجربة تكلف عشرات الملايين من الدولارات⁽⁵¹⁾. وبدليل ذلك هو إعطاء جرعات ضخمة لعدد أقل بكثير من تلك الحيوانات ومعرفة ما إذا كانت نسبة كبيرة منها ستتأثر. تمثل المشكلة، كما قال إيمز، في أن حقن تركيزات كبيرة من أي مادة غريبة قد تصيب الحيوانات

^(*) maximum tolerated dose.

من أين يأتي السرطان حقا؟

باضطرابات جسدية. وعند استشعار الأضرار التي لحقت بأنسجته، يستجيب الجسم كأنه أصيب بجرح، مُطلقا العنوان لعملية الشفاء التي تنطوي على تسريع وتيرة الانقسام الفتيلي - مما يعمل على توليد خلايا جديدة بسرعة لكي تحل محل تلك التالفة. ومع نسخ قدر كبير من الدنا، فإن احتمالات حدوث طفرات عشوائية يكون أعلى، وكذلك يزيد احتمال اكتساب واحدة من التوليفات القاتلة. وباستخدام المصطلحات الطبية، فإن التفتل *mitogenesis* يزيد من احتمالية التطفر *mutagenesis*⁽⁵²⁾.

دافع علماء السموم عن تلك الاختبارات⁽⁵³⁾ كحمل وسط جيد إلى حد معقول. ومثل دول وبيتو، تعرض إيهز للشجب من قبل أشد منتقديه بزعم إراحة الملوثين وتحويل الانتباه عن مشكلة حقيقة⁽⁵⁴⁾. ربما كانت السموم البيئية تتجمع في جري الدم البشري - حيث ترى بالكاد، لكنها لا تزال تضيف تدريجيا إلى معدل وقوع السرطان في الخلفية. أشار تقرير صدر أخيرا عن مجموعة استشارية تابعة للبيت الأبيض⁽⁵⁵⁾ إلى أن الاختبارات الحيوانية تُسهم في الواقع في فهم السرطنة *carcinogenicity* - وهو عكس ما دعا إليه إيهز لفترة طويلة. تُجرى تلك الاختبارات عموما على القوارض المراهقة التي يجري التخلص منها عند انتهاء التجربة. ومن شأن ذلك إخفاء آثار التعرض في الفترة السابقة للولادة وخلال الطفولة، فضلا عن الأورام المتأخرة الظهور. وقد يكون البديل هو إعطاء⁽⁵⁶⁾ تلك المواد الكيميائية للحيوانات الحوامل ومتابعة صحة جرانها في أثناء موتها حتى تصير بالغة ومن ثم تموت من تلقاء نفسها. وكذلك فإن تلك الطريقة تغفل أيضا التفاعلات التأزرية. وتشير التقديرات إلى أن أكثر من ثمانين ألف مادة جديدة قد أدخلت إلى العالم في العصر الحديث، وبالتالي فإن عدد التوليفات بينها لا نهاية له. ولم يُختبر سوى جزء ضئيل من المركبات الجديدة - بعد أن جرى الاشتباه بالفعل في كونها تسبب السرطان. وعندأخذ هذه العوامل بعين الاعتبار، خلصت اللجنة بكل ثقة إلى أن عدد حالات السرطان المرتبطة بالسرطانات الصناعية قد «جرى تقليل قيمته بشكل فاضح»⁽⁵⁷⁾.

وفي حين انتقد العديد من العلماء التقرير⁽⁵⁸⁾ بسبب مبالغته الشديدة في وصف التهديد الذي تمثله الكيماويات الاصطناعية وبسبب إضافاته مصداقية لا

مبرد لها لوجهة نظر خارجة عن الإجماع، فإن معظمهم وافقوا على أن اختبارات السموم بحاجة إلى تحسين. وقد وصفت الأكاديمية الوطنية للعلوم⁽⁵⁹⁾ كيف أن التقدم في مجال البيولوجيا الخلوية وعلوم الحاسوب فتح الطريق أمام المقاييس السريعة والعاالية الإنتاجية التي تسمح بتحليل مزيد ومزيد من المواد الكيميائية وتوليفات المواد الكيميائية. وبدلاً من الحيوانات، يمكن إجراء الاختبارات على الخلايا التي يجري إيقاؤها على قيد الحياة في أطباق المختبر. ومن المؤمل أن يجري التعرف على المسرطنات الجديدة بسرعة، ومن ثم اتخاذ التدابير اللازمة لتقليل انتشارها. فإذا جرى التعرف عليها جميعها، فسيتمكن حينئذ خفض معدلات الإصابة بالسرطان أكثر فأكثر. وهذا أمر جيد، لكنه من الصعب إثبات أن التأثير سيكون كبيراً للغاية.

مع مرور السنوات، لم يظهر أي وباء. ومع تعديلها للتكيف مع تشنج السكان، تبين الإحصاءات التي جمعها البرنامج SEER أن معدلات الوفيات الناجمة عن السرطان قد ارتفعت تدريجياً⁽⁶⁰⁾ بمقدار نصف نقطة مئوية بين العامين 1975 و1984 - حيث من المؤكد أن التدخين كان عاملاً مسبياً. وبوتيرة أبطأ حتى العام 1991، لكنها بدأت حينئذ تنخفض بمعدلات طفيفة⁽⁶¹⁾، واستمرت على هذا المنوال منذ ذلك الحين. أما معدلات الوفاة فتحتّي قصة مماثلة⁽⁶²⁾، على رغم كون المشهد أشد تعقيداً إلى حد ما. ومثل معدلات الوفيات، فقد ارتفعت تدريجياً منذ العام 1975 وحتى أوائل تسعينيات القرن العشرين، مع موجة من الحالات الجديدة المبلغ عنها خلال الفترة بين 1989-1992، عندما ارتفع المعدل بنسبة 2.8 في المائة سنوياً. يبدو أن أكبر موجه لتلك الزيادة الحادة هو الفحص الأكثر دقة لاثنين من أكثر أنواع السرطان انتشاراً. ارتفع عدد حالات سرطان البروستاتة التي اكتُشفت بنسبة 16.4 في المائة سنوياً قبل أن تراجع بشكل حاد، كما انخفضت معدلات سرطان الثدي بنسبة 4.0 في المائة. وحينئذ، فإن معدلات الوفاة - مثل معدلات الوفيات - بدأت تراجعها البطيء.

وفي كل عام، عندما ينشر المعهد الوطني للسرطان «تقريراً إلى الأمة بخصوص وضع السرطان»، تظل القصة على حالها. وقد انتشرت أيضاً أدلة على أن نسبة كبيرة من الحالات يمكن أن تُعزى إلى نمط الحياة. ويستمر اختلاف الآراء بشأن أي العناصر

المحددة هي الأكثر أهمية، حيث جرى استبدال الأطعمة المحددة - مثل تحديد المقدار الضار من اللحوم الحمراء والمحضنة، والمقدار الجيد من الفواكه والخضروات - بالاشتباه في أن عدم ممارسة الرياضة والوزن المفرط يمثلان عاملين يمكن أن يُلقي عليهما قدر أكبر بكثير من اللوم⁽⁶³⁾. وبعد مرور أكثر من خمسة وعشرين عاماً⁽⁶⁴⁾، فلابزار تقرير «أسباب السرطان»، يعزّو 30 في المائة من السرطان إلى التبغ. ومن المعتقد أن السمنة وعدم ممارسة الرياضة يمثلان 20 في المائة، كما يمثل النظام الغذائي نسبة 10 إلى 25 في المائة، والكحول نسبة 4 في المائة، والفيروسات نسبة 3 في المائة. وقد وجدت دراسة أجرتها الوكالة الدولية لبحوث السرطان، والتابعة لمنظمة الصحة العالمية، أرقاماً مماثلة⁽⁶⁵⁾ في فرنسا. وفي مركز أكثر انخفاضاً بكثير في القوانين، نجد التعرض المهني والملوثات المهنية. وقد أظهرت دراسات أخرى وجود نسب مماثلة في المملكة المتحدة وغيرها من الدول الصناعية.

وطوال كل هذا الوقت، فإن عناقيد السرطان في الأحياء⁽⁶⁶⁾، مثل ذلك الذي قرأت عنه في لوس أنجلوس، وفي لونغ آيلاند، ورأيته مجسداً في فيلم إيرين برووكوفيتش^(*)، لا يزال يجري الإبلاغ عنها. ولكن في كل الحالات تقريباً، يتضح أنها مجرد أوهام إحصائية، مما يمثل مزيداً من الأمثلة على مغالطة فناص تكساس^(**). ومن بين تلك الحقيقة، لم يجرِ الربط إلا بين قلة نادرة وبين الملوثات البيئية. وعلى مر العقود، أدت معدلات الوفاة غير العادلة للسرطان بين العمال إلى التعرف على بعض المواد المسرطنة - مثل العلاقة بين ورم [الظهارة] المتوسطة mesothelioma والأبسنتوس، وبين سرطان المثانة والأمينات الأروماتية aromatic amines (وهي مواد توجد أيضاً في دخان السجائر). ولكن حتى العناقيد المهنية تظل غير شائعة⁽⁶⁷⁾. ومع تطور بقية أجزاء العالم، تظهر نفس الأنماط الموجودة⁽⁶⁸⁾ في الغرب.

تميل الدول الفقيرة في البداية إلى الوضع فريسة للسرطانات التي تنتشر عن طريق الاتصال الجنسي والاحتشاد المفرط overcrowding - تلك التي تحرضها الفيروسات. هناك العلاقة بين فيروس الورم الحليمي البشري HPV وسرطان عنق الرحم، والتهاب الكبد B و C وسرطان الكبد، والملوذية البوابية Helicobacter

(*) Erin Brockovich.

(**) Texas Sharpshooter.

وسرطان المعدة. ومع تحسن مستويات النظافة والاستخدام المتزايد مسحات بابانيكولاو [عنق الرحم] Pap smears (وأخيرا لقاح فيروس الورم الحليمي البشري)، فقد يبدأ سرطان عنق الرحم في الانحسار. ولكن بعد ذلك سوف تنشأ سرطانات جديدة لتحمل محله. ومع اختيار النساء لإنجاب أطفال أقل، كما تبدأ بناهن اللوائي حصلن على تغذية أفضل في العيوب في سن أكبر، فقد تتزايد السرطانات المعتمدة على هرمون الإستروجين في الرحم والثدي. إن التعليم، واللقاءات، وتحسين الصحة العامة - تؤدي هذه العوامل بدورها إلى تقليل سرطانات الكبد والمعدة، لكنها في الوقت نفسه تزيد من معدلات سرطان القولون والمستقيم مع انتقال مزيد من الناس من العقول إلى المدن ومن ثم يصبحون خاملين. إنهم يتحولون من الإصابة بنقص التغذية إلى المعاناة من فرط التغذية overnourished، مع جميع الاختلالات الغذائية التي يمكن أن يحملها اتباع النظام الغذائي الحديث. إن سرطانات الفقر تُفسح المجال لسرطانات الثراء. إن سرطان البروستاتة، وهو مرض يصيب الرجال المسنين، يصبح مشكلة عندما يزداد متوسط العمر المتوقع إلى السبعينات والثمانينات. وتزداد معدلات سرطان الرئة مع نقل شركات السجائر لأعمالها إلى أسواق أقل تميزا. ويجلب التصنيع معه مخاطر جديدة للتعرض المهني.

لا تنسجم جميع العناصر مع ثمة صورة مرتبة، فقد تبدو معدلات الإصابة بالسرطان أعلى في بلد من الآخر بسبب توافر اختبارات التحري screening tests، كما أن السرطان في المناطق الحضرية يكون أقرب احتمالا لأن يجري اكتشافه من السرطان في الريف. وفيما عدا الشكوك الإحصائية، فإن مزيجا من المكونات - النظام الغذائي، والعوامل الوراثية، والممارسات الثقافية - يمكنه إحداث تباينات مفاجئة. قد ينتج انتشار سرطان الفم في الهند عن مضغ جوز التنبول betel nuts، وكذلك - وهو الأمر الأكثر أهمية - بسبب التدخين العكسي^(*) reverse smoking - حيث توضع النهاية المشتعلة من السيجارة في داخل الفم. قد يفسر شرب الماء^(*) الشديد السخونة ارتفاع معدلات الإصابة بسرطان المريء في بعض دول أمريكا الجنوبية. كما

mate: ورق بعض الأشجار البرازيلية. [المترجم].

أن اليابان، وهي مجتمع رغيد، لاتزال تقود العالم في معدل الإصابة بسرطان المعدة. وغالباً ما يُعزى سبب ذلك إلى النظام الغذائي - الذي ينطوي على تفضيل ثقافي للأسماك المملحة. تتسم معدلات سرطان الثدي في اليابان بانخفاضها مقارنة بالدول المتقدمة، لكنها تلتحق بها بسرعة.

وفي أحد الأيام، وخلال محاولتي لفهم كل هذا، تحصنت في مكتبي وبدأت قراءة أحدث إحصاءات البرنامج (SEER)⁽⁷⁰⁾. من الممكن أن يسودي التركيز على المعدلات الإجمالية للإصابة بالسرطان إلى طمس بعض التفاصيل المثيرة للاهتمام، ولذلك تساءلت عما يمكن أن يكون كامنا تحت السطح. كان المحرك الأساسي لتقليل المعدلات هو حدوث انخفاض أو استواء⁽⁷¹⁾ في أكثر السرطانات شيوعاً على الإطلاق - أي سرطان البروستاتة في الرجال، وسرطان الثدي في النساء، وسرطان الرئة وسرطان القولون والمستقيم في كل من النساء والرجال. وفي الوقت نفسه، فإن أنواع السرطان التي يبدو أنها في ازدياد - مثل سرطان الجلد، وسرطان البنكرياس، والكبد، والكلوي والغدة الدرقية - تُعد من بين أnder السرطانات. يبلغ المعدل السنوي لسرطان البنكرياس 12.1 حالة لكل 100 ألف نسمة⁽⁷²⁾، مقارنة بمعدل 62.6 حالة لسرطان الرئة والشعب الهوائية. وسنة بعد سنة، تقلب الأرقام بمعدلات متزايدة الضاللة. وفي وجود أعداد ضئيلة للغاية، قد يكون من الصعب معرفة ما إذا كانت الزيادات حقيقة أم وهمية - أي نتائج زائفه لتحسين طرق إعداد التقارير وسبل الكشف المبكر.

تمثل هذه واحدة من الصعوبات المزعجة في علم الأوبئة؛ فكلما زادت ندرة السرطان، صارت الأرقام أكثر عرضة للتقلبات العشوائية، وهو المقابل الإحصائي للضوضاء. تُعد سرطانات الأطفال من بين أnder الأورام⁽⁷³⁾ الخبيثة على الإطلاق، حيث يتراوح معدل الوفاة بين 0.6 حالة لكل 100 ألف نسمة في لفوفة هودجkin إلى 3.2 في سرطان الدماغ والجهاز العصبي، و5.0 في ابيضاض الدم leukemia. إن تراجع معدلات الوفاة من هذه الأورام الخبيثة إلى نحو نصف⁽⁷⁴⁾ ما كانت عليه قبل بضعة عقود يعد واحداً من الانتصارات العظيمة للطب. لكن الاتجاهات في معدلات الوفاة - أي تحديد عدد الأطفال الذين يصابون بالسرطان في المقام الأول - يكاد يستحيل فهمها. وفي حين أن هناك أدلة قليلة على وجود زيادة إجمالية، فمن

الصعب للغاية فهم دلالتها. إن زيادة في العدد الإجمالي من 11.5 حالة لكل 100 ألف نسمة في العام 1975 إلى 15.5 في العام 2009 تبدو مخيفة؛ لكن بالنسبة إلى السنوات الواقعة بينهما، نجد أن الأرقام تباين بشدة⁽⁷⁵⁾. كان المعدل هو نفسه تقريباً في العام 1991، أي 15.2. وفي العام التالي، انخفض إلى 13.4؛ وبعد ذلك بأحد عشر عاماً، أي في العام 2003، بلغ 13.0؛ وفي السنوات التالية كان 15.0، ثم 16.4، ثم 14.2. ماذا سيحدث لاحقاً؟ قد يكون معرفة ذلك أشبه بالمضاربة من دون دليل. يروي كل سرطان قصة مختلفة⁽⁷⁶⁾. طوال سنوات عديدة، انخفضت معدلات سرطان الرئة بين الرجال بسبب الآثار المتأخرة للإقلاع عن تدخين السجائر. بدأت النساء التدخين في وقت لاحق من القرن، وبالتالي فقد استمرت معدلات إصابتهن بهذا السرطان في الصعود، ولم تبدأ في الانخفاض سوى أخيراً. من الممكن تفسير الارتفاع العاد في معدلات الإصابة بسرطان الثدي فيربع الأربع من القرن العشرين - بما في ذلك الأورام الصغيرة اللامبدة *in situ* والبطيئة النمو التي يرى بعض الأطباء أنه لا يجب تصنيفها كأورام سرطانية - من خلال تحسن سبل التشخيص والبداية المبكرة للتحفظ على حد سواء. قد يكون التحسن الأخير في المعدلات ناتجاً جزئياً بسبب الانخفاض في استخدام العلاج بالهرمونات التعويضية خلال فترة اليأس *menopause*. أما ارتفاع معدلات الإصابة بالورم الميلاني *melanoma*، والذي بدأ قبل وقت طويل من اكتشاف ثقب الأوزون، فكثيراً ما يُعزى إلى رواج حمامات الشمس، وصالونات تسمير الجلد *tanning salons*، وأ الملابس الضيقة التي تحمي الجسد بدرجة أقل من الأشعة فوق البنفسجية. وقد يمثل السفر الدولي سبباً آخر. فالأشخاص الذين ينتهيون إلى المناخات الشمالية من أصحاب البشرة الفاتحة هم الآن أكثر احتمالاً لقضاء بعض الوقت في أماكن تنعم بقدر أكبر من أشعة الشمس. وما قد يبدو كارتفاع⁽⁷⁷⁾ في معدلات الأورام الخبيثة في مرحلة الطفولة، كما يشير إليه المعهد الوطني للسرطان، ينبع على الأرجح عن تحسن تقنيات التصوير الطبي وإعادة تصنيف بعض الأورام الحميدة باعتبارها خبيثة. وقد تكون البدانة في مرحلة الطفولة مُكتنفة في العملية على نحو معقول.

يمكنك تحليل الأرقام بالقدر الذي يحلو لك من الدقة. ومن خلال التعمق في دراسة الكم الهائل من البيانات التي يتضمنها التقرير SEER، يمكن للمرء تقسيم

من أين يأتي السرطان حقا؟

أنواع السرطان المُنفردة وفق الجنس، والعمر، والعرق، واللغة، وأمنطقة الجغرافية. فإذا اخترت مجموعة من العوامل الديموغرافية، ستتّخذ السرطانات المختلفة أنماطاً متعرجة صعوداً وهبوطاً. يحدث السرطان بمعدلات أكبر في الرجال السود عنه في الرجال البيض - لكنه يصيب النساء السوداً ذات معدلات أقل مقارنة بالنسوة البيضاوات. وعند تمثيل الأرقام أكثر والتأمل في مدلولاتها، سنجد أن سرطانات البروستاتة، والرئة، والقولون والمستقيم، والكبد والبنكرياس، وعنق الرحم هي أعلى جميعها⁽⁷⁸⁾ في الأميركيين السود، في حين تقل معدلات إصابتهم بسرطان الجلد، والرحم، وكذلك بأورام الدماغ الخبيثة. توفر أصباغ البشرة الداكنة وقاية من أشعة الشمس، لكن التناقضات الأخرى يصعب حلها. قد يتوقع أن يعاني العديد من الأقليات سوء التغذية، وارتفاع معدلات التدخين، ومعاقرة الكحول، وتدني جودة الرعاية الطبية - وكذلك العيش في مناطق أكثر تلوثاً، والعمل في وظائف أكثر خطورة. لكن اللاتينيين، والهنود الحمر، وسكان ألاسكا الأصليين، وسكان جزر المحيط الهادئ يصابون بالسرطان بمعدلات أقل بكثير من السود أو البيض⁽⁷⁹⁾. هناك الكثير من المتغيرات التي ينطوي عليها الأمر.

وإذا تعمقنا أكثر وأكثر في البيانات، سينشأ مزيد من التباينات. بالنسبة إلى جميع الأجناس، تراوحت معدلات الإصابة بسرطان الدماغ⁽⁸⁰⁾ في السنوات الأخيرة بين 4.23 حالة لكل 100 ألف نسمة في هاواي إلى 7.54 في ولاية أيوا. قد تثير هذه النسبة الشكوك في وجود تأثير زراعي. وقد تساءلت عن الوضع في الولايات المجاورةتين لأيوا، أي كانساس ونبراسكا، لكن هاتين الولاياتين لم تشاركا في البرنامج SEER. وبالنسبة إلى سرطان الكبد⁽⁸¹⁾، تتصدر هاواي القائمة بنسبة 10.68، في حين تقع يوتا في ذيل القائمة بنسبة 3.94. هل نتج ذلك عن امتناع المؤمنون Mormons عن شرب المسكرات teetotaling أم عن اختلاف في معدلات انتشار فيروس التهاب الكبد؟ بعد ذلك بساعات، وفي خلال خوضي في مستنقع الأرقام هذا، يتساءل من تمكنني من فهم الأمر برمته في أي وقت من الأوقات. كم كانت سهولة السرطان لو تأكد كونه موجهاً باملواثات الكيميائية. وبدلاً من ذلك، هناك لجة من التأثيرات الضئيلة المتعددة، والتي تحتل الإنتروبيا entropy مرتبة عالية بينها - أي الميل الطبيعي إلى توجيه العالم نحو الفوضى. ومن بين الطفرات المتعددة الالزمة لبدء

ورم سرطاني، ليست هناك طريقة معرفة أيها نتجت عن أي واحدة. أو بالنسبة إلى أخطاء النسخ، في حالة الطفرات العفوية، ما إذا كان هناك سبب على الإطلاق. تخيلت جيشاً من النسائل *clones*، المتطابقة وراثياً، التي تشق طريقها عبر الحياة في ظل الظروف نفسها وفي المناطق الجغرافية نفسها. كانت ستأكل الأطعمة نفسها، ومارس السلوكيات نفسها، وسيموت بعضها بالسرطان في سن الخمسين أو الستين، في حين سيموت البعض الآخر بعد ذلك بعقود من الزمن، ولكن لسبب آخر. وكما صاغها دول وبيتو، فإن «الطبيعة والتنشئة تؤثران على احتمالية⁽⁸²⁾ إصابة كل فرد بالسرطان». لكن القدر هو ما يحدد أيٌّ منا سيصاب به بالفعل.

«أدرياميسين وحساء البسول لعشية عيد الميلاد»

من بين المواد الكيماوية⁽¹⁾ المدرجة على قائمة البرنامج الوطني لعلم السموم للمواد المسرطنة، ثمة جزء بسيط المظاهر يسمى سيسبلاتين cisplatin، والذي يتشكل عندما تتحدد إحدى ذرات البلاتين باثنتين من ذرات الكلور chlorine ومجموعتي أمونيا. وعلى رغم أنه جرى تصنيعه لأول مرة في العام 1844⁽²⁾ من قبل كيميائي إيطالي كان يجري تجاربه على أملاح البلاتين، فقد حظي السيسبلاتين باهتمام قليل طوال أكثر من قرن من الزمان. وبعد ذلك، وفي أوائل ستينيات القرن العشرين، تبين أنه يمتلك تأثيرات بيولوجية قوية.

ومثل الكثير من الاكتشافات العلمية، فقد تحقق هذا الاكتشاف عن طريق المصادفة - غزوة للبحث في فرضية ما تنحرف بشكل غير متوقع في اتجاه آخر، ومن ثم تجريب عن أسللة لم يكن أحد يعرف كيف يطرحها. وفي مختبره في

يتسم كل ورم بأنه فريد من نوعه، فهو أشبه بنظام بياني من الغلاب المتناسقة التي تتطور باستمرار، وتتكيف مع التهديدات الجديدة»

جامعة ولاية ميشيغان، كان بارنيت روزنبرغ Rosenberg يستكشف الطريقة التي تتصرف بها الخلايا في وجود الكهرباء⁽³⁾. لقد انددهش من مدى الشبه بين الشكل الخطي الممدوح لخلية تخضع للانقسام الفتيلي وبين خطوط الحقل المغناطيسي field lines التي تظهر عند وضع مغناطيس تحت ورقة مرسوش عليها برادة الحديد. لم تكن الطرق التي تنقسم بها الخلية مفهومة جيداً، وبالتالي فقد تسأله عما إذا كانت العملية تنطوي على تأثير كهرومغناطيسي.

ولاختزال المشكلة وببساطتها، وضع قطبين كهربئيين معدنيين في طبق يحتوي على عضيات وحيدة الخلية، هي الإشريكية القولونية *Escherichia coli*، ومن ثم تمرير تيار كهربائي، فلم يمض وقت طويل حتى توقفت البكتيريا عن الانقسام. وعلى أي حال، فقد استمرت كل واحدة منها في الاستطالة، منتجة جبلاً protoplasm جديدة امتدت مثل معكرونة السبايغولي حتى صار طول الخلية أكبر من عرضها بنحو ثلاثة ضعف. وعندما أوقف التيار الكهربائي، بدأت الخلايا تنقسم بشكل طبيعي مرة أخرى. كان الأمر يشبه الضغط بإصبعه على مفتاح يمكنه تشغيل أو إيقاف الانقسام الفتيلي. وبعد مضي عقود، كان لايزال يتذكر تلك اللحظة، وقال: «يا إلهي، لا يصادف المرء أشياء من هذا القبيل في كثير من الأحيان»⁽⁴⁾. وقد بدأ يفكر في السرطان على الفور. «إذا أمكننا من التحكم في نمو الخلايا بواسطة حقل كهربائي، فسيتمكننا السيطرة على بعض الخلايا من خلال تردد frequency معين، وعلى خلايا أخرى بتعدد آخر، وبالتالي سنستطيع مهاجمة ورم ما عن طريق اختيار تردد فريد من نوعه، والذي يؤثر في الخلايا السرطانية وحدها، وليس الخلايا الطبيعية». لكنه اكتشف بعد ذلك مفاجأة أكبر: فلم تكن الكهرباء هي ما أوقف الانقسام الفتيلي. كان القطبان الكهربئيان اللذان استخدمهما في هذه التجربة مصنوعين من البلاتين، وهو عنصر كان قد اختاره بالتحديد لأنه خامل كيميائياً. ولكن من خلال عملية التحليل الكهربائي electrolysis، دخلت بعض أيونات البلاتين إلى محلول حيث اتحدت مع ذرات أخرى لتشكيل السيسبلاتين.

وواصل روزنبرغ تجاربه، فقام باختبار آثار الجزيء⁽⁵⁾ على التوالانيات metazoans وهي مخلوقات مثلكنا تتكون من خلايا متعددة. كانت قبضة صغيرة من السيسبلاتين النقي كافية لقتل فأر، لكن استخدامه بجرعات مخففة للغاية من شأنه أن يقلص

«أدرياميسين وحساء البسلو لعشية عيد الميلاد»

حجم الساركومات. كان في وسع السيسبلاتين أيضاً أن يوقف أنواعاً أخرى من السرطان، كما اكتشف العلماء طريقة⁽⁶⁾ عمله بمرور السنين. قبل أن يمكن لخلية ما أن تتكاثر، يجب أن يرخي الحلزون المزدوج التواءاته بحيث يمكن نسخ المعلومات الجزيئية ونقلها إلى الجيل المقبل. يسبب سيسبلاتين تشكيل جسور بين طaci الحلزون. تؤدي هذه القيود الكيميائية إلى إيقاف الانقسام الفتيلي ومن ثم تصيب الخلية بحالة من الاضطراب، فتحاول التعافي عن طريق إطلاق إنزيمات خاصة لإصلاح الدنا (DNA). وعندما يفشل ذلك، يبدأ أسلوب الخلوي المبرمج وتدمير الخلية نفسها. من الممكن أن يؤثر السيسبلاتين في أي خلية في الجسم، ولكن لأن الخلايا السرطانية تنقسم بمعدلات أسرع، فهي تحمل العبء الأكبر للهجوم. وبمجرد أن يجري تدمير السرطان، تترنح بقية أجزاء الجسم عائدة إلى حالة الصحة بأفضل ما في وسعها.

بعد التجارب السريرية التي أجريت في سبعينيات القرن العشرين لتحديد مقدار السيسبلاتين الذي يمكن إعطاؤه للبشر من دون قتلهم، جرت الموافقة عليه من قبل إدارة الغذاء والدواء. صار العقار يعرف باسم بنسلين السرطان⁽⁷⁾. وبسبب تأثيره في الخلايا الأخرى سريعة الانقسام - بصيلات الشعر، وخلايا بطانة الجهاز الهضمي ونخاع العظام - كانت هناك آثار جانبية مفززة⁽⁸⁾. يعني المرضى من غثيان تتشعر له الأبدان، كما يسقط شعرهم. وقد يحدث تلف في скلي والأعصاب، وباعتبار أن السيسبلاتين يعيث بذاته الخلية، فهو يثير خطر التسبب في سرطان ثانوي إلى جانب ذلك الذي طلب من طبيب الأورام علاجه. عادة ما كانت المقاومة تستحق العناء؛ فبالنسبة إلى سرطان الخصية، تقارب نسبة الشفاء من 100 في المائة. أما الأورام الأخرى فهي أقل استجابة، لكن هذه المسادة الكيميائية، التي غالباً ما تعطى جنباً إلى جنب مع العلاج الإشعاعي، قد تبطئ نمو سرطانات الأعضاء الأخرى ومن ثم تساعد على إطالة الحياة، بل وقد تنقذها في بعض الأحيان.

كان السيسبلاتين، كما علمنا في الأيام التي أعقبت جراحة نانسي، واحداً من العوامل التي تستخدم لمحاولة قتل أي نقاتل متبقيه قد تكون مختبئة داخل جسدها، والتي تظل قادرة على الانبعاث لسنوات عديدة. وقد أعطيت أيضاً عقار الدوكسوروبيسين doxorubicin، وهو - مثل السيسبلاتين - يعمل عن طريق إعاقة نسخ replication الدنا. يمتلك الدوكسوروبيسين بدوره حكاية غريبة⁽⁹⁾؛ فمقطع

«روبي» (ruby) في اسمه يأتي من أصله الذي هو صبغة حمراء تنتجه سلالة معينة من البكتيريا. جرى اكتشاف هذه الميكروبات التي تقطن التربة في إيطاليا، لذلك يسمى العقار أيضا باسم الأدرياميسين Adriamycin، على اسم البحر الأدرياتيكي. وهو اسم جميل، لكنه مدرج أيضا على القائمة الرسمية للمواد المسرطنة المشتبه فيها. وبالإضافة إلى آثاره الجانبية المسببة للغثيان، فقد يؤدي إلى تقليل عدد كريات الدم البيضاء⁽¹⁰⁾، مما يزيد من قابلية الإصابة بالعدوى. وتمثل أسوأ المضاعفات في احتمال تلف القلب، حيث أشارت تقارير إلى أن ذلك الخطر يزيد⁽¹¹⁾ عندما يجري الجمع بين أدرياميسين وبين الباكليتاكسيل paclitaxel، وهو عقار آخر مثبط للأنقسام الفتيلي كان سيُعطى لنافي. لكن أيا من هذا ليس أسوأ من الموت. جرى عزل الباكليتاكسيل أو تاكسول Taxol أولًا⁽¹²⁾ من لحاء شجر الطقسوس الباسيفيكي، واسم العلمي الطقسوس القصير الأوراق *Taxus brevifolia*. لم يأت هذا الاكتشاف عن طريق المصادفة، لكنه كان نتيجة لبرنامج حكومي للفحص المنهجي لآلاف النباتات لاكتشاف المواد التي تتسم بأنها سامة للخلايا cytotoxic لكن الجسم البشري يمكنه احتمالها - حتى ولو بالكاد. وتلك هي الطبيعة الوحشية للمعالجة الكيميائية.

اشتقت أول العوامل المستخدمة في المعالجة الكيميائية⁽¹³⁾ من غاز الخردل gas mustard، الذي اكتشفت آثاره المضادة للتقتل antimitotic في ضحايا الحرب الكيميائية. إن عقار الموستارجين mustargen، الذي يستخدم في علاج مفهومة هودجكن وأنواع أخرى من السرطان، يطلق عليها أيضا اسم الغردد النيتروجيني، وهو مشمول باتفاقية الأسلحة الكيميائية للعام 1993⁽¹⁴⁾.

يتسم كل ورم بأنه فريد من نوعه، فهو أشبه بنظام بيئي من الخلايا المتنافسة التي تتطور باستمرار، وتتكيف مع التهديدات الجديدة. إن مواجهة السرطان بمزيج من الأدوية المختلفة يزيد من احتمالات قتلها، وقد اتسم الهجوم ذو المحاور الثلاثة في حالة نانسي بكونه شرسا على وجه الخصوص. ظن الأطباء في البداية أن مصدر النسائل السرطانية في جسدها هو سرطانة شبيهة بسرطانة الرحم^(*)، وهو سرطان الرحم الأكثر شيوعا والذي يمتلك معدلًا جيدا جدا لبقاء ضحاياه على قيد الحياة، لكن عندما جاء تقرير ما بعد الجراحة من مختبر الباثولوجيا، صارت القصة أكثر

(*) endometrioid adenocarcinoma.

تعقيداً. ومن بين جميع العقد المقاويم التي جرى استئصالها، بدت اثنان فقط سرطانية، وأشار تقييم الأطباء إلى أن السرطانة الغدية التي اكتُشفت في بطانة الرحم إلى أنها منخفضة الدرجة، مما يعني أن الخلايا لم تخضع لعدد كبير جداً من الطفرات، وأنها ظلت متمايزة بصورة جيدة. كانت لازال في معظمها تشبه خلايا بطانة الرحم، كما كان غزو بطانة الرحم سطحياً. لم يكن أي من ذلك منطقياً: كيف يمكن لسرطان ضعيف الإرادة مثل هذا أن ينتشر بهذه السرعة؟

يبدو أن الإجابة كانت تكمن في سليلة polyp، لا يزيد حجمها على سنتيمتر واحد، والتي جرى استئصالها من أنسجة بطانة الرحم ومن ثم فحصها مختبرياً. كانت تلك الخلايا أقل تماثيلاً بكثير وتشبه ما يسميه الأطباء بالورم المصلي الحليمي^(*)، وهو نوع يوجد كثيراً في سرطان المبيض، وهو واحد من أكثر أنواع السرطان خبائثة. لكن لا الجراح ولا عالم الباثولوجي رأى علامات تدل على وجود السرطان في المبيضين، اللذين أزيلا خلال عملية استئصال الرحم hysterectomy. إن ما سار به مثل هذا التصميم بطول الرباط المستدير وصولاً إلى المنطقة الأربية كان على ما يبدو نوعاً نادراً للغاية من السرطان يسمى سرطانة الرحم المصالية الحليمية^(**). إن النزر اليسير الذي جرى نشره عن هذا الورم لا يمكن أن يكون أكثر تثبيطاً: وكما كتب أحد علماء الأورام «قتل تلك سرطانة الرحم المصالية الحليمية ميلاً⁽¹⁵⁾ إلى الانتشار المبكر داخل البطن وعبر الجهاز اللمفاوي حتى عند قدوم المريضة لأول مرة». وخلافاً لسرطانات المبيض المصالية التي لا يمكن تمييزها عنها هستولوجياً، فإن سرطانة الرحم المصالية الحليمية هي مرض مقاوم للمعالجة الكيميائية chemoresistant منذ بدايته، أما معدلبقاء على قيد الحياة فيبعث على الكآبة، حتى عندما لا تمثل سرطانة الرحم المصالية الحليمية سوى مكون ضئيل... ويمكن أن يحدث الانتشار الواسع النطاق للنقاتل والوفاة حتى في تلك الحالات التي يكون الورم فيها مقتضاً على بطانة الرحم أو على سلسلة في بطانة الرحم. وبالتالي، فإن هذا التصخيص الجديد، وهو «سرطانة غدية مختلطة مع مناطق من النوع الحليمي المتوسط الدرجة»، لم يكن واضحاً تماماً. كانت الخلايا الموجودة في العقيدة تفتقر إلى واحدة من الخصائص المميزة المألوفة - وهي النتوءات الصغيرة

(*) papillary serous tumor.

(**) uterine papillary serous carcinoma.

أو الحلمات التي يطلق عليها علماء الباثولوجيا اسم السعفات الحليمية (papillary) (fronds). ولأن كل نوع من السرطان يختلف عن الآخر، فقد كانت سرطانة الرحم المصلية الحليمية هي التصنيف الأقرب احتمالاً هنا.

وعندما نظرت إلى السجلات الطبية بعد ذلك بسنوات، وجدت أن هناك تلميحاً إلى سرطانة الرحم المصلية الحليمية، أو شيء يشبهها، منذ البداية تقريباً - ثمّة جملة في أول تقرير للتقرير المرضي، والتي أشارت إلى أن الخلايا التي جرى فحصها بعد ظهور الورم مباشرةً ممتلك «بنية حليمية مجهرية». وحتى لو كان الأطباء اشتبهوا من هذه الملاحظة بأن سرطانة الرحم المصلية الحليمية كانت أحد الاحتمالات، فهم لم يخبرونا بذلك. كان من الغريب معرفة إن هذا هو الورم الخبيث الذي ينمو بداخله، فسرطانة الرحم المصلية الحليمية هي عادةً سرطان يصيب النساء الأكبر سنًا والأنحف جسداً منها⁽¹⁶⁾، والذي يصيبهن بعد فترة طويلة من بلوغ سن الإياس، كما يشيع بصفة خاصة بين الأمريكيات ذوات الأصول الأفريقية. ليس من المعتقد أن يكون الورم مرتبطاً بزيادة التعرض لهرمون الإستروجين ومسألة عدم إنجاب أطفال، فكما ذكر اثنان من المؤلفين صراحةً «لا توجد عوامل خطر للإصابة به»⁽¹⁷⁾. ووفقاً لما ورد في إحدى المقالات، فإن عدداً قليلاً لا يتجاوز 5 إلى 10 في المائة⁽¹⁸⁾ من النساء اللاتي يصبّن بالمرحلة الرابعة من سرطانة الرحم المصلية الحليمية، وهو ما كانت عليه نانسي، يبقين على قيد الحياة بعد خمس سنوات.

وبعد أن قرأت التشخيص، وجدت مقالاً⁽¹⁹⁾ بعنوان «ليس الوسيط هو الرسالة»، والذي كتبه عالم البيولوجيا التطورية ستيفن جاي غولد (Gould) بعد تشخيصه في سن الأربعين للإصابة بورم [الظهارة] المتوسطة. وهذا السرطان النادر، المرتبط بالposure مادة الأسبستوس، عادةً ما يصيب الأنسجة المحيطة بالرئتين. أما في حالة غولد، فقد كانت الإصابة في الصفاق (peritoneum)، وهو بطانة التجويف البطني. وبمجرد أن تعافي من الجراحة وبدأ المعالجة الكيميائية، بدأ غولد البحث كالمجنون، وسرعان ما اكتشف أن هذا السرطان يعتبر غير قابل للشفاء، وأن متوسط الفترة بين التشخيص والوفاة هي ثمانية أشهر. كان هذا يشير ظاهرياً إلى أنه من المرجح أن يموت في غضون سنة واحدة، لكن غولد بدأ تفريغ الإحصاءات. إن الوسيط

كما أوضح في مقاله، يختلف كثيراً عن المتوسط mean، أو المعدل. وهو نقطة تقع في منتصف الطريق بين مجموعة من الأرقام.

إذا كانت لديك مجموعة من سبعة أشخاص، وأخبرت بأن الطول الوسيط هو 172.7 سم، فأنت تعلم أن ثلاثة من الأشخاص أقصر من هذا الطول وتلائمة منهم أطول قامة. أما ما لا تخبرك به هذه القيمة فهو النهايات الدنيا والقصوى. قد يكون نطاق الأطوال ممطياً، أي يصل إلى التجمع حول الوسيط، لكنك قد تجد أيضاً بعض الأشخاص القصار القامة بشكل غير طبيعي، والذين يقل طولهم عن 152.4 سم، أو أشخاص طوال للغاية، أو أي مزيج من الاثنين، ومع ذلك يظل الطول الوسيط هو 172.7 سم مادام ذلك هو طول الشخص الأوسط في المجموعة.

أما فيما يتعلق بعمر البقاء على قيد الحياة، كما أراد غولد طمانة نفسه، فمن المرجح أن يكون هناك فائض من العمالة أكثر من الأقزام. إن أقل رقم يحتمل أن تجده هو الصفر - أي تشخيص المريض عند الوفاة - لكن أعلى رقم يتسم بطبيعته بكونه غير محدد. وعند رسمه على مخطط بياني تمثل فيه ثمانية أشهر نقطة المنتصف، سيكون التوزيع غير متناظر: متكدساً على الجانب الأيسر بين الصفر والثمانية ولكن ممدود على الجانب الأيمن، بما في ذلك وصول فترات البقاء على قيد الحياة إلى اثنى عشر شهراً، أو أربعة وعشرين شهراً، أو أكثر من ذلك بكثير، وخلال قراءاته عن السرطان، وجد غولد أن هناك بالفعل أشخاصاً بقوا على قيد الحياة سنوات عديدة. وقد طمأن نفسه بأنه يمتلك ما يكفي من الأسباب للاعتقاد بأنه ينتمي إلى ذلك الجانب الأيمن الممتد من ذيل المخطط البياني.

كان الرجل شاباً صحيحاً البدن، وباعتباره أستاذًا بجامعة هارفارد كان لديه وصول إلى أفضل سبل الرعاية الطبية، بما في ذلك علاج تجريبي جديد. وقد كتب قائلاً «يعلم جميع علماء البيولوجيا التطورية⁽²⁰⁾ أن الاختلاف في حد ذاته هو جوهر الطبيعة الوحيد غير القابل للأختزال. إن الاختلاف هو الواقع الراهن، وليس مجموعة من التدابير المعيبة باتجاه نزعة مركزية. ليس المتوسط والوسيط سوى مفهومين تجريديين». وقد انتهت غولد بالفعل عند الطرف القاصي من ذيل المخطط البياني. فقد عاش بعدها مدة تناهز العشرين عاماً، حيث توفي في العام 2002، قبل عام واحد من تشخيص نانسي، بسرطان نقيلي في الرئة قال أطباؤه إنه كان غير ذي

صلة بالورم الأول. بيد أن نانسي لم تكن فكرة مجردة، فقد كانت شابة صحيحة البدن، كما بدا أن أطباءها كانوا من بين الأفضل في مجال تخصصهم، ولذلك تمكنا بهذه الفكرة عندما بدأنا تتلقى المعالجة الكيميائية.

وفي شهر ديسمبر، وقبل الشوط الأول من علاج نانسي، توفي والدها بالسكتة الدماغية التي أعادتها إلى منزل عائلتها في لونغ آيلاند قبل ثلاثة أشهر فقط. لقد أرادت بكل خلية من خلايا جسدها - على حد تعبيرها - أن تعود إلى هناك، لكن الأطباء نصحوها بـالاتّفاف، وبالنّالي فقد شاهدنا شريط فيديو للجنازة بدلاً من ذلك. وعندما أفكّر الآن في تلك الأيام، تذكرت أنها بعد سنة من اكتمال المعالجة الكيميائية والإشعاعية التي خضعت لها، كتبت مقالة قصيرة بعنوان «أدرِياميسين وجسأ البسول لعشية عيد الميلاد».

وكما استهلت مقالها، كان اليوم هو 22 ديسمبر، حيث بدأت من فورها الشوط الثاني مما سيكون سبع جلسات من التسريب الوريدي تستغرق كل منها يومين، بواقع واحدة كل ثلاثة أسابيع. كانت زينة عيد الميلاد معلقة في استراحة قسم المعالجة الكيميائية، وفي مكتب الممرضات كان هناك منزل من خبز الزنجبيل جرى ملؤه في وقت سابق من موسم الأعياد بالحلوي والكعك للمرضى، والذي كان شبه فارغ الآن.

ولجعل الحقن العديدة غير مؤلمة بقدر الإمكان، جرى تركيب منفذ للمعالجة الكيميائية تحت ترقوتها اليمنى - ثمة نقطتان اصطناعية صغيرة تحت جلدنا، غُطيت بخشاء مطاطي من السيليكون يمكن من خلاله إدخال الإبر، والموصل داخليا بقسطرة بلاستيكية مثبتة في أحد أوردتها. ظل هذا الجهاز في مكانه طوال الأشهر القليلة المقبلة حتى اكتمال العلاج.

وعندما رأت واحداً من «مقاعد الدرجة الأولى» شاغراً - وهو كرسي جلدي مريح يتبع رؤية واضحة لجبال سانغري دي كريستو، حيث تنزهنا معاً في كثير من المرات. كانت السماء رمادية اللون، وتتدثر بتساقط ثلوج عيد الميلاد. وعندما استقرت في مجلسها، سحبت كرسيها، ثم بدأت جولة أخرى من الروتين الجديد لحياتنا. جاء أولاً الرذاذ المخدر لإماتة الحس حول المنفذ، ومن ثم الأدوية التمهيدية، والسوائل، ومضادات الغثيان - وكلها استعداداً للحقنة الممتلئة بالدوكسوروبيسين، والذي

«أدرياميسين وحساء البسول لعشية عيد الميلاد»

يعرف أيضا باسم أدرياميسين. كان ذلك يذكرها بمشروب كول - أيد (Kool-Aid) الأحمر، كما كان هو اللون الذي سيتحول إليه بولها. وفي أثناء امتصاص جسدها هذا الذيقان الخلوي (cytotoxin) الأول، كانت تفكر في عشية عيد الميلاد، والتي ستحل بعد يومين فقط، حيث سيأتي إلى منزلنا عدد قليل من الأصدقاء لتناول سلطانية من حساء البسول والتامالي^(*)، وهو أحد تقاليد مدينة سانتافی. وصلت الممرضة بحقنة السيسيباتين، وحاولت نانسي أن تتقبل هذه المواد الكيميائية التي تتدفق عبر هذا الثقب في صدرها باعتبارها هدية، أو جبل إنقاذه، بغض النظر عن مدى كونها مقرفة. حاولت أن تخيل صدمة جميع تلك الخلايا السرطانية التي تنقسم بصورة جنونية عندما يجري فجأة تعطيل حمضها النووي (الدنا DNA) - جميع الأفكار المبهجة حول طوفان من الموت المبرم لخلايا الورم.

احتاج الأمر إلى البقاء مدة أربع ساعات في هذه الغرفة لكي يجري إعطاء الأدوية المقررة لذلك اليوم. وبعد ذلك، عدنا بالسيارة إلى البيت لقضاء الليل والعودة في اليوم التالي لأخذ عقار الباكليتاكسيل، والذي يحتاج إلى أربع ساعات أخرى من الجلوس. في وقت متأخر من بعد الظهر عندما اقتربت الممرضة وهي تحمل جرعة من عقار نيولاستا (Neulasta)، الذي يحفز نخاع العظم لاستبدال خلايا الدم البيضاء التي تقتلها المعالجة الكيميائية، علمنا أنها أكملت الشوط الثاني من دورة العلاج. كانت أمامها ثلاثة أسابيع للتعافي قبل العودة مرة أخرى.

كانت الليالي الأولى من هذه الفترات الفاصلة هي أصعبها. كانت تستيقظ في الظلام، وتسلل أحياناً بهدوء شديد لدرجة أنني لم أكن أسمعها وهي تنهم للذهب إلى الحمام. وفي صباح أحد الأيام، أخبرتني بأنها شعرت بالضعف لدرجة أنها استلقت على بساط الحمام لفترة طويلة قبل أن تعود إلى الفراش. لماذا لم تناذني، وكيف ظللت نائماً طوال ذلك الوقت؟ قرأت بعد ذلك بسنوات أنه بسبب التأثيرات السامة للأدوية المعالجة الكيميائية، ينصح أفراد الأسرة بالنوم في غرفة منفصلة وبعد مشاركة الحمام مع المرضى. لم نكن نعرف ذلك، ولا أعتقد أنني كنت سأهتم لو علمت.

(*) Tamale: طبق حار من النعج المفروم الملفوف بعجين مطبوخ بالبخار ومغطى بأوراق الموز أو الأفوكادو يقدم مع حساء البسول Posole المكون من دقيق الذرة ومكونات أخرى مثل اللحم والدواجن والخضار (المطبخ المكسيكي). (المترجم).

وفي وقت مبكر من عشية عيد الميلاد، شعرت نانسي بأنها أفضل قليلاً، وقبل وصول ضيوفنا غادرنا منزلنا للسير عبر الشوارع المظلمة وغير المعبدة التي تحفها فوانيس الفاروليتو (farolitos) التقليدية الصغيرة المصنوعة من أكياس الورق، والرمال، والشمعون. وتقول الأسطورة إنها تضيء الطريق أمام الطفل يسوع. توقفنا عند واحد من المشاعل، والتي تعرف بأضواء عيد الميلاد (luminarias)، لتدفعنا أيدينا وأرجلنا. كانت تشعر بالألم في عظامها بسبب عقار النيولات. وقد تجنبنا السير في طريق كانيون، والذي بدأ يزدحم بالفعل، وظللنا في الشوارع الجانبيّة. عندما وصلنا إلى أسيكيا مادري، وهو الزقاق الضيق الذي يمتد بطول قناة الري القديمة للمدينة، وصلنا إلى شيء لم نشاهده من قبل مطلقاً. داخل فناء المدرسة، كان هناك رجل يطلق فوانيس الفاروليتو الطائرة - وهي باللونات من المندلّيل الورقية تضيّتها الشمعون، التي تصعد إلى أعلى ثم تضحي بنفسها مشتعلة في السماء. كنت تقليدياً بما يكفي لأن أشعر بأن هذه اللمسة العصرية تمثل تطفلاً. كان في وسعي أن أعتمد على نانسي لرؤيتها شيء جيد في ذلك.

اقتربنا من ذلك الساحر، وشاهدنا التجمّع، وإذا بضوء يطفو إلى أعلى فجأة كبالون صغير يطير بالهواء الساخن. مدهش! ظللنا نتابعه حتى يصعد الضوء إلى ما يتجاوز مدى البصر، وبعد ذلك نشاهد باللون آخر. كان من المستحيل على أي شخص يقترب ألا يشاهد مسار الضوء هذا.

كان ضيوفنا سيصلون في غضون ساعة واحدة. فجأة، صرت أتحرق شوقاً لإشعال النار في منزلنا، وتناول الطعام وزيارة الأصدقاء. صعدنا التل المؤدي إلى المنزل. وفي السماء، رأيت ضوءاً ساطعاً في السماء - ما هذا؟ إنه يتحرك مبتعداً عن بيته. ماذا عساه أن يكون؟ واصل فانوس الفاروليتو تحلقه للأعلى، وهو يستطيع بضوء وهاج بدا كما لو أنه لن يختف أبداً. ظلت أراقبه، وكانت أعلم أن والدي يمكنه أن يراه أيضاً.

مرت ثلاثة أسابيع - لا أتذكر أنني فعلت أي شيء للاحتفال بالعام الجديد - وبالتالي فقد عدنا إلى المعالجة الكيميائية مرة أخرى. كيف يتحول ما لا يمكن تصوره إلى أمر روتيني مثل هذه السرعة. وعلى رغم تقبّلها الكامل لهذه الضررية العشوائية لحياتها وامتنانها تجاه الأطباء، تشकّلت نانسي في كل شيء، وكانت بجوارها المساعدة في البحث. هل يجب أن تجري معالجتها بالتوبوتican⁽²¹⁾؟

كانت قد قرأت أن هذا العقار قد استُخدم في علاج السرطانة المصلية الحليمية وأن معدلات الاستجابة لكل من الدوكسوروبيسين والسيسبلاتين أقل من المرغوب فيه. أم أن إضافة عقار الباكليتاكسيل من شأنها أن تقلب الموازين؟ أجاب الجراح بسرعة (كان هو وطبيب الأورام قد أعطيانا عنوان البريد الإلكتروني الخاصة بهما قائلاً: إن توليفة السيسبلاتين / أدریامیسین هي الأفضل من دون شك». وأرفق برسالته ملخصات لثلاث ورقات⁽²²⁾ بحثية من مجلة علم الأورام السريري ومجلة علم الأورام النسائية للمقارنة بينها. فكرت في التقرير الجراحي الذي كتبه - الذي كان واضحاً، ودقيقاً، ومتناولاً. كان هذان من الأطباء الذين يتبعون أحدث الأبحاث ويعبرون عن أنفسهم ببلاقة وبشكل مقنع.

وفي أحد الأيام، أعطانا طبيب الأورام المعالج لنانسي ورقة بحثية⁽²³⁾ نشرت قبل بضعة أشهر فقط، بعنوان «فرط تعبير الجين HER2/neu: هل جرى الكشف عن كعب أخيل السرطانة المصلية الحليمية في الرحم؟» كان HER2/neu هذا هو جين يشفر للمستقبلات التي تستجيب لعوامل النمو البشرية»⁽²⁴⁾ في بني الإنسان - وهي جزيئات الإشارة التي تحفز الانقسام الفتيلي - عادة ما يسمى الجين HER2 فقط. تمتلك بعض خلايا سرطان الثدي عدداً كبيراً من نسخ هذا الجين؛ فبدلاً من نسختين اثنتين، واحدة من كل من الوالدين، يوجد خمسون أو مائة منها، ويصبح غشاء الخلية متخماً بالمستقبلات. يعد وجود عشرات الآلاف من المستقبلات أمراً طبيعياً، وبالتالي فإن خليعة سرطان الثدي الإيجابية للجين HER2⁽²⁵⁾ قد تحتوي على مليوني مستقبلة. ومن خلال الاستجابة المفرطة للإشارات المحفزة للنمو، تتكاثر الخلايا بتصميم مجنون. ثمة عقار يطلق عليه اسم هيرسيبتين Herceptin⁽²⁶⁾، والذي جرى تصميمه للبحث عن المستقبلات وتثبيطها في سرطان الثدي، وربما في غيره من أنواع السرطان أيضاً.

وعلى الرغم من كونها أكثر دقة من القوة الغاشمة للمعالجة الكيميائية، فإن هذه «العلاجات المستهدفة» الجديدة لم تكن دائماً محددة الهدف كما تبدو عليه. كان لا يزال هناك إضرار غير مرغوب فيه بالخلايا السليمة، وكما هي الحال في الأدوية الأخرى، يطور السرطان الترتيبات والاستراتيجيات المضادة، والطفرات التي تمنحه مقاومة ضدها. ولكن بالنظر إلى ما كنا نسمعه، فإن الاحتمالية الموصوفة في

الدراسة الجديدة بدت لنا كأخبار واعدة بصورة استثنائية. وجد المؤلف أن كثيراً من خلايا سرطانة الرحم المصلية الحليمية تفرط بدورها في تعبير الجين HER2 - حتى بصورة أكثر مما يفعل سرطان الثدي - وأنها تتلاشى في وجود الهيرسيتین، لم يكن المؤلف يشير إلى نتائج موفقة جرى التوصل إليها في عيادة سريرية - بل تحققت هذه التجارب في المختبر - لكن سبيلا آخر قد انفتح أمامنا. وبينس السرعة، فقد أغلق مجدداً طلب الأطباء إجراء اختبار تشخيصي على خلايا نانسي السرطانية، لكن النتيجة كانت سلبية، فقد كانت مستويات الجين HER2 في جسدها طبيعية. لم يعد الهيرسيتین خياراً مطروحاً أمامنا، لكننا تساءلنا عن الاحتمالات الأخرى التي قد تكون متاحة، أي النتائج البحثية الأحدث من أن تظهر في المجالات العلمية.

وقد ساعدنا في البحث بعض زملائي الذين يكتبون مقالات عن العلوم والصحة في صحيفة «نيويورك تايمز» - ساندرا بلوكسلி Blakeslee، ودينيس غرادي Grady، وجين برودي Brody، ولورانس ألتمان Altman، وهو طبيب قرر في وقت مبكر من حياته العملية أن يكتب عن الطب بدلاً من أن يمارسه. كان ألتمان هو المراسل الصحافي الذي يجري الاتصال به من قبل الصحيفة عند الحاجة إلى مقالة تشرح أي مرض يصيب رئيس الولايات المتحدة (وقد ورد اسمه في حلقة من مسلسل الجنادح الغربي The West Wing⁽²⁷⁾ عندما عقد الرئيس الخيالي [برتلت] مؤتمراً صحافياً حول إصابته بمرض التصلب المتعدد MS). عندما قررنا طلب رأي خارجي، وبالتحديد من مركز إم دي أندرسون للسرطان في هيوستن، أرسل ألتمان رسالة عبر البريد الإلكتروني إلى جون مندلسون Mendelsohn، رئيس المركز، ومن ثم تحدد لنا موعد في الأسبوع الأخير من شهر يناير. كنا أوفر حظاً من معظم الناس من نواحٍ عديدة.

من الصعب على أي شخص مصاب بالسرطان أن يقاوم جاذبية مركز أندرسون. كان شعار المركز هو «نجعل السرطان تاريخاً»، وسرعان ما وصلتنا حزمة رائعة من المعلومات. كان الكتب الكبير المزدان بصور لأطباء ومرضى مبتسدين يصف المدى الذي يمكن مركز أندرسون أن يتجاوز به توقعاتك من المستشفى المحلي. ومن خلال مكتب علاقات النزلاء المرضى وخدمات سفر المرضى، يمكن للمرء أن يعجز تذاكر الطيران بأسعار مخفضة مع عدم فرض غرامات على إجراء تغييرات في اللحظة

الأخيرة. كان هناك بباب مخصص، وكانت الغرف الفندقية متاحة في قلب المركز، في دار جيسي هـ جونز التابع لجمعية الروتاري الدولية. كانت الغرائط وترخيص وقوف السيارات متضمنة في مغلق يحتوي على تعليمات بخصوص التجوال عبر الحرم الواسع لمركز أندرسون. جرت طمأنة المرضى بالقول: «لا تنزعجوا من حجمنا الهائل»؛ «نحن هنا لإرشادك في رحلتك عبر ممرات مركزنا».

يوجد هناك مركز للتعلم يضم العديد من الكتب وأشرطة الفيديو المرجعية الطبية، ومكتبة ملواح الترفيه إذا كنت تفضل قراءة رواية جيدة. وبالإضافة إلى ذلك، فقد كانت هناك غرفة للهوايات اليدوية، وغرفة للموسيقى / الألعاب. يأتى الناس إلى مركز أندرسون لأنه يدير واحداً من أكبر مراكز البحوث وأكثُرها احتراماً في العالم. وإذا كانت هناك معلومات جديدة يمكن معرفتها عن سرطانة الرحم المصيلية الحليمية أو عن تجارب العلاجات التجريبية لها، فمن المؤكد أن أطباء مركز أندرسون على علم بها.

في عشية وصولنا، تناولنا عشاء ماسخاً لكنه ربما كان صحياً في مطعم دار الروتاري، ثم عدنا إلى الغرفة لانتظار الصباح. كانت شاشة التلفاز تعرض قناة أندرسون الخاصة، وعندما ضبطنا البث عليها، كانت تذيع تدريبات عن التأمل والتصور: أغمض عينيك وتغيل الضوء الذهبي للصحة وهو يتدفق عبر جسدك. لم يكن الأمر يبدو علمياً تماماً، ولكن أي شيء من شأنه تخفيف الإجهاد لا يمكن إلا أن يكون جيداً. وفي وقت مبكر من صباح اليوم التالي، توجهنا إلى موعدنا مع أستاذ في الأورام النسائية، وهو واحد من أكبر وأهم العلماء في هذا المجال، والذي يشغل أيضاً منصب المساعد الخاص لرئيس مركز السرطان. وبحلول ذلك الوقت، كانت نانسي قد سقط عنها كل شعرها البني الكثيف، لكنها بدت جميلة في وساحها كما كانت دائماً. ثمة مريضة أخرى، كانت جديدة على مرض السرطان، جاءت لتسأل عما سيبدو عليه شكلها عندما يسقط شعرها. هل سيحدث ذلك مرة واحدة أم تدريجياً؟ بيد أنها سرعان ما ستشعر بالقلق إزاء أمور أخرى.

كان قد جرى مسبقاً إرسال السجلات الطبية والشرايين المجهرية من نيو مكسيكو، كما كان الطبيب قد اطلع على التقارير الجراحية والباثولوجية وعلى

بروتوكول المعالجة الكيميائية. وكما قال «سرطانة الرحم المصلية الحليمية - يا له من ورم صعب امراض». توجهت نانسي لإجراء فحص طبي سريع، وعندما عادت مع الطبيب جلسنا جميعاً في مكتبه. وافق الطبيب على كل ما فعله أطباء الأورام في سانتافي، قائلاً إن هذا بالتحديد ما كانوا سيفعلونه في مركز أندرسون، وأضاف: «إنك تحصلين على أحدث سبل الرعاية المتوفرة». غادرنا المبنى ونحن نشعر بالارتياح، وكذلك بقليل من خيبة الأمل. كانت موافقتها على العلاج مطمئنة، لكننا كنا نأمل أن ينعم علينا بعض الحقائق المختبرية الجديدة، أو بأخبار عن تجربة سريرية واحدة، أو أي نوع من سحر مركز أندرسون.

ومع احتياجنا إلى أنشطة نشغل بها ما تبقى من اليوم، قمنا بجولة في مركز ليندون ب. جونسون للفضاء في جنوب وسط هيوستن وشاهدنا مركز التحكم القديم للبعثات الفضائية، والذي كان مركز عمليات المركبة الفضائية أبوابو 11 [Apollo 11] عندما سار أول إنسان على سطح القمر. كان كل شيء يبدو ممكناً في ذلك الوقت. وعندما عدنا إلى المدينة، زرنا كنيسة روثوك^(*). قبل ذلك بسنوات، عندما كنا نعيش في نيويورك، كان مارك روثوك Rothko وجاكسون بولوك Pollockاثنين من فنانينا المفضلين في متحف الفن الحديث. كانت لوحات بولوك التي رسمها بطريقة التقليط دائماً ما تتركنيأشعر وكأنني أصدق في الأنشطة المحمومة للدماغ البشري - أي الأفكار وهي تحلق وتلتمع في حركات تتراجع بين النظام والفوضى. كانت رسوم بولوك تثيرني، في حين أن روثوك، مع كله الضبابية الكبيرة من الألوان، كان يمنعني شعوراً بالسكونية. وفي داخل الكنيسة الصغيرة ذات الشكل الشمالي الأضلاع، وصل روثوك بهذا الصفاء إلى حد التطرف: ثمانية جدران من اللوحات السوداء الهائلة. ظللنا ننعم النظر إليها في محاولة للعنور على أحاط محددة، أو على بعض المعاني الخفية.

الغوص في أعماق الخلية السرطانية

نادراً ما تكون الأشياء بالبساطة التي تبدو عليها، كما أن ما يبدو معقداً قد لا يعود كونه مجرد ت漪يجات على سطح بحر ليس له قرار. إن آليات الخبائثة التي صرت معتاداً عليها ببطء - حيث تتعرض خلية واحدة لطفرة وراء طفرة حتى تنزلق في أخدود السرطان - وُصفت بدقة^(١) من قبل اثنين من العلماء، دوغلاس هاناهاان Hanahan وروبرت فينبرغ Weinberg، في مؤلف شامل نشر في العام 2000 بعنوان «السمات المميزة للسرطان». يتسم المؤلفان بكونهما باحثين محترمين. أما فينبرغ، وهو رائد في اكتشاف أوائل الجينات الوريمية ومتىطنات الأورام، فسيوجد على قائمة أبرز المفكرين وأكثريهم أصلالة في مجال تخصصه. ترجع الفكرة القاتلة بأن السرطان يحدث نتيجة لترانكم الطفرات في خلية طبيعية إلى عقود من الزمن^(٢)، لكن هاناهاان وفينبرغ

مان السرطان مرض متعدد بالمعلومات، وبالإشارات الغلوية المخططة. لدينا الآن عالم آخر يجب استكشافه»

هـما من دمـجا تلك الكـتلة المـتناميـة من النـتائج المـختـبـرـية والأفـكار النـظـرـيـة إـلـى سـتـ خـصـائـص يـجـب أـن تـكـتبـها الخـلـيـة السـرـطـانـيـة خـلـال تـطـوـرـها، فـي نـسـخـتـها الفـوـضـوـيـة من التـطـوـر الدـارـوـيـيـ، إـلـى الـكـاـنـنـ الـذـي سـيـشـارـ إـلـيـه باـسـمـ الـوـرـمـ. يـجـبـ عـلـىـ تـلـكـ الخـلـيـة أـن تـكـتبـ الـقـدـرـةـ عـلـىـ تـحـفـيـزـ فـوـهـاـ هـيـ، وـأـنـ تـجـاهـلـ الإـشـارـاتـ الـتـيـ تـحـثـهـاـ عـلـىـ إـلـيـاطـاءـ. وـهـنـاـ يـأـتـيـ دـورـ الـعـيـنـاتـ الـوـرـمـيـةـ وـمـثـبـطـاتـ الـأـوـرـامـ. يـجـبـ عـلـيـهـاـ أـنـ تـتـعـلـمـ كـيـفـ تـتـحـاـيلـ عـلـىـ الـخـطـ الدـفـاعـيـ الـمـتـمـثـلـ فـيـ الـمـوـتـ الـخـلـويـ الـمـبـرـجـ وـأـنـ تـهـزـمـ الـعـدـادـاتـ الدـاخـلـيـةـ. أـيـ الـقـسـيـمـاتـ الـطـرفـيـةـ telomeresـ -ـ الـتـيـ تـقـيـدـ عـادـةـ عـدـدـ الـمـرـاتـ الـتـيـ يـسـمـحـ فـيـهـاـ لـلـخـلـيـةـ بـالـانـقـسـامـ. وـيـجـبـ أـنـ تـتـعـلـمـ اـسـتـهـلاـلـ عـمـلـيـةـ تـولـدـ الـأـوـعـيـةـ angiogenesisـ -ـ أـيـ إـنـيـاتـ أوـعـيـتـهاـ الـدـمـوـيـةـ الـخـاصـةـ -ـ وـأـخـيرـاـ أـنـ تـلـتـهمـ الـأـنـسـحةـ الـمـحـسـطـةـ بـهـاـ وـتـسـتـ الـنـقـائـلـ.

وبعد أكثر من عقد من الزمان على صدورها، لاتزال «السمات المميزة» هي أكثر الأوراق العلمية استشهاداً في تاريخ المجلة المرموقة «الخلية» (Cell)، والذي يعادل القول بأنها قد تكون الورقة العلمية المنفردة الأكثر تأثيراً في بيولوجيا السرطان. وفيما يُعرف باسم نظرية الخلية الوحيدة النسلية^(*) (يُطلق على الخلية المنقسمة والشجرة المتفرعة من نسلها اسم النسلية clone)، فإن الصورة التي وُصفت في ورقة «السمات المميزة» لاتزال تمثل النموذج السائد، مثل نظرية الانفجار الكبير في علم الكونيات (الكونزمولوجيا). بدأ الخلق بشيء مفرد - ثم نقطة بدائية من الكثلة والطاقة - والذي تضخم لتشكيل الكون. وكذلك يبدأ السرطان بخلية مارقة renegade cell وحيدة - وقد شاع هذا المصطلح بفضل فينبرغ - والتي تتسع لتشكيل ورم. وفي ظل هذا المخطط الأولي، تطلع الباحثان إلى تحقيق نهضة في

منذ عدة عقود⁽³⁾، كان بوسعنا التنبؤ بدقة بسلوك الدوائر الإلكترونية المتكاملة من حيث الأجزاء المكونة لها - مكوناتها المتربطة، وكل منها مسؤول عن أكتساب، ومعالجة، وبيث الإشارات وفقاً لمجموعة من القواعد المحددة بدقة. وبعد عقدين من الآن، وبعد أن نكون قد تمكنا من إعداد الرسوم البيانية الكاملة

(*) monoclonal theory.

لشبكة الأسلام المتعلقة بجمع مسارات الإشارات الخلوية، سيصير بالإمكان إعداد مخطط كامل «للدواائر المتكاملة الخلوية»... وفي ظل الوضوح الشمولي للأليه، سيصبح مآل prognosis وعلاج السرطان علماً عقلانياً، وهو الأمر الذي لا يدركه الأطباء الممارسوون حالياً... إننا نتربّب ظهور أدوية مضادة للسرطان تستهدف جميع القدرات الأساسية المميزة له.... وذات يوم، تتصور أن بيولوجيا وعلاج السرطان - والتي تتّألف في الوقت الحاضر من مزيج متنافر من بيولوجيا الخلية، وعلم الوراثة، والباتيولوجية النسيجية، والكيمياء العضوية وعلم المناعة، وعلم الأدوية - ستتحول إلى علم ذي بنية مفاهيمية ومقاسك منطقى ينافسان ما قتلهما الكيمياء أو الفيزياء.

فيزياء للسرطان! خلال العقد ونيف الذي انقضى منذ إصدار هذا التنبؤ غير المتحقق، واصل العلماء اكتشاف طبقات جديدة كاملة من التعقيدات. داخل الرقاقة البيولوجية، التي تسمى الخلية، توجد مكونات بداخل مكونات ووصلات هي من الكثافة والرسوخة بحيث يبدو من المستحيل أحياناً فصل بعضها عن بعض. وإذا انتقلنا صعوداً إلى مستوى أعلى، فلا يمكن أن نفهم ما يدور بداخل الخلايا السرطانية بشكل كامل من دون التفكّر في مكانها ضمن شبكة الاتصالات المعقدة للخلايا الأخرى. وبحلول الوقت الذي جرى فيه نشر ورقة «السمات المميزة»، كان العلماء يكتشفون بالفعل أن الأورام ليست كتلة متجانسة من الخلايا الخبيثة - وأنها تحتوي أيضاً على خلايا سليمة تساعده في إنتاج البروتينات التي يحتاج إليها الورم لكي يتّوسع ويهاجم الأنسجة ومن ثم الوصول إلى تيار الدم. وقد صار هذا النظام البيئي الشاذ يُعرف باسم البيئة المكرورة للسرطان cancer microenvironment، والذي تكرّس مؤخرات ومجلات بأكملها لفهمه.

وما زاد الأمور تعقيداً كان الإدراك التدريجي لأن التغيرات الوراثية التي يمكن أن تؤدي إلى السرطان لا تحدث بالضرورة من خلال الطفرات⁽⁴⁾ - المتمثلة في عمليات حذف، أو إضافة، أو إعادة ترتيب حروف النوكليوتيدات في دنا DNA الخلية. من الممكن تغيير الرسالة بطرق أكثر دهاء. فكر في ما يحدث خلال النماء الطبيعي: تحمل كل خلية في الجنين الدنا الموروث من والديها. أي التعليمات الجينية التي يحتاج إليها الجسم لتصنيع أجزاءه العديدة. ومع انقسام الخلايا وتقسيماتها، يبقى

السيناريو بأكمله سليما، لكن عددا قليلا فقط من الجينات يُفعّل لإنتاج البروتينات التي تمنح الخلية الجلدية أو خلية الكلي هويتها الفريدة. حتى الآن، لا يعود الأمر كونه علم البيولوجيا المأمول. أما الأمر الذي لم يدر في مخيلتي فهو أنه مع تكاثر الخلية، فلا بد لها من ثبيت هذا الترتيب كما هو ومن ثم نقله إلى ذريتها.

ظل العلماء يجمعون أجزاء صورة تقريبية للكيفية التي تجري بها هذه العملية. يمكن للعلامات الجزيئية أن ترتبط بأحد الجينات بطريقة تجعله معطلا بصفة مستديمة - ومن ثم يصير غير قادر على التعبير عن رسالته الجينية. (هذه العلامات *tags* هي مجموعات الميثيل، لذلك يُطلق على هذه العملية اسم *methylation*). يمكن أيضا تعزيز الجينات أو تثبيتها بتشويه شكل الجينوم. في الصورة التقليدية، تطفو اللفائف المتشابكة من الدنا برشاقة مثل قناديل البحر في عزلة منفردة. غير أن الفوضى التي تسود الخلية يلتقط الطاقان الحلوانيان حول مجموعات من البروتينات المعروفة باسم *histones*. يمكن لمجموعات الميثيل وغيرها من الجزيئات أن ترتبط بالحلزوны نفسه أو بضميمه البروتيني، ومن ثم تسبب انحراف المركب بأكمله. وفي أثناء حدوث ذلك، تكتشف بعض الجينات ويُعجب بعضها الآخر. إن التعديلات من هذا النوع، التي تؤدي إلى تغيير وظيفة الخلية في حين ترك الدنا سالمة بخلاف ذلك، تسمى فوججينية، أو فوججينية *epigenetic*. اشتُقَتُ الساقبة «فوق» [epi-] من الإغريقية، ويمكن أن تعني «أعلى»، أو «فوق»، أو «على». ومثلاً تمتلك الخلية جينوما، فهي تمتلك أيضا فوجينوم *-epigenome* وهو طبقة من البرامجيات التي تعلو أجهزة الدنا. ومثل الجينوم نفسه، يجري حفظ الفوجينوم ومن ثم نقله إلى الخلايا الوليدة.

وما يشير إليه كل هذا هو أن السرطان قد لا يعود كونه مسألة تتعلق بجينات معطلة. إن الأضطرابات التي تعتري خلية ما - بفعل المسرطفات أو النظام الغذائي، أو حتى التوتر - قد تُعيد ترتيب العلامات الفوججينية من دون أي طفرات مباشرة في الدنا. لنفترض أن مجموعة الميثيل تقوم عادة بكبح تعبير جين ورمي واحد - والذي يحفّز الانقسام الخلوي. فعند إزالة العلامة، قد تبدأ الخلية في الانقسام بصورة جنونية. ومن الناحية الأخرى، فإن إنتاج عدد كبير للغاية من العلامات قد يثبط أحد الجينات الكابحة للأورام، والذي يكبح في الحالة الطبيعية جماح الانقسام الفتيلي.

الغوص في أعماق الخلية السرطانية

وعندما تصير حُرّة في أن تتكاثر كما تشاء، تكون الخلية عرضة لعدد أكبر من أخطاء النسخ. وبالتالي فمن شأن التغيرات الفوجينية أن تؤدي إلى تغيرات جينية - ومن المعقول أن تؤثر هذه التغيرات الجينية في عملية المَثِيلَة، ما يعرض مزيداً من التغيرات الفوجينية... وهلم جرا.

وفيما وراء المختبر، يوجه الحماس لهذا السيناريو كل من الأمل والخوف. قد يوفر علم الفوجينات epigenetics وسيلة تستخدمنها مادة ما لتعمل كمادة مسرطنة على الرغم من أنه قد ثبت أنها غير قادرة على تعطيل الدنا. لكن على عكس التلف الجيني، فقد تكون هذه التغيرات قابلة للعَكْس (عكوسنة: reversible). ولابد حجم الدور الذي تؤديه الفوجينات غير مؤكّد. ومثل كل ما يحدث في الخلية، فإن عملية المَثِيلَة وتعديل الهرستونات يجري التحكم فيهما من قبل الجينات - والتي وجد أنها تعرّض للطفرات في أنواع مختلفة من السرطان⁽⁵⁾. قد يكون كل ذلك ناتجاً عن الطفرات في نهاية المطاف. ومن ناحية أخرى، اقترح بعض العلماء أن السرطان يبدأ بالفعل باضطرابات فوجينية⁽⁶⁾، مما يهدى الطريق لحدوث مزيد من التحولات المؤلمة.

بيد أن الأمر الأكثر إزعاجاً هو فكرة مثيرة للجدل تسمى نظرية الخلايا الجذعية السرطانية⁽⁷⁾. وفي الجنين النامي، يطلق اسم الخلايا الجذعية stem cells على الخلايا التي تمتلك القدرة على تجديد نفسها إلى ما لا نهاية. فهي خالدة جوهرياً - حيث تنقسم وتنقسم وفي الوقت نفسه تظل في حالة غير متمايزة. وهي تمثل عوامل للإمكانية الخالصة pure potentiality؛ فعندما تكون هناك حاجة إلى نوع معين من الأنسجة، تُفعّل الجينات بنمط محدد ومن ثم تتحول الخلايا الجذعية إلى خلايا متخصصة ذات هويات محددة. وبمجرد أن يكتمل نمو الجنين إلى كائن حي، تؤدي الخلايا الجذعية البالغة دوراً مماثلاً، حيث تقف على أبوة الاستعداد للتمايز واستبدال الخلايا التي تتلف أو تصل إلى نهاية فترة حياتها. وباعتبار أن الأنسجة السليمة تنشأ من مجموعة صغيرة من هذه الأسلاف القوية، فلماذا لا ينطبق الأمر نفسه على بعض الأورام؟ سيمثل هذا انحرافاً غير متوقع عن وجهة النظر التقليدية التي تقول بأن أي خلية سرطانية تكتسب التوليفة المناسبة من الطفرات تصير قادرة على توليد أورام جديدة.

لتخيل، بدلاً من ذلك، أن ما يوجه فهو وانتشار السرطان هو جزء من خلايا خاصة، والتي صارت بطريقة ما تحظى بخاصية جوهرية تسمى «التجدد» stemness. ومثلاً ما تقوم الخلايا الجذعية العادبة بتوليد الجلد، والعظم، والأنسجة الأخرى، فبوسع الخلايا الجذعية السرطانية أن تولد مجموعة متنوعة من الخلايا التي تشكل بقية الورم، غير أن الخلايا الجذعية السرطانية هي وحدها التي تمتلك القدرة على التكاثر إلى ما لا نهاية، وأن تبث النقال، وتُنبت أوراماً خبيثة أخرى. كم سيسهل هذا من مهمة أطباء الأورام. ربما تفشل أدوية المعالجة الكيميائية لأنها تُبقي على الخلايا الجذعية السرطانية، وبالتالي فإن التخلص من هذه العوامل البالغة الأهمية سيؤدي إلى انهيار الورم الخبيث.

تمثل هذه إمكانية واعدة، لكنني كلما تعمقت في هذا الموضوع بدا الأمر أكثر إرباكاً⁽⁸⁾. هل تؤدي الخلايا الأخرى في الورم وظائف، مثل تولد الأوعية الدموية، والتي من شأنها أن تساعد في دعمبقاء الورم الخبيث؟ أم إنها مجرد مواد حشو؟ وكذلك فمن أين تأتي الخلايا الجذعية السرطانية؟ وهل تبدأ حياتها كخلايا جذعية عادبة (مثل تلك التي تولد الجلد) والتي تعرضت للتلف بفعل الطفرات؟ أم إنها خلايا جذعية جنينية ظلت على حالها حتى مرحلة البلوغ ومن ثم جن جنونها؟ أم إنها، مثل الخلايا الأخرى التي تتصارع للحصول على موطن قدم بداخل الورم، نشأت بدورها عن طريق الاختلاف والانتقاء العشوائي؟ ربما بدأت هذه الخلايا التامة القوة كخلايا ورمية «عادبة» ومن ثم تخلصت من هويتها ونكست⁽⁹⁾ إلى هذا النموذج البدائي. تشير بعض التجارب إلى أنه في خضم الانضطراب الهادر بداخل الورم، تقوم الخلايا على الدوام بتبدل هويتها بين الخلايا التي تمتلك خصائص شبيهة بالخلايا الجذعية وتلك التي تفتقر إليها. وفي معرض سعيي الحيث إلى وضع كل هذا ضمن الصورة الكبيرة، شعرت بالارتياح عندما وجدت لدى الباحثين ارتباكاً يشبهه ارتباكي. كان بعض العلماء مقتنعاً بأن هذه الفرضية تمثل موجة المستقبل⁽¹⁰⁾، فيما رأى البعض الآخر أنها محدودة الأهمية - مجرد حاشية للنظرية الأصلية. ومهما كان ما ينتهي إليه كل ذلك، فإن المنظور المست Flatten للسرطان كعملية داروينية - والتي نشأت مثل الحياة نفسها من خلال الاختلاف والانتقاء العشوائي - يظل راسخاً إلى حد كبير.

لكنني، باعتباري دخيلاً يحاول فهم جوهر السرطان، شعرت بالرهبة من احتمال وجود مزيد من التعقيدات.

إن المكان الأمثل لفهم النطاق الكامل لما يحدث على تخوم عالم السرطان هو الاجتماع السنوي⁽¹¹⁾ للجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان، وهو الأكبر والأهم من نوعه في العام. انعقد المؤتمر في بواكيير أحد فصول الريبع في مدينة أورلاندو بولاية فلوريدا، ولأنني غيرت طائري في أتلانتا، فقد كنت أرى بالفعل تأثير التموج. كان العلماء الشبان يهربون عبر أروقة المطار وهم يحملون أنايبس طويلة من الورق المقوى لعمایة ملصقاتهم *posters*; وكل منها، عند نشرها، تصف قطعة صغيرة من اللجز المتنامي. وإنما، فقد اجتمع في أورلاندو أكثر من 16 ألفاً من العلماء⁽¹²⁾ وغيرهم من المتخصصين من سبعة وستين بلداً، حيث يُقدّم أكثر من ستة آلاف ورقة علمية جديدة. في صورة جلسات لعرض الملصقات وندوات نقاشية - على مدى خمسة أيام. كان هناك قليل مما يشتت الانتباه، فمركز المؤتمرات الهائل في أورلاندو وضواحيها يشكّل عالماً منعزلاً من الفنادق وسلسل المطاعم، وقاعات الاجتماعات، وهو ما يشبه نسخة مملة من لاس فيغاس. وبداخل هذه الفقاعة المكيفة الهواء، تمنيت أن أستوعب أكبر قدر يمكنني فهمه.

في حين كانت هناك ثلاث جلسات متزامنة في الاجتماع المتواضع حول البيولوجيا التطورية الذي حضرته في أبوظبي، كانت هناك أكثر من اثنين عشرة جلسة في هذا المؤتمر. تبدأ في السابعة صباحاً وتستمر حتى المساء، يتخللها عدد من المحاضرات الرئيسية والجلسات التعليمية. متسلّجون بنسخة من ملخص وقائع المؤتمر التي تُناهز في سماكتها دليل الهاتف (أو مقابلتها الرقمي على هواتفهم النقالة)، يقوم الباحثون في نهم للمعرفة بتخطيط إستراتيجيات الصيد الخاصة بكل منهم. ومع دقات الساعة تشير إلى انتهاء الوقت المخصص لمحاضرة ما في العاشرة والنصف صباحاً، تستمع قعقة الكراسي وترى المستمعين وهم يسارعون بهدوء إلى العرض التقديمي المقرر إجراؤه في غرفة أخرى بعد ربع الساعة. كانت لا بد منأخذ العوامل الجغرافية بعين الاعتبار؛ فالانتقال من محاضرة «الشجاعة، والجراثيم والجينات» (والتي تعرض أحدث النتائج حول الدور الذي تؤديه البكتيريا في ظهور بعض الأورام) لحضور نهاية محاضرة

«الشبكات الإشارية للبيوكوبيتين في السرطان» يتطلب الهرولة السريعة ملدة عشر دقائق سيرا على الأقدام عبر الأروقة. تلوّح في الطابق الأسفل منطقة المعرض، حيث كانت شركات الأدوية تضع ماكينات ضخمة لتوزيع قهوة الإسبريسو لإغراء المارة - قدح من الكابتشينو وكعكة إيطالية في مقابل الاستماع لعرض تقديمي من قبل شركة ميرك Merck أو ليلي Lilly حول أدوية السرطان الجديدة. وفي كشك شركة أمجين Amgen، يرتدي الزوار نظارات ثلاثية الأبعاد مشاهدة مقطع فيديو مدهش⁽¹³⁾ عن ورم يولد الأوعية الدموية. طوال أكثر من عقد من الزمان عكفت أمجين على تطوير عقار مثبط لتوّلد الأوعية الدموية⁽¹⁴⁾. وعند الجمع بينه وبين عقار باكليتاكسيل paclitaxel في التجارب السريرية، أدى العقار إلى تجدّد حياة⁽¹⁵⁾ النسوة المصابة بسرطان المبيض الرابع إلى فترة تتراوح بين 20.9 و22.5 شهراً، أو نحو ثمانية وأربعين يوماً.

وخلال مشاهدي لشريط الفيديو، فكرت في الإثارة التي شعرت بها قبل ثلاثة عشر عاماً عندما تمكّن عالم في جامعة هارفارد، هو يهودا فولكمان Folkman من اكتشاف ما بدا لفترة وجيزة كأنه حل سحري: لكل آلية في الخلية، هناك آلية مضادة لکبح جماحها. يمثل توّلد الأوعية الدموية وسيلة طبيعية يجري من خلالها توصيل الدم إلى الأنسجة التي تشكّلت حديثاً. مثة جزيئات تسمى الأنجيوستاتين angiostatin والإندوستاتين endostatin، والتي تُنتَج طبيعياً لمنع توّلد الأوعية الدموية. فليس من المرغوب أن تجد أوعية دموية جديدة تنمو في أي مكان - والتي أظهرت تأثيرات مدهشة من حيث خنق الأورام في الفتران. على الصفحة الأولى من صحيفة نيويورك تايمز، جرى الاستشهاد بمقوله لجيمس واطسون Watson، وهو عالم البيولوجيا الجزيئية الشهير: «سيتمكن يهودا من علاج السرطان⁽¹⁶⁾ في غضون سنتين». غير أنه تابع الموضوع برسالة إلى المحرر أصرّ فيها على أنه تحدث إلى المراسل بصورة أكثر تحفظاً. ثم استطرد معلناً، بالحماس نفسه، أن ما كان يحدث في مختبر فولكمان هو «أكثر أبحاث السرطان إثارة طوال حياتي⁽¹⁷⁾، والتي تمنّحنا الأمل في أن عالماً من دون سرطان قد لايزال أمراً قابلاً للتحقيق». لم يكن هذا هو رأي واطسون وحده، فقد وصف مدير المعهد الوطني للسرطان النتائج التي توصل إليها فولكمان بأنها «استثنائية ورائعة»⁽¹⁸⁾ و«الشيء المنفرد الأكثر إثارة

في الأفق»، قبل أن يضيف التحذير المعتاد بأن ما نجح لدى الفتران قد لا ينفع بالضرورة لدى البشر. ولم ينجح ذلك، بطبيعة الحال. كان من الصعب تكرار نتائج التجارب، كما أشارت الأبحاث اللاحقة إلى أن بعض مثبتات تولد الأوعية الدموية قد تزيد الأمور سوءاً - حيث يقاوم الورم عن طريق بث النقاتل بقوة أكبر⁽¹⁹⁾ للوصول إلى بر الأمان. تتوافر في الأسواق حالياً بعض المثبتات، غير أن النتائج هي أبعد ما يكون عما جرى تصويره. وعند استخدامه بالترافق مع السموم الكليلية المعيارية، يمكن لعقار الأفاستين Avastin أن يضيف بضعة أشهر إلى مأمول حياة المريض⁽²⁰⁾ بتكلفة عشرات الآلاف من الدولارات. وتشمل آثاره الجانبية انشقاب المعدة والأمعاء، والنزف الداخلي العاد. ومن الممكن لتشريح تولد الأوعية الدموية أن يعيق التئام الشقوق الجراحية والجروح الأخرى. وبعد عدة أشهر من اجتماع أورلاندو، ألغت إدارة الغذاء والدواء، بعد موازنة المخاطر والمنافع، موافقتها⁽²¹⁾ على استخدام الأفاستين كعلاج لسرطان الثدي النقيلي.

بدت هذه الحقائق الكثيبة بعيداً تماماً في الجلسة الافتتاحية الكبرى، حيث كرم آرثر دي ليفنسون Levinson، وهو رائد في مجال تصميم العلاجات المستهدفة، من أجل «الريادة والإنجازات الاستثنائية في أبحاث السرطان». وقد جرى الاحتفاء به على وجه التحديد من أجل دوره في تطوير «أدوية رائجة» مثل الأفاستين. يُذكر أن ليفنسون هو رئيس مجلس إدارة شركة جينينتيك Genentech، التي تصنع بدورها عقار هيرسيبيتين المستخدم في علاج 15 إلى 20 في المائة من سرطانات الثدي الموجبة للجين HER2 - أي تمتلك كميات مفرطة من المستقبلات المحفزة للنمو. وبالنسبة إلى سرطان الثدي النقيلي، يمكن للهيرسيبيتين إضافة بضعة أشهر إلى حياة المرأة. وعند استخدامه في المراحل الأولى من المرض تكون تأثيرات العقار أشد قوة. وعندما تترافق المعالجة الكيميائية المعيارية مع الهيرسيبيتين⁽²²⁾، وجد أن 85 في المائة من النساء قد شفّين من السرطان بعد أربع سنوات، مقارنة بنسبة 67 في المائة في النسوة اللواتي لا يتناولن أي أدوية. وقد أوقفت التجربة في مرحلة مبكرة حتى يمكن أن تستفيد النساء في المجموعة الشاهدة (وبالتالي يمكن لشركة جينينتيك تقليل الوقت اللازم لوصول عقارها إلى الأسواق)⁽²³⁾. ومع انتشار أخبار العلاج الجديد، فإن المريضات بسرطان الثدي الباقي

أفزعهن معرفة أن أورامهن موجبة للجين HER2 - وهو نوع متواحش وعدواني على وجه الخصوص. كُنْ شبه مرحبات بالأخبار الجديدة.

وعلى أي حال، ليس هناك دواء للسرطان يتسم بكونه جيداً كما يبدو. من الممكن أن يؤثر الهرسيتین أيضاً في الخلايا السليمة التي تمتلك عدداً طبيعياً من مستقبلات الجين HER2، كما أن هناك خطراً حقيقياً لحدوث فشل القلب الاحتقاني⁽²⁴⁾. حتى عقار غليفيك Gleevec، الذي وصف بأنه «الإنجاز الأكبر»⁽²⁵⁾ في مجال العلاجات المستهدفة، لديه جانبٍ المظلم. عند استخدام هذا الدواء، من الممكن في الأغلبية الساحقة من الحالات كبح جماج ابيضاض الدم النقوي المزمن^(*)، لكنه يجب تناول الغليفيك إلى أجل غير مسمى لمنع السرطان من الظهور مجدداً. وهناك أيضاً مشاكل مع فئة أخرى من الأدوية التي تهدف إلى كبت الأورام عن طريق تعزيز الدفاعات المناعية للجسم⁽²⁶⁾. يجري تسريب معزّزات الجهاز المناعي المعروفة باسم السيتوكينات cytokines في مجرى الدم - أو تُستخلص الخلايا المناعية الخاصة بالمريض⁽²⁷⁾، ويجري تعديلها بحيث تُعزّز قدرتها على القتل، ومن ثم يُعاد حقنها في جسمه. يتمثل خطر هذه العلاجات التجريبية في منع الجهاز المناعي من أن يصبح يقتظاً بما فيه الكفاية، وبالتالي يستجيب بصورة مفرطة الشدة، فيُخطئ في التعرف على الجسم نفسه باعتباره دخيلاً ومن ثم استهلال استجابة مناعية ذاتية كارثية.

وفي معرض تأملي لما يمكن اعتباره دواء رائجاً، ضجت القاعة بطنطنة الأوتار. كانت هذه المرة الأولى بالنسبة إلىِّي - أن أشهد اجتماعاً علمياً بموسيقاه المميزة الخاصة به. وفي تلك اللحظة صعد إلى المنصة هارولد فارموس Varmus، وهو مدير المعهد الوطني للسرطان. ولاستيعاب جمهور مؤلف من آلاف الأشخاص، كان يجري عرض صورة كل متتحدث على ست مجموعات من الشاشات المزدوجة - نصف مشهد الفيديو منصة الإلقاء، والآخر لشراائح الباوربوينت PowerPoint. كانت الصور تلوّح من الضخامة بحيث إن المتتحدث نفسه، الواقع هناك على البُعد، يبدو ضئيلاً على نحو هزلي، فيما يشبه الرجل القابع وراء الس Starr في رواية «ساحر أوز». بدأ فارموس بالأخبار الجيدة: واصلت المعدلات الإجمالية للوقوع

(*) chronic myeloid leukemia.

والوفيات انخفضها قليلاً عاماً بعد عام. وبطبيعة الحال، كانت هذه هي المعدلات الناتجة بعد تعديل النتائج الأولية لتشريح السكان. يتمثل الواقع المخيف، كما ذكر الجميع، في أن موجة بعد موجة من مواليد فترة ازدهار المواليد^(*) يدخلون العقددين السابع والثامن من أعمارهم - وهو وقت ذروة السرطان. حتى في وجود انخفاض طفيف في مقدار السرطان للفرد الواحد، فإن العدد المُحضر للحالات سيزداد. وفي الوقت نفسه فإن التمويل الحكومي للبحوث لم يكن قادراً حتى على مواكبة التضخم. وكما عبر فارموس عن أسفه قائلاً «نحن لسنا تعساء فقط، بل نعيش في أرض يملؤها عدم اليقين».

وفي أثناء مشاهدة هذه العروض التقديمية المترفة التي تستخدم فيها أحدث التحسينات السمعية البصرية، وجدت أنه يصعب التفكير في السرطان باعتباره طفل الطبع المُهمَل. كانت جميع البحوث الطبية مهددة بإجراء تخفيضات على الميزانية، لكن عند إضافة المنح الحكومية إلى الأموال التي يجري ضخها في البحوث الدوائية (وهو التبرير المقدم للأسعار الخيالية للأدوية) والأموال الخاصة التي تُجمع عبر حملات التبرعات التلفازية telethons وكذلك التي يتبرع بها الأثرياء أملاً في درء الموت عنهم أو لتخليل ذكري أحد أفراد أسرتهم بإطلاق اسمه على جناح في مركز طبي جديد، سنجد أن هناك موارد ضخمة توجه نحو فهم أدق تفاصيل السرطان. هل سيؤدي ضخ مليارات إضافية من الدولارات إلى الإنتاج السريع للأدوية، التي يقال دائماً إنها قريبة من المتناول، والتي تستهدف المراحل المتقدمة من السرطان من دون الأضرار الجانبية للمعالجة الكيميائية والإشعاعية، والتي لا تكتفي بإضافة بضعة أسابيع أو أشهر إلى عمر المرضى، بل تمثل علاجاً فعلياً؟ وهل ستختفي معدلات الوفاة بالمعدلات الكبيرة نفسها التي تحققت في أمراض القلب؟⁽²⁸⁾ وهل سيتوقف الناس عن النواح، قاتلين بأننا نخسر الحرب على السرطان؟⁽²⁹⁾

يمكن حشد قدر هائل من المال لاستخدامه في المعركة، وقد فوجئت بالعدد الكبير من الباحثين الجامعيين المنخرطين في عالم التجارة. إن إليزابيث بلاكبيرن Blackburn، التي كانت في طريقها للتنحي عن منصبها كرئيسة للجمعية

(*) Baby boomer: شخص ولد خلال فترة ازدهار المواليد (الارتفاع العاد في نسبة المواليد خاصة في السنوات التي أعقبت مباشرة الحرب العالمية الثانية، 1946-1965). [المترجم].

الأمريكية لبحوث السرطان AACR، والتي فازت بجائزة نوبل تقديرًا لأبحاثها على القسيمات الطرفية وإنزيم التيلوميراز، كانت أيضًا مؤسس ورئيس المجلس الاستشاري لشركة⁽³⁰⁾ تدعى Telome Health. كان كل عرض تقديمي يبدأ بشريحة إلزامية يجري الكشف فيها عن أي تضارب في المصالح. من الواضح أنه كان هناك بعض الاستثناء من هذا الشرط. عرض بعض المتحدثين هذا الإقرار بسرعة خاطفة لدرجة تستهيل معها قراءتها. ذكرني ذلك بالإعلانات التلفازية عن السيارات، والتي يقوم فيها صوت المذيع الذي جرى تسريعه على نحو هزلي بسرد البنود التعاقدية الثانوية وتلك الخاصة بالتنصل عن المسؤولية. كما ذكرت إحدى المتحدثات على عجل أنها فقدت شريحتها⁽³¹⁾. والتي كان من المفترض أن تذكر فيها أنها وزوجها كانا مؤسسي شركة للأدوية يجري تداول أسهمها في البورصة، والتي تطور علاجات السرطان المستهدفة). ثم متحدثون آخرون أعلنوا بفخر، بل وكثيرًا ما أثار ذلك عاصفة من التصفيق، أنه لا يوجد لديهم ما يُفصّلون عنه، وقال أحدهم إن أكبر تضارب في المصالح لديه هو أنه عمل طوال خمسة وعشرين عاماً على تطوير علاج لسرطان الجلد، «وبالتالي فأنا أريد حقاً لهذا الأمر أن ينجح».⁽³²⁾

يُعد فارموس واحداً من عملاقة العلوم الطبية، وقد فاز بجائزة نوبل مناصفة مع ج. مايكل بيسبوب Bishop لأبحاثهما الرائدة على الفيروسات والجينات الورمية⁽³³⁾. وقد بدا سعيها بإزاحة الأمور المالية من الطريق حتى يتمكن من الاهتمام بالعلم وببعض من أكثر الأسئلة التي نواجهها تعقيداً⁽³⁴⁾: لماذا يمكن القضاء على بعض السرطانات - مثل سرطان الخصية، وبعض ابيضاضات الدم والأورام الملمفاوية - بواسطة المعالجة الكيميائية وحدها، في حين يكون البعض الآخر مقاوماً بعناد؟ ما هي الآليات البيولوجية التي تجعل الأشخاص البالغين معرضين لخطر أعلى للإصابة بالسرطان؟ لماذا يbedo المرضى المصابون بأمراض عصبية تنكسية مثل الشلل الرعاش [مرض باركisson's Parkinson's]، ومرض هنتنغيتون Huntington's، ومرض الزهايمر Alzheimer's، ومتلازمة الإكس الهش أقل عرضة للإصابة بمعظم أنواع السرطان؟ لماذا تباين أنسجة الجسم بصورة كبيرة للغاية من حيث ميلها إلى الإصابة بالسرطان؟ وخلال استماعي، خطر بيالي أني لم أسمع أبداً بسرطان

القلب⁽³⁵⁾ (والذي يحدث بالفعل، لكنه نادر للغاية). وطوال بقية الصباح، صعدت إلى المنصة أسماء لامعة أخرى للحديث عن المستقبل، وكل منهم تسبقه الجمجمة اللعنة المشيرة وشريحة التتصل من المسؤولة. وباستخدام أحدث التقنيات، يقوم الباحثون بـ *sequencing* جينومات الخلايا السرطانية، وبسرعة أكبر بكثير مما كان يمكنا حتى قبل بضع سنوات. ومن خلال مقارنة جينومات الأورام بجينومات الخلايا الطبيعية، فهم يرون بصورة متزايدة الدقة الطرفية التي يمكنها أن تؤدي إلى نشوء أورام خبيثة. كانت بعض النتائج مثيرة للدهشة⁽³⁶⁾، ووفقاً للحكمة الشائعة فإن الأمر يحتاج عادةً إلى ستة جينات تالفة أو نحوها لتحويل الخلية إلى سرطانية. لكنه لا يلزم أن تنشأ حالتان من نفس نوع السرطان (سرطان الثدي، أو سرطان القولون، على سبيل المثال) بفعل نفس التوليفة من التغيرات الجينية. تشير أبحاث علم الجينوم إلى أنه بالنسبة إلى بعض أنواع السرطان، فمن المحتمل أن تكون عشرات بل مئات الطرفيات مكتنفة في العملية⁽³⁷⁾. ومن بين نحو 25 ألف جين في الجينوم البشري، جرى تحديد 350 على الأقل كجينات سرطانية محتملة - تلك التي يمكن تغييرها بطريقة تمنحها ميزة تنافسية. ووفقاً لبعض التوقعات، فقد يرتفع الرقم في نهاية المطاف إلى الآلاف.

«ليس السرطان مرضًا، بل مائة من الأمراض المختلفة» - كم مرة قيل ذلك؟

أما الآن فيدور الحديث عن السرطان باعتباره عشرات الآلاف من الأمراض، والتي يمتلك كل منها توقيعه الجزيئي الخاص. وفي يوم ما، مع تطور هذه التقنيات، قد يتمكن العلماء من إجراء تحليل روتيني للخصائص الفريدة لكل نوع منفرد من السرطان، ومن ثم تزويد كل مريض بالعلاج المصمم خصوصاً لحالته. وهو قدر كبير مما يؤمل حدوثه.

غادرنما القاعة، الآلاف منها، وانتشرنا في جميع أنحاء المساحات الكهفية لمراكز المؤتمرات. كانت كل من قاعات المحاضرات وكل مرر يعرض الملصقات توفر توضيحات أكثر حول موضوع السرطان. كانت هناك ظاهرة الاستقطاب⁽³⁸⁾ - وهي الطريقة التي يمكن بها للخلية السليمة أن تعرف أمامها من خلفها، والتي تسمح للخلايا الظهارية بتحديد اتجاهها بداخل الأنسجة بحيث يشير الشعر، والحرشف، والريش جميعها إلى الاتجاه نفسه. خلال الانقسام الفتيلي،

يجب على الخلية أن تخضع للاستقطاب، ومن ثم توزيع محتوياتها قبل أن تنقسم إلى خلتين متطابقتين. تُظهر الخلية المهاجرة الاستقطاب عندما تنقل بروتيناتها بالطريقة التي تحافظ على تحركها إلى الأمام وليس إلى الوراء، كما لو كانت تركب حزاماً ناقلاً خاصاً بها. لقد اكتشف العلماء بعض الدوائر الجزيئية المكثفة في عملية الاستقطاب، وفي الخلية السرطانية تُعد هذه من بين الأشياء التي يمكن أن تتحرف عن جادة السواء. وما إن كان ذلك أحد أعراض الخباثة أو سبباً لها يمثل أحد العوامل المجهولة الأخرى.

وفي أثناء التأمل في الإجابة عن هذا السؤال، كان الباحثون في غرفة أخرى يناقشون الأنواع العديدة المختلفة من الموت الخلوي⁽³⁹⁾. مثل إيقاف عملية الموت الخلوي المبرمج إحدى السمات المميزة الراسخة للسرطان، كما تعمل المعالجة الكيميائية عادة عن طريق إعادة تفعيل الموت الخلوي المبرمج بالقوة. لكن هناك أيضاً الاتهام الذاتي autophagy (حيث تأكل الخلية أجزاءها الداخلية)، والالتقام entosis (حيث تلتهم الخلية جارتها)، والتخر المبرمج necroptosis، وهو - مثل الموت الخلوي المبرمج - ينطوي على جزيئات تسمى مستقبلات الموت RIPs (وهي اختصار «البروتينات المتفاعلة مع المستقبلات»). قد يكون من الممكن تعديل هذه أيضاً لاستخدامها في مكافحة السرطان. هناك مطبوعة بعنوان «مجلة الموت الخلوي»، كما كانت امرأة من بين الحضور ترتدي قميصاً أسود عليه عبارة مبهمة «الموت الخلوي 2009: الجولة غير الموصولة». كان هناك الكثير من الثقافات الفرعية الصغيرة حتى في عالم السرطان.

تفكر متحدثون آخرون في سر كون الخلايا السرطانية تغير طبيعة استقلابها من هوائية aerobic إلى لاهوائية anaerobic، وتسهلك الغلوكوز بنهم في ظاهرة تسمى تأثير فاريورغ Warburg effect⁽⁴⁰⁾. من شأن هذه الطريقة الأقل كفاءة في استخدام الطاقة أن تساعدها على البقاء على قيد الحياة في التحوم المتعطشه للأكسجين في أعماق الورم. لكن الخلايا تقوم أيضاً بإجراء هذا التحول عندما يكون هناك قدر كبير من الأكسجين المتاح. وقد يكون أحد أسباب ذلك هو أن عملية الاستقلاب المعدلة تسمع لها بامتصاص قدر أكبر من المواد الخام⁽⁴¹⁾ التي تحتاج إليها لبناء أجزاء جديدة ولكي تتکاثر. كانت هناك محاضرات حول الطرق التي يمكن

بها للخلايا السرطانية أن تتملص من التدمير من قبل النظام المناعي - أو تحويله لاستخداماتها الخاصة، من خلال استعماله البلاعم *macrophages* كحلفاء في القضية. يكون الاحتراق البطيء للالتهاب المزمن⁽⁴²⁾ مكتنفاً بطريقة أو بأخرى في كثير من الأمراض - التهاب المفاصل الروماتويدي، ومرض كرون، ومرض الزهايمير، والسمنة، والداء السكري، كما يؤدي دوراً أيضاً في السرطان. إن المعدة الملتهبة بفعل الاستجابة المناعية لبكتيريا الملوية البوابية *Helicobacter pylori*، أو الكبد الملتهبة بفعل فيروس التهاب الكبد، هي أقرب احتمالاً لأن تُصبح سرطانية. لكن ما مقدار السبب وما مقدار التأثير في هذه المعادلة؟ لايزال يجري اكتشاف الدوائر الكيميائية المكتنفة في العملية. وقد خصّت جلسة كاملة لكيف أن جزيئات تسمى السيرتونيات⁽⁴³⁾ *sirtuins*، والمكتنفة في عملية التشخيص، تؤدي كذلك دوراً في الالتهاب، والسمنة، وبالتالي في السرطان.

وفي النهاية، فكل ما تنتهي إليه البيولوجيا هو جينات تتحدد إلى جينات - ضمن الخلية أو من خلية إلى خلية - في دردشة جزيئية متواصلة. وعلى أي حال، لم أكن قد فكرت في أن الجينات في الأنسجة البشرية يمكنها أيضاً أن تتحدد إلى الجينات القابعة في الميكروبات⁽⁴⁴⁾ التي تحتل أجسادنا. ربما كان لا بد أن يكون ذلك واضحاً؛ فجلودنا وأجهزتنا الهضمية والتنفسية تعج بالبكتيريا، وكثير منها تؤدي دوراً تعايشياً *symbiotic* - تُفرز البكتيريا في القناة الهضمية إنزيمات تساعده في عملية الهضم. تنقل الجينات الموجودة بداخل هذه المخلوقات الوحيدة الخلية الإشارات من ميكروب إلى ميكروب، كما يمكنها تبادل الإشارات مع الخلايا البشرية. وعلى الرغم من أنها نظر في البكتيريا باعتبارها مجرد ركاب *passengers*، فإن أعدادها تزيد عن خلايانا بنسبة تصل إلى عشرة إلى واحد. والأكثر إثارة للدهشة هو أن العدد الإجمالي للجينات الميكروبية التي يحملها كل واحد منا - أو الميكروببيوم *microbiome* - يزيد عن جيناتنا البشرية بنسبة 100 إلى واحد. وهناك حتى مشروع للميكروببيوم البشري⁽⁴⁵⁾ لسلسلة جينومات هذه العوامل الخلوية الحرة. إن السرطان مرض متعلق بالمعلومات، وبالإشارات الخلوية المختلطة. لدينا الآن عالم آخر يجب استكشافه.

هناك الجينوم، والفوجينوم *epigenome*، والميكروببيوم - كما يتحدث العلماء الآن

عن البروتوبوم proteome (وهو الطقم الكامل للبروتينات التي يمكن تعبيرها في الخلية) والترانسكريبتوم transcriptome (كل جزيئات الرنا [RNA] من مختلف الأنواع). وهناك الميتابولوم metabolome، والليبيدوم lipidome، والريغولوم regulome، والآليلوم allelome ... والديغرادوم degradome، والإنتيبيوتوم enzymome والأليلوم allelome، والإنتراكتوم interactome، والأوبيروم operome، والإنفلاماسوم inflamasome، والإنتراتوكوم interactome، والإنزيموم enzymome، والجينوم الكاذب pseudogenome ... أما مجموع التعرض [الإكسبوسوم exposome]، فالجينوم الكاذب pseudogenome هو كل شيء نتعرض له في البيئة، كما يشمل المجموع السلوكي behaviorome العوامل المتعلقة بنمط الحياة التي قد تغير من مخاطر إصابتنا بالسرطان. والبيبلوم bibliome هو المكتبة المتوسعة إلى ما لا نهاية من الأوراق البحثية بشأن جميع العلوم، وتمثل لعنة عصر التخصص الدقيق هذا وانتشار «العلوم الهرجينة»⁽⁴⁶⁾ في التفريق بين السخيف .relevantome وذى الصلة⁽⁴⁷⁾.

في أثناء الغربة في دفتر ملاحظاتي أو السير عبر الممرات للتأمل في فكرة جديدة وغريبة، فكُرت في مقدار ما تغير على مر السنين في فهمنا للبيولوجيا الخلوية. لقد تذكرت استمتعت بقراءة كتاب جيمس واطسون المععنون «الحلزون المزدوج»⁽⁴⁸⁾ خلال رحلة للتخييم خلال دراستي الجامعية، وكذلك جلوسي بعد ذلك بفترة بقرب المدفأة في كوخ جبلي، وأنا أقرأ بشغف السلسلة التي نُشرت على ثلاثة أجزاء في مجلة نيويوركر، والمقتبسة من كتاب هوراس فريلاند جودسون Hudson الرابع⁽⁴⁹⁾، والمععنون «اليوم الثامن للخلق: صناع الثورة في علم البيولوجيا»⁽⁵⁰⁾. كان علم الوراثة الجزيئي يبدو نظيفاً ونقياً مثل الهياكل التي نجمعها من مكعبات الليغو. وعلى الرغم من كل قدرتها على إنشاء الحياة والتحكم فيها، فإن الجينات مصنوعة من توقيفات من أربعة حروف فقط من الأحماض النوويّة: G, C, A, و T، والتي يمتلك كل منها شكلًا محيطيًا فريداً من نوعه، حيث يجري نسخ هذه الأماكن من المطبات والأخاديد من الدنا إلى الرنا المرسال messenger RNA، ومن ثم تنقل إلى الريبوسومات ribosomes، وهي البني الخلوية التي تستخدم المعلومات لصنع البروتينات.

وفي هذه المسابك، تعمل جزيئات أخرى تسمى الرنا الناقل transfer RNAs

(*) مختصر «دنا» (الحمض النووي الريبي)، [المترجم].

(**) The Double Helix.

(***) The Eighth Day of Creation: Makers of the Revolution in Biology.

مثل مقابس المحول، حيث تقوم بتوليف كل ثلاثة من حروف الأحماض النووية على حمض أميني محدد - أي الوحدات العشرين وحدة المختلفة التي تُصبح، عند وضعها في ترتيب معين، نوعاً معيناً من البروتينات. وتشمل هذه البروتينات الإنزيمات التي تساعده على عمل الآليات الوراثية بسلامة. تمثل التبسيط المتوج للنظرية في ما أطلق عليه فرانسيس كريك Crick اسم «المسلمة المركزية» central dogma: من الدنا إلى الرنا إلى البروتين.

بيد أن التعقيادات سرعان ما تلت ذلك؛ فلم تكن كل ندفة من الدنا جزءاً من الشفرة البروتينية، إذ تستخدم بعض المตواليات لصنع الرنا المرسال والرنا الناقل، فيما تعمل غيرها كمقابض للتحكم، حيث تعدل صوت الجين صعوداً وهبوطاً لضبط وتيرة إنتاج البروتين المرتبط به. وفي ظل كل هذه الآليات المعقدة والمتشابكة، سترى نفسك شبه واثق من أن الأمر كله صنعة مهندس خبير، لكن الطبيعة كانت أكثر فوضوية من ذلك. فالجينات، على سبيل المثال، ليست مستمرة؛ بل تتخللها قصاصات من الرطانة. وفي أثناء إعادة طبع الرسالة الوراثية إلى الرنا المرسال، لا بد من تحرير وشطب هذه العيوب (أو الإنترونس introns). كانت هذه أحداثاً للتطور والإنتروبيا entropy. وفي الواقع أنه من بين الجينوم بأسره، يبدو أن نسبة صغيرة فقط تخدم غرضاً معيناً، وبالتالي صارت البقية تُعرف باسم الدنا الغردة junk DNA - وهي خليط من الفتات المتمثل في جينات أصبحت معطلة وجرى التخلص منها على مدى ملايين السنين. هُربت بعض هذه الجينات الزائفة pseudogenes عن طريق الفيروسات، فيما تكونت أخرى عندما جرى نسخ الجين الحقيقي ولصقه عن طريق الخطأ في أي مكان آخر من الجينوم. وفي ظل غياب أي سبب مقنع للتخلص من ذلك الحطام، فقد جرى حمله من دون تغيير، جيلاً بعد جيل.

من الصعوبة تصديق أن معظم الجينوم يقع صامتاً وخاماً هكذا. وفي ظل أفعاله الترقيعية المتواصلة، فإن التطور سيجد بالتأكيد أغراضًا جديدة للأجزاء التي يجري التخلص منها. وفي أوائل التسعينيات، بدأ العلماء يلاحظون وجود نوع جديد من الرنا، والذي ينتجه الدنا الغردة. وعندما تتعلق بالرنا المرسال، فإن هذه الجزيئات تمنعه من تسلیم المعلومات التي يحتويها. وبسبب صغر حجمه، فقد سُمي بالرنا المكروي⁽⁴⁹⁾ (في معاجم البيولوجيا الخلوية، تُدمج مثل هذه المصطلحات معاً هكذا):

(microRNAs). وهي تأتي في أصناف مختلفة، كما أن أعدادها تزداد أو تنقص خلال تنظيم إنتاج البروتينات المختلفة. ومثل معظم الأشياء في الخلية، كان من المهم أن تؤدي دوراً في السرطان. لفترض أن هناك رنا مكروبياً يتمثل دوره في منع تعبير الجين الورمي المعزز للنمو. فإذا أنتجت الخلية كمية ضئيلة للغاية من هذا المنظم، فسيشجع هذا على التكاثر. وقد يؤدي وجود فائض من نوع آخر من الرنا المكروبي إلى تثبيط أحد كابسات الأورام. وفي الواقع أن واحداً فقط من هذه الجزيئات قد ينظم عدة جينات مختلفة، ما يؤدي إلى مجموعة معقدة من الآثار المتشابكة. كان من المعتقد أن الطفرات التي تصيب الدنا الخردية غير ضارة، لكنها إذا تسببت في اضطراب توازن الرنا المكروبي فمن الممكن أن تدفع الخلية قريباً من الخباثة.

وكلما تعمق العلماء في البحث، اكتشفوا عدداً أكبر من أنواع الرنا. قد يكون بعض هذه الجزيئات أشبه بما تطرحه السفن لتخفيف حمولتها - أي قطع مكسورة مختلفة عن التشغيل اليومي المعتاد للآليات الخلوية. لكن البعض الآخر يبدو أنه يوجد لغرض ما. هناك الرنا الكبير المُمحّم غير المكود (LncRNA)، والرنا المتدخل الصغير (small RNA)، والرنا piRNA، والذي يعني الرنا المتفاصل مع بي وي (Piwi)، والتي تمثل بدورها اختصاراً لجين الخصية الضعيف المحرض بالعنصر P، وهو جين آخر من تلك الجينات التي تحمل أسماء سخيفة. هناك الرنا زيزت (Xist RNA) ورنا الهواء الساخن (Hotair RNA). وبغض النظر عن مصادر أسمائها، فإن الفكرة المهمة هنا هي أن هذه الجزيئات أيضاً يمكنها أن تؤدي دوراً في تنظيم الكيمياء الخلوية، كما أنها قد تسبب في نمو جامح للخلايا إذا اضطراب توازنها. هناك عدد قليل من العلماء المعارضين لرأيه غيرهم من الباحثين، والذين يظلون أنه قد جرى تضخيم أهمية أنواع الرنا الجديدة بصورة مبالغ فيها⁽⁵⁰⁾; فيما يرى آخرون أنها تبشر بشورة. ومن خلال إعلان أن «المسلمة المركزية مكسورة»، وصف أحد علماء جامعة هارفارد، والذي كان يتحدث في أورلاندو، نظرية جديدة شاملة⁽⁵¹⁾ تتحدث فيها الجينات إلى الجينات الزائفية بلغة جديدة تكون حروفها من أنواع الرنا الغريبة هذه. وإذا كان محقاً في آرائه، فلا بد أن هناك كودا آخر يجب فك شفرته. وعندما فقط سيمكننا أن نفهم حقاً الدوائر الخلوية وكيف يمكن أن تتحرف عن جادة السواء.

هناك الخردة التي ليست من دون وظيفة⁽⁵²⁾; وهي الجينات - أو 99 في المائة

منها - الموجودة في ميكروباتنا وليس في خلايانا. يبدو أن الخلية تتبادل موقعها مع المقدمة، وقد تذكرت ما حدث في علم الكونيات (الكوزمولوجيا) عندما اتضح أن معظم الكون مصنوع من المادة المظلمة والطاقة المظلمة. ومع ذلك، وعلى الرغم من جميع التطورات الجديدة، فقد ظلت نظرية الانفجار الكبير نفسها صامدة. بيد أنها لم تعد صافية ويسقطة كما كانت من قبل، لكنها قدمت اللمسات الواسعة للوحة، في صورة إطار يبدو فيه كل شيء منطقياً، بما في ذلك جميع الانحرافات. وقد بدا أن الشيء نفسه يحدث مع السمات المميزة؛ فقد تضمنت العروض التقديمية في أورلاندو، واحداً تلو الآخر، شريحة باوريوبينت جرى نسخها كثيراً لتوضح المعابر الستة التي وضعها هاناهان وفيبرغ. ومن دون هذا المحرك، لصار كل شيء إلى الفوضى. وفي الشهر السابق لذلك مباشرةً، نشر العاملان مقالة محدثة⁽⁵³⁾ بعنوان «السمات المميزة السرطان: الجيل التالي». وبالنظر إلى الوراء إلى العقد الذي انضممنذ نشر بحثهما، خلص المؤلفان إلى أن نموذجهما كان أقوى من أي وقت مضى. من المؤكد أنه كانت هناك تعقيدات: في الرقاقة microchip المتمثلة في الخلية السرطانية، ما قد يبدو أنه ترانزistor منفرد قد يتضح أنه رقاقة بداخل الرقاقة، والتي تخفي دوائرها الخاصة الأشد كثافة. قد تؤدي الخلايا الجذعية وفوق الجينوميات دوراً أكبر في المستقبل. وفي النهاية قد يكون هناك أكثر من ست سمات مميزة. ويتمثل الأمل هنا في أن يكون العدد محدوداً وصغيراً بشكل معقول.

ذات ليلة في أثناء انعقاد الاجتماع، التقيت حشداً من العلماء وهم يتقاطرون إلى مرقص الفندق منهكين بعد يوم طويل من استيعاب ونصح المعلومات. وبالداخل، جرى ترتيب مناضد البوفيه الفخم بصورة إستراتيجية - لحم البقري المشوي مع جبن أوريغون الأزرق، وصدر الدجاج المحمر بطريقة كابريزي، وكعك سلطان البحر المصغر، وفطائر دجاج إمباناديلas empanadillas على طريقة الجنوب الغربي. كان السقاة المتمرّكون في ست محطات يصبون كميات وفيرة من الشراب الجيد. كان ذلك حفل الاستقبال السنوي لمراكز إم دي أندرسون للسرطان. ومنذ أن زرت المركز مع نانسي في أحد أيام شهر يناير الحزينه لطلب رأي ثان، جرى تغيير شعار المؤسسة. أضيف خط مائل عبر كلمة «السرطان». وقد تساءلت عن خبير التسويق الأحمق الذي جاء بهذه الفكرة التي بدت مبتذلة، ومتفاثلة بقسوة

من وجهة نظر كثير من ضحايا السرطان.

وانطلاقاً من حفل مركز أندريسون، تدفقت الحشود إلى الأئم إلى قاعة أكبر لتناول مزيد من الشراب والحلوى والرقص مجاملة لجمعية الأمريكية للأبحاث السرطان [AACR]. كانت هناك فرقة موسيقى السول، والمضاءة من الخلف بالضوء الأزرق والأحمر، تعزف لحنا قدماً للمطرب سموكي روينسون، في حين أن المغني، الذي يحمل ميكروفونا لاسلكياً، كان يحاول إقناع الناس بالصعود إلى حلبة الرقص. في البداية كان هناك زوجان يرقصان، ثم ستة، وبحلول الساعة العاشرة كان هناك خمسون منهم يحومون مثل الدوامة ويسحبون الآخرين على الأرض. وعندما خرجت عائداً إلى الردهة، كان الإيقاع قد تباطأ، كما صارت الأضواء خافتة. كانت المطربة تشدو بأغنية «يقتلني بنعومة»، وهذا هو بالضبط ما لا يفعله السرطان.

الفوضى الاستقلابية

في العام 1928، وفي أحد مختبرات مستشفى سانت ماري في لندن، اكتشف ألكسندر فليمينغ^(١) البنسلين. كان يزرع بكتيريا العنقودية *staphylococcus* على لوح للزرع، ولدي عودته من عطلة لاحظ أنها تلوثت ببقعة من فطر العفن *mold*. وحول البقعة، تناولت أشلاء البكتيريا الميتة. وعندئذ عزل فليمينغ الفطر، فوجد أنه يستطيع تخفيفه بواقع ألف مرة وسيظل قوياً بما يكفي لقتل تلك الميكروبات. واصل فليمينغ أبحاثه ليثبت أن العفن، الذي ينتمي إلى جنس البنسليلوم *Penicillium*، كان فعالاً أيضاً ضد جراثيم العقديات *streptococcus*، والمكورة الرئوية *pneumococcus*، والمكورة السحا pione *meningococcus*، والمكورة البنية *diphtheria*، *gonococcus*، والدفتيريا (*الخناق*: *anthrax*) - وكثير من أنواع البكتيريا القاتلة التي يمكن الآن إبطال مفعولها

«لنتمكن مطلقاً من أن نقارن على وجه اليقين بين معدلات الإصابة بالسرطان في القرن الحادي والعشرين وتلك التي سادت قبل مئات السنين. وإذا كانت هناك زيادة على المدى الطويل، فمن المحتمل أن تكون التغيرات الحديثة التي تزعم أنسنة الاستقلابية جزءاً من القصة»

بواسطة بعض جرعات من المضادات الحيوية، مما يسمح لنا بأن نعيش طويلاً بما يكفي للإصابة بالسرطان.

استُخدم مستشفى سانت ماري منذ ذلك الحين كحرم جامعي لكلية إمبريال كوليدج الطبية، حيث كنت أُسير في أصل أحد الأيام على الجانب المقابل لحدائق هايد بارك مقابلة إيليو ريبولي Riboli، مدير كلية إمبريال كوليدج للصحة العامة. امتدت مسيرة ريبولي المهنية كاختصاصي في الوبائيات على مدى أربعة عقود، مما يجعله مؤهلاً بصفة خاصة للتأمل في التغيرات التي طرأت على أفكارنا حول ما يسبب وما لا يسبب السرطان. لقد اتضح أن المسرطّنات الكيميائية تؤدي دوراً أقل بكثير مما كان يُشتبه فيه، كما كانت الحجة المؤيدة أو الداعضة لدور بعض الأطعمة ضبابية كما كانت دائماً. بدا ريبولي كرجل يمكنه أن يساعد في تصويب هذا الالتباس.

كان يوماً ربيعيّاً صافياً، وفي أثناء سيري حاولت أن تخيل ظلام الثورة الصناعية عندما كان الهواء كثيفاً بما يحمله من الدخان وغبار الفحم. شهدت لندن في أواخر العقد الأول من القرن الثامن عشر اكتشاف بيرسيفال بوت Pott للعلاقة بين التعرض للسخام soot والإصابة بسرطان الصفن لدى منظفي المداخن - في واحدة من الملاحظات المبكرة التي ساعدت البشرية على تلمس طريقها لوضع نظرية تفسّر السرطان. لم يكن منظفو المداخن مثل تلك الشخصية السعيدة التي جسدها ديك فان دايك Van Dyke في فيلم ماري بوبينز Mary Poppins.

كان يُغرى الأولاد النحفاء بفعل سوء التغذية⁽²⁾ لقاء مبالغ زهيدة بالانزلاق، وهم عراة في كثير من الأحيان، عبر الممرات المكسوة بالسخام. وكما كتب بوت «يبدو مصير أولئك الأشخاص⁽³⁾ صعباً على وجه الخصوص؛ ففي فترة صباهم المبكر كثيراً ما كانوا يعاملون بوحشية كبيرة، كما كانوا يتضورون بفعل الجوع والبرد؛ ويجرّي الزوج بهم لأعلى المداخن الضيقة، والساخنة أحياناً، حيث يدفنون، ويحرقون ويختنقون تقريباً؛ وعندما يصلون إلى سن البلوغ، يصبحون عرضة لواحد من أكثر الأمراض إثارة للاشمئزان، والألم، وهو داء قاتل». وقد تضمن العلاج وقتذاك استئصال جزء ورمي من كيس الصفن scrotum، من دون مخدر. كان من الضروري تنفيذ هذا

الإجراءات على الفور، فبمجرد انتشار السرطان إلى الخصية، عادةً ما يكون الوقت قد تأخر كثيراً حتى لإجراء عملية الإخصاء *castration*.

لقد أجريت هذه التجربة مرات عديدة⁽⁴⁾؛ ولكن على الرغم من أن القروح قد التأمت بعد هذه العملية بصورة مرضية، في بعض الحالات، حيث خرج المرضى من المستشفى وهم يبدون بصحة جيدة، ففي غضون بضعة أشهر، ما كان يحدث عموماً هو أنهم يعودون إما بنفس المرض في الخصية الأخرى، أو في الغدد الأنوية، أو بتلك البشرة المصفرة، والطلعة الشاحبة السقيمية، وبفقدان كامل للقوية، وبالآلام الداخلية متكررة وحادية، والذي ثبت بما لا يدع مجالاً للشك أنه اعتلال يصيب بعض الأعضاء، والذي تليه وفاة مؤلمة.

كان السبب المفترض للسرطان هو دخول السخام في الجلد المسحوج. لم يكن منظفو المداخن في القارة الأوروبية⁽⁵⁾، الذين كانوا يرتدون الملابس الواقية - كان الذي يرتدونه شبيهاً بذلة الغوص - يصابون بالسرطان، لم يكن معروفاً في إنديرا⁽⁶⁾، حيث المداخن أقل انحناء وضيقاً من تلك الموجودة في لندن، والتي تتطلب عادةً من أعلى باستخدام مكتنسة مثبت فيها نقل معين. لكنه كان من المستحيل رسم سهم بسيط بين السبب والنتيجة. وحتى بين منظفي المداخن في لندن، كان السرطان نادراً للغاية وقد يستغرق عشرين عاماً لكي يظهر. ولماذا يصيب كيس الصفن في الأغلبية الساحقة من الحالات - كانت هناك تقارير قليلة عن ظهور ثاليل السخام على الوجه - لكن ليس أجزاء الجسم الأخرى التي تتعرض لنفس التعرض السحجي للمادة المسرطنة؟ لا بد أن تكون هناك عوامل أخرى مكتنفة في العملية. فكانت في التجارب التي أجريت في أوائل القرن العشرين عندما قام عالم ياباني اسمه كاتسوسابورو ياماغيوا Yamagiwa بتحريض أورام متفاوتة الحجم «من حجم حبة الأرض⁽⁷⁾ إلى حجم بيضة العصفور» عن طريق تطبيق قطران الفحم على آذان الأرانب. لكنه كان إجراء مضنياً ومحفوضاً بالفشل، كما أن الأورام لم تظهر إلا بعد التطبيقات المتكررة للسخام المسرطن.

وقد مثلت حالات التعرض المهني أيضاً الشغل الشاغل لبرناردينو راماتزيني Ramazzini، وهو طبيب إيطالي ألف كتاباً بعنوان «أمراض العمل»⁽⁸⁾، والذي

(*) De Morbis Artificum Diatriba.

نشر في العام 1700. كانت اهتماماته شاملة، فلم يكتف بدراسة العمال والتجار بل وكذلك الصيادلة، والمعنى، والغازلات، والرياضيين، والمزارعين، وحتى «الرجال المتعلمين»، ومنهم علماء الرياضيات والفلسفه وكذلك زملاؤه من الأطباء. كانوا جميعاً عرضة للإصابة بمختلف الأمراض والعلل، لكن السرطان الوحيد الذي ذكره في الكتاب يصيب الراهبات. لاحظ راماتزيني أنهن يُظهرن معدلات أعلى لسرطان الثدي بالمقارنة مع النساء الآخريات. وقد كتب قائلاً: «إن كل المدن الإيطالية⁽⁸⁾ تضم العديد من الطوائف الدينية من الراهبات، ونادرًا ما تجد ديراً لا يؤوي بين جدرانه هذه الآفة اللعينة، السرطان». وقد عزا ذلك إلى العزوبيه celibacy وإلى ثمة «تعاطف غامض» بين الرحم والثدي، والذي من شأنه أن يفسر أيضًا مدى سهولة تدفق الحليب في الغدد الثديية للمرأة عندما تصبح حاملاً. وقد كتب قائلاً: « علينا أن نؤمن بالتأكيد بأن الله قد حب الرحم والثديين بنية معينة، وتدبّرا معيناً ما زلت نجهله حتى الآن». «عسى أن يكشفه مسار الزمن، لأن ميدان الحقيقة بأكمله لم يتم فك مغالقه حتى الآن».

كان علينا الانتظار حتى القرن العشرين لكي يبدأ العلماء في تمحيص وفهم المنظومة المعقدة للهرمونات الجنسية التي تنتقل عبر مجرى الدم إلى الأجزاء بعيدة من الجسم. ومن بين أدوارها العديدة، فهي تنسق نشاط الرحم والثدي. ومن خلال التخلّي عن حمل وإرضاع الأطفال⁽⁹⁾، ومن التعرّض لعدد أكبر من الدورات الطمثية، تزيد الراهبات عن غير قصد من تعرّضهن لهرمون الإستروجين، وهو مسرطّن داخلي ينتجه الجسم، وي العمل على تسريع عملية الانقسام الخلوي ومن ثم زيادة احتمالات حدوث الطفرات.

ومع ذلك، فهناك أيضًا فائدة لقضاء العمر من دون زواج. وبعد قرن ونصف القرن من الزمان، لاحظ إيطالي آخر، هو دومينيكو ريفوني - ستين⁽¹⁰⁾ - Rigoni Stern أن الراهبات يُصبن بسرطان عنق الرحم بمعدلات أقل، مما مهد لاكتشاف أن السبب الرئيسي لذلك السرطان هو فيروس الورم الحليمي البشري، والذي يُكتسب عن طريق الاتصال الجنسي. سخام المداخن، والهرمونات الجنسية، والفيروسات في حالات قليلة - هناك الكثير من الأشياء التي يمكنها إحداث انفجار خلوي، والكثير جداً من العوامل التي لا يزال يتعين فهمها.

كان ريبولي، الذي حصل على درجة الدكتوراه في الطب وماجستير في الصحة العامة من جامعة ميلانو في العام 1980، جزءاً من خط جليل من الأطباء الإيطاليين الباحثين عن مفاتيح لحل مغالق النزوات السرطانية. ومن ميلانو، توجه ريبولي إلى هارفارد للحصول على ماجستير آخر في علم الوبائيات. وعندما وصلت إلى العرم الجامعي في لندن، كان ينتظري في مكتبه. كان رجلًا نحيلًا طويلاً القامة، كما كان رقيقاً معسولاً الكلام، وكان متھمساً للأدلة القائلة بأن تحكم المرض في وزنه وممارسة الرياضة يمنحك الأفضلية في مقاومة أمراض القلب والسرطان على حد سواء. وطدة ساعة ونصف الساعة، تحدثنا عما تعلمه في سياق بحوثه الوبائية. وبينظرة إلى الوراء بعد ذلك بيضة أشهر، صدّمت مرة أخرى بالتأثير الشديد للتقلب لعلوم التغذية، حيث ما هو جيد بالنسبة إليك اليوم قد يكون سيئاً في اليوم التالي، ولذلك تسأله ما المدى الذي يمكننا أن نتحكم فيه حقاً فيما إن كنا سنصاب بالسرطان أم لا؟

بحلول الوقت الذي بدأ فيه ريبولي حياته المهنية، كان من الواضح أن دخان التبغ يسبب وباء من سرطان الرئة، كما بدا معقولاً أن تُعزى أنواع أخرى من السرطان بدورها لمواد كيميائية بعينها - الملوثات الصناعية التي تضاف إلى الهواء والماء، وألمواد الحافظة وبقايا المبيدات الحشرية الموجودة في الأطعمة. وفي هذا السياق، قال: «كان المبدأ الراسخ هو أن السرطان⁽¹¹⁾ لا بد أن ينتج عن مواد مسرطنة: الكيماويات، والفيروسات والبكتيريا - وبعضاً يؤثر من بعيد. ولكن في وقت مبكر، كانت هناك دلائل على كون تلك الفرضية معيبة». «وعلى الرغم من الأبحاث المتعمقة التي أجريت على بعض أنواع السرطان الأكثر شيوعاً - مثل سرطان الثدي، وسرطان القولون، وسرطان البروستاتة - لم تُكتشف مادة مسرطنة واحدة تؤدي دوراً ذا مغزى لدى البشر». لم يكن ريبولي يقصد القول إن العوامل المساعدة للسرطان ليس لها أي تأثير في السكان، فقد قال: «من الممكن أن يتعرض البشر لعدد كبير من المسرطّنات في الهواء والماء، والتي يمكنها أن تسبب السرطان بل وتُحدّثه بالفعل. ولكن بالنسبة إلى خمسين أو ستين في المائة من حالات السرطان، لم تكن لدينا أدنى فكرة عن سبب حدوثه».

وفي قلة محدودة من الحالات، يمكن إلقاء اللوم مباشرة على العيوب الجينية الموروثة، وهذا ما أثبتته الدراسات التي أجريت على المهاجرين. إن الأشخاص الذين

ينتقلون للعيش في بلدان جديدة، حاملين معهم نفس الجينات، يتعرضون لمخاطر أكبر لاكتساب سرطانات مضيقفهم، خلال جيل واحد، وكثيراً ما يتكون وراءهم أنواع السرطان الشائعة في أوطانهم. وكما أشارت إليه دراسة دول وبیتو البالغة الثانية، كان العامل الأهم هو السلوك البشري، وهناك إجماع بدأ يتشكل، وهو أن السبب الأقرب احتمالاً هو ما نأكله.

جاءت القرائن الأولى من التجارب المختبرية⁽¹²⁾؛ فبدلاً من تطبيق قطران الفحم على آذان حيوانات المختبر، حاول الباحثون إطعامها كميات وأصنافاً مختلفة من الأغذية⁽¹³⁾ ليروا مقدار الدهون - أو الشحم - الذي تكتسبه. وكما قال ريبولي: «في عدد من التجارب، لم تُستخدم أي مسرطنان كيميائية، ولكن عن طريق تعديل النظام الغذائي - عن طريق تعديل الشحامة *adiposity* - أثبتت الباحثون أنه يمكن تغيير توافر الأورام». لأول وهلة، بدا وكان السبب هو وجود كمية مفرطة من الأطعمة الدسمة. لكن البحوث المتعمقة أشارت إلى أن الكميات المفرطة من الدهون أو المكونات الأخرى ليست هي الملومة هنا، بل المدخول الإجمالي من السعرات الحرارية - وبالتالي تكون السمنة نفسها إحدى القوى الرئيسة المسببة للسرطان.

بدأ أن بعض الأطعمة تمثل مخاطر ضئيلة، كما ارتبط النظام الغذائي الغني بالملح بسرطان المعدة، واللحوم الحمراء والمصنعة بسرطان القولون، ربما بسبب التوزامينات *nitrosamines*، ومركبات ن - نتروزو - *Nitroso* - *N*، وغيرها من المواد⁽¹⁵⁾. وكما قال ريبولي: «لم تكن هناك علاقة قوية للغاية، مثل تلك التي توجد بين التدخين وسرطان الرئة، حيث التأثير هائل». «كنا نتحدث عن خطر متزايد قدره واحد ونصف إلى ضعفين فيما يتعلق ببعض عادات نمط الحياة بالمقارنة مع غيرها». عندما يكون الخطر ضئيلاً منذ البداية، فحتى مفاعفته يجعل احتمالاتإصابة المرض بالسرطان ضئيلة للغاية، ولكن عند انتشاره ضمن جمهرات سكانية تقدر بـ ١٠٠ مليون، فإن الآثار قد يكون لها تأثير كبير في الصحة العامة. وعلى أي حال، فإن التمييع المتعمق لذلك سيطلب إجراء دراسات وبائية كبيرة، والتي قد يكون تفسيرها صعباً على نحو محبط.

استجمع ريبولي ذكرياته قائلاً: «كان ثمانينيات القرن العشرين فترة صعبة للغاية»، فقد انقسم باحثو السرطان إلى فصيلتين اثنين. ذكره ذلك بمدينة البنديقة

في عصر دانتي Dante، حيث انقسم الغوبلفينيون Guelphs المتحاربون إلى النيري والبيانكي، أي السود والبيض. «كان لدينا حزبان، يقول الأول إن الأمر يتعلق برمته بالسرطانات البيئية؛ ويقول الآخر إن السرطان قد يحدث من دونها. وقد انتقلت من حزب التسرطن إلى حزب نمط الحياة»، فقد صار مهمتاً ليس فقط بالعوامل التي يتحمل أن تسبب السرطان، ولكن أيضاً بتلك التي قد تمنع وقوفه.

وخلال العقد الذي أعقب ذلك، قدم يد المساعدة من خلال دراسة نظمها صندوق أبحاث السرطان العالمي والمعهد الأمريكي لأبحاث السرطان، مراجعة زهاء أربعة آلاف دراسة⁽¹⁶⁾ حول التغذية والسرطان ومن ثم التعرف على الأفاط التي قد تنشأ عنها. وفي العام 1997 أصدرت المجموعتان تقريرهما المعنون «الغذاء والتغذية والوقاية من السرطان: منظور عالمي» - والذي كان مصدر إلهام لبرنامجه الحصص اليومية الخمس الذي حقق شعبية كبيرة خلال السنوات التي سبقت تشخيص ثانسي. واستناداً إلى أفضل الأدلة المتاحة، بدا أن الفواكه والخضروات تمتلك قوى ملحوظة: «فالأنظمة الغذائية التي تحتوي على كميات كبيرة⁽¹⁷⁾ من مجموعة متنوعة من الخضروات والفواكه يمكنها وحدها أن تقلل من المعدلات الإجمالية للإصابة بسرطان الكلى بنسبة تزيد على 20 في المائة». وتمثلت التوصية الأولى في تناول الطعام «أطعمة ترتكز في معظمها على النباتات»⁽¹⁸⁾ على هيئة خمس حصص أو أكثر يومياً. وفي عمودها المقتوه على نطاق واسع في صحيفة نيويورك تايمز، وعنوانه «الصحة الشخصية»، كتب جين برودي Brody ملخصها لتوصيات الدراسة، التي تتسم بكونها محددة بشكل ملحوظ:

إن الأطعمة الغنية بصفة خاصة باليود الكيميائية الواقية من السرطان⁽¹⁹⁾ تشمل عائلة البصل، والخضروات التي تنتمي إلى عائلة الكرنب (بما في ذلك البروكلي، والقنبيط، والبوك تشوي [الملفوف الصيني]، واللفت، وملفوف بروكسل)، والفاوصوليا والبازلاء المجففة، والطماطم، والخضروات والفواكه ذات اللون الأصفر والبرتقالي الداكن (مثل البطاطا الحلوة، والشمام، والقرع الشتوي)، والحمضيات، والعنب البري والفواكه المجففة مثل الخوخ والزيبيب.

لبت الأمر قد تبين أنه بهذه السهولة. بعد ذلك بعقد من الزمان، وبالتحديد في العام 2007، جاءت نتائج المتابعة مخيبة للأمال⁽²⁰⁾. كان ريبولي مرة أخرى عضواً رئيساً في الفريق القائم على الدراسة. ومع تراكم قدر أكبر وأفضل من الأدلة، تلاشت الحاجة الداعمة لتناول الفواكه والخضروات. كان لا يزال هناك عدد من الأدلة «المحدودة» إلى «المحتملة» على أن بعض هذه الأطعمة قد تقلل قليلاً من خطر الإصابة ببعض أنواع السرطان. لكن المؤلفين خلصوا إلى أنه «لا يمكن الحكم الآن بأن الأدلة على أن هذه الأطعمة توفر الوقاية هي أدلة مُقنعة بأي حال من الأحوال»⁽²¹⁾.

تمثلت المشكلة في التقرير السابق (وبصورة أقل مع الجزء المتمم له) في أن الاستنتاجات قد استندت بشكل كبير للغاية إلى الدراسات الاستعادية retrospective studies، التي ينبغي فيها الاعتماد على أن يتذكر الناس بالتفصيل ما تناولوه من الطعام قبل سنوات وحتى عقود - وهي فترة الحمل المتعلقة بكثير من أنواع السرطان. وفي هذا السياق، قال ريبولي: «إذا سألت شخصاً في السبعين من عمره، مصاباً بسرطان القولون، عما كان يأكله عندما كان في سن الخامسة والأربعين أو الخمسين، ستكون هذه مهمة صعبة؛ فتذكرة أشياء مثل التدخين أو تناول الشراب هو أكثر وضوها، وهذه الأمور متكررة للغاية ومستقرة»، وبالتالي فهي أشياء يمكنك تذكرها. «لكن مدى تواتر تناولك للجزر؟ ومدى تواتر ما أكلته من الكمثرى؟ وتحديداً عدد الكمثرى، وعدد حبات الفراولة، وعدد البيضات - بما في ذلك جميع البيض الذي لا تدري عنه شيئاً لأنه متضمن في وصفات الطعام». يعتقد ريبولي أن الإيجابيات الأفضل تكمن في الدراسات المستقبلية، من النوع الذي يتتبع عدداً كبيراً من الناس في أثناء ممارستهم لحياتهم الطبيعية. وبعد ذلك، فمن الممكن مقارنة الذين أصيبوا بالسرطان بأولئك الذين لم يصابوا به. وكما قال ريبولي: «لنحتاج إلى التوجّه إلى شخص قعيد الفراش لإصابته بالسرطان لكي نسألّه عن عدد المرات التي كان يتناول فيها السلطات salads، بل سنعمد إلى تجميع المعلومات من الأشخاص الذين يعيشون حياتهم الطبيعية».

في حين كانت المشاريع من قبل الصندوق العالمي لبحوث السرطان جارية، كان ريبولي يضغط لتشكيل الدراسة المعروفة باسم EPIC، وهي اختصار «الاستقصاء

الأوروبي المستقبلي التوجه للسرطان والتغذية⁽²²⁾). وخلال تسعينيات القرن العشرين، شرع الباحثون في مراقبة صحة 520 ألف شخص في عشر دول. جرى سحب عينات من الدم بصفة دورية، ومن ثم حفظها في النيزروجين السائل. جرى تسجيل الأطوال، والأوزان، والتاريخ الطبي؛ كما جرى تجميع معلومات عن النظام الغذائي والنشاط البدني، ومع تنامي حجم قاعدة البيانات، سنة بعد سنة، بدأ الباحثون في عدد من الجامعات والوكالات الحكومية في البحث عن ارتباطات.

كان عدد قليل من النتائج السابقة قد نُشر في تقرير العام 2007، ما ساعد على ترجيح كفة الميزان بعيداً عن الهوس بتناول الفواكه والخضروات. ومنذ ذلك الحين، ظهر مزيد من المفاجآت. وبحلول الوقت الذي تحدثت فيه إلى ريبيري، كان نحو 63 ألف شخص من بين نصف المليون المشاركون في الدراسة قد أصيب بالسرطان. لم يكن هناك في ذلك الوقت سوى أوهنهن الأدلة⁽²³⁾ على أن تناول الكثير من الفواكه والخضروات يحدث فرقاً كبيراً. من الواضح أن ذلك لم يقلل من خطر الإصابة بسرطان الكلية أو حتى بسرطانات معينة⁽²⁴⁾، مثل تلك التي تصيب الثدي، والبروستاتة، والكلى، والبنكرياس. كانت هناك إشارات إلى وجود تأثير وقائي محدود⁽²⁵⁾، خصوصاً بين المدخنين، ضد الإصابة بسرطان الرئتين، والفهم، والبلعوم، والحنجرة، والمريء. لكن الوقت ما زال مبكراً لوضع أكثر من تخمينات مبدئية⁽²⁶⁾. وإلى جانب التدخين، يمثل الإفراط في شرب الخمر أحد عوامل الخطر للعديد من هذه السرطانات. وقد تبين، كما كان متوقعاً، أن الأشخاص الذين يدخنون ويتعارفون على الخمر بشكل مفرط⁽²⁷⁾ يكونون أقل احتمالاً لتناول الفواكه والخضروات. وقد وجدت دراسة تمهدية أن هذه الأطعمة قد تؤدي دوراً محدوداً⁽²⁸⁾ في تقليل حالات سرطان القولون، لكن هذا أيضاً لا يزال محل للخلاف⁽²⁹⁾.

وفي مقال افتتاحي لمجلة المعهد الوطني للسرطان، خلص والتريسي ويليت Willett، وهو خبير بارز في مجال التغذية (والذي ترأس «دراسة صحة المرض»)، وهي بحث عالي التأثير حول النظام الغذائي ونمط الحياة) كما كان زميلاً لريبيولي منذ وقت طويل، إلى أن الباحثين قد «أفترووا في التفاؤل»⁽³⁰⁾، وأن نتائج الدراسة EPIC لم تُضف إلى الأدلة سوى «إن أي ارتباط بين تناول الفواكه والخضروات وبين خطر

(*) European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition.

الإصابة بالسرطان يُعد ضعيفاً في أحسن الأحوال». وقد بات واضحًا من أبحاث دول وبيتو أن المسرطنات الاصطناعية لم تكن هي الدليل الدامغ، إذ يبدو الآن أن الفواكه والخضار لم تكن بمنزلة حل سحري.

لكن النظام الغذائي لم يكن عديم الصلة بالموضوع، لكن باحثي الدراسة EPIC هم من قدرُوا أنه بالنسبة إلى شخص يبلغ من العمر خمسين 50 عاماً، والذي تناول قدراً كبيراً من اللحوم الحمراء والمصنعة (160 غراماً، أو أكثر من ثلث رطل يومياً) فإن خطر إصابته بسرطان القولون والمستقيم على مدى عشر سنوات⁽³¹⁾ هو 1.71 في المائة - أي أعلى بنسبة 0.43 في المائة من الخطر الذي يتعرض له شخص يتناول أقل من 20 غراماً منها. يعادل ثلث رطل يومياً تناول الكثير من شطائر الهمبرغر والنقانق (الهوت دوغ)، وكذلك فهناك تعقيدات أخرى يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار. أجرت الدراسة تعديلات مقابل التدخين، ومعاقرة الخمور، والعوامل الخارجية الأخرى. لكن قد تكون هناك عوامل أخرى تتعلق بسلوك الحيوانات الآكلة للحوم أدت إلى تشويه النتائج، كما توصلت دراسات أخرى إلى استنتاجات متضاربة⁽³²⁾. ستكون هناك دائماً شكوك متعلقة بعلم الوبائيات الرصادي وبالسؤال الذي لا مفر منه حول التفريقي بين السبب والتأثير. سيطلب الاقتراب من الوصول إلى أحوجية إجراء تجارب معشاة randomized trials كبيرة للغاية، والتي تقوم فيها مجموعة من السكان بأمانة بتناول قدر أكبر من بعض المواد الغذائية في حين تتناول مجموعة أخرى كمية أقل. وبعد عشرين أو ثلاثين عاماً من التنفيذ شديد الصرامة للتجربة، قد يمكن القول بشيء من الثقة فيما إذا كان هناك فرق في خطر الإصابة بالسرطان. إن البيانات التي تأمل الدراسة EPIC في تجميعها خلال العقود المقبلة قد تكون أفضل خيار ثانٍ متاح.

ومن خلال تجاوز القضايا المطبخية الصرفة، عززت الدراسة EPIC من الحجة ضد السمنة؛ فقد وجدت إحدى الدراسات أن النساء المنسنات اللواتي ازداد وزنهن بمقدار 15 إلى 20 كغم⁽³³⁾، أو نحو 40 رطلاً، منذ أن بلغن سن العشرين يزداد خطر إصابتهن بسرطان الثدي بنسبة 50 في المائة. وكما كانت الحال في التجارب القديمة التي أجريت على الحيوانات، فإن السمنة نفسها، أيًا كان سببها، يبدو أنها كانت القوة الدافعة⁽³⁴⁾. وجنبًا إلى جنب مع عدم ممارسة الرياضة، فقد

تكون السمنة مسؤولة عما يصل إلى 25 في المائة من حالات السرطان⁽³⁵⁾، في حين ينخفض دور الخيارات الغذائية إلى ما لا يزيد على 5 في المائة. هذه هي الرسالة التي تلخص عقوداً من الأبحاث الغذائية والطبية: إن فهم السرطان يتعلق بالأطعمة التي نتناولها بصورة أقل مما يتعلق بالكيفية التي يقوم بها الجسم بتخزين واستخدام الطاقة.

وفي وسط هذا اللغز الاستقلابي، يوجد هرمون الإنسولين insulin. عندما نأكل الطعام ويرتفع مستوى الغلوكوز (سكر الدم)، فإن الإنسولين، الذي يفرزه البنكرياس، هو ما يرسل إشارات إلى خلايانا لحرق هذا الوقود مباشرة ومن ثم تخزين الفائض في صورة الغликوجين glycogen (النشا) أو دهون الجسم. ومع انخفاض نسبة السكر في الدم، تعتمد الخلايا على احتياطياتها عن طريق تحويل الغликوجين إلى غلوكوز مرة أخرى. وعند الحاجة إلى مقدار أكبر من الطاقة، تطلق الخلايا الدهنية إمداداتها الطويلة الأجل. وعلى أي حال، ففي بعض الأحيان يقع خطأً ما؛ حيث يُنفع الجسم قدرًا قليلاً للغاية من الإنسولين أو لا يستجيب لتأثيره. وعندما يحدث هذا الأخير، يستجيب البنكرياس عن طريق إنتاج مزيد من الإنسولين. وتستجيب الخلايا بأن تُصبح أكثر مقاومة وبالتالي يجري إفراز مزيد من الإنسولين. وهذه الدوامة المرضية - وهي حالة تُعرف باسم الملازمنة الاستقلابية metabolic syndrome - مكتنفة في الحالات المزمنة مثل فرط ضغط الدم، وأمراض القلب والأوعية الدموية، وداء السكري، والسمنة. وكذلك فهي تؤدي دوراً في السرطان، ويرجع ذلك إلى أسباب معقدة⁽³⁶⁾. إن الإنسولين وعدد من الهرمونات القريبية الشبه به، والتي يطلق عليها اسم عوامل النمو الشبيهة بالإنسولين (IGFs)، يمكنها تحفيز الخلايا السرطانية، وتغذيه توسيع الأورام وحتى تشجيع عملية توليد الأوعية الدموية. والإنسولين مكتنف أيضاً في تنظيم الهرمونات الجنسية؛ وعلاوة على ذلك، فإن ارتفاع مستويات الإنسولين يسرّع من تراكم الدهون في الجسم، كما تقوم الخلايا الدهنية بتصنيع الإستروجين. إن الإنسولين، والإستروجين، والسمنة ترتبط جميعها بالسرطان في العقدة الاستقلابية نفسها.

من المنطقي أن تتطور مثل هذه الارتباطات. يجب أن تتغذى المرأة جيداً من أجل إنتاجأطفال أصحاء. وفي أوقات الماجاعة، لا توجد طاقة زائدة لتخزينها، ومن

ثم تستجيب الآلية الاستقلابية عن طريق تقليل توافر الإستروجين. لا يكون الوقت مناسباً حينئذ لحدوث الحمل. ومع توافر مزيد من الأغذية، تراكم الدهون - وهي الطاقة التي ستحتاج إليها الأم في أثناء فترة الحمل والإرضاع - ويجري إفراز مزيد من الإستروجين، مما يحفر عملية التبويض ovulation، وإنتاج حليب الثدي بعد اكتمال الحمل. وهنا يمكن أساس «التعاطف الغامض» الذي تساءل عنه راما زيني منذ أكثر من ثلاثة قرون. ولكن في حضارة يصبح فيها الغذاء وفيه، وبشكل مبالغ فيه، يضرّب هذا التعاطف. تختفي سُن بُدء الحِيْض⁽³⁷⁾، مما يضيف إلى عدد دورات الإستروجين ويزيّد خطر الإصابة بسرطان الثدي. وقد تؤدي زيادة التغذية أيضاً إلى إطلاق هرمونات تزيد من طول الجسم⁽³⁸⁾ - وهو عامل اختطاف آخر للإصابة بالسرطان. وكما قال ريبولي: «إن ما يظهره هذا هو الكيفية التي يمكن بها لشيء لا يعود أنه تعديل لعملية فيزيولوجية طبيعية - والتي تظل عاديّة ولا تسبّب أي مرض - أن يكون له تأثير كبير في أواخر العمر في الإصابة بالسرطان. لا يمثل هذا نوعاً من التسرطن الكيميائي، أو الفيزيائي، أو الفيروسي؛ بل هو ضرب من التسرطن الاستقلالي». لقد عادت الفكرة القديمة حول السرطان بوصفه نزعة تشمل الجسم بأكمله، ولكن في صورة أكثر تطوراً. وكذلك فإن كمية الدهون المختزنّة تؤثّر أيضاً في الجهاز المناعي⁽³⁹⁾ بطرق قد تساعد على نشوء الأورام الخبيثة. وبالإضافة إلى الخلايا الدهنية، تحتوي الأنسجة الدهنية على كتل من البلّاعم - وهي خلايا تزاحم على بؤر التوتر المصابة بالعدوى لالتهايم الغزارة، والتي يمكن توجيهها أيضاً للمساعدة في صد هجوم سرطاني. وتفرز الخلايا الدهنية نفسها عوامل أخرى تحرّض الالتهاب inflammation - وهي آلية للشفاء تتطوّي على البناء السريع لأنسجة جديدة. هناك خط رفيع بين ذلك وبين النمو الورمي. منذ أكثر من قرن من الزمان، أشار رودolf فيرخوف⁽⁴⁰⁾ Virchow إلى أن الالتهاب المزمن، من خلال قدرته على تسريع تكاثر الخلايا، ومثل أحد أسباب السرطان. (وهذا قد يفسّر سبب كون الأسرى وغيره من الأدوية المضادة للالتهاب⁽⁴¹⁾ يهدّو في بعض الدراسات أنه يقلّل من خطر الإصابة بالسرطان). وقد جرى وصف السمنة باعتبارها نوعاً من «الحالة الالتهابية المزمنة المنخفضة الدرجة»⁽⁴²⁾، كما وصفت الأورام بأنها «جريح لا تلتّسم»⁽⁴³⁾. الكيموكينات chemokines، والإنترغرينات integrins، وإنزيمات

البروتياز... والعدلات، والوحيدات، والبيوزينيات - هناك الكثير من الأجهزة الخفية المستبطة للشعور الخام بمفصل نابض أو جرح حار ممتنع بالقيق. وكذلك فقد جرى ربط الالتهاب بالمتلازمة الاستقلالية والداء السكري. السرطان، والسمنة، والداء السكري⁽⁴⁴⁾ - قمت الإشارة إلى قوة هذه الارتباطات في الدراسات التي أجريت على الأشخاص المصابين بزيادة صارخة في الوزن، والذين خضعوا لجراحة المجازة المعدية *gastric bypass* كمحاولة أخيرة للإغاثة. ومع انخفاض كثرة أجسامهم، ينحسر الداء السكري⁽⁴⁵⁾، كما توجد أدلة على تناقص خطر إصابتهم بالسرطان.

وكلما تعمقت نظرتك، ازداد تعقيد الأمر برمته؛ فالكورتيزول، وهو هرمون الكربب stress، والميلاتوفين الذي ينظم النوم، مكتنفان بدورهما في الحلقات الاستقلالية التي تتضمن الطاقة، وتدفق الإستروجين، والالتهاب. وقد أشارت الدراسات الوبائية إلى أن النساء اللواتي يعملن ليلا قد يتعرضن لمخاطر أكبر للإصابة بسرطان الثدي. وعنده التفكير في هذا وغيره من الأدلة على تأثير أشعة الشمس ودورات النوم في الجسم، أضافت منظمة الصحة العالمية «العمل بنظام المناوبة الذي ينطوي على اضطراب الساعة البيولوجية»⁽⁴⁶⁾ إلى قائمة المسرطّنات المحتملة - وهو واحد من السبل الأخرى التي قد تبرر الحاجة إلى استكشافها. تتحد جميع هذه الظواهر عند الجذور الخلوية، وبالتالي فسيحتاج فهم سرطان إلى استبعادها جميعاً. لقد انخفضت معدلات الوفاة الإجمالية للسرطان خلال العقود الأخيرة.

هل تعلم أجسامنا التكيف مع تلك الإيقاعات الجديدة؟ لن نتمكن مطلقاً من أن نقارن على وجه اليقين بين معدلات الإصابة بالسرطان في القرن الحادي والعشرين وبين تلك التي سادت قبل مئات السنين. وإذا كانت هناك زيادة على أمدّي الطويل، فمن المحتمل أن تكون التغيرات الحديثة التي تزعزع أسسنا الاستقلالية جزءاً من القصة.

وبحلول الوقت الذي التقيت فيه ريبولي، كان هو وزملاؤه يتحدثون أقل عن البروكل، والقنبيط، والملفوف الصيني، واللفت، وكرنب بروكسل وأكثر عن توازن الطاقة في الجسم، وعن كيف تحولت نقطة الارتكاز منذ العصور القديمة. كنت قد قرأت عن المناوشات الدائرة حول ما يسمى بالنظام الغذائي القديم paleo diet - هل كان أغنى في الفواكه والخضروات أم في اللحوم والدهون؟ وعلى أي حال،

فقد كان منخفض المحتوى من الكربوهيدرات المكررة والسكر - وهي الأطعمة المفعمة بالطاقة التي تصل إلى مجرى الدم بسرعة، مما يتسبب في ارتفاع مستويات الإنسولين وربما تعطيل الكثير من العمليات البيوكيميائية. وقرب نهاية حوارنا، أخرج ريبولي من مكتبه ملفا يحتوى على عدد من الرسوم البيانية. قال ريبولي: «في نهاية العام 1800، كان الاستهلاك المعتاد للسكر في معظم البلدان الأوروبية يبلغ 2 - 3 كغم للشخص الواحد في السنة؛ أما الآن فهو يتراوح بين خمسين وستين كيلوغراما»⁽⁴⁷⁾. تخيلت كومة تزن مائة رطل من السكر ومن ثم التهامها على مدى اثنى عشر شهراً. ذكرني ذلك بالصحافي غاري توبيس Taubes، الذي يجادل بأن الكربوهيدرات والسكر⁽⁴⁸⁾، وليس الدهون الغذائية والإفراط في تناول الطعام، هي ما يوجه وباء السمنة الحديث والأضرار التي يسببها، بما في ذلك السرطان، من خلال تغيير الطريقة التي يستهلك بها الجسم الطاقة.

يشك ريبولي وزملاؤه في أن المشكلة تمثل في جميع الأطعمة الغنية بالطاقة. وعلى الرغم من أنها عالية المحتوى من السعرات الحرارية، فمن الممكن أن تترك أجسامنا جوعى وتطلب المزيد. وكما قال: «إذا توجهت لشراء همبرغر أو شطيرة، فهي تحتوي غالباً على ما بين خمسين وخمسين وستين كيلو سعر حراري؛ أما لو أعددت طبقاً من المعكرونة اللذيذة، على النمط الإيطالي - مع بعض الصلصة، والفلفل الحلو، وبعض الخضروات - فستحصل بالكاف إلى خمسين كيلو سعر حراري. لكنني أتناول شيئاً وأفرا ي يجعلنيأشعر بالامتلاء. أتناول شطيرة ومع ذلكأشعر بأنني لم أكل أي شيء، لكنني تناولت مزيداً من السعرات الحرارية - أي المزيد من الطاقة». من شأن هذا الشعور بالفراغ أن يحفز الرغبة في تناول قطعة من الحلوى، وربما كان ذلك سبباً كافياً لتناول مزيد من الفاكهة والخضار والألياف - فهي ملأ معدتك، وتقلل من مدخولك من الطاقة، وبالتالي تزيد من حمل الإنسولين في جسمك⁽⁴⁹⁾.

وعلى الجانب الآخر من معادلة الطاقة، توجد ممارسة الرياضة البدنية، وفي العصر الحديث صار في وسع الناس أن يعيشوا حياة أكثر خمولًا⁽⁵⁰⁾. وأضاف ريبولي: «نجلس نحن الاثنين هنا، وتدور بيننا محادثة لطيفة للغاية؛ وفي وقت آخر، وفي مكان آخر، قد يكون في وسعنا إجراء هذه المحادثة ونحن نسير في أحد الحقول.

نحن نتحرك أقل ونأكل أكثر». وعلى أي حال، فإن ممارسة الرياضة ليست مسألة بسيطة تتعلق بحرق بعض الكيلوغرامات؛ فالمجهود يجعلك تشعر بالجوع وبالتالي فربما تستجيب عن طريق تناول القدر نفسه من السعرات الحرارية الذي فقدته، إن لم يكن أكثر. وقد يتمثل الأمر الأكثر أهمية في تأثير ممارسة الرياضة على التحكم في الإنسولين والهرمونات الأخرى. عليك تخفيض وزنك، وممارسة قدر أكبر من الرياضة. وكما قال ريبولي: «قبل عشرين عاماً، لم تكن هذه سوى مجرد أفكار». أما الآن، فالدراسة EPIC ⁽⁵¹⁾ تسعى إلى الحصول على دعم علمي، فقد بدأت البحث من فوره. صدر بيان رسمي عن الدراسة EPIC، والذي يعد باستكشاف التفاعلات المعقدة بين العوامل الوراثية، والاستقلالية، والهرمونية، والالتهابية، والغذائية - وهو ما يعني مزيداً من العقد التي ينبغي حلها.

أخبرت ريبولي بأنني شعرت بتحسن أكبر بسبب السير إلى مكتبه طوال الطريق الموصل إليه عبر حديقة هايد بارك، فضحك، وعندما شرعت في إغلاق دفتر ملاحظاتي اصطحبني في جولة سريعة سيراً على الأقدام عبر القاعة، ثم خرجنا من المبني، وتجاوزنا بوابة المستشفى، حتى صرنا نقف على جانب شارع برايد Praed. أشار الرجل إلى نافذة في مبني المستشفى القديم، وهي نافذة مكتب ألكسندر فليمينغ. وقد روى لي قصة صارت جزءاً من الأسطورة - كيف أن فليمينغ ترك النافذة مفتوحة بطريق الخطأ، مما سمح لأبواغ spores فطر البنسلين بتلويث طبق المختبر. قد تكون بقية التفاصيل ملقة، لكنها تمثل تذكيراً مشجعاً على أن أي اكتشاف طبي عظيم يمكن أن يأتي فجأة عن طريق المصادفة.

وفي أثناء سيري باتجاه محطة مترو الأنفاق - كنت قد مارست ما يكفي من الرياضة لذلك اليوم - فكرت في أن مواجهة السرطان لا يمكن أبداً أن تكون بمثل هذه السهولة. ينتج كل من الأمراض المعدية التي تمكننا من دحرها عن عامل واحد - أي عدو يمكن تحديد هويته، والذي يمكن قتله أو التلقيح ضده. أما في مواجهة السرطان، فينبغي علينا التحكم في مجموعة كبيرة من العوامل، بما في ذلك مزيج من الأعراض الناجمة عن الاختلالات الحادثة في عملية استقلاب الطاقة، كما أن أكبر المخاطر تكمن دائماً بعيداً عن متناولنا: الشيخوخة والإنتروربيا. ليس السرطان مرضًا، بل هو ظاهرة.

أما ما جعلنيأشعر بتفاؤل أكبر فهو ما قد تكشفه الدراسة في EPIC في المستقبل. خلال السنوات المقبلة، ومع إصابة مزيد من المشاركون في الدراسة بالسرطان، سيمكن الباحثون من تحليل دمائهم بكل دقة لمعرفة ما كانت حالهم عليه قبل سنوات أو حتى عقود من إصابتهم بالمرض. وفي ظل تقنيات مثل الرنين المغناطيسي النووي، سيمكنون من تمييزآلاف المواد الكيميائية في الدم، بحثاً عن علامات قد تُنذر بظهور السرطان لاحقاً. يمثل هذا وسيلة مختلفة للغاية لإجراء البحوث الطبية؛ فالباحث يبدأ تقليدياً بطرح فرضية ما - والمبنية على مشاهدة أو دراسة إحصائية أو مجرد حدس داخلي. قد تشक في أن زيادة مستويات أحد الفيتامينات تزيد أو تقلل من خطر الإصابة بنوع معين من السرطان؛ وبعد ذلك ستحاول البحث عن أدلة. وفي ظل موارد مثل تلك المتوفرة لدى الدراسة EPIC، قد تظهر ارتباطات لم يشك في وجودها أي عقل منفرد. وقد تمثل النتيجة في تطوير اختبارات موثوقة فيها تزودنا بإذار مبكر للأورام الخبيثة بالطرق التي تحذر بها زيادة نسبة الكوليسترون في الدم من أمراض القلب. وحينئذ، قد يكون هناك ما يمكننا القيام به حيال ذلك المرض.

المقامرة مع الإشعاع

ثمة مادة مسرطنة مؤكدة لم أتحدث عنها مع ريبولي، وهي النشاط البشعاعي *radioactivity* والتي تسمى الآلية فيها بكونها واضحة و مباشرة: تقادف نواة غير مستقرة من عنصر مثل الراديوم جسيمات وأشعة مفعمة بالكثير من الطاقة لدرجة أنها تستطيع تمزيق الجزيئات، وتكسير الروابط الكيميائية، وإحداث جميع أنواع التلف الخلوي للجسم. يطلق على الانبعاثات التي تسمى بمثل هذه القوة اسم الإشعاع المؤين *ionizing radiation* (إن الذرات التي تُجرّد من الإلكترونات تصبح أيونات). وإذا لم تضرب الجزيئات المشعة العين بصورة مباشرة، الأمر الذي يؤدي إلى حدوث طفرة، فقد ترك أثراً من الجذور الحرجة الأكالة^(١) في السيتوبلازم. وهي حالة تسمى الكرب التأكسدي *oxidative stress*، والتي يمكن أن تلحق الضرر بالجينوم بشكل غير مباشر. وعند التحول إلى وضع الذعر، قد ترسل الخلية المهرّنة

«يخت» الإشعاع عبر الأمعاء، ما يسبب حرائق داخلية تشبه ضربة الشمس»

إشارات إلى الخلايا المجاورة⁽²⁾، ما يؤدي إلى مزيد من التوتر والصدمة الجينومية. يأتي معظم التعرض الذي تلقاه من هذا المطرد من مصادر طبيعية، حيث يقال إن أكبر مصادره هو الرادون radon المنبعث من التربة أسفلنا.

منذ أن خضع متزلي لاختبار الغاز قبل عقدين من الزمن، حيث سُجلت كمية متواضعة، لم أهتم كثيراً بتلك التحذيرات. إن الرادون، مثل أول أكسيد الكربون، هو قاتل صامت لأنّه غير مرئي وعديم الراحة - على رغم أنه يعمل ببطء، حيث تراكم الطفرات الناجمة عنه عاماً بعد عام. ومن بين نحو 160 ألف حالة وفاة بسرطان الرئة تقع سنوياً في الولايات المتحدة، ذكرت وكالة حماية البيئة أن 21 ألف حالة، أو 13.4% في المائة⁽³⁾، قد تكون متعلقة بالرادون. أما ما لا نسمعه كثيراً فهو أنه في نحو 90% في المائة من تلك الوفيات، يمثل التدخين بدوره عاملاً مسبباً⁽⁴⁾. طوال كل سنوات حياتي، يبلغ المجموع الكلي لما دخنته نحو عشر سجائر. ليس منها واحدة خلال السنوات الخمس والعشرين الماضية. ومع ذلك، فعندما شرعت في معرفة المزيد عن السرطان، شعرت بالحاجة إلى إجراء اختبار آخر للرادون. هذه المرة في الغرفة التي جلست فيها أخيراً طوال أسبوع تأليف هذا الكتاب.

كان الشتاء بارداً بصورة غير معتادة في سانتافي. يتطلب الوصول إلى مكتبي الكائن في الدور الثاني عبور درج في الهواء الطلق، وهي رحلة يومية سهلة تنطوي على مناظر خلابة لكنها تستلزم تجريف الثلوج في بعض الأحيان. لذلك السبب ولأسباب أخرى فقد بدأت العمل في الطابق السفلي في غرفة أنشئت، مثل كثير من الغرف في سانتافي القديمة، فوق مسافة ضيقة من الأوحال. كان اثنان من جدران الغرفة بعمق نحو ستة أقدام تحت مستوى سطح الأرض، واللذان بنيا من طوب لين مصوب من الأوحال نفسها الموجودة تحت الأرضية. وطوال أسبوع، ظل الطقس الخارج أبرد من أن نستطيع فتح النوافذ، وكانت قد أوصدت الباب لم الوصول بين المكتب والردهة للاحتفاظ بالحرارة. وبعبارة أخرى، من المرجح أن تؤدي الظروف إلى جعل الهواء راكداً، ومن ثم الوصول بقراءات غاز الرادون إلى الحد الأقصى.

طلبت شراء عدة اختبار، ووضعتها على المكتب، ومن ثم أرسلتها بعد ثمان وأربعين ساعة بالبريد إلى المختبر المدون اسمه على ورقة التعليمات. كانت النتائج التي جاءت هذه المرة أكثر بأربعة أضعاف مما كانت عليه من قبل: 22.8 بيكوكوري picocuries

للتر الواحد. كان الحد الأقصى لمقياس وكالة حماية البيئة⁽⁵⁾، الذي يربط بين مستويات غاز الرادون والمخارط، هو 20، كما يوصي باتخاذ إجراءات علاجية عند 4 بيوكوكوري فقط للتر الواحد. يمثل الكوري الواحد الكمية التقريبية للإشعاع الذي ينتجه غرام واحد من الراديوم، وبالتالي فإن البيوكوكوري يساوي جزءاً واحداً من تريليون جزء من تلك القيمة: أي 2.2 تقْتَشِّت نووي في الدقيقة الواحدة. وباعتبار أن الرادون يتحلل بسرعة، فهو يقذف بالجسيمات ألفا (وهي عناقيد مولفة من نيوترونين اثنين وبروتونين اثنين)⁽⁶⁾ ومن ثم يتحلل إلى عناصر أصغر، والتي تطفو في الهواء وتبت دورها الجسيمات ألفا. غير أنها لا تبتعد كثيراً - يمكن إيقاف سبل الأشعة ألفا حتى يفعل لوح من الورق - ولكن بسبب غزارتها، فهي توجه ضربة ثقيلة. أما غاز الرادون نفسه فيجري لفظه من الرئتين بسهولة، لكن الجزيئات الابنة، التي تستنشق مع كل نفس، قد تعلق بتلك البيئة الرطبة وتصيب الخلايا بإشعاعها. وفي كل دقيقة وفي كل لتر من هذا الهواء الراكد، كان يقع خمسون من هذه الانفجارات المجهريّة غير المرئية. علمت من الرسم البياني الصادر عن وكالة حماية البيئة، والذي جاء مع طقم الاختبار، أنه إذا تعرض ألف شخص لم يكونوا أبداً من المدخنين لجرعة مقدارها 20 بيوكوكوري للتر الواحد طوال حياتهم كلها، فإن ستة وثلاثين منهم سيتعرضون للإصابة بسرطان الرئة. وإذا أردنا صياغة ذلك بطريقة أخرى، فإن خطر الإصابة بالسرطان مدى الحياة هو 3.6 في المائة. (بالنسبة إلى المدخنين المعرضين للجرعة نفسها من الرادون، تزيد تلك الاحتمالات بمقدار سبعة أضعاف).

وعندما تأملت تلك الأرقام، بدأت أشعر بضيق في صدرني. تخيلت رئتي وهما مثقلتان بمستنقع من الهواء البارد المشبع. وبالمقارنة بالمقدار الهائل من الذرات المتضمنة في نفس واحد من الهواء، فإن الخمسين انفجاراً مشعاً التي تحدث كل دقيقة تتسم بكونها نسبة ضئيلة للغاية. وكذلك فإن جزءاً ضئيلاً فقط من الشظايا، وهو الجسيمات ألفا، سيضرّب أنسجة الرئة ويسبب طفرات جينية. إن معظم الطفرات، كما ذكرت نفسي، غير مؤذية. يتعرض الدنا الموجود في خلايانا للطفرات طوال الوقت، كما طوّرت الخلايا آليات لإصلاح الدنا التالّف أو تدمير أنفسها إذا كانضرر جسيماً للغاية. ومن بين جميع الطفرات التي تحدث في الجسم، فإن توليفات معينة فقط قد تؤدي إلى السرطان، الذي لا يحدث إذا فشلت أشياء أخرى كثيرة. ولكن على رغم

جميع تلك التطمينات، كان لايزال هناك خطر ملموس. أجري الاختبار في ظل ظروف محكمة لدرجة تأكّدت معها أن القراءة كانت مرتفعة بشكل غير طبيعي. وبعد ذلك بستة شهور، عندما كان الطقس أدفاً، أعدت القياس مرة أخرى. وفي هذه المرة وضعت المكشاف في غرفة النوم (حيث كنت أنام أنا وناسني مدة سبعة عشر عاماً). قمت بفتح وإغلاق الأبواب والنوافذ وفقاً لروتيني المعتمد. وفي هذه المرة، فإن القياس الذي جرى في ظل ظروف أقرب إلى الطبيعية، كان أقل بكثير - 7.8 بيوكوري.

أما القراءة الثالثة، التي أجريت في أشد الأجزاء حرارة من فصل الصيف، عندما كانت المراوح توزع الهواء عبر أرجاء المنزل، فلم تزد عن 0.8 بيوكوري - وهو أقل بكثير من المتوسط الوطني. كان متوسط قراءاتي الثلاث هو 10.5 بيوكوري (وهو ما يمثل نسبة للخطر قدرها 1.8 في المائة). كانت حظوظي تبدو أفضل، ومن ثم فقد تساءلت عما إذا كان بإمكاني تقليلها أكثر من ذلك بقليل.

تستند بيانات وكالة حماية البيئة إلى افتراض أن الناس يقضون في المتوسط 70 في المائة من وقتهم داخل المنزل⁽⁷⁾ - أي نحو سبع عشرة ساعة يومياً. يمثل ذلك قيمة عالية بالنسبة إلى شخص ينتقل يومياً إلى وظيفة بدوام كامل. إنني أعمل من المنزل، لكنني أقضي معظم الوقت في الطابق العلوي، حيث من المفترض أن يكون تعريضي أقل بكثير. يأتي الرادون من الأرض وهو أثقل من الهواء بثمانية أضعاف. وفي غياب الدرج الداخلي أو التدفئة القسرية للهواء، شعرت بالأمان في مكتبي المرتفع هذا. عندما أكون في الطابق السفلي، كثيراً ما أتواجد في تلك الأجزاء من المنزل التي يرجح أن تكون فيها مستويات غاز الرادون أقل بدورها. (شعرت بأنني قد أشتري مزيداً من أطقم الاختبار). ولوضع كل ذلك في الاعتبار، خفضت تعريضي التقديرى - كان تقليله بنسبة الربع يبدو معقولاً - ومن ثم تقليله مرة أخرى. لقد عشت في هذا المنزل نحو ثلث حياتي فقط، وبالتالي فإن القسمة على ثلاثة أوصلت المستوى إلى 2.6 بيوكوري - وهو أقل من «مستوى العمل» الذي توصي به وكالة حماية البيئة - وبالتالي تقليل خطر إصابتي بالسرطان إلى نحو 0.3 في المائة. عادة ما تُقدر فرصةإصابة غير المدخنين بسرطان الرئة⁽⁸⁾ في وقت ما من الحياة بنحو واحد في المائة أو أقل. وإذا كان الأمر كذلك، فإن العيش في هذا البيت القديم المريح ربما زاد من احتمالات إصابتي إلى نحو 1.3 في المائة، من مخاطر ضئيلة إلى مخاطر أكثر ضآلة. لكنني أعتقد أن هذا منظور مرتکز على الذات، فعند توزيعها

على عموم السكان فمن شأن ذلك أن يمثل عدداً كبيراً من حالات السرطان. كانت حساباتي تقديرية فحسب، وإذا أردت أن أضع تقديرات أكثر دقة، كان على أن أضع في الاعتبار كل مكان آخر عشت فيه. كانت غرفة نومي في الطابق السفلي عندما كنت طفلاً، لكنني عشت في الطابق الرابع من منزل متلاصق في بروكلين، وفي الطابق الثامن عشر من ناطحة سحاب في منهاتن. سيكون من الممكن، من الناحية النظرية، أن أحسب التعرض الطويل المدى من خلال التحليل المختبري لنظراري⁽⁹⁾. عندما تضرب الجسيمات ألفا العدسات البلاستيكية المصنوعة من الكربونات، فهي تترك آثاراً - أي ذكريات تدل على التعرض للإشعاع. وهذه الآثار - التي عادة ما يوجد الآلاف منها في كل سنتيمتر مربع - يمكن أن تترجم إلى قياسات مستويات الرادون. هناك أيضاً طريقة يستخدم فيها الزجاج المنزلي العادي⁽¹⁰⁾. تترسب نواتج تلاشي الرادون على المرابيا، وإطارات الصور، ونوافذ الخزان، كما يمكن أن تندمج في الزجاج. ومن خلال قياس الكمية التي تراكمت وأخذ المتغيرات الأخرى بعين الاعتبار، يمكن لعلماء الوبائيات تقدير مقدار تعرض الناس للرادون على مدى سنوات عديدة - ليس فقط في منازلهم الحالية، ولكن طوال فترة امتلاكهم للأشياء معينة⁽¹¹⁾.

وفي أثناء تفكري في كل الصفعات المجهريّة التي ربما تعرضت لها، تساءلت عن المصدر الذي حصلت منه وكالة حماية البيئة على أرقامها في المقام الأول - أي ذلك العدد المحدد مقدراً بالبيكوكوري للتواحد، والذي يقابل عدداً محدوداً من الوفيات الناجمة عن سرطان الرئة. لا يشبه الأمر أن تحبس ألف شخص في الطابق السفلي من أحد المباني ثم الانتظار حتى يصاب بعضهم بالسرطان. بدأت القصة في سبعينيات القرن العشرين، عندماُ وجد أن المنازل في بلدة غراند جنكشن⁽¹²⁾ Grand Junction، كولورادو، والتي بنيت فوق التفريقات الخام المستنقذة من مناجم اليورانيوم، تحتوي على مستويات مرتفعة من الرادون. وبتكليف باهظة، أُزيِلَ مكبُ النفايات المشعة هذا واستبدلَ لكن قراءات الرادون ظلت مرتفعة. وبعد ذلك وقع حادث حظي باهتمام إعلامي كبير، كان بطله مهندساً إنشائياً يدعى ستانلي واتراس⁽¹³⁾ Watras، والذي كان يعمل في العام 1984 في محطة للطاقة النووية في ولاية بنسلفانيا. ومع اقتراب الانتهاء من بناء المحطة، جرى تركيب أجهزة للإنذار من الإشعاع، والتي كانت تصدر أصواتها التحذيرية كلما سر واتراس إلى جوارها. وعلى أي حال، فلم يكن قد بدأ تشغيل المفاعلات حتى ذلك

الوقت، كما لم تكن هناك مواد منشطة في المحطة. وقد اتضح أن مصدر التلوث هو منزله، الذي وصل مستوى الرادون فيه إلى 2700 بيكوكوري. لم تكن بحاجة إلى البناء فوق مخلفات اليورانيوم لكي يكون الهواء حولك مشعاً. وفي جميع أنحاء البلاد كانت هناك منازل إيجابية لغاز الرادون، والذي كان مصدره التربة الطبيعية. لقد كان الرادون موجوداً معنا منذ البداية.

وفي محاولة لقياس مدى التهديد الحقيقي الذي يمثله التعرض، بدأ علماء الوباريات يجرون دراسات الحالات والشاهد، عن طريق مقارنة مستويات الرادون لدى الأشخاص الذين أصيبوا بسرطان الرئة بتلك في الأشخاص غير المصابة به. كانت النتائج الأولية غير حاسمة - فقد اكتشف بعضها وجود تأثير محدود، في حين لم تكشف دراسات أخرى. وفي دراسة أجريت في وينيبيغ⁽¹⁴⁾، Winnipeg، التي تتسم بأعلى مستويات لغاز الرادون من بين ثمانى عشرة مدينة كندية، لم يُكتشف وجود أي تأثير على سرطان الرئة. عمد باحثون آخرون إلى مقارنة المستويات المتوسطة لغاز الرادون⁽¹⁵⁾ في مناطق جغرافية مختلفة. ومرة أخرى، لم يُكتشف وجود أي ارتباط. وأفاد مسح وطني بوجود ارتباط سلبي⁽¹⁶⁾، لأن استنشاق الرادون يوفر الحماية بطريقة أو بأخرى؛ أو أن الدراسة نفسها كانت معيبة⁽¹⁷⁾. شكَّ بعض المعتقدين في أنه قد جرى تحرير النتائج بفعل ارتباط عكسي⁽¹⁸⁾ بين التدخين وكمية الرادون المسجلة في المنازل. ربما أن دخان السجائر يعوق عمل شاشات مراقبة الرادون⁽¹⁹⁾، أو أن المدخنين هم أقرب احتمالاً للعيش في منازل قديمة جيدة التهوية أو أنهم يفتحون مزيداً من النوافذ.

إن الحصول على أرقام أفضل سيتطلب إما مجموعات سكانية كبيرة للغاية أو مستويات بالغة الارتفاع من الرادون - وهي مئات الآلاف من البيوكوكوريات للتر الواحد⁽²⁰⁾ التي يمكن العثور عليها في المناجم تحت الأرضية. وفي أثناء بحثهم عن أجوبة، درس الباحثون معدلات الإصابة بسرطان الرئة بين عمال مناجم اليورانيوم⁽²¹⁾ في كولورادو، ونيو مكسيكو، وفرنسا، وجمهورية التشيك، وكندا (في منطقة تقع على شاطئ بحيرة غريت بير، والتي تحمل اسمها موحياً هو «ميناء الراديوم»)، وأستراليا (تل الراديوم). درسوا عمال مناجم المعادن الأخرى في كندا، والصين، والسويد - والذين بلغ عددهم الإجمالي 68 ألف رجل. ومن بين هؤلاء، توفي 2700 بسرطان الرئة؛ وهو ما يمثل نحو أربعة في المائة. كانت هناك عوامل مُربِكة يتعينأخذها بعين الاعتبار. يُعتقد أن

المقاهرة مع الإشعاع

معظم عمال المناجم من المدخنين، لكن البيانات المتعلقة بطول فترة تدخينهم⁽²²⁾ أو مدى تواتر قيامهم بالتدخين كانت إما ضئيلة أو منعدمة. يتعرض عمال المناجم أيضاً للأبخرة الديزل، والسليكا، والأغبرة الأخرى، والتي قد تكون لها تأثيرات تآزرية. يتنفس العمال اليدويون بصعوبة أكبر من شخص يطهو طعام العشاء أو يقرأ كتاباً وهو مستلق على السرير.

ومن خلال بذل قصارى جهدهم لضبط نتائجهم لاستيعاب هذه التحقيقات، بدأ أعضاء لجنة شكلها المجلس الوطني للبحوث⁽²³⁾ تحليل الأرقام وقياس العلاقة بين الرادون وسرطان الرئة. افترض الباحثون أن العلاقة يجب أن تكون خطية - أي أن عشر التعرض يؤدي إلى عشر المخاطر. لا يعتقد كل علماء السموم بصحة ذلك، ومن ثم فقد افترحوا بدلاً من ذلك وجود عتبة threshold لا يسبب الإشعاع أي ضرر أدناها. لكن وجهة النظر السائدة هي أنه حتى أصغر الكميات قد تكون ضارة. ومن خلال جهود مضنية في إجراء الحسابات الإحصائية، قُللّت الأرقام المتعلقة بعمال المناجم لتقدير مخاطر مستويات التعرض الأقل بكثير التي توجد في المنازل. كان هذا هو الأساس الذي استند إليه الرسم البياني الذي وزعه وكالة حماية البيئة والذي احتوت عليه عدة الاختبارات التي اشتريتها.

ظن بعض المنتقدين أن التخمين الاستقرائي من عمال المناجم إلى أحياض الضواحي كان يمثل قفزة أكبر من اللازم. ولكن في السنوات الأخيرة، حظيت التقديرات بدعم مزيد من الأبحاث الواسعة النطاق التي أجريت على الأسر. وقد أجريت الدراسة الأكثر طموحاً⁽²⁴⁾ في ولاية آيوا، والتي تميز بوجود أعلى مستويات متوسطة لغاز الرادون في البلاد. جرى اختيار النساء كمشاركات في الدراسة لأنهن أكثر عرضة لقضاء وقت أطول في المنزل. ومن أجل التأهل للمشاركة، كان لزاماً أن يعيشن في المنزل نفسه خلال العقود الماضيين على الأقل. ثُبتت مكافيف الرادون في عدة مواقع في كل منزل، ومن ثم أخذت القراءات على مدار السنة. ومن خلال الاستبيانات، قدر الباحثون نسبة الوقت الذي تقضيه النساء في الغرف المختلفة أو في المطباني الأخرى - أو في الهواء الطلق، حيث تُقاس المستويات المتوسطة للرادون. أيضاً، عندما كانت النساء في إجازات أو في رحلات عمل، افترض أنهن تلقين متوسط التعرض الموجود في عموم الولايات المتحدة. خُصصت زيادات للتعرض المهني، والتدخين (بما في ذلك

التدخين السلبي)، وغيرها من العوامل. وفي النهاية، خلصت الدراسة إلى أن شخصاً ما يعيش لمدة خمسة عشر عاماً في منزل يبلغ متوسط مستوى الرادون فيه 4 بيكوكوري للتر الواحد قد يتعرض «لمخاطر زائدة» تبلغ نحو 0.5. يبلغ الواقع المعدل وفقاً للعمر لسرطان الرئة (للمدخنين وغير المدخنين مجتمعين) نحو 62 حالة لكل 100 ألف⁽²⁵⁾ لكل من الرجال والنساء سنوباً. وإذا تساوت جميع العوامل الأخرى، فستزيد هذه القيمة بمقدار النصف إلى 93 حالة - أي 31 شخصاً إضافياً يعانون من هول ما يمثل حالة مميتة في الغالبية الساحقة من الحالات.

لا توجد دراسة واحدة يمكنها استخلاص استنتاجات قاطعة؛ فحجم العينة صغير للغاية، لكن علماء الإحصاء واصلوا دمج البيانات، فأنتجوا ما يسمى بالتحليل للمجمع pooled analysis، وهو مهم شاقة. تُجرى الأبحاث على مجموعات سكانية مختلفة ووفقاً لمنهجيات مختلفة. وفي أثناء دمج الأرقام، يجبأخذ هذه التناقضات بعين الاعتبار. وفي ثلاثة من هذه التحليلات⁽²⁶⁾ - في أوروبا، وأمريكا الشمالية والصين - وجد الباحثون نتائج مشابهة لتلك المستمدّة من التجربة التي أجريت على عمال المناجم، وبالتالي فإن معظم باحثي الرادون الآن يعتبرون المسألة متّهية⁽²⁷⁾. لكن علم الوبائيات ليس كتاباً مغلقاً أبداً. وفي أثناء انهميكي بشغف في قراءة الأدبيات المكتوبة عن الرادون، علمت بوجود فرضية مثيرة للجدل تسمى الإنهاض hormesis، والتي تقول بأن الجرعات الصغيرة من الإشعاع ليست غير مؤذية فحسب، بل مفيدة⁽²⁸⁾.

وتضيف الفرضية أننا تطورنا في عالم مغمور في الإشعاع، وتكيفنا على جميع الاعتداءات باستثناء أفظعها. وقد خلص أحد باحثي جامعة جونز هوبكينز⁽²⁹⁾ أخيراً إلى أن مستويات غاز الرادون التي تصل إلى 6.8 بيكوكوري للتر الواحد قد تؤدي في الواقع إلى تقليل خطر الإصابة بسرطان الرئة. وفي حين أن الجسيمات ألفا تسبب طفرات مسرطنة محتملة، فإن الأشعة السينية المنخفضة المستوى، وأشعة غاما وبينما⁽³⁰⁾، يمكن أن تفعل الدوائر فوق الجينية المختلفة في إصلاح الدنا والملوث الخلوي المبرمج وتعزيز الاستجابة المناعية.

وإذا كان ذلك صحيحاً، فإن تقليل التعرض لمستوى العمل الموصى به من قبل وكالة حماية البيئة قد يزيد في الواقع من خطر الإصابة بسرطان الرئة. لكن هذا لايزال يمثل رأياً مستقلاً. ولدى النظر في الأدلة معأخذ جميع العوامل بعين الاعتبار، قررت أن

أبداً بترك نافذة مفتوحة عندما أعمل في الطابق السفلي، حتى في الأيام الباردة خلال فصل الشتاء، في حالة كان الأمر مهماً. حتى الإشعاع المنبعث من التفجيرات النووية، سواء كانت عرضية أو متعمدة، لم يسبب ذلك القدر من السرطان الذي يظنه معظم الناس. قُتل خمسون عاملاً على الفور تقريباً بفعل الجرعة المقدرة بنحو 100 مليون كوري، والتي أطلقتها كارثة محطة تشينوبول Chernobyl للطاقة النووية⁽³¹⁾ في العام 1986. كان من المتوقع أن تلي ذلك موجة ضخمة من حالات السرطان؛ لكن بعد ما يقرب من عقدين من الزمن، خفضت مجموعة للدراسة كلفتها الأمم المتحدة تقديراتها لذلك العدد المفترض: 4 آلاف حالة وفاة من بين 600 ألف نسمة (العمال، الذين جرى إجلاؤهم، وسكان المناطق القريبة) من الذين تلقوا أكبر جرعات التعرض، أو أقل من واحد في المائة. كانت هناك زيادة في معدلات الإصابة بسرطان الغدة الدرقية⁽³²⁾ بين الأشخاص الذين تعرضوا للإشعاع وهو أطفال، لكن أكبر مشكلة تتعلق بالصحة العامة، كما خلص إليه التقرير، كانت نفسية⁽³³⁾. وكما صرّح أحد الباحثين لصحيفة نيويورك تايمز: «لقد طور الناس قدرية fatalism تصيب بالشلل⁽³⁴⁾ لأنهم ظنوا أنهم في خطر أعلى بكثير مما هم عليه بالفعل، بحيث انجرفوا إلى ممارسات مثل تعاطي المخدرات ومعاقرة الكحوليات، وممارسة الجنس غير الآمن والبطالة». وقد فتحت حكومة أوكرانيا أخيراً موقع تشينوبول أمام السياح⁽³⁵⁾، كما اكتشف علماء الإيكولوجيا أن غياب البشر قد حول المنطقة إلى قبلة للحياة البرية⁽³⁶⁾.

أدت السرّؤوس الحربية النووية التي ألقيت على مدینتي هيروشيما وناغازاكي في العام 1945 إلى مقتل ما لا يقل عن 150 ألف شخص⁽³⁷⁾، سواء بصورة مباشرة بفعل الانفجار أو في غضون أشهر بسبب الإصابات والتسمم الإشعاعي. ومنذ ذلك الحين، ظل العلماء يرصدون صحة ما يقرب من 90 ألفاً من الناجين؛ وتشير تقديراتهم إلى أن الإشعاع الناجم عن الانفجارات أدى إلى 527 حالة وفاة إضافية⁽³⁸⁾ بفعل السرطانات الصلدة solid cancers و 103 من حالات ابيضاض الدم⁽³⁹⁾.

نجا تسوتومو ياماغوتشي Yamaguchi من كلا الانفجارات⁽⁴⁰⁾. فخلال زيارة له إلى هيروشيما في رحلة عمل، كان قريباً بما فيه الكفاية من مسرح الانفجار لكي يُصاب بحروق شديدة ومقزق في طبلة الأذن. وبعد قضاء الليلة في أحد الملاجئ عاد إلى موطنها، ناغازاكي، في الوقت نفسه الذي وقع فيه الانفجار الثاني.

توفي الرجل في العام 2010 عن عمر يناهز الثالثة والخمسين. كان السبب في وفاته هو سرطان المعدة، لكنه يستحيل أن نعرف حجم الدور الذي أداه الإشعاع كعامل مسهم في وفاة الرجل المسن، الذي عاش مدة أطول من كثيرين آخرين. ربما كان الحدث الممهد لذلك هو اتباعه لنظام غذائي يعتمد على الأسماك المملحة.

كان ابيضاض الدم leukemia هو السبب الذي أودى بحياة ماري كوري، مكتشفة الراديوم (والدة الرادون)، في سن السادسة والستين - وهو «سرطان في شكل منصر وسائل»⁽⁴¹⁾، كما وصفه سيدهارتا موخرجي Mukherjee بصورة لا تنسى في كتابه المعنون «إمبراطور جميع الأمراض». عندما استخرج جثمانها في العام 1995 لتنال شرف الدفن مع بير في مدافن العظام⁽⁴²⁾ (البانثيون: Panthéon)، خشي المسؤولون الفرنسيون من أن يكون جسدها مشعا بصورة خطيرة⁽⁴³⁾. يحتفظ بالدفاتر السوداء الثلاثة التي وصفت فيها تجاربها الشهيرة في صندوق من الرصاص في المكتبة الوطنية⁽⁴⁴⁾ في باريس، كما يتعين على الأشخاص الذين يرغبون في قراءتها أن يوقعوا على وثيقة تنازل يقررون فيها بادرارك المخاطر التي ينطوي عليها ذلك. وعندما فتح قبرها، وجدت رفاتها مغلقة في قابوت خشبي داخل قابوت من الرصاص، والذي كان داخل قابوت خشبي آخر. كانت الإشعاعات المنبعثة من الداخل بقوة 9.7 بيوكوري - وهو أقل بنحو عشرين مرة من الحد الأقصى الذي تعتبره الحكومة الفرنسية آمنا للجمهور. لم تكن مدام كوري إلا بنصف سخونة الهواء الذي كان يملا مكتبي في ذلك اليوم الشتوي.

بعمره النصفي half-life الذي يقاس بالقرون، لا بد أن الراديوم الذي امتصه جسدها خلال مسيرتها المهنية لم يتقلص بشكل ملحوظ منذ وفاتها، لذلك خلص المكتب الفرنسي للوقاية من الإشعاعات المؤينة أنها ربما لم تمت بفعل الراديوم؛ واقتربوا أن السبب الأقرب احتمالاً لإصابتها بالسرطان هو أجهزة الأشعة السينية التي كانت هي وأبنتها، إيرين جوليوب-كوري، تقومان بتشخيصها كمتطوعتين طبيتين خلال الحرب العالمية الأولى. أما إيرين، التي فازت بجائزة نوبل عن أبحاثها الخاصة على العناصر المشعة، فقد توفيت أيضاً بابيضاض الدم عندما كانت في الثامنة والخمسين من عمرها. أما بالنسبة إلى بيير، فقد جاء الموت مبكراً، في سن السادسة والأربعين، عندما دهسته عربة تجرها الخيول في أحد شوارع باريس. لا يعرف أحد

نوع الضرر الذي فعله الراديوم بخلاياه، لكنه هو وماري كانتا من الاعتلال بحيث لم يتمكنا من السفر إلى سтокهوم⁽⁴⁵⁾ لتسليم جائزة نوبل التي فازا بها. وسواء كانت الوفاة من التسمم الإشعاعي أو الإرهاق البدني الشديد - إن استخراج غرام من الراديوم من نصف طن من خلطة الفار pitchblende يشبه العمل اليدوي في مصنع - فلا يزال السبب غير معروف. وبعد ذلك بستين، تمكنا من القيام بالرحلة. وفي محاضرته أمام لجنة جائزة نوبل (والتي ألقاها أيضا نيابة عن ماري)، وصف بيير تجربة⁽⁴⁶⁾ أجراها على نفسه: «إذا ترك الماء صندوقاً من الخشب أو الورق المقوى، والذي يحتوي على أمبولة زجاجية صغيرة تضم عدة سنتيغرامات من ملح الراديوم في أحد الجيوب لمدة بضع ساعات، فلن يشعر بأي شيء على الإطلاق. ولكن بعد خمسة عشر يوماً سيظهر أحمرار على البشرة، ومن ثم قرحة، والتي يكون من الصعب للغاية أن تشفى، كما أن فعل ذلك لأمد أطول قد يؤدي إلى الشلل والوفاة». وكما لاحظ بيير، فقد كانت لهذه القدرة التدميرية استخداماتها. يستخدم الراديوم بالفعل لحرق الأورام، وكذلك كانت تفعل الأشعة السينية، بعد فترة قصيرة من اكتشافها في العام 1895. وقبل فترة طويلة من التأكيد من كونه سبباً للسرطان، استُخدم الإشعاع كعلاج.

قبل انتهاء المعالجة الكيميائية التي تلقتها نانسي، بدأ أطباؤها مناقشة المرحلة التالية من علاجها ونوع الجسيمات التي يجب استخدامها في علاجها الإشعاعي. إن الجسيمات ألفا هي أضخم وأكثر تدميراً من أن يجري تشعيتها مباشرة إلى الجسم. أما أشعة بيتا، التي تتألف من تيارات من الإلكترونات، فهي إشعاع أقل حدة. تقوم تلك الجسيمات الخفيفة الوزن باختراق الجسم لعمق أكبر قليلاً مما تفعل أشعة ألفا. كما أن ورقة من الألومنيوم تكفي لإيقافها. لكن تأثيرها أقل إضراراً بالجسم. وكثيراً ما تختار لعلاج سرطانات الجلد، بحيث يمكن الحفاظ على سلامة ما يوجد أدناه. تمتلك الأشعة السينية وأشعة غاما اليد الطولي الالزامية لعلاج السرطانات التي توجد عميقاً في الجسم؛ وتتسم بأطوال موجية من الصغر بحيث يمكنها المرور عبر العديد من طبقات الأنسجة قبل أن تضرب هدفها. لكن حواهها المهمة تجعل من الصعب تجنب إيناء الخلايا المجاورة. إن البروتونات، التي هي أثقل بنحو 1800 ضعف من الإلكترونات ولكنها أصغر حجماً من الجسيمات ألفا، ويمكنها توصيل كميات كبيرة من الطاقة مع قدر أقل من الفوضى.

وبدلاً من توجيه الأشعة من الخارج، قد يقرر أطباء الأورام بدلاً من ذلك تطبيق العلاج الإشعاعي الموضعي (المعالجة الكثبية: brachytherapy); والذي يتتألف من وضع كبسولات صغيرة من النظائر المشعة بداخل الورم أو بالقرب منه. وفي بعض أنواع السرطان، يجري حقن النظائر المشعة إلى مجاري الدم، واليود المشع، على سبيل المثال، يتركز في الغدة الدرقية ويهاجم الأورام الخبيثة القابعة هناك. ثمة دواء مستهدف يدعى ألفارادين⁽⁴⁷⁾ Alpharadin، والذي يوصى الراديوم مباشرة إلى خلايا سرطان العظام النقيلي. ومهما كانت الطريقة، يظل الأساس المنطقي لها هو المستخدم نفسه في المعالجة الكيميائية: إن الخلايا السرطانية السريعة الانقسام ستستسلم للسم بسرعة أكبر مما تفعل الخلايا السليمة، كما أنها ستكون أقل قدرة على إصلاح أنفسها.

وأتفق كل من جراح نانسي وطبيب الأورام المعالج لها على المنطقة الأربية اليمني واليسرى من جسدها، حيث انتفخت الغدد اللمفاوية بالسرطان، ينبغي أن تعالج بالأشعة بيتا. في المنطقة الأربية اليمنى، كان السرطان قد وصل إلى طبقات البشرة، وبالتالي فإن حزم الإلكترونات ستخترق فقط بما يكفي من العمق للوصول إلى أي خلايا تكون قد نجت من المعالجة الكيميائية. وعلى أي حال، فقد اختلف الأطباء حول ما إذا كان ينبغي عليهم أيضاً تشيع حوضها بأكمله بالأشعة السينية. رأى الجراح أن مخاطر ذلك كانت غير مبررة؛ فقد يترك الإشعاع وراءه ندبات داخلية ربما تسبب انسداد الأمعاء، كما يمكن أن تؤذى الأجهزة الأخرى. قد يتسبب تلف الجهاز اللمفاوى في حدوث وذمة لمفية lymphedema، وهي تراكم السائل اللمفاوى الذي قد يسبب توربما مزمناً في الجزء والأطراف. وفي حالات نادرة للغاية، فإن الطفرات المحرضة بالإشعاع قد تحفز ظهور سرطان آخر بعد عقود من الزمن. كان هناك الكثير من العوامل المتضاربة التي يتعينأخذها بعين الاعتبار.

وبسبب تأكده من أنه قد استأصل كل ندفة من الأنسجة المعرضة للخطر، رأى الجراح أن تشيع الحوض سيكون إجراء زائداً عن الحاجة بشكل خطير. وأن أسباب من المعالجة الكيميائية تلتها أشعة بيتا السطحية ستمثل ضماناً كافياً ضد النقال المتبقي. من شأن استخدام المزيد من الإشعاع الآن، عندما قد لا يكون ضرورياً على الإطلاق، أن يحد من الخيارات المتاحة إذا حدثت رجعة للورم لاحقاً. يؤدي كل من المعالجة الكيميائية والإشعاع إلى تدمير نخاع العظام، ما يضعف قدرة الجسم على

تحمل المزيد من الاعتداءات العلاجية. وقد نصح طبيب آخر «بالاحتفاظ بنخاع العظام للمعارك المستقبلية». لكن طبيب الأورام المعالج لنانسي لم يقنع بأي من هذا على الإطلاق، فقد رأى أن الغطرسة تسبب تقدير الجراح؛ وأن سرطاناً بمثيل هذه العدوانية في امرأة شابة وصحيحة البدن بهذه يستلزم هجوماً مضاداً بالغ الشدة. وقد أخبر نانسي بأن التخلّي عن تشريح الحوض يشبه المقاومة على حياتها. لم تكن هناك إجابة صحيحة. وقد أوصى خبراء مركز إم دي أندرسون أيضاً بتشريح الحوض بأكمله، وبالتالي كان هذا هو السبيل الذي اختارناه.

بدأ قذف الخلايا السرطانية بالأشعة كأنه هجوم بالطلقات الناريه، لكن التخطيط والدقة أمران مثيران للإعجاب. تقوم الماسحات الطبية - الأشعة المقطعيه المحوسبه (CT)، والتصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، والتصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (PET) - بتحطيم الورم والأعضاء المحيطة بصورة ثلاثية الأبعاد. وعند تسديد الشعاع يجري اختيار المسارات والزوايا التي تتجنب أكثر الأعضاء عرضة للخطر. تحتسب الجرعات بدقة - فبعض الأعضاء يكون أكثر حساسية للأشعة من غيره، وكذلك بعض الأورام. تُخطط العلاجات بحيث يمكن توزيع جرعات صغيرة على مدى أيام وأسابيع، أي بصورة تدريجية بما يكفي لأن تقوم الخلايا السليمة بإصلاح أو استبدال نفسها، ولكن ليس بالتدرج الذي يسمح للسرطان باستعادة اليد العليا. يمكن للأذرع الروبوتية الموجهة بالحاسوب توصيل جرعات متدرجة إلى أجزاء مختلفة من الورم. وتقليل كمية الإشعاع التي تمر عبر الأنسجة السليمة، يمكن توجيه الأشعة من عدة اتجاهات، وكل منها ضعيفة في حد ذاتها، والتي تتلاقى لتوصيل أقوى ضربة للورم.

وعلى رغم جميع سبل الرعاية والحساب، فإن الضرر يظل حتمياً - متمثلاً في التعب، وحرق الجلد، وتنمل الأعصاب، والإسهال. يضيء الإشعاع عبر الأمعاء، ما يسبب حرقة داخلية تشبه ضربة الشمس. تؤدي كتل الغذاء الضخمة إلى ازدياد الحالة سوءاً، ولذلك نصحت نانسي باتباع نظام غذائي قليل البقايا low-residue diet، وتتجنب الأطعمة الغنية بالألياف: الغبار المصنوع من العبوب الكاملة، والحبوب الخشنة والحببيات، والفاواكه الطازجة، والخضار النيئة، والأرز البري أو البني. كان عليها أيضاً أن تتجنب الخضروات ذات النكهة القوية - البروكلي، وملفووف بروكسل، والقبنيط - وجميع تلك الأطعمة التي يفترض أن تكون جيدة بالنسبة إلى صحتك في ظل الظروف

العادية. كانت نانسي تحب جميع هذه الأطعمة، كما أن الفلفل الحار وغيره من الأطعمة الحارة والفشار كانت جميعها ممنوعة. وبدلًا من ذلك، فقد بدأت تعتاد على طعم دواء الإيموديوم .Imodium

وعندما أنظر إلى الوراء، بعد مضي سنوات، وأنا أتصفح الملف الكبير الذي كانت تحتفظ فيه بالأوراق الخاصة بهذه الفترة العصيبة، أدهشني بعض من السخافات؛ فمن بين الأوراق البحثية التي توازن بين مخاطر ومزايا تشريح الحوض ووثائق التنازل التي يُقرّ فيها بمعرفة الآثار الجانبية على المدين القصير والبعيد، كانت هناك شهادة تنصل disclaimer: عند إعداد المريض للعلاج، قد توجد على الجسم علامات بالحبر. كان على نانسي أن توقع على شهادة لاسقاط الحق تُقرّ فيها بأن الحبر قد يلطخ ملابسها. وكذلك فقد تُصحت نانسي بأن تتجنب الحمل. وخلال جلسات المعالجة الكيميائية، كان بوسعي أن أجلس معها في الاستراحة المفعمة بالضوء والتي تتطلّ على مناظر جبلية خلابة. وعندما يحين موعد جلسات الإشعاع، كانت تُصطحب إلى غرفة مبطنة بالرصاص. وحدها مع الروبوت الذي يقوم بمهارة بأرجحة ذراعه والتنقل بكل دقة بين أهدافه المبرمجية سابقاً، كانت تشعر بأنها تراجع عيادة السفينة على مرحلة فضائية خيالية. كانت تحاول تخيل الأشعة وهي تقتل الخلايا السرطانية وتتجنب بقية الخلايا. تمثل أقوى ذكرياتي حول تلك الفترة في اليوم الذي اصطحبتها فيه بالسيارة لتلقي أول جرعة في برنامج علاجها. عندما اقتربنا، قاومت شعوراً ملحاً بالبكاء. كانت قد عانت الكثير بالفعل، كما أني نادراً ما شاهدتها تبكي. وقالت لي: «لا أستطيع تصديق ما يفعلونه بجسدي المسكين».

وكما حدث في مرات عديدة، كان عليَّ كبت شعوري بالذنب. قلت لنفسي مرة أخرى إن السرطان الذي أصابها لم يكن معروفاً عنه أنه متعلق بهرمون الإستروجين، وإنه من غير المحتمل أن يكون عدم رغبتي في الإنجاب هو السبب. لكن من ذلك الذي يمكنه أن يعرف ذلك حقاً؟ ماذا عن التوتر الذي سببته لها - هبات الكورتيزول المسببة لاضطراب الإنسولين المسبب لأنحراف التوازن الاستقلالي؟ هل كانت هناك فرصة ضئيلة - لم تذكرها الأديبيات بعد - لأن يكون الرادون أحد العوامل المسببة؟ تخيلت هذا الغاز وهو يتسرّب إلى المسام والفوهات. يُعد ذلك جزءاً من لعنة أن تكون إنساناً: أي الفكرة القائلة بأنك تصاب بالسرطان لأنك فعلت شيئاً خطأ، أو أن شخصاً

- أو شيئاً - قد فعل ذلك بك. وبالنسبة إلى نانسي، لم يُحدد أي سبب في أي وقت كان. كان أفضل ما يمكن أن يقال هو إنها كانت ضحية للعشوائية randomness. لكن العشوائية يمكن أن تمثل تعقيداً أعمق من أن يمكن فهمه.

وخلال تلك الفترة، ذهبنا بالسيارة في أصل أحد أيام السبت إلى حرم مدرسة نيومكسيكو للصم حيث كانت الجمعية الأمريكية للسرطان تنظم فعاليتها المعروفة باسم «المؤازرة من أجل الحياة»^(*). لم يعد يطلق على المصابين بالسرطان اسم المرضي أو الضحايا بل الناجين survivors، والذين كانوا يسرون بفخر حول المضمار وهم يرتدون قمصاناً زرقاء مرسومة عليها نجمة كبيرة وكلمة «الأمل» بأحرف كبيرة. (كانت نانسي تحتفظ في المنزل بقميص آخر مكتوب عليه «لم أُمُت بعد»). وقد احتفظت بخمس صور من تلك الفعالية. كانت ترتدي سروالاً أسود قصيراً أو تنورة متوسطة الطول - لا أستطيع أن أتذكر على وجه التحديد - وكان يوسعني ملاحظة أن ساقها اليمنى كانت متخفخة بالفعل بسبب الوذمة اللمفية.طمأننا الأطباء بأن ذلك قد يكون أحد الآثار الجانبية المؤقتة للجراحة - بسبب تضرر الأوعية اللمفاوية - وربما تفاقم بسبب العلاج. لكن التورم لم يتصرف مطلقاً. كانت تقول إن هذه لم تكن تسوية سيئة مقابل أن تظل على قيد الحياة. تمثلت خطتها في تمزيق قبعتها في أثناء الموكب، كاشفة رأسها الأصلع كاحتفال بنجاتها من الجراحة، والمعالجة الكيميائية، والدورتين الأوليين من الإشعاع. لكن اللحظة المناسبة لم تحن مطلقاً. جاء الجزء الأكثر تميزاً من اليوم عندما سار المشاركون واحداً تلو الآخر إلى المسرح، حيث عرفوا أنفسهم باختصار، ومن ثم قامت السيدة الأولى لولاية نيومكسيكو بمنح كل منهم ميدالية ذهبية وشريطاً أرجوانياً. قالت المرأة الأولى: «إنني ناجية من السرطان»، ثم جاء التالي والذي يليه. فكرت في الكيفية التي وصلنا بها إلى تلطيف آلامنا بهذه الطريقة؛ فقد صار الصم يعرفون باسم «ضعف السمع»، ثم «المعاقين سمعياً» - ثم دارت الدورة مرة أخرى مع اعتماد مصطلحات من قبيل «مجتمع الصم» وحتى «ثقافة الصم».

هناك الآن ثقافة للسرطان، وسواء كنت مصاباً بسرطانة لبدة أزيلت بواسطة عملية بسيطة لاستئصال الورم، أو كنت تكافح المراحل النهائية من الورم الميلانيبي المنتشر، فأنت أحد الناجين. في الحالة الأولى، لم يكن هناك شيء تتجو منه؛ أما في الحالة

(*) Relay for Life.

الثانية، فلن يكون هناك بقاء على قيد الحياة. لقد جُردت الكلمة من معناها تقريباً.
انقطع حبل أفكارِي عندما أمسكت بالميكروفون امرأة نحيفة وطويلة القامة ترتدي
وشاح المعالجة الكيميائية، ومن ثم أعلنت: «لقد تجوت من السرطان للمرة الثانية».«
هل كان هذا مدعاه للاحتفال حقاً؟ ذلك أن السرطان قد عاد.

الشيطانة الخالدة

على متن الطائرة التي أقلعت في الصباح الباكر من أبوكيركي إلى بوسطن، كان قائداً الطائرة يرتدي ربطة عنق وردية، كما كان يُطل من جيب زيه الرسمي منديل وردي. كانت المضيفات بدورهن يرتدين قمصاناً ومازرات وردية. كان ذلك هو الشهر الوطني للتوعية بسرطان الثدي، وعندما كانت الطائرة تحلق في السماء أعلنت أحد الحاضرين بحماس أن شركة الطيران تتبع عصير الليمون الوردي والشراب الوردي - هذا على متن طائرة تغادر في الساعة السادسة صباحاً، وأن العائدات ستوجه إلى «الشفاء» من سرطان الثدي.

منذ ما لا يزيد على مائة سنة، كان السرطان كلمة لا تُنطق إلا همساً خشية إفاقته المرض من سباته. قد يموت المرء بسبب «قصور القلب» أو «الذئف»^{cachexia}، وهي طريقة للفول بمصطلحات علمية إن أحد الأحبة قد توفي بعد

^c عند تشريح ما بعد الوفاة، وجد أن نحو سبعين في المائة من الرجال في العقد الثامن من عمرهم، والذين توفوا لأسباب أخرى، مصابون بسرطان البروستاتة الذي ربما لم يكونوا على علم بوجوده»

أن «أكله» السرطان. وعلى رغم أن الخوف لم يختفِ، فلم يعد «السرطان» كلمة لا يمكن الإفصاح عنها. يتسم الابتهاج الذي جرى به تقبل الموضوع والتعبير عنه علانية بكونه شبه مروع. طرحت إحدى الشركات الصانعة لمستحضرات التجميل إعلاناً عن «قبلات للعلاج»⁽¹⁾: بشرائك لأحمر الشفاه هذا، ستقدم تبرعاً صغيراً للمساهمة في المعركة. «غضن شفتوك وامنح سرطان الثدي قبلة الوداع».

خلال تصفيحي للمجلة التي تصدرها شركة الطيران، فكرت في حملة جمع التبرعات التلفازية «قف في وجه السرطان»⁽²⁾، التي شاهدتها قبل بضعة أسابيع، والتي ضمّت العديد من المشاهير وهم يغنوون، ويضحكون، وأحياناً يتجهّمون وهم يتعهدون «بالقضاء» على السرطان من جميع الأنواع. وليس مجرد التحكم فيه، أو تقليص حجمه أو علاج وقوته بشكل أكثر فعالية. «يوماً ما، لن يموت أي طفل بالسرطان»، كما وعدت ممثلة مبتهجة في سن المراهقة. لن يموت طفل واحد به. «يجب علينا أن نصد هجومه، وأن نمحوه من الوجود»، كما قال المغني ستيفي وندر Wonder، وهو منحنٍ على البيانو. لقد توفيت زوجته الأولى بالسرطان، وكذلك فقد ضرب المرض كثيراً من النجوم الآخرين من كتب. «لا يهتم السرطان بما إن كنت قد فزت بالميدالية الذهبية الأولمبية. ولا يكترث بما إن كنت جميلاً أو ذكياً أو أنك بدأت دراستك الجامعية من فورك..». اعنى المشاهير ومعجبوهم خشبة المسرح، واحداً تلو الآخر، وهم يرتدون قمصاناً مكتوب عليها «ناج من السرطان». «لا يهتم السرطان بما إن كانت الحياة كلها مفتوحة أمامك.. لا يهتم السرطان بأن لديك أطفالاً صغاراً يحتاجون إلى أمهم.. لا يهتم السرطان بأنه قتل للتو والذك.. إنه لا يكترث فحسب». كان شريط الرسائل يمر عبر الجزء السفلي من شاشة التلفاز: «إن السرطان لا يميز»، لكنه في الواقع يعمد إلى التمييز: ضد كبار السن، والبدناء، والقراء. من الناحية الديموغرافية، فإن الأشخاص الذين يتمتعون بالشباب والجمال الذين ظهروا في البرنامج كانوا حالات استثنائية. لكن من ذا الذي يمكنه أن يقاوم قلوبهم الطيبة وتشجيعهم؟ «سيرد النجوم على مكالماتكم»، ثم رن جرس الهاتف، وانهالت التبرعات. وفي نهاية البرنامج، اصطف على خشبة المسرح موكب من العلماء في حين تصاعدت الأصوات الحماسية لجوقة يُنشد أفرادها «عليك أن تقاوم، وتقاوم، وتقاوم السرطان...» وفي المجمل، جمع أكثر من ثمانين مليون دولار في تلك الليلة.

إن «قف في وجه السرطان» Stand Up to Cancer هي منظمة محترمة تشتهر بتحويل الأغلبية العظمى من الأموال التي تجمعها للأغراض البحثية. لكنني تسأله عمّا إذا كان المشاهدون، فضلاً عن المؤدين، قد تركوا بآمال كاذبة. إن التبرعات، كما قيل، ستذهب إلى «فرق الأحلام» من العلماء الذين تتضافر جهودهم للوصول إلى علاج بدلاً من التنافس على أموال التبرعات والمنح - لأن الجشع والغرور هما فقط ما يعترض سبيل التوصل إلى فهم أكثر الظواهر الطبية تعقيداً. عُقدت المقارنات بين يوناس سولك Salk ومنظمة «مارش أوف دايمز» March of Dimes، لكن شلل الأطفال كان مشكلة أبسط بكثير - فهو مرض له مسبب وحيد يمكن عزله ومن ثم التطعيم ضده.

لن يتطلب فهم السرطان ما هو أقل من فهم أعمق لآلية عمل الخلية البشرية. استشهد أحد المؤدين بالكافح لمناهضة الرق وانتصارات حركة الحقوق المدنية. «ماذا لو لم يقم أحد مناصرة الحرية في خطوط الأنفاق السرية تحت الأرض؟.. إذا لم يقف أحد في مواجهة الظلم عند الجسر في سلما؟»^(*)، صار السرطان شيئاً يمكن التظاهر ضده أو مقاومته من خلال تنظيم إضراب أو اعتصام. لم يجد هؤلاء كأشخاص ميالين إلى الانحراف في أعمال العصيان المدني الشاملة من قبيل تلك التي قامت بها حركة ACT UP، أو ائتلاف الإيدز لإطلاق العنان للقوة، التي يمكن نفوذها في عدوانيتها. قبل عقدين من الزمن، تظاهرت حركة ACT UP ضد المعاهد الوطنية للصحة وأغلقت مكاتب إدارة الغذاء والدواء يوماً كاملاً، في معرض مطالبتها بتخصيص مزيد من الأموال للأبحاث وتوفير العلاجات بأسعار معقولة. وبطريقة أو بأخرى، زاد الاهتمام الموجه للمشكلة. يمكن الآن معالجة الإيدز بوصفه مرضًا مزمنًا، ولكن حتى فيروس العوز المناعي البشري HIV ليس في مثل تعقيد السرطان.

وخلال هبوطها في بوسطن، زُوِّدتني الطائرة بنظرة عامة على ما يتنافس مع إم دي أندرسون كأقوى مركز للسرطان في العالم. على إحدى ضفتى النهر يوجد

(*) نظام سري من طرق الهرب التي استخدمها العبيد للوصول إلى الولايات الشمالية قبل الحرب الأهلية الأمريكية. (المترجم).

(**) مسارات سلما إلى مونتغمرى: أدت المسيرات السلمية من سلما إلى مونتغمرى، فيما يعرف أيضاً باسم «الأحد الداسى»، إلى إقرار قانون حقوق التصويت للعام 1965، وهو إنجاز تاريخي لحركة الحقوق المدنية الأمريكية خلال ستينيات القرن العشرين. (المترجم).

معهد دانا - فاربر للسرطان، وأبرشية بيت إسرائيل، ومستشفى ماساتشوستس العام. وعلى الجانب الآخر، يوجد معهد وايتميد، ومعهد برود، وحرم جامعة هارفارد ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا. وباستخدام أطباق بتري المختبرية، والمخاططات الكروماتوغرافية بالغاز، وأجهزة تحديد المتوايلات الجينية، والمجاهر الإلكترونية، ينبع الباحثون العاملون في هذه الأميال المربعة القليلة كمية هائلة من المعارف المتعلقة بالاتصالات المعقّدة التي تدور بداخل الخلية البشرية، وكيف يمكن سبر أغوارها. وعلى رغم جميع الرعب الذي يسببه، يمثل السرطان معضلة فكرية ساحرة - فهو يمثل نافذة لفهم الحياة ذاتها. لكن النتائج الجديدة لا تشق طريقها إلا ببطء شديد إلى العيادات والمستشفيات، حيث يعالج المرضى بسبل المعالجة الكيميائية والإشعاع - وهي تقنيات لا تقل وحشية بكثير عما وصفه سولجينيتسين Solzhenitsyn في روايته «عنبر السرطان». كانت فرق الأحلام تحاول تجسير تلك الفجوة.

كان هذا جزءاً من جهد أوسع يسمى البحوث الترجمية translational research، والتي كانت موضوع ورشة العمل التي انعقدت في ذلك المساء في باركر هاوس⁽³⁾، وهو أروع فنادق بوسطن القديمة. وفي غرفة مزدادة بالثيريات والجدران المكسوة بالخشب، جلست وسط مجموعة من العلماء الشبان الذين يدرسون الثقافات المختلفة للبحوث الطبية: بيولوجيين يدرسون الشلالات الكيميائية بداخل الخلية، وأطباء يعكفون على تطوير واختبار أدوية جديدة، وأطباء الأورام والمرضى الذين يعالجونهم - وهم جميعاً يرون السرطان بطرق مختلفة. وفي حين تكون فترات الصباح حافلة بالمحاضرات، يزور الطلاب خلال فترة ما بعد الظهر عيادات ومختبرات الباثولوجي السرطانية في المستشفى، وكذلك مراقبة أعضاء لجنة الأخلاقيات الطبية وهم يراجعون قواعد إجراء التجارب السريرية الجديدة - وهي حلبة كثيرة ما تتعارض فيها أولويات العلم والطب.

كانت إيمي هارمون Harmon، وهي مراسلة لصحيفة نيويورك تايمز، قد نشرت أخيراً قصة اثنين من أبناء الحالات⁽⁴⁾ المصابين بالورم الميلانيتي المنتشر المتقدم، وهو واحد من أشد أنواع السرطان فتكاً. أدرج الشابان - في أوائل العشرينيات من العمر - في تجربة تنطوي على علاج مستهدف يُعرف باسم فيمورافينيب vemurafenib، وهو عقار واعد لتقليل حجم الأورام الموجهة بفعل طفرة في جين يدعى «برا夫»⁽⁵⁾.

BRAF. كانت المرحلة الأولى الصغيرة، وكذلك المرحلة الثانية الأكبر حجماً من التجربة، قد أظهرتا نتائج واعدة؛ وبالتالي فقد حان الوقت للمرحلة الثالثة - التي تضمنت 675 شخصاً في الثنتي عشرة دولة - وهي الخطوة الأخيرة قبل الحصول على موافقة إدارة الغذاء والدواء.

وهنا نشأت المعضلة: كان ابننا الخالة محظوظين لقبولهما في التجربة - فنحو النصف فقط من حالات الورم الميلانيوني ينطوي على هذه الطفرة بعينها. لكن واحداً منها، هو توماس ماكلوكلين McLaughlin، قد أدرج بشكل عشوائي في المجموعة التجريبية، التي يحصل المشاركون فيها على العلاج الجديد («الحبوب الفاقعة»، كما كان يسميها) في حين أن الآخر، وهو براندون ريان Ryan، كان ضمن المجموعة الشاهدة control group، التي ستُعالج بالداكاربازين dacarbazine، وهو العلاج الكيميائي المعياري غير الفعال على نحو مُحيط. استاء كل من الرجلين من تعسّف القرار؛ فقد أراد ماكلوكلين، الذي كان بالفعل في المرحلة الرابعة من مراحل تطور الورم الميلانيوني، أن يتبدّل دوره مع ريان، الذي ربما منحه ورمّه الأقل تقدماً فرصة أفضل إلى حد ما. لكن لم يوافق على طلبه، لأنّه يقوّض موضوعية التجربة.

كانت هذه قصة موجعة للقلب، والتي انحنت فيها مصلحة القلة مصلحة الأغلبية. ومن دون مقارنات صارمة مثل هذه، فلن تكون هناك أدوية جديدة لأي إنسان. ومع ذلك، فقد كان من الصعب عدم التفكير في الأشخاص المتضمنين في المجموعة الشاهدة باعتبارهم كباش فداء. يستخدم خبراء الأخلاقيات الطبية مصطلح «التوازن السريسي» clinical equipoise لوصف تجربة لا يوجد فيها سبب بديهي لاعتبار علاج ما متفوقاً على آخر.

عندما فقط، كما يجادل كثيرون، سيكون من الصحيح اتخاذ قرار عشوائي لتحديد أي مريض سيُعطى أي دواء. وبحلول الوقت الذي انتهت فيه المرحلة الثانية، بدا أن فيمورافينيب سيزيح داكاربازين عن موقعه بوصفه دواء مفضلاً، في حين أن نصف المرضى كانوا يحصلون على ما ثبت بالفعل كونه علاجاً رديئاً. وفي النهاية، أثبتت المرحلة الثالثة كونها حاسمة⁽⁶⁾ إلى درجة أنها أوقفت مبكراً حتى يمكن أن تستفيد كلا المجموعتين. أظهرت التقارير الأولية أن فيمورافينيب

يزيد معدلات البقاء على قيد الحياة من دون تفاقم المرض، بحيث يظل السرطان معلقاً لمدة 5.3 أشهر، مقارنة بمدة 1.6 شهر للداكاربازين. كان ذلك كافياً بالنسبة إلى إدارة الغذاء والدواء، التي لم يمض وقت طويل حتى وافقت على الدواء الجديد، الذي يجري تسويقه من قبل شركة جينيتيك Genentech. وتشير التقارير الأخيرة إلى أن المرضى عادة ما يعيشون لمدة أربعة أشهر أطول⁽⁷⁾ ممن يعالجون بالداكاربازين⁽⁸⁾.

غير أنه لم تكن هناك نهاية سعيدة؛ فريان، وهو ابن الخالة المتضمن في المجموعة الشاهدة، كان من بين العديد ممن لقوا حتفهم خلال السنة الأولى من التجربة - وهم ستة وستون في مجموعة الداكاربازين واثنان وأربعون ممن عولجوا بالفيمورافينيب. وبحلول الوقت الذي مرت فيه سنة أخرى، كان نصف الأشخاص الذين شاركوا في الدراسة قد توفوا بالفعل⁽⁹⁾. كانت أورام ماكلوكلين قد انتشرت في جميع أنحاء جسده، من فخذيه إلى دماغه. لكنه كان لايزال على قيد الحياة ويتناول العبوس الفائقية. أخبرني الرجل أنه سيعود إلى ممارسة مهنته عامل لحام يعمل تحت الشمس. فكرت في مقطع من رواية «عنبر السرطان»: «كان طوال الوقت في سباق محموم⁽¹⁰⁾ مع الورم القادر، لكنه كان يتتسابق في الظلام، لأنه لم يكن يستطيع رؤية العدو. لكن العدو كان يراه بكل وضوح، وعند أفضل لحظة من حياته انقض عليه بأنفاسه. لم يكن هذا مرضًا، بل ثعباناً. وحتى اسمها كان أفعوانياً - الورم الأروميانيلاني». كان هذا هو الاسم القديم للسرطان الذي أصاب ماكلوكلين.

بالنسبة إلى الورم الميلاني منتشر في مراحله المتقدمة، ليس هناك ما يشبه الشفاء، وبغض النظر عن نوع العلاج، فإن الخلايا الشاذة تكتشف، من خلال طفرة تصادفية⁽¹¹⁾، طريقة تواصل بها توسعها. يُظهر عقار فيمورافينيب بدوره تأثيراً جانبياً تناقضياً⁽¹²⁾، وهو تشجيع فو سرطانات الجلد الأخرى، مثل سرطان الخلايا الحرشفية squamous cell carcinoma والورم الشائكي المتقرن keratoacanthoma. يقوم الباحثون بالتجربة على توليفات⁽¹³⁾ من العلاجات المستهدفة التي تهدف إلى التغلب على هذه العقبات، على أمل أن لا تتمكن الخلايا السرطانية من تطوير حيلة أخرى. من بين أهداف البحوث الترجمية إخراج العلماء من المختبر حتى يتمكنوا من رؤية ما يمر به المرضى بصورة مباشرة. في فندق باركر هاووس، وصف توم كوران

Curran، وهو أستاذ الباثولوجيا في كلية الطب بجامعة بنسلفانيا، التأثير الصارخ⁽¹⁴⁾ لانتقال من عزلة مختبر إحدى شركات الأدوية إلى مستشفى سانت جود لبحوث طب الأطفال في ممفيس، حيث يعمل منذ العام 1995. كان كوران قد اكتشف حيناً أطلق عليه اسم Reelin⁽¹⁵⁾، والذي يساعد على توجيه هجرة العصوبونات خلال النماء المبكر للدماغ، بما في ذلك المخيخ cerebellum. والمخيخ هو مركز التحكم في العضلات والتوازن، وقد لوحظ أن الفئران المولودة بعيوب في ذلك الجين تُظهر مشية ترنحية. وكذلك فإن الطفرات في الجينات النهائية تكون مسؤولة لاحقاً عن العديد من السرطانات التي تصيب الأطفال، كما كان كوران مهتماً بصفة خاصة بالورم الأروماني التخاعي medulloblastoma، وهو سرطان عدوانٍ يصيب المخيخ، ومقارنة بأنواع الأخرى من السرطان، فهو يعد نادراً للغاية: فمعدل انتشاره بين البالغين هو 8 حالات لكل عشرة ملايين نسمة⁽¹⁶⁾. لكن هناك 5 حالات بين كل 100 ألف من الأطفال⁽¹⁷⁾ والراهقين، مما يجعله الورم الدماغي الأكثر شيوعاً في الأطفال⁽¹⁸⁾. يبلغ متوسط سن التشخيص خمس سنوات⁽¹⁹⁾، حيث ما قد يبدأ كاعتلال ليس أكثر إثارة للقلق من أعراض شبيهة بالإإنفلونزا قد يتتحول إلى صداع، وتقيؤ، ودوار، وفقدان التوازن، وما وصف بأنه «نمط آخر ومتزنج للمشي»⁽²⁰⁾.

وبالنسبة إلى كوران، كان الورم الأروماني التخاعي في المقام الأول فكرة مجردة حتى التقى الأطفال الذين يعالجون بالفعل من هذا المرض. كان يعلم أن مآل المرض كان جيداً نسبياً بالنسبة إلى معظم المرضى - إذ يبلغ معدل النجاة لخمس سنوات نحو 80% في المائة⁽²¹⁾. وعلى أي حال، فالنسبة إلى بعض المرضى يكون هذا السرطان راجعاً ومميتاً. وحتى عندما تكون العلاجات ناجحة، فقد تكون تأثيراتها الجانبية مدمرة. عادةً ما تتبع الجراحة بث الأشعة في أدمغة الأطفال السريعة التأثر، تحدث كوران إلى الجمهور قائلاً: «لقد التقى أحد الأطفال، وكان في سن المراهقة⁽²²⁾، والذي ظل خالياً من المرض أكثر من خمس سنوات. كان في نحو السادسة عشرة من عمره، وكان أشقر الشعر أزرق العينين. كان همازح الطبيب، لكنه بدأ يدرك أن بقية صفة يستمرون في التقدم في حين أنه لا يُعزز أي تقدم. بدأ يدرك أن بقية حياته ستكون صراعاً رهيباً بالنسبة إليه وإلى عائلته. إن العمل في المختبر لا يمنحك هذا النوع من المنظور. لم أستطع محو تلك الصور من مخيّتي».

بدأ كوران البحث عن علاج أفضل، عن دواء يمكنه ضرب السرطان في القلب من دون تلك الآثار المنهكة. توجه أولاً إلى رئيس مختبر الباثولوجي في مستشفى سانت جود، وطلب وصولاً إلى بنك الأنسجة، وهو مستودع الأورام التي استحصلت من الأطفال على مر السنين. لم يكن هناك سوى خمسة أورام دماغية من أي نوع، وبالتالي فقد كان عليه تجميع عيناته الخاصة. مرت خمس سنوات قبل أن يتوافر لديه ما يكفي منها لبدء تجاربه. وبحلول ذلك الوقت، ظهرت بحوث من مختبرات أخرى⁽²³⁾ تشير إلى أن بعض الأورام الأرومية النخاعية - التي تبلغ نسبتها نحو عشرين في المائة من جميع الحالات - تنتج عن عيب جيني ينطوي على جين القنفذ سوينيك. كان كوران يعرف قصة الحملان الصقلوبية⁽²⁴⁾، التي نشأت عيوبها الخلقية عن أكل الزنابق التي تحتوي على مادة طبيعية - السايكلوبامين - تcumع مسار جين القنفذ. وعلى العكس من ذلك، فإن بعض أنواع السرطان، مثل سرطان الخلايا القاعدية والورم الأروماني النخاعي، يبدو أنها تنتج عن فرط نشاط جين القنفذ سوينيك. يمكن لعقار السايكلوبامين، من الناحية النظرية، تصحيح تلك المشكلة ومن ثم تقليص حجم الأورام.

وبالنظر إلى كون السايكلوبامين مادة سامة، ومكلفة، ويصعب التعامل معها، أراد كوران إيجاد بديل. كان يجلس في مقهى بعد اجتماع حول علم الوراثيات والنمو الدماغي⁽²⁵⁾ في تاوس، نيو مكسيكو، ناقش المشكلة مع حجة بارز في إشارات جين القنفذ، والذي أخبر كوران ببعض المركبات الجديدة التي يجري تطويرها من قبل شركة للتكنولوجيا الحيوية في ماساتشوستس لغرض محدد هو عرقلة مسار جين القنفذ عن طريق تعطيل بروتين يسمى الميلس *smoothed*. واصل كوران أبحاثه ليثبت⁽²⁶⁾ أن هذه المادة تقلص حجم الأورام الأرومومية النخاعية في الفتران؛ لكنها تت�طّف مع العظام في القوارض الأصغر سناً⁽²⁷⁾ أيضاً. أما إذا كان الشيء نفسه يحدث في الأطفال فكان سؤالاً مفتوحاً، ولكن بالنسبة إلى المصابين بالنمط الراجع من المرض، الذين يواجهون الموت المبكر، فإن الفوائد قد تستحق المخاطرة. أدرج اثنا عشر منهم في تجربة سريرية، وبحلول الوقت الذي انعقدت فيه ورشة العمل في بوسطن، كانت هناك علامات على مأمونية الدواء الجديد⁽²⁸⁾، واسمه *vismodegib*، وأنه يكتب الأورام. كانت المرحلة الثانية من

التجارب قد بدأت للتو، لكن الأمر سيحتاج إلى سنوات قبل أن يصير العلاج جاهزاً لدراساته من قبل إدارة الغذاء والدواء. (تمت الموافقة عليه أخيراً لعلاج سرطان الخلايا القاعدية⁽²⁹⁾، وجار أيضاً اختباره لعلاج بضعة أنواع أخرى من السرطان).

فيسموديجب لعلاج الورم الأروماني النخاعي، وفيمورافيسيب لعلاج الورم الميلاتيني. كانت الأسماء، التي تُظهر تشابهاً غريباً، تبدو كأنماً لفظتها آلية لخلط الأجزاء المكونة للعبة السكريابل^(*). بيد أنها ليست خالية من المعنى؛ فاللاحقة

«degib» تشير إلى مثبط إشارات جين القنفذ، ويأتي الحرفان «vi» من «الرؤبة» vision (فالدواء «مستقبل التوجة»⁽³⁰⁾، كما أخبرني المتحدث باسم شركة جينيتيك)، أما العروف «smo» فمشتقة من البروتين الم MLS. أما بالنسبة إلى عقار فيمورافيسيب، فإن الحروف «vemu» تشير إلى الطفرة BRAF V600E في حين تعني «rafenib» مثبط الجين raf. لكن البادئات prefixes، وأحياناً الحروف المزيدة infixes (أي المقاطع الموجودة في وسط الكلمة)، كثيراً ما تكون تلفيقات اعتباطية. تقترح شركات الأدوية الأسماء ثم تقدمها لهيئة تُعرف باسم مجلس الولايات المتحدة للأسماء المعتمدة^{(31) (**)}، وهي الجهة المنوطة باتخاذ القرار النهائي. وقد أخبرني أحد الباحثين بأن الشركات تختار أسماء جنيسية generic صعبة النطق، مثل فيمورافيسيب، حتى يعتمد الأطباء أسماءها التجارية names الأكثر جاذبية بسهولة أكبر، مثل زيلبوراف Zelboraf في هذه الحالة؛ كما يباع فيسموديجب تحت اسم إريفيدج Erivedge. ومن جانبه، وصف خوسيه باسيلغا Baselga، وهو عالم في مستشفى ماساتشوستس العام، أحدث النتائج المتعلقة⁽³²⁾ بعقار تراستوزوماب trastuzumab، المعروف باسم هيرسيبيتين Herceptin، وهو دواء يبحث عن المستقبلة HER2 وبثبطة، ومن ثم يوقف الإشارات التي تعزز النمو السرطاني. (تدل اللاحقة «-mab» على أنه ضد وحيد النسيلة^(**)).

وهو جزء مصمم لكي يحطّ على هدف محدد). بيد أن ما يطلق عليه الآن اسم «الهيبرسيبيتين الفائق» أو إيتانسين التراستوزوماب⁽³³⁾ (DM1 - T - اختصاراً)، يتجاوز

(*) Scrabble: لعبة مشهورة يكون اللاعبون فيها كلمات من العروف حيث يكون لكل حرف قيمة تعري إضافتها وتستخدم لإحراز الفوز في اللعبة. (المترجم).

(**) United States Adopted Names Council.

(***) monoclonal antibody.

ذلك التأثير بخطوة، إذ يحمل معه ذيفانا خلويا cytotoxin ومن ثم يقوم بحقنه مباشرة في الخلية الخبيثة - أي معالجة كيميائية يجري توصيلها بالتحديد إلى حيث تزيد، جزيئاً تلو الآخر. يتسم الذيفان في حد ذاته بكونه ساماً للجسم على نحو خطير؛ ولكن عند تصويبه بمثيل هذه الدقة، فهو يعد بالعمل كصاروخ باحث عن الحرارة ضد الخلايا السرطانية الإيجابية للمستقبلة HER2.

يبدو الآن هذا شيئاً يشبه الدواء المعجزة - الذي يوفر معالجة كيميائية قوية من دون كثير من الآثار الجانبية. وقد قال باسيلغا إن الهيرسيترين وحده قد زاد بشكل كبير من معدل البقاء على قيد الحياة لدى مريضات المرحلة المبكرة من سرطان الثدي الإيجابيات للمستقبلة HER2 - من ثلاثين في المائة قبل عشر سنوات إلى 87.5 في المائة اليوم. وتتوقع أن الهيرسيترين الفائق، عند تناوله بالترافق مع دواء آخر يستهدف المستقبلة HER2، والذي يُعرف باسم بيرتوزوماب⁽³⁴⁾, pertuzumab يمكنه الوصول بهذه النسبة إلى أكثر من 92 في المائة.

وبالنسبة إلى السرطان النقيلي، تصل المعدلات إلى أقل من ذلك بكثير، لكن هنا أيضاً يوجد أناس يأملون حدوث معجزة. بعد سنتين ونصف السنة من اجتماع بوسطن، صار البيرتوزوماب يُعرف باسم بريجيتا⁽³⁵⁾ - Perjeta - وهو منتج آخر من شركة جينينتيك. وعند أخذه بالترافق مع الهيرسيترين والمعالجة الكيميائية القديمة الطراز، ازدادت فترة البقاء على قيد الحياة الخالية من التفاقم - وهو الوقت الذي يسبق عودة الأورام أو وفاة المريض - بنحو ستة أشهر. أما بالنسبة إلى الهيرسيترين الفائق فقد تواصل الانتظار. استخدمت بعض النتائج الإيجابية المستقلة من إحدى التجارب السريرية للضغط من أجل الحصول على موافقة سريعة من إدارة الغذاء والدواء، كما استشاط بعض المرضى غضباً⁽³⁶⁾ عندما أصرت الوكالة على انتظار⁽³⁷⁾ المرحلة الثالثة. وفي اجتماع حاشد خارج قاعة مجلس مدينة بوسطن⁽³⁸⁾، خاطبت امرأة جرى تشخيصها بالإصابة بالمرحلة الرابعة من سرطان الثدي الإيجابي للمستقبلة HER2 قبل خمس سنوات، مجموعة صغيرة من الأشخاص - كثير منهم يرتدون قمصاناً وردية اللون - وطالبت بإجراء تحقيق. وقالت: «ينبغي إشراك الأشخاص المصابين بالمرض في هذه المناقشة، التي يجب ألا تقتصر على أشخاص يجلسون في برج عاجي يتخذون القرارات». ربما كانت توقعاتهم أكثر من اللازم، فعندما نشرت

نتائج المراحل الثلاثة، كان أفضل ما يمكن أن يقال بخصوص سرطان الثدي النقيلي إن الهرسيبيتين الفائق «يقلل من خطر تفاقم السرطان⁽³⁹⁾ أو الوفاة بنسبة 35 في المائة». بيد أن الدواء لم يحصل على الموافقة في نهاية المطاف. ولكن بالنسبة إلى السرطانات الأكثر عدوانية، فإن أحدث التطورات لاتزال تُقاس بالشهور التي تضاف إلى ما تبقى من حياة مبكرة.

وأثناء انتظار الوليمة التي تلت حدث باسيلغا، تحدثت إلى باحثة من إحدى جامعات الجنوب عن حقيقة أنها كانت خلال الشهر الوطني للتوعية بسرطان الثدي وعن كل الاهتمام الذي استحوذ عليه والأموال التي تُجمع. أخبرتني بأنه بوسعها أن تتفهم بسهولة سبب أنه من بين جميع الأورام الخبيثة، فإن سرطان الثدي يعزف على هذا الوتر العاطفي العميق. ليس فقط لأنه واحد من أكثر السرطانات شيوعاً، بل لأن سرطان الثدي يمثل اعتداء على الأنوثة والنشاط الجنسي للنساء، والأعمق من ذلك كله، على الأمة. لكنها بدت أيضاً غيرة قليلاً، فمن النتائج غير المقصودة للحماس المتمثل في ارتداء الشريط الوردي، نجد تحويل الأنظار عن السرطانات الأكثر ندرة. كان تخصصها البصري هو سرطان البنكرياس، الذي يُظهر نسبة متدينة على نحو مُحبط من البقاء على قيد الحياة، وكثيراً ما لا ينطوي على أي أعراض. «قد تُراجع الطبيب لشعورك بعسر هضم وتفاجأ بأن لديك ثلاثة أشهر فقط لتعيشها». ومن بين الأمثلة الأخرى على السرطانات المهملة، نجد سرطانة الرحم الحليمية المصيلة UPSC، تلك التي أصابت نانسي.

لقد ظهرت ثقافة كاملة حول سرطان الثدي. أما الكاتبة باربرا إهريتزايتش Ehrenreich، وهي إحدى ضحايا المرض، فقد اعتبرت تلك الثقافة ضرباً من الطوائف الدينية، وترى أنه يستهين بالحالة نفسها - لأن سرطان الثدي هو درب آخر من دروب الحياة، أو شيء يمكنك التعايش معه مثل سن الإياس (انقطاع الطمث) أو الطلاق. وكما كتبت، فليس بإمكانك ارتداء ملابس وردية اللون فقط، بل يمكنك ارتداء الإكسسوارات أيضاً - مثل المجوهرات الوردية المصنوعة من حجر الراين rhinestone. يقال لك إن المعالجة الكيميائية تُنعم وتشد الجلد⁽⁴⁰⁾، وتساعدك على خسارة الوزن، وأن الصلح هو شيء يتعين الاحتفال به، وأن محصولك الجديد من الشعر «سيكون أكتف، وأكثر نعومة، وأسهل في العناية به، وربما يضفي لوناً جديداً مدهشاً».

أما بالنسبة إلى هذا الشدي المفقود: فبعد عملية الاستئناء الجراحي reconstruction، لماذا لا نجعل الآخر مشابهاً للأول؟ من بين أكثر من 50 ألف مريضة يخضعن لاستئصال الثدي mastectomy ويختارن إجراء عملية الاستئناء في كل عام، فإن 17 في المائة يفضلن قدمًا، في الأغلب بناء على طلب من الجراحين المعالجين لهن، لإجراء جراحة إضافية تجعل الثدي المتبقى «متواافقاً» مع الهيكل الجديد الأكثر انتصاً وربما الأكبر حجماً، وال موجود على الجانب الآخر.

في البداية، بدت انتقادات إهرينزايتش قاسية بالنسبة إلى. فبالإضافة إلى توفير السلوى وجمع الأموال للبحوث، يتمثل الأهل في جعل عدد أكبر من النساء يتوجهن إلى العيادات لإجراء تصوير الثدي بالأشعة السينية سنوياً. لكن عدد الأرواح التي ينقدّها ذلك الإجراء⁽⁴¹⁾ لم يعد واضحاً. يجري تشخيص مزيد من السرطانات الابدة *in situ* - وهي الأورام الصغيرة والبطيئة النمو، والتي تنتمي إلى «المراحل الصفرية» التي يرجح أن تتغلب عليها النساء من دون علاج. لكن أعنف أنواع السرطان قد تظهر فجأة - ربما في غضون أيام بعد إجراء امرأة فحص الثدي السنوي بالأشعة السينية - ويمكنها أن توسع من دون هواة إلى درجة أنها كثيراً ما تستعصي على الاكتشاف قبل أن تخرج عن السيطرة. وخلصت دراسة وبائية حديثة أجريت على 600 ألف امرأة⁽⁴²⁾ إلى أنه «ليس من الواضح ما إذا كان ذلك الفحص يفيد أكثر مما يضر». فمقابل كل حياة يمكن من إطالتها، سيعالج عشر نساء من دون داع. ولكن ليس هناك طريقة للتحديد المسبق لهوية أولئك النساء. يواجه الرجال المعضلة نفسها فيما يتعلق بأكثر أنواع السرطان شيوعاً لديهم، وهو سرطان البروستاتة. يمكن أن توفر اختبارات الدم للمساعدة النوعي للبروستاتة (PSA) إنذاراً مبكراً، لكنها تؤدي بدورها إلى عدد مقلق⁽⁴³⁾ من الخزعات biopsies والعمليات الجراحية التي لا لزوم لها. وكما هي الحال مع سرطانات الثدي الابدة، يمكن لسرطان البروستاتة أيضاً أن يظل كامناً من دون أن يسبب أذى طوال عقود. عند تشريح ما بعد الوفاة، وجد أن نحو سبعين في المائة من الرجال في العقد الثامن من عمرهم⁽⁴⁴⁾، والذين توفوا لأسباب أخرى، مصابون بسرطان البروستاتة الذي ربما لم يكونوا على علم بوجوده. إن الرجل الذي يجعله الجراحة عاجزاً جنسياً ومصاباً بسلس البول قد يتتسائل عما إذا كان من الأفضل له لو قاوم الضغوط التي مورست عليه لإجراء الاختبار. وكما هي الحال مع سرطان الثدي، فإن الدعاية

الصاخبة - الحسنة النية في كثير من الأحيان، ولكنها موجهة أيضاً بدافع الربح - قد تعرضت للانتقاد بسبب الإفراط في إبراز قيمة التشخيص المبكر. أصبحت الاستادات الرياضية أماكن رائجة لتجنيد المؤيدين؛ فقد صار أطباء المسالك البولية يقدمون تذاكر مجانية⁽⁴⁵⁾ في مقابل زيارة عياداتهم، كما يعلنون عن خدماتهم على لوحات الإعلانات الموجودة في حلبة اللعب. وقد وضع طبيب من فلوريدا إعلانات على عبوات مزيل الرائحة الموجودة بداخل المباول في الحمامات العامة: «هل تريد زيادة تدفق البول في المبولة؟» من شأن جراحة البروستاتة أن تزيد تدفق البول، لكن ذلك قد يكون أكثر مما تريه بعد الاجتماع الذي انعقد في فندق باركر هاوس، عدت إلى فندقي - وهو أحد فروع سلسلة هوارد جونسون، الذي كان ملاصقاً تقريراً ملخصاً فينواي بارك. كانت الجدران والسجاد تنضح برائحة النيكتوتين الممتص من أجيجات من مشجعي فريق ريد سوكس. تساءلت عن عدد أولئك الذين توجهوا من الملعب بما يحتويه من الدخان ما بعد الثانوي^(*) إلى طبيب المسالك البولية لإجراء اختبار البروستاتة. كنت قد اخترت ذلك المكان لأنه قريب من مركز دانا - فاريير، حيث كان لدي موعد مقابلة فرانشيسكا ميكور Michor، التي اختيرت أخيراً كواحدة من بين «الأفضل والألمع»⁽⁴⁶⁾ من قبل مجلة إسكواير Esquire، كما وصفت بأنها «إسحق نيون البيولوجيا». حصلت ميكور على درجة الدكتوراه من جامعة هارفارد في علم البيولوجيا التطوري وكان عنوان أطروحتها «الдинاميات التطورية للسرطان». وبعد كل الحديث عن العلوم الترجمية، كان ما أتوقع معرفة مزيد عنه الآن هو أكثر الأبحاث نظرية، التي تحظى بأهمية بالغة لفهم ظاهرة السرطان، لكنها تبعد كثيراً عن التطبيق العيادي.

إن التباين العشوائي والانتقاء الطبيعي هما القوتان الدافعتان للسرطان وكذلك للحياة، كما كانت ميكور تدرس تلك العملية بواسطة ثمادج رياضية. نحن نفك في بازلاء مندل وعصافير داروين، لكن العلم الكمي للوراثيات السكانية population genetics هو الذي جعل أفكارنا الحالية عن التطور - أي نظرية الاصطدام التطوري الحديث(**) - ترسخ أقدامها. كان الاعتقاد بأن التطور قد حدث بالفعل - الأمر الذي

(*) Third - hand smoke: يشير مصطلح «الدخان ما بعد الثانوي» إلى الدخان المتبقى من السيجارة بعد إطفائها وانقشاع دخان التبغ الثانوي من الهواء (المترجم).

(**) modern evolutionary synthesis.

سرعان ما اتضحت معامله - هو موضوع قائم بذاته، لكن هل يمكن لتراتم طفرات متفرقة صغيرة أن يؤدي حقا إلى ظهور أنواع جديدة، وإلى التغيرات التدريجية السلسة ظاهريا للتطور؟ أظهر علماء الوراثيات السكانية باستخدام معادلاتهم أن هذا الأمر ممكن الحدوث، وبحلول ثلائينيات العقد العشرين كانت نظرية الاصطدام الحديث قد ترسخت جذورها. ومن خلال تطبيق المنهج الإحصائي على أن السرطان، اكتشف الباحثون في عقد الخمسينيات بعض القرائن المبكرة⁽⁴⁷⁾ على أن الأورام، مثل المخلوقات الأرضية، تتطور أيضا عن طريق تراكم الطفرات.

وبينما كانت تجلس في مكتبه، وصفت ميكور كيف يُدرك علماء البيولوجيا التطورية والرياضيات بعض الخصائص المميزة للسرطان. تمكنا الشورة الجارية في السُّلسلة الجينية *genetic sequencing* من قراءة القائمة الطويلة من التغيرات التي تحدث في الخلايا السرطانية، بل حتى تحميلها على شبكة الإنترن特. لقد اندھش العلماء من الحجم الهائل للأرقام، الذي قد يصل إلى الآلاف. وعلى أي حال، فمن المرجح ألا يكون معظم هذه أكثر من طفرات «متطلفة» hitchhiker أو «راكبة» passenger. إن الخلية السرطانية هي خلية تتطاير بعنف خارج عن السيطرة، لكن العديد من الطفرات لا تُسهم بشيء في تطور الورم، لكنها تُنقل ببساطة إلى الجيل التالي. ويتمثل التحدي هنا في غربلتها جميعا ومن ثم تحديد الطفرات الموجبة. كان مختبر ميكور يعمل على نموذج لتطور السرطان، والذي تأمل في أن يساعد في تحقيق ذلك؛ كما كانت تدرس الأورام في مراحل مختلفة من تطورها وتحاول معرفة ترتيب وقوع الطفرات⁽⁴⁸⁾. هل تتعرض الجينات الورمية للطفرات قبل كابات الأورام، أم أن العكس هو الصحيح؟ ربما يسبق الخطوتين تلف جين ضروري لإصلاح الدنا DNA؛ أو ربما أنه لا يوجد مسار وحيد يمكن للخلايا السرطانية أن تتبعه، بل العديد من المسارات المختلفة. قد تؤدي معرفة تاريخ الأورام إلى التوصل إلى علاجات أكثر فعالية؛ فإذا كانت طفرة معينة تميل إلى الظهور في وقت مبكر، فستكون هي الطفرة المستهدفة. وعلى رغم كل بريقها وجاذبيتها المجردة، فقد كانت أبحاث ميكور في معظمها تتعلق بروح البحوث الترجمية، حيث لا يبعد مصير المرضى عن تفكيرها كثيرا.

وفي ورقة بحثية أخرى نُشرت أخيرا، تدبّرت ميكور وبعض زملائها كيف يمكن لأطباء الأورام الاستفادة من البيولوجيا التطورية لفهم الكيفية التي تتغلب بها

الخلايا السرطانية بمثيل هذه السرعة على العقبات⁽⁵⁰⁾ التي تُلقي في طريقها. ووفقاً لمفهوم يعرف باسم التوازن المنقط equilibrium punctuated، الذي روج له عنها اختصاصياً علم الأحافير نايلز إلدريдж Eldredge وستيفن جاي غولد Gould، فإن الحياة لا تتطور دائماً بخطى ثابتة. وبعد فترات طويلة من الهدوء، قد تكون هناك هبات من الابتكار الوراثي: هل هذا هو ما يوجه السرطان عندما - بعد أن يظل كامناً فترة من الوقت - يبث فجأة النقال إلى منطقة جديدة أو يتطور القدرة على مقاومة أحدث أدوية المعالجة الكيميائية؟

وكذلك تُستخدم الأفكار المستمدة من الرياضيات وعلم البيولوجيا التطورية لإظهار كيف يمكن فهم السرطان عن طريق نظرية الألعاب game theory - التي وضع她 أصلاً لإيجاد إستراتيجيات مثلى للحروب. ومن بين الدروس التي تظهر أمامنا، نجد أنه سواء في ساحة المعركة وفي المعيط الحيوي، فمن المفيد أحياناً أن يتعاون الخصوم⁽⁵¹⁾. وقد أشار روبرت أكسلرود Axelrod، وهو باحث في العلوم السياسية، إلى الكيفية التي يمكن بها تطبيق ذلك⁽⁵²⁾ على الخلايا السرطانية المتنافسة. يبدو أن تطور الأورام يمثل وضعاً يحصل فيه الفائز على كل شيء. مع انقسام الخلايا وتعرضها للطفرات، تحظى إحدى السلالات lineage باليد العليا، وتكتسب العلامات المميزة للسرطان، في حين تساقط السلالات الأخرى على طول الطريق. يبدو ذلك كأنه خطأ قاتالية غير فعالة على الإطلاق، ولذلك فقد اقترح أكسلرود بدليلاً: قد تطور بعض الخلايا السرطانية قدرة على التعاون. تصور خليتين تقعان جنباً إلى جنب. ومن خلال طفرة عفوية، يمكن للخلية الأولى أن تنتج مادة قوية تعجز نموها الخاص. أما الخلية الأخرى فتفتقـر إلى تلك المقدرة، ولكن بسبب قربها، فهي تتعرض بدورها لتلك الماءـة، وبالتالي فهي تستـمر في الازدهار. وفي أثناء قيامها بذلك، فقد تتعلم كيفية تصنيع منتج مختلف تفتقر إليه الخلية الأولى. ستـستمر كلتاـهما الآن في الازدهار - على الأقل فـترة من الوقت. وفي نهاية المطاف، قد تستـوـل على القمة سـلالـة ما، لكن الورم يستـطـيع في الوقت نفسه أن يتـوـسـع بمعدل لم يكن بالإمكان تحقيقـه بخلاف ذلك.

وبعد فـترة قـصـيرة من رحلـتي إلى بـوـسـطـنـ، كنتـ أـجلـسـ لـحضورـ عـرضـ تقديمـيـ وـصـفتـ فيـهـ حـرـكـةـ «ـقـفـ فيـ مـواجهـةـ السـرـطـانـ»ـ رـؤـيـتهاـ لـلـبحـوثـ التـرـجمـيـةـ، إـضـافـةـ

إلى تقديم بعض فرق الأحلام التابعة لها. كانت قاعة المحاضرات مملوءة، كما منع الآخرون من الدخول. وجدت مكاناً للوقوف في الخلف وشاهدت شريط فيديو أُنتج بشكل بارع، والذي صرحت فيه امرأة شابة تُجري أبحاثاً على السرطان في جامعة ولاية نورث كارولينا بالشعار التالي: «لا يزداد السرطان ذكاءً⁽⁵³⁾، لكننا نفعل ذلك». لأول وهلة، بدا ذلك خطأً بالنسبة إلى. فبداخل الجسم، فإن الخلايا السرطانية - المتنافسة، وربما المتعاونة - تقوم باستمرار باكتساب مواهب جديدة، فهي تتطور القدرة لتهريض تولد الأوعية الدموية، ومقاومة الموت الخلوي المبرمج، ومكافحة الجهاز المناعي - وكل شيء آخر يلقي به الجسم عليها.

وب مجرد أن يبدأ العلاج، فهي تتعلم مرواغة أذكي العاقاقير التي أمكن للبشر اختراعها. ولا عجب أن كان التحسن في معدلات البقاء على قيد الحياة بمثل هذا البطل، لكن هناك حداً لتعلم السرطان؛ ففي نهاية المطاف، سيموت إما السرطان وإما المريض نفسه، وفي كلتا الحالتين سيتوقف المسار التطوري. وبالتالي، فإن السرطان التالي يجب أن يبدأ من نقطة الصفر.

ولكن ماذا إذا تمكن السرطان من التحرر من قيوده؟ فكرت في عدد صدر أخيراً من مجلة هاربرز Harper's Magazine. كان الغلاف يُبرّز عبارة «السرطان المُعدي»، مع رسم لوحش خيالي - يتألف من أجزاء من طائر، وحصان، وزاحف، وإنسان - يرقص بجنون في حين يُفصح وجهه ذو الأسنان الناتفة عن نظرة قاتلة. كانت هذه لوحة للفنان السريالي ماكس إرنست Ernst، التي ترافق مقالاً لديفيد كوامن Quammen، وهو واحد من أفضل كتب الطبيعة اليوم، الذي ركّز على مرض اكتُشف في منتصف تسعينيات القرن العشرين في جزيرة تسمانيا، والذي يطلق عليه اسم مرض الورم الوجهي الشيطاني. سرعان ما اتضح أن الأورام - التي يمثل كل منها «كتلة قبيحة، مستديرة ومنتفخة، مثل دمل ضخم»⁽⁵⁴⁾ - كانت تنتقل من أحد حيوانات الشيطان التسماني Tasmanian devil إلى الآخر. لم يكن ذلك ناتجاً من عدوٍ فيروسية. عندما يعض أحد تلك المخلوقات الشرسة وجه آخر يجري نقل الخلايا السرطانية. كان هذا سرطاناً تطور بحيث يمكنه الانتقال إلى ضيف آخر. ومن خلال طرق السلسلة الجينومية، تتبع العلماء منذ ذلك الحين منشأ السرطان⁽⁵⁵⁾ إلى أنثى واحدة - هي «الشيطانة الخالدة»⁽⁵⁶⁾ - التي يمكن العثور على الدنا الطافر الخاص بها في جميع الأورام.

ثمة سرطان مُعدٌ آخر في المملكة الحيوانية، وهو الورم التناسلي الساري في الكلاب^(*). ومرة أخرى، لا ينتشر هذا الورم عن طريق العدوى بل عن طريق التبادل المباشر للخلايا السرطانية. وفي حيوانات الهمستر⁽⁵⁷⁾, يمكن أن تنتقل ساركومة مختلفة عن طريق الحقن من حيوان إلى آخر حتى يتعلم الورم المتطور تنفيذ عملية الانتقال من تلقاء نفسه، كما يمكنه أيضاً أن ينتقل بين حيوانات الهمستر عن طريق البعوض.

وقد وصف كواين ثلاث حالات وقعت في البشر - وجميعهم من المهنيين الطبيين - انزرت فيها خلايا سرطانية من أحد المختبرات أو المستشفيات في أحد الجروح. وفي إحدى الحالات، أصيبت امرأة شابة وخزت نفسها بمحنة syringe بسرطان القولون في يدها. وتوفي طالب بكلية الطب بسرطان نقيلي بدأ عندما وخز نفسه بعد سحب السائل من مريضة بسرطان الثدي. انتهت تلك النقالة في جسد المتلقى، ولكن ليس من المستحيل أن ينشأ السرطان في البرية، والذي تعثر في أحد المسارات التطورية مما سمح له في نهاية المطاف بالقفز من شخص إلى آخر. وبالنسبة إلى سرطان من هذا القبيل، يمثل التعلم رحلة ليست لها نهاية، فسيستمر في التطور في أثناء انتشاره في جميع أرجاء الأرض، وخطوة بخطوة، فإنه يصبح أكثر ذكاءً.

(*) canine transmissible venereal tumor.

Twitter: @keta_b_n

احذر العدو

في يوم شتوي صاف، قُدّت سيارتي عبر الطريق المترعرع الذي يصل إلى قمة جبل سانديا، الذي يلوح في الأفق على ارتفاع 10,678 قدما فوق مدينة ألبوكيري، للتمتع بعض الوقت في ظلال الغابة الفولاذية Steel Forest، وهي منصة كثيفة من هوائيات البث وال WAVES المكروية الوامضة التي تعمل كمحور لقطعان الاتصالات بولاية نيو مكسيكو وولايات الجنوب الغربي. إن الموجات المكروية (الميكروويف: microwaves) هي شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي الضعيف الذي يقع في النصف السفلي من الطيف، أعلى بقليل من موجات البث الإذاعي وأدنى من الموجات الحرارية وألوان الضوء. وبسبب الحجم الصغير للموجات - إذ يتراوح عرضها بين نصف بوصة وقدم - فهي تتركز بسهولة في صورة حزم بواسطة الهوائيات الطبقية وتستخدم لنقل البرامج التلفازية، والملامح الهاستيفية البعيدة

«باستخدام أدواتنا وذكائنا، يمكننا تحقيق انتصارات صغيرة ومن ثم تأجيل الموت لفترة من الوقت. غير أن الملاذ هو الذي سيسود في نهاية المطاف»

المدى، وغيرها من المعلومات، من برج إلى برج، وصولاً إلى الأقمار الصناعية التي تدور في السماء.

تنقل الهواتف الخليوية وأجهزة الإنترنت اللاسلكية الموجات الميكروية وتلتقطها أيضاً، كما أن مدينة سانتا قد أصبحت في الآونة الأخيرة نقطة التقاء للأشخاص الذين يؤمنون بأن هذه الانبعاثات تسبب أورام الدماغ وأمراضًا أخرى، وقد أدلو بشهادتهم في العديد من جلسات الاستماع في محاولة لمحظ الاتصالات اللاسلكية في المكتبة العامة وقاعة مجلس المدينة. وهم يعارضون كل تصريح جديد لبناء برج للهواتف الخليوية - حتى الصغيرة منها، التي تركب في أبراج الكنائس، والتي لا يمكن لأحد أن يراها؛ غير أنهم يعلمون بوجودها بسبب انبعاثاتها. أو هكذا كانوا يعتقدون. قاضي أحد سكان سانتا الساكنة المجاورة له بدعوى تسميمه عن بُعد باستخدام هاتف الآيفون iPhone الخاص بها، كما أن فزيائياً يعيش في لوس أنجلوس يظهر أحياناً في العلن وهو يرتدي قلنسوة تشبه المزردة chain mail لحمايته. ولعلمه بأنني كنت مشككاً في أن الجرعات الضئيلة من الموجات الميكروية التي يتلقاها الجمهور يُحتمل أن تكون ضارة، فقد عرض على تحد: توجه إلى الجبل، واقض ساعة أو ساعتين بين الهوائيات. «وانظر فيما إذا كان الأسبرين سيشفيك من الصداع⁽¹⁾ الذي يرَجع أن يصيبك، وانظر إذا كان بوعك النوم في تلك الليلة من دون دواء».

بعد أن وصلت إلى القمة، تجولت في كل الأنحاء وافتنت بالمناظر الطبيعية التي لا نهاية لها، وشاهدت المعروضات في متجر لبيع الهدايا وحمل زفاف صغيراً في الهواء الطلق. وجلست لفترات طويلة من الزمن، حيث كنت أقرأ كتاباً عن الهستيريا الجماعية⁽²⁾ والمخاوف الصحية. بدا لي أن المخاوف المتعلقة بالهاتف الخليوية تُعد مثلاً ممتازاً على ذلك، إذ تمثل حالة من الميمات memes القابلة للانتقال. وهي جوهر صلب لا يمكن اختراقه من العلوم الشعبية، والذي ينتقل من عقل إلى عقل مع قليل من التدبر. وطوال الوقت، كنت أحمل في يدي مقاييس للموجات الميكروية كنت قد اشتريته لتأكد من أنني أتعرض لجرعة لا تقل عن مليلي واط milliwatt واحد لكل سنتيمتر مربع، وهو الحد الأدنى الذي وضعته لجنة الاتصالات الاتحادية⁽³⁾ لما تعتبره التعرض الآمن خلال فترة زمنية مقدارها 30 دقيقة. (تشرق الشمس علينا بنحو 100 مليلي واط لكل سنتيمتر مربع)⁽⁴⁾. أما دعاة مكافحة الاتصالات اللاسلكية فيعتبرون أن

معيار لجنة الاتصالات الاتحادية مرتفع للغاية، وأنه أكبر بعده أضعاف مما يستطيع الدماغ أن يتحمله. وبعد ساعتين، قُدِّت سيارتي عائداً إلى المنزل واستيقظت في صباح اليوم التالي وأناأشعر بصحة جيدة. وبطبيعة الحال، فقد تم عقود من الزمن قبل أن أعرف ما إذا كان ذلك التعرض قد زرع ورما في دماغي. وإذا كان الأمر كذلك، فسيكون ذلك قد جرى عبر وسائل غير معروفة للعلم فقط عندما تصل إلى قمة الطيف - أي أقصى ترددات الأشعة فوق البنفسجية، تليها الأشعة السينية وأشعة غاما. فقد ثبت أن الأشعة تكون مسرطنة. وكلما ارتفع التردد، زادت الطاقة. تناقص حجم الموجات وصارت أشد قطعاً. ولكونها تفاص بأجزاء المليار والتيليون من المتر، فهذه هي الأشعة التي يمكنها أن تتحشر عبر الخلايا، وتنتزع الإلكترونات من الذرات ومن ثم تتلف الدنا. أما الأشعة الكليلة، مثل الموجات الميكروية، فلا يمكنها أن تسبب الضرر إلا عن طريق هززة وتسخين الأنسجة - وهي الطريقة التي تغلى بها أفران الميكروويف آلة وطهو اللحوم. غير أن الهاتف الخلوي وانبعاثات الإنترنت اللاسلكية أضعف بكثير من أن تقوم حتى بذلك. وإذا كانت مسؤولة للسرطان، فلا بد أن ذلك يحدث بطرق أكثر دهاء. يمكن للحقول الكهرومغناطيسية، والتي تشمل الموجات الميكروية، أن تؤثر في حركة الجسيمات المشحونة. وفي الكائنات الحية، تتدفق داخل الخلايا وخارجها تيارات من الأيونات المشحونة - الكالسيوم، والبوتاسيوم، والصوديوم، والكلوريد. وبالتالي، فربما أن تمويج rippling هذه التيارات وفقاً لإيقاع خاص يستثير سلوكاً خبيثاً على نحو ما، وبالتالي يعرقل مساراً خلويَا حيوياً عن طريق تضخيمه أو إخماده. من الممكن تصور أن تقوم التذبذبات بكتب الجهاز المناعي أو أن تكون لها تأثيرات فوق جينية. ومن ثم تفعيل المَثَبْلَة methylation أو تفعيل كيميائي آخر، والذي يمكنه التأثير في نوافع الجينات من دون إحداث طفرات مباشرة في الدنا.

لكن كل ذلك لا يعدو كونه تخميناً، فليس هناك نهاية للأبحاث المختبرية التي تحاول استقصاء الكيفية التي يتحمل أن تؤثر بها الموجات في الانقسام الفتيلي، وتعبير الدنا، والوظائف الخلوية الأخرى، أو تغيير كفاءة الحاجز الدموي الدماغي، أو تعزيز المسرطanas المعروفة. تسم النتائج بكونها متناقضة وغير حاسمة⁽⁵⁾. وقد أظهرت إحدى الدراسات أن استقلاب الغلوكوز، وهو العملية الطبيعية التي يجري فيها تحويل السكر إلى طاقة بالخلايا، يكون أعلى في أجزاء معينة من الدماغ عندما يكون المرء على مقربة

من هوائيات الهاتف الخلويية. وأيا كانت الأهمية السريرية لذلك فهي غير معروفة، كما أن نتائج تلك الدراسة سرعان ما تناقضت معها نتيجة بحث آخر وجد أن نشاط الغلوكوز قد جرى تثبيطه. وفي عدد قليل من الدراسات- وهي القيم المتطرفة نفسها- أشارت النتائج إلى أن التعرض المزمن للموجات الميكروية قد يزيد من خطر الإصابة بالأورام في حيوانات المختبر. غير أن التجارب التي لم تجد لها أي تأثير تفوق بكثير تلك التي وجدت تأثيراً.

وفي مراجعة أجرتها منظمة الصحة العالمية⁽⁶⁾ على ما يقرب من 25 ألف ورقة بحثية، لم يعثر على أي أدلة مقنعة على أن الموجات الميكروية تسبب السرطان. وينعكس هذا على البيانات الوبايائية؛ فعلى مدى السنوات العشرين الماضية، وعلى الرغم من أن استخدام الهاتف المحمول قد ازداد بشكل مطرد، فقد ظل معدل الوفاة السنوي المعدل وفقاً للعمر للإصابة بأورام الدماغ الخبيثة منخفضاً للغاية⁽⁷⁾. 6.1 حالات لكل 100 ألف شخص، أو نسبة 0.006 في المائة. كما تناقضت هذه المعدلات خلال العقد الماضي بنسبة قليلة ولكنها مستمرة⁽⁸⁾. لم يمنع هذا علماء الوبائيات من استقصاء ما إذا كانت الهوائي الخلوي لايزال لها تأثير ضئيل. جمعت الدراسة الأكثر طموحاً من بينها⁽⁹⁾، وهي دراسة الهاتف البيني Interphone، معلومات من خمسة آلاف مريض بأورام الدماغ في ثلاث عشرة دولة، ومن ثم مقارنتها بمجموعة شاهدة. لم يعثر على أي علاقة⁽¹⁰⁾ بين مقدار الوقت المستغرق في الحديث عبر الهاتف الخلوي ووقوع الأورام الدبقية، والأورام السحائية، وأورام العصب السمعي. وهي الأورام التي تحدث في تلك المناطق من الرأس التي يرجح أن تكون أكثر تعرضاً لمخاطر الهوائي الخلوي. كانت هناك في الواقع علاقة سلبية بعض الشيء؛ فقد تبين أن المستخدمين المنتظمين يتعرضون لمخاطر الإصابة بأورام الدماغ أقل من الأشخاص الذين لم يستخدمو الهوائي الخلوي بالمرة. ومن منطلق رفض احتمال وجود تأثير وقائي، فسر مؤلفو التقرير النهائي النتيجة كضربة حظ ناجمة عن بيانات غير جديرة بالاعتماد، أو تعزيز فيأخذ العينات، أو خطأ عشوائي - وكلها تعكس وجود عيب في المنهجية. وقد أشارت كذلك النتيجة المخالفة للتوقعات البديهية، إلى أنه إذا كان هناك بعض التأثير، فهو من الضالة بحيث يغرق في الضوضاء الإحصائية.

كانت دراسة الهاتف البيني دراسة استعادية، والتي تعتمد على الذاكرة، مثل

البحث الذي دفع العلماء إلى الاعتقاد لفترة من الزمن بأن تناول الفواكه والخضروات يمكنه أن يقلل من وقوع السرطان بدرجة كبيرة. وعلى أي حال، فقد كان هناك سبب آخر، والذي حال دون قبول النتائج باعتبارها حاسمة. لم تجد الدراسة أي علامة على وجود علاقة بين الجرعة والاستجابة، حيث يزداد خطر الإصابة بالسرطان بشكل مطرد وفقاً لعدد الساعات التي يقضيها المرء على الهاتف. ولكن بالنسبة إلى العشرة في المائة من الأشخاص الذين ذكروا أعلى معدلات للاستخدام، بدا أن خطر الإصابة بالأورام الدبقية قد ارتفع فجأة من صفر إلى 40 في المائة. يبلغ احتمال تشخيص المرء بهذا السرطان⁽¹¹⁾، وهو الأكثر شيوعاً من جميع الأورام الدماغية، نحو 0.0057 في المائة. ومن شأن زيادة قدرها 40 في المائة أن تصل به إلى 0.008 في المائة. كان هناك ارتفاع مماثل، لكنه أقل، في وقوع الأورام الأخرى. وقد فسرت هذه الزيادات بدورها من قبل المؤلفين باعتبارها نتيجة لخطأ منهجي. ذكر بعض المشاركينقضاء أوقات طويلة بشكل غريب في التحدث عبر الهواتف الخليوية - والتي بلغت اثنين عشرة ساعة يومياً - وأن ذلك ربما أدى إلى تحرير النتائج.

ربما أن الأشخاص المصابين بسرطان الدماغ، في معرض تلهفهم للحصول على تفسير، قد بالغوا في تقدير شدة إدمانهم على استخدام الهواتف الخليوية. ربما تعطلت ذاكرتهم أو اختل منطقهم بفعل الورم. وعلى أي حال، فقد درس بحث أجراه لاحقاً المعهد الوطني للسرطان⁽¹²⁾ الأورام الدبقية، فلم يجد أي إشارة تدل على أن معدلات الإصابة بها قد تزايدت مع تحول الهواتف الخليوية إلى جزء موجود في كل نواحي الحياة. أصيب العديد من علماء الوبائيات بالدهشة عندما قررت الوكالة الدولية لبحوث السرطان أنه كان لايزال هناك ما يكفي من عدم اليقين لإضافة الموجات المذكورة⁽¹³⁾ إلى القائمة الطويلة من المسرطّنات - والتي لم تقترب حتى من كونها تستحق المتابعة.

قد نحصل على مزيد من الإجابات من دراسة استطلاعية تتسم تقريباً بمثل طموح المشروع EPIC حول التغذية والسرطان، وهي الدراسة «كوزموس»⁽¹⁴⁾ (اختصار الدراسة الأترابية حول العلاقة بين استخدام الهاتف المحمول والصحة)، والتي تتطوّي على مراقبة 250 ألف متّنوع من مستخدمي الهواتف الخليوية مدة 20 إلى 30 سنة، وهو وقت كافٍ بالتأكيد لاكتشاف الآثار المتأخرة. غير أنه حتى عندما يجري الانتهاء منها بعد عقود من الزمن، فلن يعتبر الجميع أن هذه المسألة قد حلّت.

لا يستطيع أحد حتى الآن أن يقول صراحة إن خطوط الطاقة الكهربائية لا تزيد قليلاً من خطر ابيضاض الدم في مرحلة الطفولة. وهي فرضية جرى التشكيك فيها على نطاق واسع⁽¹⁵⁾ منذ أكثر من ثلاثة عقود. تتسم انبعاثات خطوط الكهرباء بكونها أضعف بعدة مرات من تلك التي تبثها الموجات الميكروية. غير أن أطوالها الموجية wavelength هائلة. وفي حين الموجات الميكروية التي يشعر الناس بالقلق بشأنها تُقاس بالبوصة، كما تُقاس موجات البث الإذاعي بالأقدام - والتي تصل إلى مئات الأقدام في محطات تضمّن السعة AM ذات الترددات الدنيا - نجد أن خطوط الطاقة ذات التردد البالغ 60 هيرتز تزيد في العرض على 3 آلاف ميل. ومن خلال التفاوت حول الأحياء السكنية، فبوسعها إحداث تيارات ضعيفة في أي مكان ما تعبّر، بما في ذلك الخلايا البشرية. ولم تكتشف أي وسيلة للكيفية التي يمكن أن يسبب بها ذلك حدوث السرطان. وعلى مر السنين، لم تُفرز معظم الدراسات الوابائية أي دليل على وجود خطر. ولكن هناك دائماً عدداً قليلاً من الحالات الشاذة التي تُشير إلى خلاف ذلك.

وفي بعض الأحيان، يبدو الأمر كأننا ندور في حلقة مفرغة، يتملكنا هاجس العثور على أسباب حيث قد لا يكون هناك أي منها. وقد قدر روبرت فينبرغ Weinberg ذات مرة⁽¹⁶⁾ أنه في كل ثانية تنقسم 4 ملايين خلية في جسمنا، ومن ثم تنسخ الدنا خاصتها. ومع كل انقسام، هناك عيوب، وهذه هي طبيعة العيش في كون تهيمن عليه الإنترورينا - أي ميل النظام الطبيعي إلى أن يفسح المجال أمام الفوضى. وإذا عشنا لفترة كافية، كما أشار إليه فينبرغ، فلا بد أن نصاب جميعاً بالسرطان في نهاية المطاف⁽¹⁷⁾. ييد أن هذا لا يعني أننا لا نستطيع، حتى ولو بشكل متواضع فحسب، تقليل احتمالات إصابةنا بالسرطان قبل أن يؤدي بحياتنا شيء آخر.

يبعد أن الأخطاء الجينية تُعد أمراً لا مفر منه، بل ضروري من أجل أن نتطور. يحدث التطور عن طريق التنوع والانتقاء العشوائين، أما الطفرات فهي منزلة الطحنن للسطحنة. وعلى طول الطريق، طوّرت الخلايا القدرة على تحديد الدنا التالف وإصلاحه، ولكن إذا كانت الآلية لا تتطوّر على أي أخطاء فسيتوقف التطور. من المرجح أن تمثل المقاومة هنا في مقدار العتبة threshold المؤدية إلى السرطان.

أما روبرت أوستن Austin، وهو اختصاصي الفيزياء الحيوية بجامعة برينستون، فيذهب إلى أبعد من ذلك للمجادلة بأن السرطان موجود «عن قصد»⁽¹⁸⁾ - أي أنه

استجابة طبيعية تواجه بها الكائنات الحية الكَرْب stress. عندما تُحرم البكتيريا من المغذيات، فإنها تبدأ في التكاثر والتطافر بجنون - كأنها تحاول أن تطور مهارات جديدة للبقاء على قيد الحياة. وإذا كان مصدر الكَرْب مضاداً حيوياً، فقد يكون التكيف الناجع هو صنع تربيق لذلك السم أو تسريع الوتيرة التي يمكن للبكتيريا بواسطتها الفرار. وكما أشار إليه أوستن، فإن خلايا الكائن الحي ربما كانت تفعل الشيء نفسه⁽¹⁹⁾؛ فعندما تتقطع بها السبل تحاول شق طريقها⁽²⁰⁾ بواسطة الطفرات من أجل الابتعاد عن المتابع، حتى لو كان ذلك يعرض بقية الجسم للخطر. قد لا تمثل أفضل استجابة في رد الصاع صاعين للمعالجة الكيميائية والإشعاعية، ومن ثم زيادة الكَرْب - بل الحفاظ بصورة ما على الخلايا المندفعـة - أي الورم - في حالة هامدة يمكن التعايش معها.

يذكر أن أوستن هو واحد من عشرات العلماء الذين تلقوا قميلاً من المعهد الوطني للسرطان كجزء من محاولة لكسر جمود برنامج «الحرب على السرطان» عن طريق استيراد أفكار من خارج القنوات المعتادة. أما فرانشيسكا ميكور Michor، وهي عالمة البيولوجيا التطورية التي التقىـتها في بوسطن، فهي تمثل بدورها جزءاً من هذا المسعى. وفي المختبرات الأخرى، يحاول الفيزيائيون والمهندسوـن إثبات أفكارهم عن طريق دراسة القوى الميكانيكية⁽²¹⁾ المكتنفة عندما تنمو الخلايا السرطانية وتنقسم، ومن ثم تنتقل عن طريق الدم. وبدلـاً من التحدث بلغة الكيمياء الحيوية، فإنـهم يستخدمون مصطلحـات مثل «الملزانة» elasticity، و«السرعة الترجمية والزاوية»، و«إجهاد القص» - كأنـهم يصفون قوارب تغادر المرسى للإبحار في مجرـي النهر. ويعـكف علماء الرياضيات على دراسة الخلايا على مستوى مختلف من التجريد⁽²²⁾ - باعتبارـها أجهزة اتصالـات - باستخدام الأفكار نفسها المستمدـة من نظرية المعلومات التي يمكن تطبيقـها عند تحليل إشارات الراديو أو خطوط النقل الهاتفي. ربما أنه يمكن التفكـير في الخلايا باعتبارـها مولدـات للذبذبات⁽²³⁾ مثل الشوكة الرنانة. يمكن التعرـف على تلك الخبرـة من خلال توافقـياتها harmonics المتنافـرة - أي الحلقة الخاصة بها. وإذا كان الأمر كذلك، فقد تكون هناك طريقة لإعادة توليفـها. ويـحاول كيميـائي بجامعة رايس استخدام موجـات الذبذـبات الراديـويـة في قـتل الخلاـيا السـرطـانـية⁽²⁴⁾. يـجري أولاً حقـنـ الخلاـيا بـجـسيـماتـ نـانـوـيةـ منـ الـذـهـبـ أوـ الـكـرـبـونـ، وـيـبعـدـ ذـلـكـ تـدـفعـهاـ مـوجـاتـ الرـادـيوـ إـلـىـ الـاهـتزـازـ، وـمـنـ ثـمـ تـنـتـجـ حرـارةـ

كافية لتدمر الخلية من الداخل. تُنفذ تلك المشاريع بالتعاون مع أطباء الأورام، كما تنطوي على كثير من التحليلات المختبرية. وهناك أيضاً محاولات للعودة قليلاً إلى الوراء ومن ثم وضع نظريات جديدة كليلة حول السرطان. يمثل بиولوجيا الخلية **cell biology** علماً مفعماً بالتفاصيل، والذي ينطوي على إطار شامل كبير. هو النظرية الحديثة للتطور. لكنك لن تتفوق سوى بالتنقيب والتمحص الدقيق لتلك الطبقات الكثيفة من المعرفة بآلاف التروس البيوكيميائية وبالطرق التي لا تُعد ولا تحصى التي يمكنها بها تكوين الشبكات أو أن تتكددس معاً. هناك هاذج للكيفية التي تُرسل بها العصبوّنات إشاراتها يمكن أو لكيفية ترجمة الدنا إلى بروتينات؛ لكنك كلما أمعنت النظر أكثر، ستبدو لك هذه الآليات أشد تعقيداً، فهي ثمرة سلسلة طويلة من الحوادث التطورية، وهو تاريخ ربما دارت أحدهاته بطريقة مختلفة.

تُكافئ الفيزياء النظرية أولئك الذين يقومون بالتبسيط - أي التغاضي عن التفاصيل والاسثناءات ومن ثم شرح كل شيء باستخدام عدد قليل من الأفكار الكبرى، أي التجميع بدلاً من التفصيل. وفي آخر مرة رأيت فيها عالم الفيزياء النظرية والكوزموЛОجيـا بول ديفيز Davies، كان يتأمل فكرة البيولوجيا خارج الأرضية. وبعد ذلك بفترة، كان هو وعالم البيولوجيا الفلكية تشارلز لينويفر Lineweaver يقلبان فكرة أن العينوم البشري يحمل بداخل لفاته «عُدّة أدوات جينية قديمة»⁽²⁵⁾ - وهي مهام روتينية اندثرت منذ فترة طويلة، والتي استخدمتها الخلايا البدانية لتكوين مستعمرات. أي السلائف المبكرة للحياة المتعددة الخلايا. وكما تحدث ديفيز بجرأة: «إذا سافرت عبر آلة الزمن، وعدت مليار سنة إلى الوراء، فسترى العديد من كتل الخلايا الشبيهة بالأورام السرطانية المعاصرة». ومع تضافر قواها لكى تصبح ورماً خبيثاً، تعيد الخلايا السرطانية تشغيل هذا البرنامج الحاسوبي التاريخي، ومن ثم «تزحف على وقع الطبول القديمة، ملخصة مطلاً للحياة يبلغ من العمر مليار سنة». وعندما تعاود الظهور في الأجيال اللاحقة تلك الصفات السابقة الهاجعة في العينوم منذ وقت طويل - مثل أسنان الدجاج، وحوافر الخيل الثلاثية الأصابع، والذبؤل الآثارية في البشر - يطلق علماء البيولوجيا على تلك العملية اسم التأسـل، أو الارتداد الوراثـي atavism. والسرطان، كما يخمن ديفيز، هو ظاهرة ارتدادية. ولكونه يفكـر في اتجاه آخر، أشار إلى أن التحول من خلية سليمة إلى واحدة سرطانية قد يكون ذا علاقة بفيزياء الكمـ. كان

من المستغرب أن نرى ديفيز يتداول الأفكار حول السرطان؛ والأكثر غرابة كان دانيال هيليس Hillis، وهو عالم بالحاسوب واختصاصي في الروبوتات، والذي يترأس فريقاً في جامعة جنوب كاليفورنيا يجري عمليات محاكاة حاسوبية تفصيلية⁽²⁶⁾ للسرطان - في صورة أورام افتراضية - يمكن استخدامها للتنبؤ بأي الأدوية يمكنه أن يعمل على نحو أفضل. سمعت لأول مرة من هيليس عندما كان طالباً في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، حيث ساعد في بناء حاسوب مجمع⁽²⁷⁾ يمارس لعبة تيك تاك تو. وقد واصل مسيرته وافتتح شركة تدعى الآلات المفكرة Thinking Machines. وربما كان إنجازه الأشهر هو تصميمه ساعة عملقة⁽²⁸⁾ جار تجميعها داخل جبل في غرب تكساس، والتي يفترض أن تظل تعمل لمدة 10 آلاف سنة، ومن ثم تتواصل دقاتها لآلاف السنين حتى لو انقرض الجنس البشري. وفي جلسة نظمها المعهد القومي للسرطان، أبلغ هيليس جمهوره المؤلف من أطباء الأورام⁽²⁹⁾ بأن الطريقة التي يقومون بها بمحاربة السرطان خاطئة تماماً - أي إننا بحاجة إلى التفكير في السرطان كعملية، وليس كشيء. فالجسم لا يصاب بالسرطان، بل إنه «يتسرطن» cancering، وينبغي ألا يركز العلاج على مهاجمة نوع معين من الأورام في عضو معين، بل على النظر إلى المريض باعتباره نظاماً معقداً. وفي نقطة ما من تلك الشبكة المؤلفة من أجزاء متشابكة - الجهاز المناعي، والجهاز الصمامي، والجهاز العصبي، والجهاز الدوري - يضطرب توازن أمر ما، وبالنسبة إلى كل مريض قد تكون هناك طريقة مختلفة لتصحيح ذلك الخلل. ربما بدا ذلك لبعض المستمعين كبطانة شمولية مفرطة، غير أن هيليس يواصل استقصاء تلك الفكرة عن طريق بناء واحدة أخرى من آلاته الطموحة⁽³⁰⁾. وبدلاً من الجينوم، انصب تركيزه على البروتينوم⁽³¹⁾ - وهو جميع البروتينات الموجودة في الخلية في أي لحظة بعينها. إن قراءة الجينوم تزودك بتعليمات لصنع كل من الأجزاء العاملة في الخلية، أما قراءة البروتينوم فتبين أي الأجزاء يجري تصنيعها في الواقع وبأي كمية - أي إنه يمثل لحة عن حالة النظام.

ظل العلماء يعملون لسنوات على رسم خريطة البروتينوم⁽³²⁾ - وهي مهمة هائلة تتطلب على استخدام تقنيات مختبرية مثل الاستشراب السائل liquid chromatography وقياس الطيف الكتلي mass spectrometry. وبالتعاون مع ديفيد أغوس Agus، وهو طبيب أورام، أنشأ هيليس شركة تسعى إلى أتمتها تلك الخطوات

المتعددة باستخدام خط تجميع روبيوني. وعند تلقيمه بقطرة من الدم، يستخلص الجهاز وفرز البروتينات وترتبها بصورة تبدو مثل النجوم في السماء. يظهر كل نوع من البروتينات كبقعة مضيئة، وبين مدى سطوعه المقدار المتواافق منه. افترض أن لديك مريضين اثنين أصحابهما نوع السرطان نفسه. يستجيب أحدهما لدواء ما ولا يستجيب الآخر. وباستخدام جهاز مثل ذلك الذي يصنعه هيليس، يمكنكأخذ لقطات لبروتينوم كل منهما، ومن ثم وضع الواحدة منها فوق الأخرى والبحث عن شيء مختلف. حتى لو كنت لا تعرف ما يعنيه هذا النمط، فإوسعك استخدامه كعلامة لتحديد أي المريضين سيستفيد على الأرجح من الدواء. لقد تذكرت هنريتا ليفيت Leavitt، عالمة الفلك التي توفيت بسرطان المعدة ولكن ليس قبل أن تكتشف المتغيرات القيفاوية Cepheid variables، وهي النجوم النابضة التي يستخدمها علماء الكوزموЛОجيA لقياس الكون.

بدأت ليفيت بصورتين للرقة نفسها من السماء - على هيئة لوحتين فوتografietin من الزجاج جرى التقاط إداتها بعد بضعة أسابيع من الأخرى. كانت إحدى الصورتين سالبة، حيث توهجت النجوم باللون الأسود. وضعت اللوحة فوق الأخرى، ومن ثم حملت الشطيرة الزجاجية والنظر إليها في الضوء. بدت النجوم التي صارت أكثر سطوعا على شكل بقع بيضاء أضخم مع مراكز سوداء أصغر حجما. وفي لوحة جرى التقاطها بعد عدة أسابيع، تقلصت البقعة البيضاء إلى حجمها السابق. لم يكن أحد يعرف حتى ذلك الوقت العوامل الفيزيائية التي تجعل النجوم توهم، لكنها تمكنت من ربط هذا النمط ببعدها عن الأرض. في بعض الأحيان، يمكن لأعيننا أن تلمح ارتباطات لا تفهمها أدمغتنا.

مع تشخيص السكان، فإن خطى السرطان تسبق مسيرتنا. غير أنه عندما نخضع لهذه الضغوط، فإننا نصبح مثل تلك البكتيريا التي تتکاثر على نحو مجنون، والتي تحدث عنها أوستن - إذ تنتج أجسامنا توليفات من الميمات بدلاً من الجينات. مثل هذه أفكاراً جديدة. قد تكون بسبيلنا إلى أن نصير أشد ذكاء من السرطان. ثمة جهود بحثية، مثل أطلس جينوم السرطان، والتي لا تنفك تُعلن عن اكتشافات جديدة⁽³³⁾ - والتي ترتكز بدقة على التفاصيل الجينية للأورام السرطانية وتفرزها إلى أنواع فرعية، والتي يُحتمل أن يستجيب كل منها لنوع مختلف من العلاج. ومع تضاعف المعلومات، فإن العلاجات المخصصة ستزداد تخصصاً. أما الأدوية

المستهدفة فستصير أكثر دقة بصورة متزايدة. عندما يجد الورم طريقة للالتفاف، ستكون أدوية أخرى جاهزة لمطاردة طفرة جديدة. وباتباع إستراتيجية مختلفة، ستعمل فئة جديدة من الأدوية على إعادة تفعيل الموت الخلوي المبرمج. ستعلم معزّزات الجهاز المناعي أن تميّز بوضوح بين ما هو ورم وما هو لحم سليم. من شأن توليفة من هذه العلاجات المتقدمة أن توقف زحف السرطان - حتى السرطان النقيلي المتقدم - أو السيطرة عليه إلى أجل غير مسمى كمرض مزمن. أو ربما، في غضون عشر سنوات، سنقرأ عن كيف أن هذه المقاربات أيضا قد تختلف عن الركب في سباق التسلح الخلوي، ومن ثم سنضطر إلى النظر إلى السرطان بطريقة مختلفة تماماً.

بعد نحو سنة من زيارتي له في مختبره في جامعة برينستون، دُعي أوستن إلى محل عمل ديفيز في جامعة ولاية أريزونا لالقاء محاضرة بعنوان «عشر أفكار مجنونة حول السرطان»⁽³⁴⁾. وفي نهاية المطاف ألقى بخمس منها فقط، ومن بينها واحدة ترسخت في ذهني بصفة خاصة، والتي كانت متعلقة بالمتقدرات mitochondria. تذكرت دهشتي عندما علمت منذ سنوات أن المتقدرات، هذه الأشياء الصغيرة الموجودة بداخل خلايانا، ربما كانت بكتيريا فيما مضى⁽³⁵⁾ - أي مخلوقات منفردة صارت محاصرة بطريقة أو بأخرى. ت تلك المتقدرات الدنا الخاص بها، ويمكنها أن تتكاثر بصورة مستقلة داخل الهيولي (السيتوبلازم). ومن خلال قدرتها على حرق الغلوكوز وقوية دورة كرييس Krebs cycle - الدينامو الكيميائي الذي يزود الخلية بالطاقة - زوّدت هذه المعايش symbionts مضيقها بميزة تطورية. وكذلك فقد اشتبه الباحثون منذ فترة طويلة في أنها تؤدي دوراً في السرطان⁽³⁶⁾. توجد الطفرات التي تصيب دنا المتقدرات في العديد من الأورام المختلفة. قد يكون هذا مجرد أضرار جانبية للفوضى التي تعترى خلية ترتفع نحو الخباءة. لكن هناك أسباباً تدعو إلى الاعتقاد بأن المتقدرات مكنتهنة في العملية بصورة أكثر مباشرة. فمن ناحية، فهي تساعد في استهلال الموت الخلوي المبرمج⁽³⁷⁾، وهو روتين الانتحار الخلوي. وفي محاضرته عن الأفكار المجنونة، تكهّن أوستن بأن السرطان قد يبدأ عندما تمرد المتقدرات المعايشة. ويسبب البلل والتمزق الناجم عن توليد الطاقة، فإنها تتعرض للتلف وتقتذف بكميات من الجذور الحرة free radicals التي تلتهم أجزاء أخرى من الخلية، بما في ذلك الجينوم، وبالتالي، تزداد الخلية مرضًا ويصبح

الملاد الوحيد أمامها هو تدمير نفسها. غير أن المقدرات ترفض التعاون، فهي لا تريد أن تموت. يلي ذلك حدوث مزيد من الطفرات، ومن ثم تصير الخلية خبيثة.

ذكرتني الصورة التي رسمها أوستن بقصة «رياح في الباب»، وهي رواية رمزية من تأليف مادلين لينغل⁽³⁸⁾ L'Engle ، والتي تتنافس فيها قوى الخير والشر للسيطرة على الكون. وهي تتمة لرواية «تجعد في وجه الزمن»، التي اكتشفتها عندما كنت صبياً في مكتبة مدرستي الإعدادية. كانت رواية لينغل الخيالية أول عهدي بفكرة التسراكت tessellate - وهو مكعب رباعي الأبعاد. حيث الفكرة عقلي الذي ينتمي إلى الصف الثامن. بيد أن رواية «رياح في الباب» كانت أكثر غرابة. وفي هذه المرة كان تشارلز والاس Wallace ، وهو بطل الرواية الشاب المبكر النضوج، يعاني من مرض تكتسي. أصيبت مقدراته mitochondria بجروح بالغة، وقد اكتشفت والدته السبب، فهي اختصاصية بالميکروبیولوجیا. هناك معايشات بداخل المعايشات - وهي مخلوقات خيالية تدعى الفرندولات farandolae - والتي بدأت تتمرد. وهي تعمل بتحریض من الإیختروی Echthroi ، وهم عملاء الإنتروربا الخارقون. وخلال الانقضاض عبر الكون، فإنها تدمر النظام من خلال ما تسميه تشينغ Xing - أي إلغاء أسماء الأشياء، والتهام المعلومات. أما تشارلز والاس وأخته فيصدان أولئك الشياطين، وبعد رحلة داخل أحد المقدرات، يجري إنقاذ الصبي. غير أنه في العام الحقيقي، يوجد الإیختروی معنا على الدوام، الذي ينزع التسميات، ويلغي تمایز الخلايا، ويحررها لصنع السرطان.

وفي أوائل الربيع، بعد سنة من برنامج الإيدال من أجل الحياة وبعد عام من آخر جلسات العلاج الإشعاعي الذي تلقته نانسي، سافرنا إلى باتاغونيا للاحتفال. كان هناك كوخ على بحيرة في العجالي، والتي احتلت طوال سنوات مرتبة متقدمة على قائمنا للأماكن التي نود زيارتها. لم نكن لنفوت هذه الفرصة. وفي كل مساء، كان يقدم للضيوف عشاء فاخر مع مشروبات جيدة من تشيلي. كانت غرفتنا، لحسن الحظ، هي أفضل واحدة في المنزل، مع إطلالة على كل من البحيرة والشلال. غير أن الفخامة لم تكن المكافأة الرئيسية؛ ففي كل صباح، كنا نغادر مع مجموعة للسير لمسافات طويلة في رحلات إلى الأنهر الجليدية، والعجالي، والبحيرات، والأنهار. بدأ في نانسي شديدة النحافة والوهن، غير أنها تمكنت من بلوغ النهاية القصوى لكل من رحلاتنا.

وذات ليلة، تمثينا بعد العشاء خروجاً من الكوخ، وكانت النجوم أشد سطوعاً مما

رأيناه في أي وقت مضى، كان الأمر رائعاً وغريباً في الوقت نفسه. كانت كوكبات النجوم غير مألوفة، وكان هناك زوج من المجرات القزمة يحذق فيما كعينين كبيرتين. استغرق الأمر دقيقة لكي ندرك أنهما كانتا السحابتين الماجلانيتين Magellanic Clouds، والتي استخدمهما ماجلان في الإبحار عبر نصف الكرة الجنوبي، حيث يكون نجم الشمال North Star غير مرئي. وبداخل هذه السُّدُم المزدادة بالنجوم، اكتشفت ليفيت المتغيرات القيافية. ولو كانت عاشت قرننا، كما يُخبرنا خبراء الإحصاء، وكانت احتمالات إصابتها بسرطان المعدة أقل مما تعرضت له بكثير. غير أنه من المرجح أنه كان سيودي بحياتها أيضاً؛ بسبب أعراضه القليلة في البداية، فهو نوع آخر من تلك السرطانات التي كثيراً ما لا تلاحظ حتى تبدأ في بت نقايلها. ولا يمكن للمعالجة الكيميائية أو الإشعاعية سوى تعليق تقدمها حيث كان. ويرغم كل فهمنا للعلوم الخلوية، لايزال هناك الكثير من التقدم الذي يجب إحرازه في هذا الشأن. لكن تظهر مفاجأت سارة في بعض الأحيان. لم تكن حظوظ نانسي جيدة أيضاً، غير أنها سرعان ما استعادت حيويتها. عندما عُدنا إلى سانتا، اشتربت دراجة جديدة وقادتها عبر جولة في سانتا بستتشوري، والتي قطعت خلالها 50 ميلاً.

وبعد كل بضعة أشهر، كانت تتوجه إلى مركز السرطان لإجراء فحوصات وظائف الدم، كانوا يتبعون مستوى CA-125 في دمها، وهو البروتين الذي يستخدم كواسمة بيولوجية⁽³⁹⁾ biomarker تدل على وجود سرطان بطانة الرحم وعدة أنواع أخرى من السرطان. بيد أن وجود الكثير من البروتين CA-125 لا يعني بالضرورة عودة السرطان، كما أنه يمكن أن يصاب المرأة بالسرطان من دون ارتفاع مستويات البروتين CA-125. وبالتالي فهو أدلة تقصصها الدقة⁽⁴⁰⁾، غير أن نانسي ظلت طبيعية على أي حال. وكانوا يجرون لها أيضاً مسحاً بالتصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (PET) بواقع مرتين في السنة، وفي كل مرة كانت خالية من المرض.

في السنة الخامسة بعد إصابتها بالسرطان، اشتربت نانسي حصاناً. وهو أمر أرادت أن تتعلمه منذ كانت طفلة. ثم حصاناً آخر، وفي السنة السادسة بعد السرطان، كما كانت تسميها، وقعت في حب فدانين ونصف الفدان من الأرض على الجانب القاصي من البلدة. كانت الأرض تضم عدداً من الحظائر والإسطبلات، وبعدها ميل مربع من الأرض المفتوحة. كانت مصرة على لا تُضيع يوماً واحداً من مستقبل كانت قد فقدته

تقريباً. لم تكن تلك الأرض باهظة الثمن، كما كانت قد ورثت القليل من اطوال بعد وفاة والدتها بسرطان الشدي. لذلك حصلنا على قرض عقاري آخر واشترينا الأرض، وكانت تمتلك جواديها هناك كلما استطاعت إلى ذلك سبيلاً. كنا نطلق عليها اسم المزرعة. لم أكن من هواة ركوب الخيل، لكنني صرت مهووساً بمكافحة الأعشاب الضارة، والتي كانت هناك جحافل من أكثر أصنافها بُحْبَّاً. في العدائق الموجودة بمنزلِي، كنت أصادف عشب الكوخيا *kochia* في بعض الأحيان؛ أما هنا فهو موجود في كل مكان. والأسوأ من بينها كان قريباً لذلك العشب - وهو غاز آخر من السهوب الروسية⁽⁴¹⁾ - يسمى الملحية الزغفية *Salsola tragus*, أو العشبة المتقلبة *tumbleweed*. ولكونه اعتمد على نحو شاذ كرمز للغرب القديم، فقد وصل إلى ولاية ساوث داكوتا لأول مرة في أواخر العقد الأول من القرن التاسع عشر، ربما من أوكرانيا. تخيلته قادماً كبذرة انتصقت بجورب أحد المهاجرين، ثم بدأت تنتشر في كل مكان. يعتقد بعض المزارعين أنه كان جزءاً من مؤامرة، ومن ثم أطلق عليه اسمـاً آخر، هو الشوك الروسي *Russian thistle*. وفي حقل نيفادا لاختبارـاً، بعد أن حظر إجراء التجارـات النووية فوق الأرض، كانت الملـحـية هي أول أـغاـطـ العـيـةـ التي عـاوـدتـ الـظـهـورـ.

جريدة كل شيء للقضاء عليه باستثناء الإشعاع المؤين. وفي بوادي الربيع بدأت تلك النباتـاتـ تـظـهـرـ كـنجـومـ صـغـيرـ ذاتـ لـونـ أـخـضـرـ مـرـقـ.ـ تـعـلـمـتـ أـنـ أـتـعـرـفـ عـلـيـهاـ عـلـىـ الفـورـ،ـ وـمـنـ ثـمـ أـسـتـصـالـهـاـ جـراـحـياـ بـجـرـفـةـ.ـ وـعـنـدـمـاـ أـصـبـحـتـ تـلـكـ المـهـمـةـ بـالـغـةـ الصـعـوبـةـ،ـ حـرـقـتـهـاـ بـاسـتـخدـامـ شـحـلـةـ الأـعـشـابـ،ـ وـمـعـ ذـلـكـ فـقـدـ اـسـتـمـرـتـ فـيـ الـظـهـورـ وـوـاـصـلـتـ النـمـوـ،ـ مـكـوـنـةـ سـيـقـانـاـ قـبـيـحـةـ ذاتـ خـطـوـطـ أـرـجـوـانـيـةـ تـشـبـهـ السـحـالـيـ.ـ تـنـمـوـ السـيـقـانـ لـتـصـبـحـ أـجـمـةـ مـتـشـابـكـةـ تـعـجـ بـالـافـ الـبـذـورـ الشـائـكـةـ،ـ وـالـتيـ قـدـ تـحـتـويـ عـلـىـ نـبـتـةـ وـاحـدـةـ مـنـ العـشـبـةـ المـتـقـلـبـةـ عـلـىـ رـبـعـ مـلـيـونـ مـنـهـاـ.ـ اـشـتـرـيـتـ كـتابـاـ عـنـ عـلـمـ الـأـعـشـابـ وـاخـتـرـتـ أـفـضلـ الـمـبـيـدـاتـ الـكـيـماـوـيـةـ،ـ وـهـوـ مـبـيـدـ الـأـعـشـابـ الـمـعـرـوـفـ باـسـمـ حـمـضـ 3,5,6ـ تـلـاثـيـ كـلـورـوـ 2ـ بـيـرـيدـينـيلـ أـوكـسيـ أـسـيـتـيكـ⁽⁴⁰⁾ـ،ـ أـوـ تـرـيـكـلـوـيرـ⁽⁴²⁾ـ *triclopyr*ـ.ـ وـقـدـ قـيلـ إـنـهـ يـتـحـلـلـ بـسـرـعـةـ فـيـ التـرـبـةـ،ـ وـبـالـتـالـيـ فـيـإـنـ تـأـثـيرـهـ مـنـخـفـضـ فـيـ الـبـيـئـةـ،ـ وـأـنـهـ اـنـتـقـائـيـ،ـ بـحـيثـ يـقـتـلـ أـنـوـاعـاـ مـخـلـفـةـ مـنـ الـأـعـشـابـ الـضـارـةـ،ـ وـلـكـنـ لـيـسـ الـأـعـشـابـ الـمـحلـيـةـ الـتـيـ نـرـيدـ تعـزـيزـهـاـ.ـ مـاـ عـلـيـكـ إـلـاـ رـشـهـ عـلـىـ الـنـبـاتـ،ـ وـسـيـنـتـقـلـ الـمـبـيـدـ عـنـ طـرـيقـ اللـحـاءـ *phloem*ـ وـيـتـرـكـ فـيـ الـخـلـاـيـاـ الـمـتـكـاثـرـةـ

(40) 3,5,6 -trichloro-2-pyridinyl oxyacetic acid

بسرعة في البارض (النسيج الإنشائي: *meristem*). وهناك، يعتقد أنه يحاكي هرمونات النمو النباتية المعروفة باسم الأوكسينات *auxins*. وتؤدي هذه الخطوة المعرقلة إلى جعل السيقان الجديدة تنمو بصورة متقدمة ومجعدة، ومن ثم يموت النبات سريعاً. يبدو النبات كأنه يتلوى من الألم المبرح. يبدو الأمر بمعالجة كيميائية في الاتجاه المعاكس، وهو ما يُعرض شيئاً مثل السرطان. كنت حريصاً خلال قيامي بالرش، في حال كانت التحضيرات المطبوعة بينط صغير مخطئة في قولها إن التريكلوبير لا يسبب الطفرات في البشر أو ليس معروفاً كمادة مسرطنة. وهو يتحلل بسرعة لدرجة أنه من غير المعتقد أن يؤذى الحياة البرية أو يلوث المياه الجوفية.

وبرغم كل هذا الجهد، واصل الشوك الروسي بزوجه بالعشرات، وعندما لم تكن نانسي تعمل أو ترعى جoadيها، وعندما لم أكن أكتب كما نمشط كل قدم مربعة من الأرض ونقتعل تلك الأعشاب الضارة من جذورها. وفي نهاية كل أسبوع، كنا نملأ أكياس القمامنة البلاستيكية الكبيرة بالمثلثات منها، والتي كنت أحملها في سيارتي إلى مكب النفايات. كنا نأمل في افتتاح كل واحدة منها قبل أن تتمكن من إنتاج البذور - لكسر تلك الحلقة الموجودة منذ فترة طويلة. وفي الربيع، كان بالإمكان رؤية الهياكل العظمية للقتلى من أعشاب الشوك الروسي من بعيد، لكننا كنا نأمل في الوصول إلى حالة من التوازن، أي إلى شيء يمكننا التحكم فيه. وقد تنفسنا الصعداء عندما جاء فصل الشتاء وتوقف كل شيء عن النمو. وعندما أتي الربيع قمنا بمسح الأرض بقلق شديد. كانت تبدو نظيفة في البداية، ثم بدأت النجوم الضئيلة الشريرة تظهر شيئاً فشيئاً، ومن ثم استؤنفت المعركة. بدأت لألاحظ أن الشتلات كانت تخبيء مني تحت شجيرات العرعر *Juniperus*، كما كانت تجثم بصورة غير مرئية تقريباً بجانب أعمدة السياج والصخور. وعندما اكتشفت وجودها، ولم يكن ارتفاعها يزيد على شبر واحد أو شرين، كان بعضها قد شرع بالفعل في إنتاج البذور - وبالتالي فقد بدأت في التكاثر خلسة قبل أن أتمكن من إيقافها. بدا أنها كانت تتکيف على وجودي، وتتطور أمام ناظري.

هناك تجربة فكرية قديمة في الفيزياء، والتي تتطوّي على عفريت ماكسويل⁽⁴³⁾ *Maxwell's demon*، وهو مخلوق خيالي صغير يحاول التغلب على مسيرة الكون الحتمية نحو الفوضى عن طريق التقاط الجزيئات الهامة ومن ثم إعادةتها إلى موضعها الصحيح بحماس، فيما يشبه استبدال كل حبة رمل تسقط من قلعة متداعية من

الرمال، وكذلك كان اقتلاع جميع الأشجار من أحد المروج، أو إصلاح كل الطفرات في دنا واحدة من الخلايا، بمشقة، يمكن تثبيط الإنترودينا - فالحياة نفسها تتكون من سفن النظام التي تسحب ضد المد الإنتروري *entropic tide*. وباستخدام أدواتنا وذكائنا، يمكننا تحقيق انتصارات صغيرة ومن ثم تأجيل الموت فترة من الوقت. غير أن المد هو الذي سيسود في نهاية المطاف، ومهما بلغت محاولاته، سينهزم عفريت ماكسويل في نهاية المطاف. وفي نهاية المطاف، فإن العدو، الإيختوري *Echthroi* - ينتصر دائمًا.

الخاتمة

سرطان جو

لا يمكن أن يكون منظور الحياة لدى الأحياء سوى حالة مؤقتة فحسب. فوجوهات النظر تتغير بفعل حقيقة الانجرار؛ فالوصف يرسيخ الماضي ويخلق قواماً تجاذبها لم يكن موجوداً من قبل. ثمة خلفية من المادة المظلمة - تتمثل في كل ما لم يُقل - تبقى، والتي تنثر من دون توقف. جون أبدياك Updike، وعي الذات

في الربع التالي في المزرعة، كما أخبروني، كانت أعشاب الملحية أسوأ مما كانت في أي وقت مضى. لم يكن هناك لكي أراها. خلال تلك السنة انتهى زواجنا، بعد سبعة عشر عاماً من بدايته. ظلت حياة كل منا تبتعد عن الأخرى فترة طويلة. لقد قرب السرطان بيننا، ولكنه الآن قد رحل. إن الاقتراب من الموت يجعل المرء يفكّر في الكيفية التي يريد أن يقضي بها

«كيف يمكن أن تكون الحياة مثل هذه القوة، ومثل هذا الضعف أيضا؟»

ما تبقى من أيامه. وقد كانت لناني أسبابها التي دعتها لاتخاذ قرارها بأنها لا تريد أن تقضي أيامها تلك برفقتي.

وخلال تلك الفترة، وصلتني رسالة بالبريد الإلكتروني من أخي الأصغر، جو. كان على الطريق الواصل بين منزله في دالاس وألبوكيركي، يقود سيارته لتوصيل إحدى بناته في طريق عودتها إلى الجامعة. وفي مكان ما من المساحة المنسبطة من شرق نيو مكسيكو كان جو يتناول وجبة خفيفة عندما سمع فجأة صوت تكسر عال وشعر بألم ساحق يهز فكه. واصل أخي طريقه إلى ألبوكيركي وظل مستيقظا طوال الليل قبل أن يستقل الطائرة عائدا إلى مدینته لمراجعة طبيبه.

وعلى رغم أنه لم يتحدث كثيرا عن ذلك، فقد عانى جو من مشكلة في فمه سنوات عدة. وقد بدأ الأمر عندما ظهرت منطقة بيضاء على اللثة المغطية للجانب الأيسر من فكه السفلي. وعند إجراء خزعة biopsy، غير الأطباء على خلايا شاذة وُصفت بأنها سرطانية. أخبروه بأنه لا شيء يدعوه إلى القلق - ما عليه إلا الاستمرار في المتابعة كما كان سيفعل لو ظهرت على جلده شامة mole مشتبه. لم تظهر المشكلة مرة أخرى إلا بعد ثلاث سنوات، عندما شعر بوجع؛ والذي كان أيضا في الجزء الأيسر من فكه السفلي. وخلال الأشهر القليلة التالية، خُلص كل من طبيب الأسنان، والطبيب الباطني، وجراح الفم إلى أن أفضل مسار للمعالجة هو أن ننتظر ونرى ما سيحدث. وهو ما فعله جو حتى ازداد الألم سوءا، فاكتشف الأطباء إصابته بخراج في موضع اقتلاع ضرس العقل بفكه. وكذلك كان هناك ارتشاف عظمي bone resorption في تلك المنطقة، وزوج من الأسنان النخرة. كان كل هذا على الجانب الأيمن من فمه. وقد دعم الأطباء تأكل الهيكل العظمي بتقييم العظام، واقتلاع السنين التالتين، ومن ثم شرعوا في تثبيت غرسات اصطناعية. وفي الوقت نفسه، استمر الألم الذي استشعره في فكه، والذي سرعان ما ترافق مع طنين في أذنيه والتهاب في العقل. وصف له طبيب الأنف والأذن والحنجرة otolaryngologist غسولا للجسم يحتوي على مضاد حيوي. أجريت له عملية أخرى لغرس طعم عظمي، وبعد فترة ليست بالطويلة، جاء الحادث الذي تعرض له على الطريق السريع.

في دالاس، وفي اليوم التالي، أُخضع جو للفحص بالأشعة المقطعة المحسوبة CT scan أظهر وجود خلع في فكه - حيث إن كل إجراءات طب الأسنان التي تعرض

لها اضطرته إلى أن يمضغ الطعام بطريقة جعلت عظم الفك ينخلع من محجره. بذا ذلك تفسيراً معقولاً، ومن ثم وصف له الطبيب مُرخيات العضلات ونصحه بتناول أطعمة رخوة وإسفنجية، كما وصفها جو. كانت المنطقة البيضاء التي لوحظت لأول مرة قبل ثلاث سنوات لاتزال موجودة، لكنها ازدادت في الحجم. أدى شعوره بألم طاعن في أذنه إلى إجراء فحص آخر بالأشعة المقطعيّة المحوسبة، كما أُخضع لأول مرّة للتصوير بالرنين المغناطيسي MRI. وكما علمت لاحقاً، فإن التصوير بالرنين المغناطيسي قد يكون أقرب احتمالاً لاكتشاف الشذوذات في الأنسجة الرخوة، وقد كان ذلك هو الحال بالفعل. بداخل فمه وتحت الجلد، كان هناك ورم - يبلغ طوله نحو بوصة واحدة - يأكل عظم فك أخي. وعند إجراء خزعة، اتضح أنه سرطان الخلايا الحرشفية squamous cell carcinoma. وهو نفسه السرطان الذي وجده برسيفال بوت في منظفي المداخن، والذي حرّضه كاتسوسابورو ياماگيوا عند تطبيق قطران الفحم على آذان الأرانب. أظهر التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني PET أنه لم ينتشر في أي مكان آخر في جسمه. ومن خلال قمسكه بهذه الحقيقة، أرسل جو إلى وإلى أشقائِي رسالة عبر البريد الإلكتروني كان عنوانها: «أخبار جيدة!» هذا هو نوع الرجال الذي كانه جو.

كان هناك كم أكبر بكثير من المعلومات حول هذا السرطان مقارنة بسرطان نانسي. تشكّل الخلايا الحرشفية الطبقات الخارجية للبشرة، وهي ذلك الغلاف اللحمي المكشف للعلم. وتوجد تحتها الخلايا القاعدية basal cells. وعندما تموت الخلايا الجلدية وتتسلاخ، تقوم الخلايا القاعدية بالانقسام لإنتاج خلايا بديلة. تدفع هذه إلى أعلى لتشكيل الجلد الخارجي.بيد أن سرطانات الخلايا القاعدية عادة ما تكون غير مؤذية. قبل سنوات، أصبحت بواحدة منها ومن ثم أزيلت من جانب أفندي. لكن سرطانة المنطقة الحرشفية تكون أكثر عدوانية، ومع ذلك فهي تُظهر معدلًا مرتفعاً نسبياً للبقاء على قيد الحياة، خاصة إذا أصيب المرء بها في وقت مبكر. إن ما كان يحتل جسم جو يُشار إليه على وجه التحديد باسم سرطان الخلايا الحرشفية في الرأس والرقبة، وقد ذكر المعهد الوطني للسرطان أن نحو 52 ألف شخص^(١) سيجري تشخيصهم للإصابة به في تلك السنة، أما سبب كونه واحداً منهم فهو سر آخر. وبخلاف كونه ذكراً وفوق سن الخمسين لم يكن يحمل أيّاً من عوامل الخطير. لم يكن

يشرب الكحول إلا ماما كما أنه لم يدخن مطلقا، ولم يكن يمضغ جوز التنبول betel nuts، والذي طرح كتفسير لزيادة معدلات الإصابة بذلك السرطان في جنوب شرق آسيا. وقد أجريت له اختبارات وجدت أنه خال من فيروس الورم الحليمي البشري، وهو عامل آخر محتمل.

استغرقت العملية الجراحية ثمان ساعات، وكانت ناجحة بدرجة كبيرة. كان طول الورم قد وصل إلى بوستين ونصف البوصة - وهو أكثر من ضعف الحجم الذي قيس قبل بضعة أسابيع في صورة الرنين المغناطيسي - كما وجد أنه مُلتَف حول العصب، وهو سبب الألم المُعذِّب. استُوِصلَت الكتلة الورمية بنجاح، جنبا إلى جنب مع الجزء المتضرر من فكه. وفي غضون ذلك، أخذت قطعة من العظم من وركه ملءاً هذه الفجوة. وفي النهاية لم يتمكن الأطباء من استخدامها، وبالتالي فقد كان هذا الجزء من الجراحة فاشلا. لقد انهارت الشرايين في موضع الزرع بحيث لم يكن هناك ما يكفي من جريان الدم لدعم الطعم. كان لا بد من إجراء عملية أخرى في وقت لاحق، لكن المهم الآن هو أن الأنسجة السرطانية قد اختفت على ما يبدو. ومن بين واحدة وثلاثين عقدة ملفاوية استُوِصلَت، وُجِدَ السرطان في واحدة منها فقط. ربما أدت مهمتها ومنعت الخلايا الخبيثة من الانتقال إلى أي بعد من ذلك، فمحظتها التالية عادة هي الرئتان.

ومع إجراء ثقب القصبة الهوائية (تضيق الرغامي: tracheotomy) لمساعدته على التنفس، وتمرير أنبوب تغذية بصورة مؤقتة عبر أنفه، استغرقت فترة نقاهة جو تسعة أيام في المستشفى، ثم عاد إلى بيته. وبعد ذلك كان عليه الخضوع ستة أسابيع من المعالجة الكيميائية (بدوافي سيسبلاتين وإربيتوكس Erbitux، وهو أحد الأضداد وحيدة النسيلة) والإشعاع. وكذلك سيُعطى دواء يهدف إلى حماية غدد اللعابية من العروق، وسيُركِّب أنبوب للتغذية في معدته. كان يتلقى كل هذا ببراءة جأش صاغرة حتى عندما لاحظ وجود تورم قبيل بدء العلاج. كان هناك ورم جديد في طور النمو، هذه المرة في الناحية اليسرى من فكه العلوي، كما وجد ورم آخر بالقرب من تفاحة آدم لديه.

وقد تحدث إلينا قائلًا: «كنت أعتقد دائماً أن سمع عبارة «أنت مصاب بالسرطان» هو أسوأ ما يمكنك سماعه. لكنني كنت مخطئا؛ فسماع عبارة «لقد

وجدنا مزيداً من الأورام» هو أسوأ من ذلك بكثير... أعتقد أنني أدركت الآن كيف أن السرطان مرض شرير خسيس، لا ينفك يطارده الأطباء في جميع أنحاء الجسم. فكرتُ مرة أخرى في رواية سولجينيتسين «عنبر السرطان»، حيث يتحدث أحد المرضى باستسلام متهيب عن الورم الخبيث الذي أصابه: «إن الورم الأروماني الميلاني» ورم حقير⁽²⁾ لا تكاد تمسه بسكين حتى يُنبع نفاثة ثانية. وكما ترى، فهو يريد أن يعيش أيضاً، ولكن بطريقته الخاصة». كان انتكاس إصابة جو بالسرطان يحدث في البقع التي اضطربت بفعل الجراحة، ويعتقد الأطباء أن الأورام الجديدة قد زرعت بطريقة أو بأخرى خلال العملية. ولكن كانت هناك احتمالات أخرى. عثرت على ورقة بحثية تعود إلى العام 1953 ، والتي تصف مفهوماً يسمى السرطنة الحقلية⁽³⁾ - أي ظهور أورام أولية متعددة في المكان نفسه وفي الوقت نفسه تقريباً. كان من المحموم أن تنتشر الخلايا الخبيثة من الورم إلى الأماكن القريبة، ولكن الدراسات وأشارت إلى أنه في مثل حالة جو تطور كل ورم بشكل مستقل. بدا كأنه مصادفة لا تصدق، ولكن كانت هناك طرق لإمكان حدوث ذلك. اكتشف الباحثون أن الأنسجة الواقعية بين أورام الخلايا الحرشافية - أي الأنسجة التي تبدو سليمة بخلاف ذلك - تنطوي على شذوذات جينية، بما في ذلك طفرات الجين 53M الكابت للأورام. يتعرض الفم والحلق باستمرار للمواد المسرطنة. ومن شأن الخلايا التي تضررت بفعل أحد المطفرات أن تلد ذرية تحمل جميعها العيب نفسه. ويمكن لواحدة من تلك أن توجه ضربة أخرى، ومن ثم تنتج عنها طائفة من الخلايا ذات الطفرات المضاعفة. وفي الوقت المناسب، ومع استمرار الخلايا في الانقسام، سيكون هناك حقل من الخلايا السرطانية، تنطوي جميعها على طفرات متعددة وكل منها في انتظار الدفعة الأخيرة. كان هناك احتمال آخر، وهو أن الحقل السرطاني قد نشأ عند وقت مبكر أثناء النماء، عندما أنجبت الخلية الأم الطافرة ذرية أرسلت جميعها لتشكل بطانة الفم والحلق. ومنذ البداية، كانت هذه الخلايا تشارك في الشذوذ نفسه - وهو ما يمنحها الأسبية لأن تصبح سرطانية. ومهما كانت الطريقة التي ظهر بها هذا الحقل إلى حيز الوجود، فسيظل قابعاً هناك في حالة استعداد - ما يشبه «قنبلة موقوتة جرى تفعيلها»⁽⁴⁾ كما أسمته إحدى الأوراق العلمية - للتحول إلى سرطانات متعددة. ومع ذلك، كان لا يزال يبدو

مستغرباً أن يمكن لكل هذا العدد الكبير من الخلايا اكتساب تلك الطفرة المتهورة النهائية - جماعها في الوقت نفسه تقريباً - وخاصة في شخص لا يدخن أو يشرب أو يمضغ جوز التنبول.

وبعد الصدمة الأولى تقبل جو الخبر باعتباره نكسة أخرى. لم يكن ذلك يعني أكثر من توسيع الهدف من الإشعاع وتغيير الكيماوي. كان يمتلك إيماناً عميقاً بالله وثقة كبيرة بأطبائه، كما أن وجود زوجته وبناته جعله يتطلع إلى المستقبل. وكما كتب على صفحة الويب التي أنشأتها أسرته لإبقاء الناس على علم بأخباره: «لدي جيش افتراضي من الناس الذين يصلون من أجل صحتي وشفائي - من جميع الثقافات وجميع الطوائف. ليس لدي شك في أنني سأتخلص من هذا السرطان، وأنني سوف أعود إلى حياني الطبيعية - مهما كلفني القيام بذلك. إنني ممتن للغاية لأنني أعرف في أعماق نفسي أنني سوف أهزم هذا المرض». من العيد أن نؤمن بالله، وقد كوفئ صبره بعد أسبوعين من العلاج. وكما كتب: «أخبار جيدة! إنني في نهاية الأسبوع الثاني من العلاج، وقد اختفى أحد الأورام! ولم يتبق سوى مجرد ثقب في الموضع الذي كان يشغله. وتبعه الأورام الأخرى عما قريب».

كان علاجه قد ازداد صعوبة عن قبل، فقد عاد إلى المستشفى مرتين بغثيان وجفاف - وهما من نتائج العدوى. لكنه تجاوز نقطة منتصف الطريق - وأخبرنا أنه يرى نوراً عند نهاية النفق - ثم بدأ التعافي من العلاج. وقد شعر بتحسن أكثر مما كان عليه منذ أشهر، وكان سعيداً بحدى سرعة تمكنه من العمل مرة أخرى من المنزل. وبعد ذلك أصيب بالتهاب رئوي، وفي المستشفى لاحظ الأطباء وجود كتلة بالقرب من مرينته. وطمأنوه بقولهم إن هذا قد يكون بعض المخاطر لا أكثر، لكنه كان ورماً جديداً بطبيعة الحال. وفيما كان يستعد لستة أسابيع إضافية من الإشعاع والمعالجة الكيميائية، ظهر ورم آخر في فكه.

قال الأطباء إن هذا الورم أيضاً يمكن معالجته. وقد كتب جو مرة أخرى «أخبار سارة! سيستغرق العلاج وقتاً أطول، لكنه يمكن الانتصار على الورم!».

كنا في شهر يناير عندما سمع صوت التكبير المخيف هذا أثناء تناوله للطعام. وبحلول منتصف أكتوبر، كان قد أنهى الجولة الثانية من العلاج. وفي غضون ذلك الوقت كان قد استنفذ إجازاته المرضية. حاول رئيسه أن يحصل له على تمديد آخر،

ولكن سرعان ما صار جو عاطلاً عن العمل. يمكنك أن تفصل موظفاً لأنه مصاب بالسرطان. أما جو فقال إنه يتفهم ذلك. كان على يقين من أنه سيستعيد وظيفته بمجرد أن يسترد عافيته. مر أكثر من شهر قبل أن يشعر بوجع جديد، هذه المرة حول الترقوة. وفي يوم عيد الشكر، كتب من المستشفى: «أربط حزام الأمان الخاص بك. لدى الكثير مما يجعلني ممتنًا في هذا العام... لقد أجريت عملية جراحية أمس، لمساعدتي على التنفس (عن طريق إزالة الخلايا المليئة التي خلفها العلاج الإشعاعي) وألّاخذ خزعة من ورم الترقوة. هناك أخبار جيدة على الجبهتين؛ فقد استعدت القدرة على التنفس الطبيعي! كما أن الورم القريب من الترقوة يمكن علاجه بالإشعاع أنا في انتظار العودة إلى منزلي الآن». بالنسبة إليه، لم يكن هناك شيء اسمه أبناء سبعة تماماً.

ولكن بعد ذلك ظهر مزيد من الأورام، والتي كان عددها أكبر من أن يمكن علاجها بالإشعاع. هناك قدرة محدودة للجسم البشري. وكما ذكر جو: «يمكّتنا تقليص حجمها بقدر ما نستطيع بالمعالجة الكيميائية المباشرة، لكن هذا لن يقتلها. لا أعرف إن كان ما تبقى في حياتي هو ستة أشهر أو ست سنوات». كان ذلك في الثلاثاء من نوفمبر، ولم يكن لديه حتى ستة أسابيع.

أمضى جو عيد الميلاد في المنزل مع عائلته. في ذلك الوقت كانت المعالجة الكيميائية تُصيب جسده بالضرر نفسه الذي يحدثه السرطان، ولذلك عمد الأطباء إلى وقف جميع أدويته باستثناء تلك المستخدمة في تسكين الألم. وقالوا إنه إذا استعاد قوته فبالإمكان دائماً استئناف العلاج. حاولنا أن نصدق أن ذلك قد يحدث حقاً. كان جو يشعر بالتعاس دائماً كما كانت تعتريه تشنجات، لكنه بعد عيد الميلاد مباشرةً استيقظ صافي الذهن، ويشعر بأنه أفضل حالاً مما كان عليه طوال أيام. وقد ابتسם لزوجته وأمسك بذراعها، ونظر في عينيها وقال: «متى؟» ثم سقط نائماً. وكما ذكرت لاحقاً، فقد كان ذلك يشبه أحد أحداث فيلم سينمائي. وقد استيقظ مجدداً، ودخلت بناته إلى الغرفة. كانوا جمِيعاً يضحكون معاً، وكان يقول لهم إنه يحبهن. لقد استعاد جو نفسه مرة أخرى، وقبل أن يدرك ذلك، كان قد ذهب إلى غير رجعة. وفي حفل تأبينه تحدث الكاهن عن غموض الموت، وعن الحب الذي لا يمكن للسرطان أن يسلبه أبداً، وقدرة الله على حل أغلال الروح وتحريرها. وذكر كيف أن

جو بعث إليه برسالة عبر البريد الإلكتروني في صباح اليوم السابق للجراحة، وقال إنه كان يشبه القائد أداما في مسلسل الخيال العلمي Battlestar Galactica، فقد كان متوجهاً للقضاء على الغازي.

ضمن مجموعتي من الأجهزة العلمية القديمة، يوجد جهاز يسمى منظار نفخ الراديوم (أعداد الجسيمات ألفا: spintharoscope)، والذي اشتُق اسمه من لفظة يونانية تعنى شرارة spark. يبدو الجهاز كعينية نحاسية ملجمة من الطراز القديم، ومنقوش على جانبه عبارة «و. كرووكس 1903». كان هذا هو العام الذي كشف فيه مخترعه وليام كرووكس⁽⁵⁾ Crookes النقاب عن الجهاز في حفل⁽⁶⁾ عقدته الجمعية الملكية. أشك في أن كرووكس هو الصانع الحقيقي لنسختي من الجهاز.

فلاتزال السوق تضم عدداً من مناظير نفخ الراديوم التي تحمل النتش نفسه على جانبها⁽⁷⁾. وربما أصدر كجزء من بعض الفعاليات التذكارية. داخل الأنبواب النحاسية توجد قطعة من الراديوم المثبتة بجانب حاجز مصنوع من كبريتيد الزنك - وهو مادة كيميائية ذات وميض فوسفورياً مُزجت لصنع الطلاء المتوجه الذي سُمم فتيات الراديوم.

مع اضمحلال الراديوم، فإنه يقذف الجسيمات ألفا التي يمكن تسجيلها كومضات صغيرة من الضوء. تنتج كل ومضة عن تفتقّت نواة واحدة من ذرات الراديوم، ويمكنك مشاهدة العرض من خلال العدسة على الطرف الآخر من الجهاز، ولذلك تأثير ساحر، والذي شبيه كرووكس «ببحر مضيء متلاطم الأمواج»⁽⁸⁾. وفي بعض الأحيان، عندما لا تستطيع النوم ألتقط الجهاز من الخزانة بجوار السرير لكي أشاهد تلك الرشقات النارية العشوائية - والتي تُشبه انفجارات نووية مصغرة. فكُرت في عشوائية الطرفات التي تسبب السرطان، وفي حقيقة أنني أمسك بجسم مشع على مقربة من عيني. صحيح إن الجسيمات ألفا محتوة بأمان في داخل الآلة، لكنني إذا قمت بكتشط ندفة من الراديوم وايتلعتها، فقد أموت. كيف يمكن أن تكون الحياة بمثيل هذه القوة، وبمثل هذا الضعف أيضاً؟

مثل ومضات الذرات المضمحلة أنقى أنواع العشوائية. ووفقاً للقانون الأساسي للطبيعة - أي ميكانيكا الكم quantum mechanics - ليست هناك طريقة للتنبؤ بزمن اضمحلال أي نواة منفردة. ومهما طالت مدة تحديقك أو درجة تركيزك في

منظار نفيح الراديوه فلن تجد ثمطا معينا مطلقا، وكذلك فلن تجد سببا في أن واحدة بعينها من ذرات الراديوه تقذف بالجسيم ألفا في هذه اللحظة بالذات، وليس في اللحظة التالية مثلا. تقع نواتان متطابقتان تجلسان جنبا إلى جنب، وفجأة تضمحل واحدة منها من دون سبب على الإطلاق، تاركة الأخرى جالسة في مكانها ألف سنة أخرى. أما الشيء الوحيد الذي يمكن توقعه، فهو كيفية تصرف كتلة - أو جمهرة - من الراديوه: سيضمحل نحو نصف الأنوية على مدى ستة عشر قرنا من الزمن، لكننا لن نتمكن أبدا من معرفة أيها ستفعل ذلك.

وهذا بالتحديد هو الحال مع السرطان. وفي وجود مجموعة كبيرة بما فيه الكفاية من الأشخاص، يمكننا أن نتبناً بالنسبة المئوية من سيصيبها المرض منها، لكننا لن نتمكن من معرفة أيها ستصاب على وجه التحديد. ليست هذه عشوائية غير قابلة للاختزال مثل تلك الموجودة بداخل الذرات. ففي وجود ما يكفي من المعلومات - الديموغرافية، والجغرافية، والسلوكية، والغذائية - يمكننا تضييق المجموعة المعروضة لخطر الإصابة ببعض أنواع السرطان. وباستخدام الفحوص الجينومية والبروتوميمية المستقبلية، إضافة إلى تقنيات لم تخترَّ بعد، قد نستطيع تضييق نطاق الإصابة المحتملة أكثر فأكثر. لكن لذلك حدا لن نستطيع تجاوزه؛ فاحتمالية أن يُصاب أي شخص بالسرطان أو لا يُصاب به ستظل دائماً عملية عشوائية في معظمها.

أعدت منظار نفيح الراديوه مرة أخرى إلى مكانه فوق الطاولة. لا توجد وسيلة لوقف تشغيله، فالومضات تتواصل من دون أن نراها طوال الليل والنهار، وعاماً بعد عام. سيواصل الراديوه نفسه الاضمحلال عدة قرون، لكن شاشة الومضان scintillation screen والعدسة الزجاجية ستبليان أولا. ربما سيبقى النحاس الأصفر لكي يتتساءل علماء الآثار عن كنهه، مثل القطع النقدية القديمة. أتخيل كيف سيبدو فناء منزلي في ذلك الوقت إذا لم يعتن به أحد. أولا، ستملأه الأعشاب الضارة، طاردة أشكال الحياة أقل عدوانية. ستتساقط أوراق الأشجار على الفناء patio، ومن ثم تتحلل ببطء مكونة تربة ستنمو فيها مزيد من الأعشاب الضارة. أما بذور الدردار السiberian elm - وهي الأشجار الطفيفية التي لا يمكن التخلص منها والتي انتشرت في جميع أنحاء الغرب (وهي إيختورى Echthroi آخر من أوراسيا) - فسترسخ جذورها في الشقوق الموجودة في الخرسانة، ومن ثم تُمزقها إرباً ببطء أثناء

نهاها. ستتسع الشقوق تدريجيا، وسوف تزحف الجذور تحت أساس بيتي الذي سينهار في نهاية المطاف. أفكر في اللوحات الموجودة في المتاحف عن الآثار الرومانية الكبرى المغطاة بالنباتات، والتي يجري هضمها ببطء مرة أخرى إلى باطن الأرض.

بداخل جسدي، توجد عشرة تريليونات خلية (عفاريت ماكسويل الصغيرة هذه) تقاتل الانهيار نفسه الذي لا مفر منه تجاه الإنتروليا. من الغريب أن نفك في أنه بداخل كل منها تحدث كثير من الأشياء - والتي لا تدركها العين، لا تعلم الخلية بامتلاكها للدنا، أو الرنا، أو التيلوميرات أو المتقدرات؛ ولا تعرف أن الأدينوزين A يرتبط بالتيروزين T، أو أن السيتوزين C يرتبط بالغوانين G. أو أن CTG ترمز إلى الحمض الأميني ليوسين leucine، أو أن GCT ترمز إلى الألانين alanine - وهي الخرزات الجزيئية التي تنتظم معا لصنع البروتينات. ليست هناك بطاقات تعريف، ولا أبعديمة جينية مكتوبة في أي مكان، كما لا توجد تعليمات. يقوم كل شيء بهمته بطريقة ما، وعندما لا يفعل ذلك نستشيط غضبا ضد الآلة.

الهؤامش

Twitter: @keta_b_n

الفصل الأول: السلطان الجوراسي

(1) كانت على الطريق إلى ولاية كولورادو ويوتا في سبتمبر 2010، لوصف تشكيل موريسون والمناطق التي تعود إلى العصر الجوراسي بولاية كولورادو، انظر:

Ron Blakely and Wayne Ranney, *Ancient Landscapes of the Colorado Plateau* (Grand Canyon, AZ: Grand Canyon Association, 2008); John Foster, *Jurassic West: The Dinosaurs of the Morrison Formation and Their World* (Bloomington: Indiana University Press, 2007); “Reconstructing the Ancient Earth,” Colorado Plateau Geosystems website, last modified July 2011

وكذلك رون بلاكلي Blakely: رسالة بالبريد الإلكتروني للمؤلف بتاريخ 9 مارس 2012

(2) Stephen T. Hasiotis, “Reconnaissance of Upper Jurassic Morrison Formation Ichnofossils, Rocky Mountain Region, USA,” *Sedimentary Geology* 167, nos. 3–4 (May 15, 2004): 177–268 (reference is on 222–23)

وكذلك هاسيوتيس Hasiotis: رسالة بالبريد الإلكتروني للمؤلف بتاريخ 9 مارس 2012.

(3) وصف الهيكل العمظيم للأباتوصورس في لوحتين تفسيريتين في الموقع.

(4) أخبرني بقصة أحافورة روند بونج بريان ويتكه في رسالة بالبريد الإلكتروني بتاريخ 3 أغسطس 2010. توجد بعض التفاصيل عن حياة بونج في المراجع التالي:

“Papers of Raymond Bunge: Biographical Note,” 2011, University of Iowa Libraries Special Collections and University Archives website.

(5) Bruce M. Rothschild, Brian J. Witzke, and Israel Hershkovitz, “Metastatic Cancer in the Jurassic,” *Lancet* 354 (July 1999): 398.

هناك تفاصيل إضافية في عدد من الرسائل التي تلقيتها عبر البريد الإلكتروني من روتشيلد في يونيو وأكتوبر ونوفمبر 2010 وفي يوليو 2011.

(6) Rothschild, Witzke, and Hershkovitz, “Metastatic Cancer.”

(7) Rothschild, Witzke, and Hershkovitz, “Metastatic Cancer.”

(8) Rothschild, Witzke, and Hershkovitz, “Metastatic Cancer.”

(9) انظر على سبيل المثال:

- Naohiko Kuno et al., "Mature Ovarian Cystic Teratoma with a Highly Differentiated Homunculus: A Case Report," *Birth Defects Research. Part A, Clinical and Molecular Teratology* 70, no. 1 (January 2004): 40–46.
- (10) B. M. Rothschild et al., "Epidemiologic Study of Tumors in Dinosaurs," *Die Naturwissenschaften* 90, no. 11 (November 2003): 495–500.
- (11) John Whitfield, "Dinosaurs Got Cancer," *Nature News* 21 (October 2003), published online October 21, 2003.
- Epidemiologic Study of Tumors (12) يستشهد روتشيلد في كتابه المعنون "Anusuya Chinsamy بابحاث في ذلك: in Dinosaurs A. Chinsamy and P. Dodson, "Inside a Dinosaur Bone," *American Scientist* 83 (1995): 174–80.
- (13) Phillip L. Manning et al., "Mineralized Soft-Tissue Structure and Chemistry in a Mummified Hadrosaur from the Hell Creek Formation, North Dakota (USA)," *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276, no. 1672 (October 7, 2009): 3429–37.
- (14) L. C. Natarajan, B. M. Rothschild, et al., "Bone Cancer Rates in Dinosaurs Compared with Modern Vertebrates," *Transactions of the Kansas Academy of Science* 110 (2007): 155–58.
- (15) Bruce M. Rothschild and Christine Rothschild, "Comparison of Radiologic and Gross Examination for Detection of Cancer in Defleshed Skeletons," *American Journal of Physical Anthropology* 96, no. 4 (April 1, 1995): 357–63. [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7604891>]
- (16) M. Effron, L. Griner, and K. Benirschke, "Nature and Rate of Neoplasia Found in Captive Wild Mammals, Birds, and Reptiles at Necropsy," *Journal of the National Cancer Institute* 59, no. 1 (July 1977): 185–98.
- (17) كانوا في معهد بلاك هل للأبحاث الجيولوجية.
- (18) John Pickrell, "First Dinosaur Brain Tumor Found, Experts Suggest," *National Geographic News*, November 24, 2003, published online October 28, 2010.
- (19) Pickrell, "First Dinosaur Brain Tumor."
- (20) هذا هو الوقت التقريري الذي تشكلت فيه أدنى طبقات الهمبة، أي تشكل مورغان وحجر وير الرملي. انظر:

Halka Chronic and Lucy M. Chronic, *Pages of Stone: Geology of the Grand Canyon and Plateau Country National Parks and Monuments* (Seattle: Mountaineers Books, 2004), 90.

وقد استشهدت أيضاً بكتاب:

Halka Chronic. *Roadside Geology of Colorado* (Seattle: Mountaineers Books, 2004)

وكذلك بمقال:

Annabelle Foos and Joseph Hannibal, "Geology of Dinosaur National Monument," *Cleveland Museum of Natural History* (1999)

والمنتشر على الإنترنت على موقع دائرة الوطنية للمتنزهات:

<http://www.nature.nps.gov/geology/education/foos/dino.pdf>

وقد تضمنت مراجعها أيضاً كبيين من تأليف ورسم ليندا ويست،
ونشر جمعية

Dinosaur Nature Association:

Journey Through Time: A Guide to the Harper's Corner Scenic Drive (1986) and *Harper's Corner Trail* (1977).

(21) Luigi L. Capasso, "Antiquity of Cancer," *International Journal of Cancer* 113, no. 1 (January 1, 2005): 2–13.

(22) لوصف جميل، انظر:

John McPhee, *Rising from the Plains* (New York: Farrar, Straus and Giroux, 1986), 43–55.

(23) Capasso, "Antiquity of Cancer."

(24) Capasso, "Antiquity of Cancer"; and Raúl A Ruggiero and Oscar D Bustuoabad, "The Biological Sense of Cancer: A Hypothesis," *Theoretical Biology & Medical Modelling* 3 (2006): 43.

(25) Capasso, "Antiquity of Cancer."

(26) Alexander Haddow, "Historical Notes on Cancer from the MSS. of Louis Westenra Sambon," *Proceedings of the Royal Society of Medicine* 29, no. 9 (July 1936): 1015–28.

(27) Jules J. Berman, *Neoplasms: Principles of Development and Diversity* (Sudbury, MA: Jones and Bartlett Publishers, 2009), 67–69.

- (28) M. D. Chilton et al., "Stable Incorporation of Plasmid DNA into Higher Plant Cells: The Molecular Basis of Crown Gall Tumorigenesis," *Cell* 11, no. 2 (June 1977): 263–71.
- (29) Philip R. White and Armin C. Braun, "A Cancerous Neoplasm of Plants. Autonomous Bacteria-Free Crown-Gall Tissue," *Cancer Research* 2, no. 9 (1942): 597–617.
- (30) Berman, *Neoplasms*, 69–70.
- (31) Capasso, "Antiquity of Cancer."
- (32) Berman, *Neoplasms*, 71.
- (33) Gary K. Ostrander et al., "Shark Cartilage, Cancer and the Growing Threat of Pseudoscience," *Cancer Research* 64, no. 23 (December 1, 2004): 8485–91.
- (34) Capasso, "Antiquity of Cancer."
- (35) Berman, *Neoplasms*, 71.
- (36) Charles Breedis, "Induction of Accessory Limbs and of Sarcoma in the Newt (*Triturus viridescens*) with Carcinogenic Substances," *Cancer Research* 12, no. 12 (December 1, 1952): 861–66.
- (37) Richmond T. Prehn, "Regeneration versus Neoplastic Growth," *Carcinogenesis* 18, no. 8 (1997): 1439–44.

(38) انظر على سبيل المثال:

- Effron, Griner, and Benirschke, "Nature and Rate of Neoplasia."
- (39) Capasso, "Antiquity of Cancer."

(40) انظر على سبيل المثال:

John R. Speakman, "Body Size, Energy Metabolism and Lifespan," *Journal of Experimental Biology* 208, no. 9 (May 2005): 1717–30.

لننظر أعمق إلى الظواهر المتعلقة بالحجم، انظر:

James H. Brown and Geoffrey B. West, *Scaling in Biology*, Santa Fe Institute Studies on the Sciences of Complexity (New York: Oxford University Press, 2000).

- (41) R. Peto et al., "Cancer and Aging in Mice and Men," *British Journal of Cancer* 32, no. 4 (October 1975): 411–26.
- (42) John D. Nagy, Erin M. Victor, and Jenese H. Cropper, "Why Don't All Whales Have Cancer? A Novel Hypothesis Resolving Peto's Paradox,"

Integrative and Comparative Biology 47, no. 2 (2007): 317–28.

(43) كتبت عن هذا الموضوع لأول مرة في:

"Of Mice and Elephants: A Matter of Scale," New York Times, January 12, 1999.

لتحليل متعمق انظر:

John K.-J. Li, "Scaling and Invariants in Cardiovascular Biology," in Brown and West, Scaling in Biology, 113–22.

(44) يبدو أن جرذان الخلد العارية naked mole rats، على أي حال، لا تصاب بالسرطان مطلقا، ربما بسبب قدرتها على تخفيض معدلات الاستقلاب لديها. وكذلك فهي تعيش أكثر من الفتران بتسعة أضعاف. انظر:

Sitai Liang et al., "Resistance to Experimental Tumorigenesis in Cells of a Long-lived Mammal, the Naked Mole-rat," Aging Cell 9, no. 4 (August 2010): 626–35.

للاطلاع على تقرير شهير كتبه باحثان، انظر:

Thomas J. Park and Rochelle Buffenstein, "Underground Supermodels," The Scientist, June 1, 2012.

وقد كتب دانييل إنغير عن جرذان الخلد العارية في المراجع التالي: "The Anti-Mouse," Slate, November 18, 2011.

(45) انظر على سبيل المثال:

Anders Bredberg, "Cancer Resistance and Peto's Paradox," Proceedings of the National Academy of Sciences 106, No. 20 (May 19, 2009): E51; and George Klein, "Reply to Bredberg: The Voice of the Whale," on page E52.

(46) Nagy, Victor, and Cropper, "Why Don't All Whales Have Cancer?"

(47) F. Galis, "Why Do Almost All Mammals Have Seven Cervical Vertebrae? Developmental Constraints, Hox Genes, and Cancer," The Journal of Experimental Zoology 285, no. 1 (April 15, 1999): 19–26.

(48) استقى العنوانين من التصاريح الصحفية للجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان، والموجودة على موقع الجمعية على الإنترنت:

<http://www.aacr.org/home/public-media.aspx>

الفصل الثاني: قصة لانسي

(1) انظر على سبيل المثال:

- World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective (Washington, DC: AICR, 2007), xxv.
- (2) Miguel A. Sanjoaquin et al., "Folate Intake and Colorectal Cancer Risk: A Meta-analytical Approach," *International Journal of Cancer* 113, no. 5 (February 20, 2005): 825–28 Susanna C. Larsson, Edward Giovannucci, and Alicja Wolk, "Folate and Risk of Breast Cancer: A Meta-analysis," *Journal of the National Cancer Institute* 99, no. 1 (January 3, 2007): 64–76 and Jane C. Figueiredo et al., "Folic Acid and Risk of Prostate Cancer: Results from a Randomized Clinical Trial," *Journal of the National Cancer Institute* 101, no. 6 (March 18, 2009): 432–35.

(3) انظر على سبيل المثال:

Figueiredo et al., "Folic Acid and Risk of Prostate Cancer"; and Marta Ebbing et al., "Cancer Incidence and Mortality After Treatment with Folic Acid and Vitamin B12," *JAMA: The Journal of the American Medical Association* 302, no. 19 (November 18, 2009): 2119–26.

- (4) John J. McGuire, "Anticancer Antifolates: Current Status and Future Directions," *Current Pharmaceutical Design* 9, no. 31 (2003): 2593–613.

(5) كان سيدني فاربر رائد هذه البحوث. انظر:

S. Farber et al., "Temporary Remissions in Acute Leukemia in Children Produced by Folic Acid Antagonist, 4-Aminopteroxy-Glutamic Acid," *New England Journal of Medicine* 238, no. 23 (June 3, 1948): 787–93.

وقد وردت القصة في كتاب موخريجي الرابع:

Siddhartha Mukherjee. *The Emperor of All Maladies: A Biography of Cancer* (New York: Scribner, 2010), 27–36.

- (6) Rudolf I. Salganik, "The Benefits and Hazards of Antioxidants," *Journal of the American College of Nutrition* 20 (2001): 464S–72S.
- (7) "The Effect of Vitamin E and Beta Carotene on the Incidence of Lung Cancer and Other Cancers in Male Smokers," *New England Journal of Medicine* 330, no. 15 (April 14, 1994): 1029–35.
- (8) Gary E. Goodman et al., "The Beta-Carotene and Retinol Efficacy

Trial," *Journal of the National Cancer Institute* 96, no. 23 (December 1, 2004): 1743–50.

(9) Lee W. Wattenberg, "Chemoprophylaxis of Carcinogenesis: A Review," part 1, *Cancer Research* 26, no. 7 (July 1, 1966): 1520–26.

(10) أشارت دراسة عشوائية أجريت أخيراً على عدد من الأطباء الذكور إلى أن معدل الوقوع السنوي للسرطان يبلغ 1.7 في المائة بين من يتناولون الفيتامينات المتعددة مقارنة بنسبة 1.8 في المائة في مجموعة الدواء الغفل:

J. Gaziano et al., "Multivitamins in the Prevention of Cancer in Men," *JAMA: The Journal of the American Medical Association* (published online October 17, 2012): 1–10.

انظر قسم التعليقات في البحث للاطلاع على إحالات إلى دراسات أخرى وجدت آثاراً محابية وحتى سلبية.

(11) "5 A Day for Better Health Program Evaluation Report: Executive Summary," National Cancer Institute website, last updated March 1, 2006.

(12) Walter C. Willett, "Fruits, Vegetables, and Cancer Prevention: Turmoil in the Produce Section," *Journal of the National Cancer Institute* 102, no. 8 (April 21, 2010): 510–11.

(13) Willett, "Fruits, Vegetables, and Cancer Prevention."

(14) الاستقصاء الأوروبي المستقبلي التوجّه إلى السرطان والتغذية، أو EPIC، والموصوف على موقع الوكالة الدولية لبحوث السرطان. للاطلاع على ملخص مع استشهادات للنتائج الرئيسية للدراسة EPIC. انظر:

"Diet and Cancer: the Evidence," Cancer Research UK website, updated September 25, 2009.

(15) Willett, "Fruits, Vegetables, and Cancer Prevention"; and Paolo Boffetta et al., "Fruit and Vegetable Intake and Overall Cancer Risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition," *Journal of the National Cancer Institute* 102, no. 8 (April 21, 2010): 529–37.

لم يُكتشف أي دليل على أن الفواكه والخضروات تساعد على درء سرطان الثدي:

Carla H. van Gils et al., "Consumption of Vegetables and Fruits and Risk of Breast Cancer," *JAMA: The Journal of the American Medical Association* 293, no. 2 [January 12, 2005]: 183–93

أو سرطان البروستات:

- Timothy J. Key et al., "Fruits and Vegetables and Prostate Cancer," *International Journal of Cancer* 109, no. 1 [March 2004]: 119–24
- (16) Anthony B. Miller et al., "Fruits and Vegetables and Lung Cancer," *International Journal of Cancer* 108, no. 2 (January 10, 2004): 269–76; and Heiner Boeing et al., "Intake of Fruits and Vegetables and Risk of Cancer of the Upper Aero-digestive Tract," *Cancer Causes & Control* 17, no. 7 (September 2006): 957–69.
- (17) Constantine Iosif Fotiadis et al., "Role of Probiotics, Prebiotics and Synbiotics in Chemoprevention for Colorectal Cancer," *World Journal of Gastroenterology* 14, no. 42 (November 14, 2008): 6453–57; and Janelle C. Arthur and Christian Jobin, "The Struggle Within: Microbial Influences on Colorectal Cancer," *Inflammatory Bowel Diseases* 17, no. 1 (January 2011): 396–409.

(18) انظر:

Teresa Norat et al., "The Associations Between Food, Nutrition and Physical Activity and the Risk of Colorectal Cancer,"

وهي متوافرة جنبا إلى جنب مع غيرها من النتائج الأخيرة للدراسة EPIC بشأن النظام الغذائي على الموقع الإلكتروني Cancer Report التابع للصندوق الدولي لأبحاث السرطان. انظر:

"Continuous Update Project Report Summary. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Colorectal Cancer" (2011).

(19) نشرت النتائج الإيجابية للدراسة في المرجع التالي:

Sheila A. Bingham et al., "Dietary Fibre in Food and Protection Against Colorectal Cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition," *Lancet* 361, no. 9368 (May 3, 2003): 1496–1501.

للاطلاع على نتائج مخالفة من دراسة صحة أممراض انظر:

Scott Gottlieb, "Fibre Does Not Protect Against Colon Cancer," *BMJ: British Medical Journal* 318, no. 7179 (January 30, 1999): 281; and C. S. Fuchs, W. C. Willett, et al., "Dietary Fiber and the Risk of Colorectal Cancer and Adenoma in Women," *New England Journal of Medicine* 340, no. 3 (January 21, 1999): 169–76.

- (20) Arthur Schatzkin et al., "Lack of Effect of a Low-Fat, High-Fiber Diet on the Recurrence of Colorectal Adenomas," *New England Journal of Medicine* 342, no. 16 (April 20, 2000): 1149–55.

وهم تجد التجارب المحكومة المشابهة أي علاقة أيضاً. انظر على سبيل المثال:

D. S. Alberts et al., "Lack of Effect of a High-fiber Cereal Supplement on the Recurrence of Colorectal Adenomas," *New England Journal of Medicine* 342, no. 16 (April 20, 2000): 1156–62; and Shirley A. Beresford et al., "Low-fat Dietary Pattern and Risk of Colorectal Cancer," *JAMA: The Journal of the American Medical Association* 295, no. 6 (February 8, 2006): 643–54.

- (21) John P. Pierce et al., "Influence of a Diet Very High in Vegetables, Fruit, and Fiber and Low in Fat on Prognosis Following Treatment for Breast Cancer," *JAMA: The Journal of the American Medical Association* 298, no. 3 (July 18, 2007): 289–98.

- (22) B. N. Ames, M. Profet, and L. S. Gold, "Nature's Chemicals and Synthetic Chemicals: Comparative Toxicology," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 87, no. 19 (October 1990): 7782–86 and Bruce N. Ames, "Dietary Carcinogens and Anticarcinogens," *Science* 221, no. 4617 (September 23, 1983): 1256–64.

(23) تتعلق هذه الحسابات بشخص يبلغ من العمر خمسين عاماً. انظر:

Teresa Norat et al., "Meat, Fish, and Colorectal Cancer Risk," *Journal of the National Cancer Institute* 97, no. 12 (June 15, 2005): 906–16; and Doris S. M. Chan et al., "Red and Processed Meat and Colorectal Cancer Incidence: Meta-Analysis of Prospective Studies," *PLOS ONE* 6, no. 6 (June 6, 2011).

- (24) Norat et al., "Meat, Fish, and Colorectal Cancer Risk."

(25) للاطلاع على أدلة على أن تناول الأسماك يضبط السرطان عن طريق تشجيع الموت الخلوي المبرمج وإعاقة تكاثر الخلايا، انظر:

Youngmi Cho et al., "A Chemoprotective Fish Oil- and Pectin-Containing Diet Temporally Alters Gene Expression Profiles in Exfoliated Rat Colonocytes Throughout Oncogenesis," *Journal of Nutrition* 141, no. 6 (June 1, 2011): 1029–35.

للاطلاع على وجهة نظر أخرى انظر:

- Catherine H. MacLean et al., "Effects of Omega-3 Fatty Acids on Cancer Risk," *JAMA: The Journal of the American Medical Association* 295, no. 4 (January 25, 2006): 403–15.
- (26) Ross L. Prentice et al., "Low-Fat Dietary Pattern and Risk of Invasive Breast Cancer: The Women's Health Initiative Randomized Controlled Dietary Modification Trial," *JAMA: The Journal of the American Medical Association* 295, no. 6 (February 8, 2006): 629–42; and Shirley A. Beresford et al., "Low-Fat Dietary Pattern and Risk of Colorectal Cancer."

للاطلاع على ملخص انظر:

"The Nutrition Source: Low-Fat Diet Not a Cure-All," Harvard School of Public Health website.

- (27) Gary Taubes, *Good Calories, Bad Calories: Fats, Carbs, and the Controversial Science of Diet and Health* (New York: Vintage, 2008); and Gary Taubes, *Why We Get Fat: And What to Do About It* (New York: Knopf, 2010).

(28) انظر على سبيل المثال:

"AACR Cancer Progress Report," 2012, American Association for Cancer Research website.

(29) تسم الآليات هنا بكونها محددة وتنطوي على تنظيم الأنسولين والعمليات الخلوية الأخرى. انظر:

Stephen D. Hursting et al., "Calorie Restriction, Aging, and Cancer Prevention," *Annual Review of Medicine* 54 (February 2003): 131–52; D. Kritchevsky, "Caloric Restriction and Cancer," *Journal of Nutritional Science and Vitaminology* 47, no. 1 (February 2001): 13–19; Sjoerd G. Elias et al., "Transient Caloric Restriction and Cancer Risk (The Netherlands)," *Cancer Causes & Control* 18, no. 1 (February 2007): 1–5; and David M. Klurfeld et al., "Reduction of Enhanced Mammary Carcinogenesis in LA/N-cp (Corpulent) Rats by Energy Restriction," *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 196, no. 4 (April 1, 1991): 381–84.

في مقاله، يجادل توبس بأن التأثيرات المضادة للسرطان التي تشاهد في التجارب على الحيوانات لا تحدث نتيجة التقليص الإجمالي للسعرات الحرارية بل نتيجة تقليل السكريات والكربوهيدرات.

: انظر على سبيل المثال: (30)

- Endogenous Hormones and Breast Cancer Collaborative Group, "Circulating Sex Hormones and Breast Cancer Risk Factors in Postmenopausal Women," *British Journal of Cancer* 105, no. 5 (2011): 709–22; A. Heather Eliassen et al., "Endogenous Steroid Hormone Concentrations and Risk of Breast Cancer Among Premenopausal Women," *Journal of the National Cancer Institute* 98, no. 19 (October 4, 2006): 1406–15; and Rudolf Kaaks et al., "Serum Sex Steroids in Premenopausal Women and Breast Cancer Risk," *Journal of the National Cancer Institute* 97, no. 10 (May 18, 2005): 755–65.
- (31) National Toxicology Program, Report on Carcinogens, 12th ed. (Research Triangle Park, NC: U.S. Department of Health and Human Services, 2011). Available on the National Toxicology Program website.

: انظر على سبيل المثال: (32)

F. Clavel-Chapelon, "Differential Effects of Reproductive Factors on the Risk of Pre- and Postmenopausal Breast Cancer," *British Journal of Cancer* 86, no. 5 (March 4, 2002): 723–27.

: انظر على سبيل المثال: (33)

- Kembra L. Howdeshell et al., "Environmental Toxins: Exposure to Bisphenol A Advances Puberty," *Nature* 401, no. 6755 (October 21, 1999): 763–64 ; and Laura N. Vandenberg, Ana M. Soto, et al., "Bisphenol-A and the Great Divide: A Review of Controversies in the Field of Endocrine Disruption," *Endocrine Reviews* 30, no. 1 (February 1, 2009): 75–95.
- (34) Sandra Steingraber, "The Falling Age of Puberty in U.S. Girls," August 2007, Breast Cancer Fund website, Sarah E. Anderson, Gerard E. Dallal, and Aviva Must, "Relative Weight and Race Influence Average Age at Menarche," part 1, *Pediatrics* 111, no. 4 (April 2003): 844–50.
- (35) Steingraber, "The Falling Age of Puberty," 20.

: انظر: (36)

World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer, 239–42.

- (37) David Plotkin, "Good News and Bad News About Breast Cancer," The Atlantic, June 1998.

(38) للاطلاع على ملحة عامة، انظر تقريرين منشوريين على موقع المعهد الوطني للسرطان:

"Menopausal Hormone Therapy and Cancer" and "Diethylstilbestrol (DES) and Cancer," both reviewed December 5, 2011.

- (39) Sabina Rinaldi et al., "Anthropometric Measures, Endogenous Sex Steroids and Breast Cancer Risk in Postmenopausal Women," International Journal of Cancer 118, no. 11 (June 1, 2006): 2832–39; and Petra H. Lahmann et al., "A Prospective Study of Adiposity and Postmenopausal Breast Cancer Risk," International Journal of Cancer 103, no. 2 (November 4, 2002): 246–52.

- (40) Kaaks et al., "Serum Sex Steroids in Premenopausal Women and Breast Cancer Risk"

انظر أيضاً:

Elisabete Weiderpass et al., "A Prospective Study of Body Size in Different Periods of Life and Risk of Premenopausal Breast Cancer," Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention 13, no. 7 (July 2004): 1121–27; and L. J. Vatten and S. Kvinnslund, "Prospective Study of Height, Body Mass Index and Risk of Breast Cancer," Acta Oncologica 31, no. 2 (1992): 195–200.

- (41) "Oral Contraceptives and Cancer Risk," National Cancer Institute, reviewed March 21, 2012.

(42) جرت دراسة الأدلة على ارتباط الكحول بسرطان المريء والكبد وغيرها من أنواع السرطان في المراجع التالي:

Vincenzo Bagnardi et al., "Alcohol Consumption and the Risk of Cancer: A Meta-Analysis," Alcohol Research and Health: The Journal of the National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism 25, no. 4 (2001): 263–70.

- (43) Heather M. Colvin and Abigail E. Mitchell, eds., Hepatitis and Liver Cancer (Washington, DC: The National Academies Press, 2010), 29–30.

(44) انظر على سبيل المثال:

P. E. Jackson and J. D. Groopman, "Aflatoxin and Liver Cancer," Clinical Gastroenterology 13, no. 4 (December 1999): 545–55.

- (45) Wendy Y. Chen, Walter C. Willett, et al., "Moderate Alcohol Consumption During Adult Life, Drinking Patterns, and Breast Cancer Risk," *JAMA: The Journal of the American Medical Association* 306, no. 17 (November 2, 2011): 1884–90.
- (46) "Risk of Developing Breast Cancer," *Breastcancer.org* website, last modified on March 14, 2012.
- (47) Jane Green et al., "Height and Cancer Incidence in the Million Women Study," *Lancet Oncology* 12, no. 8 (August 2011): 785–94.
- (48) Jaime Guevara-Aguirre et al., "Growth Hormone Receptor Deficiency Is Associated with a Major Reduction in Pro-Aging Signaling, Cancer, and Diabetes in Humans," *Science Translational Medicine* 3, no. 70 (February 16, 2011):70ra13 and Mitch Leslie, "Growth Defect Blocks Cancer and Diabetes," *Science* 331, no. 6019 (February 18, 2011): 837.
- (49) انظر على سبيل المثال ترتيبات مؤشر هارفارد لخطر الإصابة بالسرطان والمذكورة في المراجع التالي:
- G. A. Colditz et al., "Harvard Report on Cancer Prevention Volume 4: Harvard Cancer Risk Index," *Cancer Causes & Control* 11, no. 6 (July 2000): 477–88.
- (50) وفقا لنشرة «صحيفة معلومات سرطان الرئة». يكون المدخنون الذكور أكثر عرضة بثلاثة وعشرين ضعفا للإصابة بسرطان الرئة، وتكون النساء أكثر عرضة بثلاثة عشر ضعفا، بالمقارنة بالأشخاص الذين لم يدخنوا مطلقاً: American Lung Association website, November 2010.
- (51) Rebecca Goldin, "Lung Cancer Rates: What's Your Risk?" March 8, 2006, Research at Statistical Assessment Service (STATS) website, George Mason University.
- (52) انظر:
- "Cancer Care/Prediction Tools" on the Sloan-Kettering website.
- (53) "Summary Report: Analysis of Exposure and Risks to the Public from Radionuclides and Chemicals Released by the Cerro Grande Fire at Los Alamos June 12, 2002," New Mexico Environment Department, Risk Assessment Corporation, report no. 5-NMED-2002-FINAL, Risk Assessment Corporation website.

- (54) "Vitamin D and Cancer Prevention: Strengths and Limits of the Evidence," National Cancer Institute website, reviewed June 16, 2010, and Cindy D. Davis, "Vitamin D and Cancer: Current Dilemmas and Future Research Needs," *American Journal of Clinical Nutrition* 88, no. 2 (August 2008): 565S–69S.
- (55) Rachael Z. Stolzenberg-Solomon et al., "A Prospective Nested Case-control Study of Vitamin D Status and Pancreatic Cancer Risk in Male Smokers," *Cancer Research* 66, no. 20 (October 15, 2006): 10213–19.
- (56) Office of Radiation and Indoor Air, EPA Assessment of Risks from Radon in Homes (Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, June 2003), EPA website, and "WHO Handbook on Indoor Radon: a Public Health Perspective" (Geneva: World Health Organization, September 2009), WHO website.
- (57) Office of Radiation and Indoor Air, EPA Assessment of Risks, appendix D, 82.
- (58) عند التعمق في البحث ستجد أن الحسابات تفترض أن 70 في المائة من وقت المرض يقضيها داخل المنزل.

Office of Radiation and Indoor Air, EPA Assessment of Risks, 7, 44.

- (59) Harry Otway and Jon Johnson, "A History of the Working Group to Address Los Alamos Community Health Concerns," Los Alamos National Laboratory, January 2000, available on the website of the U.S. Department of Energy, Office of Scientific and Technical Information.
- (60) William F. Athas and Charles R. Key, "Los Alamos Cancer Rate Study: Phase I," New Mexico Department of Health and New Mexico Tumor Registry, University of New Mexico Cancer Center, March 1993 (published on the UNM Health Sciences Center website, and William F. Athas, "Investigation of Excess Thyroid Cancer Incidence in Los Alamos County," Division of Epidemiology, Evaluation, and Planning, New Mexico Department of Health, April 1996.

(61) صيغ المصطلح في منتصف السبعينيات من قبل عالم البيانات سيمور غروفيرمان Grufferman في أثناء قيامه باستقصاء كلية من حالات ملفوقة هودجكين في لونغ آيلاند، نيويورك، بريد إلكتروني إلى المؤلف بتاريخ 10 يونيو 2012.

انظر أيضاً:

- S. Grufferman, "Clustering and Aggregation of Exposures in Hodgkin's Disease," *Cancer* 39 (1977): 1829–33; K. J. Rothman, "A Sobering Start for the Cluster Busters' Conference," *American Journal of Epidemiology* 132, no. 1 suppl (July 1990): S6–13 and Atul Gawande, "The Cancer-Cluster Myth," *New Yorker*, February 8, 1999.
- (62) Agency for Toxic Substances and Disease Registry, "Public Health Assessment for Los Alamos National Laboratory," September 8, 2006, available on the website of the U.S. Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- (63) "Report to the U.S. Congress: The Long Island Breast Cancer Study Project" (Washington, DC: Department of Health and Human Services, November 2004). Deborah M. Winn, "Science and Society: The Long Island Breast Cancer Study Project," *Nature Reviews Cancer* 5, no. 12 (December 2005): 986–94 and Renee Twombly, "Long Island Study Finds No Link Between Pollutants and Breast Cancer," *Journal of the National Cancer Institute* 94, no. 18 (2002): 1348–51.
- (64) Patricia Braus, "Why Does Cancer Cluster?" *American Demographics*, March 1996.
- (65) "SEER Stat Fact Sheets: Breast," National Cancer Institute, Surveillance, Epidemiology and End Results website.
- (66) Braus, "Why Does Cancer Cluster?"

(67) كانت أولى قراءاتي هي:

Robert A. Weinberg, "How Cancer Arises," *Scientific American* 275, no. 3 (September 1996): 62–70.

الفصل الثالث: موسعة الأنثروبولوجيا

(1) لقد ذكر ثلث نسخ من القصة على الأقل:

L. S. B. Leakey, *The Stone Age Races of Kenya* (London: Oxford University Press, 1935), 10–11; Leakey, *By the Evidence* (New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1974), 20–22, 35–36; and Leakey, *Adam's Ancestors* (London: Methuen & Co., 1934), 202–3.

وقد رجعت أيضا إلى المراجع التالي:

Virginia Morell, *Ancestral Passions: The Leakey Family and the Quest for Humankind's Beginnings* (New York: Simon & Schuster, 1995), 65–71, 80–93.

(2) Morell, Ancestral Passions, 85.

(3) Leakey, Stone Age Races, 9.

(4) لم يتأكد حتى الآن من أن رجل بيلتدوان Piltdown man هو أكذوبة.

(5) P. G. H. Boswell, "Human Remains from Kanam and Kanjera, Kenya Colony," *Nature* 135, no. 3410 (March 9, 1935): 371.

يصف موريل هذا الخلاف، بما في ذلك بعض الأدلة المتضاربة من قبل ليكي، وذلك في:

Leakey, Ancestral Passions, 69, 80–93

وفي تفسير شديد الانتقاد لهذا الحدث، انظر:

Martin Pickford, Louis S. B. Leakey: Beyond the Evidence (London: Janus Publishing Company, 1997)

كانت عائلتنا بيكتورد ليكي عدوين لدوين:

Declan Butler, "The Battle of Tugen Hills," *Nature* 410, no. 6828 [March 29, 2001]: 508–9

وكان من الصعب الفصل بين العلم والسياسة. وكذلك فقد شارك بيكتورد (مع يوستاس غيتونيا) في تأليف كتاب عن نجل ليكي، وهو:

Richard E. Leakey: Master of Deceit (Nairobi: White Elephant Publishers, 1995).

(6) Kenneth P. Oakley, "The Kanam Jaw," *Nature* 185, no. 4717 (March 26, 1960): 945–46.

(7) Phillip V. Tobias, "The Kanam Jaw," *Nature* 185, no. 4717 (March 26, 1960): 946–47.

(8) كان هذا هو تقييم عالم الأنثروبولوجيا بجامعة هارفارد ديفيد بيلبيم Pilbeam، الذي أخبر موريل بأن عمر الأحفورة قد يصل إلى مليون سنة أو أكثر (Ancestral Passions, 9, note 11). وقد أكد ذلك مجدداً في رسالة أرسلها إلى عبر البريد الإلكتروني بتاريخ 30 أبريل 2012.

(9) في مقالته:

"A Reconsideration of the Date of the Kanam Jaw," *Journal of Archaeological Science* 2, no. 2 (June 1975): 151–52

وضع كينيث ب. أوكلي نظرية مفادها أن الأحفورة «رِبْعًا جرى احتواوها في كتلة من الحجر الجيري السطحي الذي يعود إلى عصر البليستوسين الأوسط، الذي ربما تسرّب إلى أسفل عبر شق اخترق حوض كانام القديم». وخلص عالم الأنثروبولوجيا في بيركلي تيم وايت White كذلك إلى أن الفك يعود على الأرجح إلى أواخر العصر الجليدي. انظر:

Eric Delson et al., eds., *Encyclopedia of Human Evolution and Prehistory* (New York: Garland, 2000), 739.

(10) رسالة بالبريد الإلكتروني إلى المؤلف بتاريخ 7 مايو 2012 من ريتشارد بوتس Potts، مدير برنامج أصول الإنسان في المتحف الوطني بمعهد سميثسونيان للتاريخ الطبيعي في واشنطن.

(11) Leakey, *By the Evidence*, 20–22.

(12) J. W. P. Lawrence, Esq., "A Note on the Pathology of the Kanam Mandible," in Leakey, *Stone Age Races of Kenya*, appendix A, 139.

(13) للاطلاع على وصف لتفاصيل رجل كانام التشريحية انظر:

Leakey, *Stone Age Races*, 19–23.

(14) M. F. Ashley Montagu, "The Chin of the Kanam Mandible," *American Anthropologist* 59, no. 2 (April 1, 1957): 335–38.

(15) Tobias, "The Kanam Jaw."

(16) G. Stathopoulos, "Letter: Kanam Mandible's Tumour," *Lancet* 305, no. 7899 (January 18, 1975): 165.

(17) A. T. Sandison, "Kanam Mandible's Tumour," *Lancet* 305, no. 7901 (February 1, 1975): 279.

(18) Don Brothwell and A. T. Sandison, *Diseases in Antiquity: A Survey of the Diseases, Injuries and Surgery of Early Populations* (Springfield, IL: Charles C. Thomas, 1967), 330.

(19) J. Phelan, T. G. Bromage, et al., "Diagnosis of the Pathology of the Kanam Mandible," *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontontology* 103, no. 4 (April 2007): e20.

(20) رسالة من تيموثي بروماغ Bromage عبر البريد الإلكتروني إلى المؤلف بتاريخ 1 يوليو 2010.

(21) التفاصيل مستقاة من لوحة تعريفية في المتحف، والذي زرته في مايو 2011.

- (22) أفاد ليكي بأنه «قطع قسماً من الفك السفلي في منطقة الرحم الأولى» (Stone). وقد ذكر أنه أيضاً أخذ صوراً بالأشعة السينية. (Age Races, 2)
- (23) Spiro Retsas, ed., *Palaeo-Oncology: The Antiquity of Cancer*, 5th ed. (London: Farrand Press, 1986), 7–9.
- (24) Alexander Haddow, “Historical Notes on Cancer from the MSS. of Louis Westenra Sambon,” *Proceedings of the Royal Society of Medicine* 29, no. 9 (July 1936): 1015–28.
- (25) Haddow, “Historical Notes on Cancer,” 24.
- (26) Haddow, “Historical Notes on Cancer,” 25.
- (27) Haddow, “Historical Notes on Cancer,” 28.
- (28) Retsas, *Palaeo-Oncology*, 45.
- (29) Erwin H. Ackerknecht, “Historical Notes on Cancer,” *Medical History* 2, no. 2 (April 1958): 114–19.
- (30) Retsas, *Palaeo-Oncology*, 46.
- (31) Retsas, *Palaeo-Oncology*, 49.
- (32) L. Weiss, “Metastasis of Cancer: A Conceptual History from Antiquity to the 1990s; Part 2: Early Concepts of Cancer,” *Cancer Metastasis Reviews* 19, nos. 3–4 (2000): i–xi, 205–17.
- (33) “Cancer Facts & Figures 2012,” American Cancer Society website.
- (34) للاطلاع على مناقشة حول المعيوبات التي تكتنف تقدير طول العمر المأضي، انظر:
- J. R. Wilmoth, “Demography of Longevity: Past, Present, and Future Trends,” *Experimental Gerontology* 35, nos. 9–10 (December 2000): 1111–29.
- (35) Brothwell and Sandison, *Diseases in Antiquity*, 331 and 339, figure 11b.
- (36) يصاب واحد من كل 100 ألف نسمة بساركومة العظامية. انظر:
- Lisa Mirabello, Rebecca J. Troisi, and Sharon A. Savage, “Osteosarcoma Incidence and Survival Rates from 1973 to 2004: Data from the Surveillance, Epidemiology, and End Results Program,” *Cancer* 115, no. 7 (April 1, 2009): 1531–43.
- (37) Edward C. Halperin, “Paleo-oncology: The Role of Ancient Remains

- in the Study of Cancer," *Perspectives in Biology and Medicine* 47, no. 1 (2004): 1–14; Brothwell and Sandison, *Diseases in Antiquity*, 331; and Arthur C. Aufderheide and Conrado Rodriguez-Martin, *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology* (Cambridge: Cambridge University Press, 1998), 379.
- (38) K. W. Alt et al., "Infant Osteosarcoma," *International Journal of Osteoarchaeology* 12, no. 6 (December 24, 2002): 442–48.
- (39) Alt et al., "Infant Osteosarcoma," 447.
- (40) Eugen Strouhal, "Ancient Egyptian Case of Carcinoma," *Bulletin of the New York Academy of Medicine* 54, no. 3 (March 1978): 290–302.
- (41) Kurt W. Alt and Claus-Peter Adler, "Multiple Myeloma in an Early Medieval Skeleton," *International Journal of Osteoarchaeology* 2, no. 3 (May 23, 2005): 205–9 and C. Cattaneo et al., "Immunological Diagnosis of Multiple Myeloma in a Medieval Bone," *International Journal of Osteoarchaeology* 4, no. 1 (May 27, 2005): 1–2.
- (42) Tony Waldron, "What Was the Prevalence of Malignant Disease in the Past?" *International Journal of Osteoarchaeology* 6, no. 5 (December 1, 1996): 463–70.
- (43) Eugen Strouhal, "Tumors in the Remains of Ancient Egyptians," *American Journal of Physical Anthropology* 45, no. 3 (November 1, 1976): 613–20.
- (44) S. Assis and S. Codinha, "Metastatic Carcinoma in a 14th-19th Century Skeleton from Constância (Portugal)," *International Journal of Osteoarchaeology* 20, no. 5 (September 1, 2010): 603–20.
- (45) Maria Ostendorf Smith, "A Probable Case of Metastatic Carcinoma from the Late Prehistoric Eastern Tennessee River Valley," *International Journal of Osteoarchaeology* 12, no. 4 (July 1, 2002): 235–47.
- (46) Donald J. Ortner, Keith Manchester, and Frances Lee, "Metastatic Carcinoma in a Leper Skeleton from a Medieval Cemetery in Chichester, England," *International Journal of Osteoarchaeology* 1, no. 2 (June 1, 1991): 91–98.
- (47) M. Melikian, "A Case of Metastatic Carcinoma from 18th Century London," *International Journal of Osteoarchaeology* 16, no. 2 (March 1, 2006): 138–44.
- (48) وصفت تفاصيل الاكتشاف على الموقع الإلكتروني لمعهد الآثار الألماني: «العمر

الكامل ملوقع كورغان أرزان 2، بما في ذلك قبر ملكي له يمسه أحد (أواخر القرن السابع قبل الميلاد). يتوافر مزيد من المعلومات على الموقع الإلكتروني لمتحف أربستان الحكومي في سانت بطرسбурغ: «تميم وإعادة بناء مجموعة أرزان 2- من القطع الأثرية». وقد وصفت هذه وبعض الحالات الأخرى بصورة أكثر إيجازاً في: “Trying to Estimate Cancer Rates in Ancient Times,” *New York Times*, December 27, 2010.

- (49) Michael Schultz et al., “Oldest Known Case of Metastasizing Prostate Carcinoma Diagnosed in the Skeleton of a 2,700-year-old Scythian King from Arzhan (Siberia, Russia),” *International Journal of Cancer* 121, no. 12 (December 15, 2007): 2591–95.
- (50) G. Grévin, R. Lagier, and C. A. Baud, “Metastatic Carcinoma of Presumed Prostatic Origin in Cremated Bones from the First Century A.D.,” *Virchows Archiv: An International Journal of Pathology* 431, no. 3 (September 1997): 211–14.
- (51) T. Anderson, J. Wakely, and A. Carter, “Medieval Example of Metastatic Carcinoma: A Dry Bone, Radiological, and SEM Study,” *American Journal of Physical Anthropology* 89, no. 3 (November 1992): 309–23.
- (52) Waldron, “What Was the Prevalence?”
- (53) Tony Waldron, *Palaeopathology* (Cambridge: Cambridge University Press, 2009), 185.
- (54) M. J. Allison et al., “Metastatic Tumor of Bone in a Tiahuanaco Female,” *Bulletin of the New York Academy of Medicine* 56, no. 6 (1980): 581–87.
- (55) L. H. Luna et al., “A Case of Multiple Metastasis in Late Holocene Hunter-gatherers from the Argentine Pampean Region,” *International Journal of Osteoarchaeology* 18, no. 5 (November 14, 2007): 492–506.
- (56) “Cancer Overview,” Stanford School of Medicine Cancer Institute website.
- (57) “Disease Information,” St. Jude Children’s Research Hospital website.
- (58) “Metastatic Cancer,” National Cancer Institute website, reviewed May 23, 2011

ينجذب سرطان البروستاتا إلى العظام، لكن رعايا كان تواتره أقل عندما كانت فترات الحياة أقصر.

(59) انظر على سبيل المثال:

- Margaret M. Olszewski, "Concepts of Cancer from Antiquity to the Nineteenth Century," *University of Toronto Medical Journal* 87, no. 3 (May 2010); and Reitsas, *Palaeo-Oncology*, 36.
- (60) A. Rosalie David and Michael R. Zimmerman, "Cancer: An Old Disease, a New Disease or Something in Between?" *Nature Reviews Cancer* 10, no. 10 (October 2010): 728–33.
- (61) Michael R. Zimmerman and Arthur C. Aufderheide, "Seven Mummies of the Dakhleh Oasis, Egypt: Seventeen Diagnoses," *Paleopathology Newsletter* 150 (June 2010): 16–23.
- (62) David and Zimmerman, "Cancer: An Old Disease, a New Disease?"
- (63) Oscar B. Urteaga and George T. Pack, "On the Antiquity of Melanoma," *Cancer* 19, no. 5 (May 1, 1966): 607–10.
- (64) Leonard Weiss, "Observations on the Antiquity of Cancer and Metastasis," *Cancer and Metastasis Reviews* 19, nos. 3–4 (December 2000): 193–204.
- (65) M. R. Zimmerman, "An Experimental Study of Mummification Pertinent to the Antiquity of Cancer," *Cancer* 40 (1977): 1358–62.

في إحدى التجارب، أخذ كبد من مريض بسرطانة نقيلة فجف في فرن ومن ثم جرت إيماته. لاحظ زيرمان أن «ملامع السرطان (أنوية كبيرة داكنة اللون وشديدة التباين، وغزو الأنسجة المحيطة) يجري حفظها جيداً بفعل التخنيط، كما أن الأورام المحنطة تحفظ في الواقع بصورة أفضل من الأنسجة الطبيعية». رسالة بالبريد الإلكتروني إلى المؤلف بتاريخ 11 نوفمبر 2010.

(66) كان الملك يعاني أيضاً من السمعة، وكانت عظامه مشربة بالرصاص والزنك.
انظر:

Gino Fornaciari et al., "K-ras Mutation in the Tumour of King Ferrante I of Aragon (1431–94) and Environmental Mutagens at the Aragonese Court of Naples," *International Journal of Osteoarchaeology* 9, no. 5 (October 6, 1999): 302–6; Antonio Marchetti, Gino Fornaciari, et al., "K-RAS Mutation in the Tumour of Ferrante I of Aragon, King of Naples," *Lancet* 347, no. 9010 (May 1996): 1272; and Laura Ottini, Gino Fornaciari, et al., "Gene-Environment Interactions in the Pre-Industrial Era: The Cancer of King Ferrante I of Aragon (1431–1494)," *Human Pathology* 42, no. 3 (March 2011): 332–39.

(67) لقد بدأت بـ 176 مثلاً كان ستروهال وضعها في جدول فيما أسماه العام القديم (المراجع في:

A. Sefcáková, E. Strouhal, et al., "Case of Metastatic Carcinoma from End of the 8th–early 9th Century Slovakia," *American Journal of Physical Anthropology* 116, no. 3 [November 2001]: 216–29

ثم أضاف حالات العالم الجديد، والحالات التي وجدت منذ نشر بحثه.

(68) علق ستروهال على ذلك في: "Tumors in the Remains of Ancient Egyptians"

(69) Waldron, *Palaeopathology*, 21–23; Weiss, "Observations on the Antiquity of Cancer and Metastasis"; and E. Strouhal, "Malignant Tumors in the Old World," *Paleopathology Newsletter* no. 85, suppl. (1994): 1–6.

(70) Aufderheide and Rodriguez-Martin, *Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*, 11–18.

(71) في أمراض في العصور القديمة، يعْمَن بروثويل أن «ندرة أورام قد جرت المبالغة فيها في الماضي - وهي حقيقة ربما أدت في حد ذاتها إلى تثبيط بعض البحوث التفصيلية». انظر الفصل الذي كتبه في: "The Evidence for Neoplasms,"?Waldron, "What Was the Prevalence 320–45. وانظر أيضا: ?Waldron, "What Was the Prevalence 45–185 (72)

?Waldron, "What Was the Prevalence (73)

(74) انظر الشكل 1 من (Waldron, *What Was the Prevalence*)؟. كانت الأرقام أعلى لدى النساء بسبب سرطان الرحم وسرطان الثدي. وفي القرن التالي، ازداد عدد حالات السرطان في الرجال بسبب تدخين السجائر وسرطان الرئة.

(75) Andreas G. Nerlich et al., "Malignant Tumors in Two Ancient Populations: An Approach to Historical Tumor Epidemiology," *Oncology Reports* 16, no. 1 (July 2006): 197–202.

(76) David and Zimmerman, "Cancer: An Old Disease, a New Disease?"

(77) "Scientists Suggest that Cancer Is Man-made," University of Manchester website, October 14, 2010.

(78) انظر على سبيل المثال:

Luigi L. Capasso, "Antiquity of Cancer," *International Journal of Cancer* 113, no. 1 (January 1, 2005): 2–13; and M. S. Micozzi, "Diseases in Antiquity: The Case of Cancer," *Archives of Pathology and Laboratory Medicine* 115 (1991): 838–44.

(79) إن علماء الأنثروبولوجيا الذين سألهم هم: آن غراور Grauer، رئيسة جمعية باثلوجيا المومياوات وعالمة الأنثروبولوجيا في جامعة لوبولا في شيكاغو، وهيدر إدغار Edgar، أمينة مجموعة العظام البشرية في متحف ماكسويل للأنتروبولوجيا بجامعة نيو مكسيكو، وتم وايت White، أستاذ البيولوجيا التكاملية بجامعة كاليفورنيا في بيركلي.

(80) Carl Haub, "How Many People Have Ever Lived on Earth?" October 2011, Population Reference Bureau website.

الفصل الرابع: طزو سارقي الجث

- (1) T. R. Ashworth, "A Case of Cancer in Which Cells Similar to Those in the Tumours Were Seen in the Blood after Death," *Australian Medical Journal* 14 (1869): 146–47.
- (2) L. Weiss, "Concepts of Metastasis," *Cancer and Metastasis Reviews* 19 (2000): 219–34

وهي الجزء الثالث من سلسلة أطول:

"Metastasis of Cancer: A Conceptual History from Antiquity to the 1990s," 193–400.

وقد رجحت أيضا إلى مقالتين آخرتين من تأليف وايس في العدد نفسه:
"Observations on the Antiquity of Cancer and Metastasis" (193–204)
and "Early Concepts of Cancer" (205–17).

وتشمل المصادر الأخرى عن تاريخ الفكرة الخلوية للسرطان:

James Stuart Olson, *The History of Cancer: An Annotated Bibliography* (New York: Greenwood Press, 1989); Erwin H. Ackerknecht, "Historical Notes on Cancer," *Medical History* 2, no. 2 (April 1958): 114–19; Margaret M. Olszewski, "Concepts of Cancer from Antiquity to the Nineteenth Century," *University of Toronto Medical Journal* 87, no. 3 (May 2010); and W. I. B. Onuigbo, "The Paradox of Virchow's Views on Cancer Metastasis," *Bulletin of the History of Medicine* 34 (1962): 444–49.

فهـ مصدر آخر هو:

Jacob Wolff, *The Science of Cancerous Disease from Earliest Times to the Present*, first published in 1907

وقد ترجم عن الألمانية من قبل بريارة أيوب، وأعيد طبعه في العام 1989 من قبل National Library of Science History Publications Medicine

(3) Weiss, "Early Concepts of Cancer."

(4) Ackerknecht, "Historical Notes."

(5) Ackerknecht, "Historical Notes."

(6) Weiss, "Concepts of Metastasis."

(7) Weiss, "Concepts of Metastasis."

(8) Weiss, "Concepts of Metastasis."

(9) Ackerknecht, "Historical Notes."

(10) Ackerknecht, "Historical Notes."

(11) Wolff, *Science of Cancerous Disease*, 101–3.

(12) هناك ترجمة إنجليزية من قبل تشارلز ويست بعنوان:

Charles West. *On the Nature and Structural Characteristics of Cancer, and Those Morbid Growths Which May Be Confounded with It* (London: Sherwood, Gilbert, and Piper, 1840).

للاطلاع على ملخص له انظر:

Johannes Müller, "On the Nature and Structural Characteristics of Cancer: General Observations on the Minute Structure of Morbid Growths," *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 23, no. 5 (December 30, 2008): 307–12.

(13) هناك ملخص لأفكار مولر في المراجع التالي:

Wolff, *Science of Cancerous Disease*, 108; and Olszewski, "Concepts of Cancer."

(14) Ackerknecht, "Historical Notes."

(15) Onuigbo, "The Paradox of Virchow's Views."

الهواشن

(16) Ackerknecht, "Historical Notes."

(17) Ackerknecht, "Historical Notes."

(18) مذكورة في:

Weiss, "Early Concepts of Cancer."

(19) Robert A. Weinberg, *the Biology of Cancer* (New York: Garland Science, 2007), 593–94.

(20) Wolff, *Science of Cancerous Disease*, ix.

(21) كتب المقدمة المؤرخ الطبي شاول جارشو Jarcho,

(22) S. Paget, "The Distribution of Secondary Growths in Cancer of the Breast," *Lancet* 133, no. 3421 (1889): 571–73.

وقد نشرت في:

"Stephen Paget's Paper Reproduced from 'The Lancet,' 1889," *Cancer and Metastasis Reviews* 8, no. 2 (1989): 98–101.

(23) Weinberg, *Biology of Cancer*, 636.

(24) "Metastatic Brain Tumor," published online by the National Library of Medicine, Medline Plus website.

(25) "Role of Organ Selectivity in the Determination of Metastatic Patterns of the B16 Melanoma," *Cancer Research* 40 (1980): 2281–87.

انظر أيضاً:

Isaiah J. Fidler, "The Pathogenesis of Cancer Metastasis: The 'Seed and Soil' Hypothesis Revisited," *Nature Reviews Cancer* 3, no. 6 (June 2003): 453–58.

(26) "Overview of Metastasis," published online by CancerQuest, Winship Cancer Institute website, Emory University.

(27) Lance A. Liotta and Elise Kohn. "Anoikis: Cancer and the Homeless Cell," *Nature* 430, no. 7003 (August 26, 2004): 973–74.

(28) لتقرير رائع عن دقائق عملية بث التفائل انظر:

Weinberg, *Biology of Cancer*, chapter 14.

وقد رجحت أيضاً إلى المقال التالي:

Ann F. Chambers, Alan C. Groom, and Ian C. MacDonald, "Metastasis: Dissemination and Growth of Cancer Cells in Metastatic Sites," *Nature Reviews Cancer* 2, no. 8 (August 1, 2002): 563–72; and Christine L. Chaffer and Robert A. Weinberg, "A Perspective on Cancer Cell Metastasis," *Science* 331, no. 6024 (March 25, 2011): 1559–64.

(29) Weinberg, *Biology of Cancer*, 593–94.

وقد أورد تفسيراً أقرب احتمالاً، وهو أن الخلايا السرطانية يمكنها تجنب شرك الشعيرات الدموية عن طريق المرور بدلاً من ذلك عبر التحويلات الشريانية-الوريدية.

(30) للاطلاع على مراجعة للموضوع، انظر:

Fidler, "Pathogenesis of Cancer Metastasis."

(31) Weinberg, *Biology of Cancer*, 636, sidebar 14.8.

(32) Weinberg, *Biology of Cancer*, 637.

(33) Andy J. Minn, Joan Massagué, et al., "Genes That Mediate Breast Cancer Metastasis to Lung," *Nature* 436, no. 7050 (July 28, 2005): 518–24; and Paula D. Bos, J. Massagué, et al., "Genes That Mediate Breast Cancer Metastasis to the Brain," *Nature* 459, no. 7249 (June 18, 2009): 1005–9.

(34) Rosandra N. Kaplan, Shahin Rafii, and David Lyden, "Preparing the 'Soil': The Premetastatic Niche," *Cancer Research* 66, no. 23 (December 1, 2006): 11089–93.

(35) Dan G. Duda et al., "Malignant Cells Facilitate Lung Metastasis by Bringing Their Own Soil," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107, no. 50 (December 14, 2010): 21677–82.

(36) تم وصف العملية في المراجع العامة حول موضوع بث النقال، والمذكورة أعلاه.

(37) Larry Norton and Joan Massagué, "Is Cancer a Disease of Self-seeding?" *Nature Medicine* 12, no. 8 (August 2006): 875–78; Mi-Young Kim, Joan Massagué, et al., "Tumor Self-seeding by Circulating Cancer Cells," *Cell* 139, no. 7 (December 24, 2009): 1315–26; and Elizabeth Comen, Larry Norton, and Joan Massagué, "Clinical Implications of Cancer Self-seeding," *Nature Reviews Clinical Oncology* 8, no. 6 (June 2011): 369–77.

الهوامش

- (38) J. Folkman et al., "Isolation of a Tumor Factor Responsible for Angiogenesis," *The Journal of Experimental Medicine* 133, no. 2 (February 1, 1971): 275–88.
- (39) Viviane Mumprecht and Michael Detmar, "Lymphangiogenesis and Cancer Metastasis," *Journal of Cellular and Molecular Medicine* 13, no. 8A (August 2009): 1405–16.
- (40) Satoshi Hirakawa et al., "VEGF-C-induced Lymphangiogenesis in Sentinel Lymph Nodes Promotes Tumor Metastasis to Distant Sites," *Blood* 109, no. 3 (February 1, 2007): 1010–17.
- (41) "Endometrial (Uterine) Cancer: Survival by Stage" and "How Is Endometrial Cancer Staged?" Both are on the American Cancer Society website; last revised July 25, 2012.

.(42) تغليف وتعبئة شركة BBB Seed، بولدر، كولورادو.

الفصل الخامس: مرض المعلومات

- (1) H. J. Muller, "Artificial Transmutation of the Gene," *Science* 66, no. 1699 (July 22, 1927): 84–87.
- (2) An English translation of Gregor Mendel's landmark paper, "Experiments in Plant Hybridization" (1865), can be found online at MendelWeb.

(3) وُصفت التجارب التي أجرتها Avery, Hershey, and Chase، واكتشف الحذرون المزدوج للDNA، في المرجع التالي:

Horace Freeland Judson's *The Eighth Day of Creation: Makers of the Revolution in Biology*, expanded ed. (Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1996).

وتشمل أهم البحوث في هذا المضمار:

Oswald T. Avery, Colin M. MacLeod, and Maclyn McCarty, "Studies on the Chemical Nature of the Substance Inducing Transformation of Pneumococcal Types," *The Journal of Experimental Medicine* 79, no. 2 (February 1, 1944): 137–58; A. D. Hershey and M. Chase, "Independent Functions of Viral Protein and Nucleic Acid in Growth of Bacteriophage," *The Journal of General Physiology* 36, no. 1 (May 1952): 39–56; and J. D. Watson and F. H. C. Crick, "A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid," *Nature* 171 (1953): 737–38

توجد نسخة مشروحة من ورقة واطسون وكريك على موقع الويب Exploratorium.

"Origins, Unwinding DNA, Life at Cold Spring Harbor Laboratory"

(4) للاطلاع على ترجمة البحوث الأصلية انظر:

W. C. Röntgen, "On a New Kind of Rays" (1895), republished in Wilhelm Conrad Röntgen, Sir George Gabriel Stokes, and Sir Joseph John Thomson, *Röntgen Rays: Memoirs by Röntgen, Stokes, and J. J. Thomson* (New York: Harper & Brothers, 1899), 3–13.

تشمل المجموعة أيضا مراسلتي رونتفن الثانية والثالثة. ومثل آل كوري، لم يكن لديه ما يخشأه في ذلك الوقت بخصوص الاشعاعات المؤينة، وبالتالي فقد وصف ما حدث عندما وجه الأشعة السينية إلى عينيه (pp. 7 and 39–40).

(5) للاطلاع على تأملات بوفري حول الخلايا السرطانية انظر:

"Concerning the Origin of Malignant Tumours," a translation by Henry Harris of Boveri's *Zur Frage der Entstehung maligner Tumoren* (1914), *Journal of Cell Science* 121 (January 1, 2008): 1–84.

وقد نُشرت الورقة ككتاب:

Theodor Boveri, *Concerning the Origin of Malignant Tumours*, 1st ed. (Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2007).

(6) Boveri, "Concerning the Origin."

(7) Volker Wunderlich, "Early References to the Mutational Origin of Cancer," *International Journal of Epidemiology* 36, no. 1 (February 1, 2007): 246–47.

*.Wunderlich, "Early References (8)

(9) "On Radioactivity, a New Property of Matter," *Nobel Lectures, Physics 1901–1921* (Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1967), 52–70.

توافر هذه المحاضرة، التي ألقاها في 11 ديسمبر 1903، على موقع جائزة نوبل الإلكتروني.

(10) لاحظت ماري كوري: جرى وصف تجارب آل كوري في محاضرة بير كوري التي ألقاها يوم 6 يونيو 1905، والمتوافرة على موقع جائزة نوبل الإلكتروني:

"Radioactive Substances, Especially Radium," in Nobel Lectures, Physics 1901–1921 (Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1967).

انظر أيضاً:

Eve Curie, Madame Curie: A Biography, trans. Vincent Sheean (Garden City, NY: Doubleday, Doran & Co., 1937); and Barbara Goldsmith, Obsessive Genius: The Inner World of Marie Curie (New York: W. W. Norton, 2005).

(11) رُشح الفيلم الذي كان بطولة كل من فرير غارسون ووالتر بيدجيون للحصول على أوسكار أفضل فيلم لعام 1944 (والتي فاز بها فيلم «كازانلانكا»).

(12) Marie Curie, Pierre Curie (With the Autobiographical Notes of Marie Curie), trans. Charlotte Kellogg (New York: Macmillan Co., 1923), 187.

(13) كان الزوجان كوري يربان، على وجه التحديد، إشعاع شيرينكوف Cherenkov .radiation

(14) للأطلاع على تقارير حول فتيات الراديوم انظر:

Frederick L. Hoffman, "Radium (Mesothorium) Necrosis," Journal of the American Medical Association 85, no. 13 (1925): 961–65; R. E. Rowland, Radium in Humans: A Review of U.S. Studies, Argonne National Laboratory, Environmental Research Division, 1994; and Ross Mullner, Deadly Glow: The Radium Dial Worker Tragedy (Washington, DC: American Public Health Association, 1999).

(15) "Cancer Scroti," in The Chirurgical Works of Percival Pott, vol. 3 (London: Johnson, 1808), 177–80.

(16) H. A. Waldron, "A Brief History of Scrotal Cancer," British Journal of Industrial Medicine 40, no. 4 (November 1983): 390–401.

(17) K. Yamagiwa and K. Ichikawa, "Experimental Study of the Pathogenesis of Carcinoma," Journal of Cancer Research 3 (1918): 1–29. Republished in CA: A Cancer Journal for Clinicians 27, no. 3 (December 31, 2008): 174–81.

(18) انظر على سبيل المثال:

J. W. Cook, C. L. Hewett, and I. Hieger, "The Isolation of a Cancer-producing Hydrocarbon from Coal Tar," Journal of the Chemical Society (January 1, 1933): 395–405.

- (19) Bruce N. Ames et al., "Carcinogens Are Mutagens: A Simple Test System Combining Liver Homogenates for Activation and Bacteria for Detection," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 70, no. 8 (August 1973): 2281–85.

(20) فيما يلي قائمة ببحوث راوس:

"A Transmissible Avian Neoplasm," *Journal of Experimental Medicine* 12, no. 5 (September 1, 1910): 696–705 and "A Sarcoma of the Fowl Transmissible by an Agent Separable from the Tumor Cells," *Journal of Experimental Medicine* 13, no. 4 (April 1, 1911): 397–411.

(21) وصف هذا الخيط من المسميات باسم «ثورة العام 1976»، والتي انطلقت في المراجع التالي:

Harold Varmus and J. Michael Bishop (D. Stehelin, H. E. Varmus, J. M. Bishop, and P. K. Vogt, "DNA Related to the Transforming Gene(s) of Avian Sarcoma Viruses Is Present in Normal Avian DNA," *Nature* 260, no. 5547 [March 11, 1976]: 170–73)

وهي موصوفة في:

In Robert Weinberg's One Renegade Cell: The Quest for the Origin of Cancer (New York: Basic Books, 1999).

وقد استعنت أيضاً بالمراجع التالية:

Weinberg's "How Cancer Arises," *Scientific American* 275, no. 3 (September 1996): 62–70; Douglas Hanahan and R. A. Weinberg, "The Hallmarks of Cancer," *Cell* 100, no. 1 (January 7, 2000): 57–70; and D. Hanahan and R. A. Weinberg, "Hallmarks of Cancer: The Next Generation," *Cell* 144, no. 5 (March 4, 2011): 646–74.

وقد ذكرت ناتالي أنغير قصيدة فينيرغ في:

Natural Obsessions: Striving to Unlock the Deepest Secrets of the Cancer Cell (New York: Warner Books, 1989)

كما ذكر فينيرغ روایته الخاصة في:

Racing to the Beginning of the Road: The Search for the Origin of Cancer (New York: Harmony, 1996).

- (22) C. Shih, R. A. Weinberg, et al., "Passage of Phenotypes of Chemically Transformed Cells via Transfection of DNA and Chromatin,"

Proceedings of the National Academy of Sciences 76, no. 11 (November 1979): 5714–18; and C. J. Tabin, R. A. Weinberg, et al., "Mechanism of Activation of a Human Oncogene," Nature 300, no. 5888 (November 11, 1982): 143–49.

(23) أفضل مثال معروف على ذلك هو كروموسوم فيلاديلفيا، المكتنف في ابيضاض الدم النقوي المزمن. للاطلاع على التقرير الأصلي، انظر:

Peter Nowell and David Hungerford, "A Minute Chromosome in Chronic Granulocytic Leukemia," Science 132, no. 3438 (November 1960): 1497.

(24) S. H. Friend, R. A. Weinberg, et al., "A Human DNA Segment with Properties of the Gene That Predisposes to Retinoblastoma and Osteosarcoma," Nature 323, no. 6089 (October 16, 1986): 643–46; and J. A. DeCaprio et al., "The Product of the Retinoblastoma Susceptibility Gene Has Properties of a Cell Cycle Regulatory Element," Cell 58, no. 6 (September 22, 1989): 1085–95.

(25) تُعرف هذه باسم «فرضية الضربتين» (two-hit hypothesis)، انظر:

Alfred G. Knudson, "Mutation and Cancer: Statistical Study of Retinoblastoma," Proceedings of the National Academy of Sciences 68, no. 4 (April 1971): 820–23.

(26) انظر على سبيل المثال:

DeCaprio et al., "The Product of the Retinoblastoma Susceptibility Gene."

(27) C. A. Finlay, P. W. Hinds, and A. J. Levine, "The P53 Proto-oncogene Can Act as a Suppressor of Transformation," Cell 57, no. 7 (June 30, 1989): 1083–93; and M. B. Kastan, B. Vogelstein, et al., "Participation of P53 Protein in the Cellular Response to DNA Damage," part 1, Cancer Research 51, no. 23 (December 1, 1991): 6304–11.

(28) J. F. Kerr, A. H. Wyllie, and A. R. Currie, "Apoptosis: A Basic Biological Phenomenon with Wide-ranging Implications in Tissue Kinetics," British Journal of Cancer 26, no. 4 (August 1972): 239–57.

(29) L. Hayflick and P. S. Moorhead, "The Serial Cultivation of Human Diploid Cell Strains," Experimental Cell Research 25, no. 3 (December 1961): 585–621.

(30) ذُكرت قصة الاكتشاف في:

Elizabeth H. Blackburn, Carol W. Greider, and Jack W. Szostak, "Telomeres and Telomerase: The Path from Maize, Tetrahymena and Yeast to Human Cancer and Aging," *Nature Medicine* 12, no. 10 (October 2006): 1133–38.

وتتضمن الأوراق البحثية الرئيسية:

J. W. Szostak and E. H. Blackburn, "Cloning Yeast Telomeres on Linear Plasmid Vectors," *Cell* 29, no. 1 (May 1982): 245–55; C. W. Greider and E. H. Blackburn, "Identification of a Specific Telomere Terminal Transferase Activity in Tetrahymena Extracts," *Cell* 43(1985): 405–13; and C. W. Greider and E. H. Blackburn, "A Telomeric Sequence in the RNA of Tetrahymena Telomerase Required for Telomere Repeat Synthesis," *Nature* 337 (1989): 331–37.

(31) إن تسرع وتيرة العملية قد يمثل ظاهرة تسمى الالتبات الجينومي genomic instability. انظر:

Simona Negrini, Vassilis G. Gorgoulis, and Thanos D. Halazonetis, "Genomic Instability—An Evolving Hallmark of Cancer," *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 11, no. 3 (March 1, 2010): 220–28.

(32) للملحة عامة على تلك الظاهرة انظر:

Hanahan and Weinberg's "The Hallmarks of Cancer" and "Hallmarks of Cancer: The Next Generation."

(33) نشأت هذه الاكتشافات عن البحوث المبكرة التي أجريت على دور البيئة الميكروية للأورام. انظر، على سبيل المثال:

D. S. Dolberg and M. J. Bissell, "Inability of Rous Sarcoma Virus to Cause Sarcomas in the Avian Embryo," *Nature* 309, no. 5968 (June 7, 1984): 552–56; and D. S. Dolberg, M. J. Bissell, et al., "Wounding and Its Role in RSV-mediated Tumor Formation," *Science* 230, no. 4726 (November 8, 1985): 676–78.

(34) Lisa M. Coussens and Zena Werb, "Inflammation and Cancer," *Nature* 420, no. 6917 (December 19, 2002): 860–67.

(35) Mina J. Bissell and Derek Radisky, "Putting Tumours in Context," *Nature Reviews Cancer* 1, no. 1 (October 2001): 46–54.

الفصل السادس: «كيف تقبل الخلايا القلبية مصرها المعمد؟»

(1) وصفت العملية المعقدة للانغرس في:

Haibin Wang and Sudhansu K. Dey, "Roadmap to Embryo Implantation: Clues from Mouse Models," *Nature Reviews Genetics* 7, no. 3 (March 1, 2006): 185–99.

بعض أوجه التشابه مع عملية تكون الأورام انظر:

Michael J. Murray and Bruce A. Lessey, "Embryo Implantation and Tumor Metastasis: Common Pathways of Invasion and Angiogenesis," *Seminars in Reproductive Medicine* 17, no. 3 (March 15, 2008): 275–90.

(2) L. A. Salamonsen, "Role of Proteases in Implantation," *Reviews of Reproduction* 4, no. 1 (January 1999): 11–22.

(3) Maaike S. M. van Mourik et al., "Embryonic Implantation: Cytokines, Adhesion Molecules, and Immune Cells in Establishing an Implantation Environment," *Journal of Leukocyte Biology* 85, no. 1 (January 2009): 4–19.

(4) Van Mourik et al., "Embryonic Implantation."

(5) D. M. Sherer and O. Abulafia, "Angiogenesis during Implantation, and Placental and Early Embryonic Development," *Placenta* 22, no. 1 (January 2001): 1–13.

(6) Melissa Marino, "In the Beginning: What Developmental Biology Can Teach about Cancer," *Lens online magazine, Vanderbilt Medical Center website*, February 2007.

(7) هذه نقطة الرئيسية هي:

Jean Paul Thiery, "Epithelial-Mesenchymal Transitions in Tumour Progression," *Nature Reviews Cancer* 2, no. 6 (June 2002): 442–54.

Good reviews include Yibin Kang and Joan Massagué, "Epithelial-Mesenchymal Transitions: Twist in Development and Metastasis," *Cell* 118, no. 3 (August 6, 2004): 277–79; Jonathan M. Lee et al., "The Epithelial-Mesenchymal Transition: New Insights in Signaling, Development, and Disease," *Journal of Cell Biology* 172, no. 7 (March 27, 2006): 973–81; Jing Yang and Robert A. Weinberg, "Epithelial-Mesenchymal Transition: At the Crossroads of Development and Tumor Metastasis," *Developmental Cell* 14, no. 6 (June 2008): 818–29;

and Raghu Kalluri and Robert A. Weinberg, "The Basics of Epithelial-Mesenchymal Transition," *Journal of Clinical Investigation* 119, no. 6 (June 1, 2009): 1420–28.

للاطلاع على تقرير بعض المعارضين انظر:

David Tarin, Erik W. Thompson, and Donald E. Newgreen, "The Fallacy of Epithelial Mesenchymal Transition in Neoplasia," *Cancer Research* 65, no. 14 (July 15, 2005): 5996–6001. Both sides of the controversy are described in Heidi Ledford, "Cancer Theory Faces Doubts," *Nature* 472, no. 7343 (April 21, 2011): 273.

- (8) Society for Developmental Biology Sixty-Ninth Annual Meeting, August 5–9, 2010, Albuquerque, NM.

وقد حضرت أيضا الاجتماع السنوي السبعين للجمعية، الذي انعقد في شيكاغو بين 21 و 22 يوليو 2011. للاطلاع على عرض شائق عن البيولوجيا التائية انظر: Sean B. Carroll, *Endless Forms Most Beautiful: The New Science of Evo Devo* (New York: Norton, 2006).

يوفر الموضع الإلكتروني لجمعية البيولوجيا التائية بوابة للعديد من مصادر المعلومات مثل *أطلس الديدان* (WormAtlas)، الذي يحتوي على خرائط تفصيلية ومشروعه للريباء الرشيق FlyBrain الذي يعطي الجهاز العصبي لذباب الفاكهة.

- (9) The proceedings of the Albuquerque conference are in *Developmental Biology* 344, no. 1 (2010): 391–542.

(10) على رغم أنني حاولت أن أكون متسقاً في استخدامي للألفاظ، فلم أتبع القواعد حرفيًا فيما يتعلق بخلع أسماء ورموز الجينات بالحروف الصغيرة، أو الكبيرة، أو المائلة أو الأرقام الرومانية، ما استوجب أن أقدم اعتذاري للمتخصصين الذين قد يجدون ذلك مشيناً لانتباه.

- (11) Andrzej Dlugosz, "The Hedgehog and the Hair Follicle: A Growing Relationship," *Journal of Clinical Investigation* 104, no. 7 (October 1, 1999): 851–53.

- (12) Ken Maclean, "Humour of Gene Names Lost in Translation to Patients," *Nature* 439, no. 7074 (January 19, 2006): 266.

- (13) Tom Simonite, "Pokemon Blocks Gene Name," *Nature* 438, no. 7070 (December 14, 2005): 897.

- (14) R. D. Riddle, C. Tabin, et al., "Sonic Hedgehog Mediates the Polarizing Activity of the ZPA," *Cell* 75, no. 7 (December 31, 1993): 1401–16.

(15) ذكرت قصة السيكلوبامين في:

Philipp Heretsch, Lito Tzagkarouliki, and Athanassios Giannis, "Cyclopamine and Hedgehog Signaling: Chemistry, Biology, Medical Perspectives," *Angewandte Chemie (international ed. in English)* 49, no. 20 (May 3, 2010): 3418–27.

- (16) Max Muenk, "Translational Concepts to Disease: Holoprosencephaly as an Example," lecture presented July 22, 2011 at the Society for Developmental Biology Seventieth Annual Meeting, Chicago, IL.

- (17) Erich Roessler, Maximilian Muenke, et al., "Mutations in the Human Sonic Hedgehog Gene Cause Holoprosencephaly," *Nature Genetics* 14, no. 3 (November 1996): 357–60.

(18) للصحة العامة على علاقة جين القنفذ سونيك والسرطان انظر:

Lee L. Rubin and Frederic J. de Sauvage, "Targeting the Hedgehog Pathway in Cancer," *Nature Reviews Drug Discovery* 5, no. 12 (December 2006): 1026–33; and Jennifer M. Bailey, Pankaj K. Singh, and Michael A. Hollingsworth, "Cancer Metastasis Facilitated by Developmental Pathways: Sonic Hedgehog, Notch, and Bone Morphogenic Proteins," *Journal of Cellular Biochemistry* 102, no. 4 (November 1, 2007): 829–39.

- (19) Ervin H. Epstein, "Basal Cell Carcinomas: Attack of the Hedgehog," *Nature Reviews Cancer* 8, no. 10 (October 2008): 743–54.

- (20) Sinan Tabs and Oktay Avci, "Induction of the Differentiation and Apoptosis of Tumor Cells in Vivo with Efficiency and Selectivity," *European Journal of Dermatology* 14, no. 2 (April 2004): 96–102.

- (21) "FDA Approval for Vismodegib," National Cancer Institute.

(22) بصورة أكثر تحديداً، الجزيء Dmrt5 هو عامل انتساخ، وهو جزيء يرتبط بالجينوم وينظم مخرجات جين بعينه.

- (23) Emma K. Farley et al., "Novel Transcription Factor Involved in Neurogenesis," *Developmental Biology* 344, no. 1 (2010): 493.

- (24) Venugopala Reddy Bommireddy Venkata, Cordelia Rauskolb, and Kenneth D. Irvine, "Fat-Hippo Signaling Regulates the Proliferation and Differentiation of *Drosophila* Optic Neuroepithelia," *Developmental*

- Biology 344, no. 1 (2010); and Thomas L. Gallagher and Joshua Arribere, "Fox1 and Fox4 Regulate Muscle-specific Splicing in Zebrafish and Are Required for Cardiac and Skeletal Muscle Functions," *Developmental Biology* 344, no. 1 (2010): 491–92.
- (25) Cristina L. Walcher and Jennifer L. Nemhauser, "1 + 1 = 3: When Two Hormones Are Better than One," *Developmental Biology* 344, no. 1 (2010): 487; and Nowlan Freese and Susan C. Chapman, "Where'd My Tail Go?" *Developmental Biology* 344, no. 1 (2010): 441.
- (26) كان العنوان الرئيسي هو «كيف تتقبل الخلايا القلبية مصيرها المحتوم في البراقة البحريّة؟»: "How Heart Cells Embrace Their Fate in the Chordate *Ciona intestinalis*" by Stacia Ilchena and James Cooley, *Developmental Biology* 344, no. 1 (2010): 502–3.
- الفصل السابع: من أين يأتي السرطان حقاً
- (1) Love Canal's history is described in Allan Mazur, *A Hazardous Inquiry: The Rashomon Effect at Love Canal* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1998), 8–15.
 - (2) "Love Canal: A Special Report to the Governor & Legislature," April 1981, New York Department of Health website.
 - (3) "Chemical Waste at Love Canal, October 18, 1977," Ecumenical Task Force of the Niagara Frontier Records, 1946–1995 (MS 65), University at Buffalo Libraries, Love Canal Collections website.
 - (4) Joyce Carol Oates, *The Falls: A Novel* (New York: Ecco, 2004).
 - (5) "U.S. Finds Risk of Cancer High for Residents Near Love Canal; Three Families Inside Fence," *New York Times*, November 11, 1979.
 - (6) Irvin Molotsky, "Rep. LaFalce Says Draft Report Inflated Love Canal Cancer Risk; Mathematical Errors Conceded," *New York Times*, November 20, 1979.
 - (7) Irvin Molotsky, "Damage to Chromosomes Found in Love Canal Tests," *New York Times*, May 17, 1980. The findings were in D. Picciano, "Pilot Cytogenetic Study of the Residents Living Near Love Canal, a Hazardous Waste Site," *Mammalian Chromosome Newsletter* 21 (1980): 86–93.

- (8) Richard J. Meislin, "Carey Panel Discounts 2 Studies on Love Canal Health Problems," *New York Times*, October 11, 1980.
- (9) Clark W. Heath Jr. et al., "Cytogenetic Findings in Persons Living Near the Love Canal," *JAMA: The Journal of the American Medical Association* 251, no. 11 (March 16, 1984): 1437–40.
- (10) "Love Canal Follow-up Health Study," New York Department of Health website, October 2008.

للاطلاع على نقد للتقرير انظر:

appendix T, "Public Comments and Responses, Love Canal Follow-up Health Study," especially the comments by epidemiologist Richard Clapp, 145–47.

- (11) Demographic details are described in table 20, page 97 of the "Love Canal Follow-up."
- (12) "Love Canal Follow-up," 42–43.

وبصورة إجمالية، ذكرت التقارير حدوث 37 تشوهاً خلقياً من بين 1767 ولادة مفردة (والتي لا تشمل ولادات التوائم والتوائم الثلاثة) وقعت بين عامي 1960 و1996. مقارنة معدلات الإصابة، لم تشمل الدراسة سوى الحالات «التي جرى تقريرها بصورة متسقة وموثوقة» على النحو المحدد من قبل سجل ولادة نيويورك للتشوهات الخلقية، والذي يحتفظ بسجلات كاملة لم تبدأ إلا في العام 1983. وقبل ذلك التاريخ، كانت المعلومات تأتي من المستشفيات المحلية ولم تكن تعتبر موثوقة بما فيه الكفاية لاستخدامها في المقارنات. (انظر الصفحات 29–30 من التقرير لمزيد من التفاصيل. انظر أيضاً الجدول 19، الصفحة 96، والملحق «أ» على الصفحة 103).

(13) يستثنى هذا مدينة نيويورك.

- (14) "Love Canal Follow-up," 41–43.
- (15) "Love Canal Follow-up," 2.

(16) جرت مقارنة هذه المعدلات بمشيلاتها في كل من البلد والولاية. انظر: "Love Canal Follow-up," 39–41.

- (17) *Silent Spring* (Boston: Houghton Mifflin Company, 1962).
- (18) Samuel S. Epstein, *the Politics of Cancer* (San Francisco: Sierra Club Books, 1978) and *The Politics of Cancer Revisited* (Fremont Center, NY: East Ridge Press, 1998).

(19) عرض المؤرخ روبرت بروكتور هذه الحالة العامة في كتابه:

Cancer Wars: How Politics Shapes What We Know and Don't Know About Cancer (New York: Basic Books, 1995).

انظر على وجه الخصوص الصفحتين 54-74.

(20) Epstein, Politics of Cancer Revisited, 14.

(21) راسيل ترين في كلمة أمام نادي الصحافة الوطني، 26 فبراير، 1976. التقطت القصة وكالة أسوشيد برس وظهرت في اليوم التالي في الصحف، بما في ذلك مورنينغ ريكورد (ميريدين، كونكتيكت) وساراسوتا هيرالد تريبيون.

.Proctor, Cancer Wars, 74 (22)

(23) لتقرير عن أصول هذه المغالطة انظر:

Proctor, Cancer Wars, 55-57; and Edith Efron, Apocalyptic: Cancer and the Big Lie: How Environmental Politics Controls What We Know About Cancer (New York: Simon & Schuster, 1984), 429-32.

(24) انظر:

National Toxicology Program, Report on Carcinogens, 12th ed. (Research Triangle Park, NC: U.S. Department of Health and Human Services, 2011).

(25) جرى تلخيص الدراسات المتعلقة بالمهاجرين في:

R. Doll and R. Peto, "The Causes of Cancer: Quantitative Estimates of Avoidable Risks of Cancer in the United States Today," Journal of the National Cancer Institute 66, no. 6 (June 1981): 1191-1308, reference on 1200-01; Proctor, Cancer Wars, 24-26; and Efron, Apocalyptic, 430-32.

(26) نشرت الأرقام في:

Earl S. Pollack and John W. Horm, "Trends in Cancer Incidence and Mortality in the United States, 1969-76," Journal of the National Cancer Institute 64, no. 5 (May 1, 1980): 1091-103; and in Toxic Chemicals and Public Protection: A Report to the President by the Toxic Substances Strategy Committee (Washington, DC: Council on Environmental Quality, May 1980)

وهي متوفّرة على الإنترنت عبر مكتبة : Hathi Trust Digital Library

(27) لوصف هذا الخلاف، انظر:

Doll and Peto, "Causes of Cancer," 1279–81; and Efron, *Apocalyptic*, 434–36.

(28) Doll and Peto, "Causes of Cancer," 1280–81; and Efron, *Apocalyptic*, 435.

(29) Doll and Peto, "Causes of Cancer."

(30) جرى التشكك لاحقاً في أبحاث دول عندما اكتشف بعد وفاته أنه حصل على رسم استشارية من شركات الصناعات الكيميائية. وفي معرض الدفاع عن زميله، قال بيتو إن دول كان شفافاً فيما يتعلق بهذه العاملات وأنه أعطى إما للكتابة غير، أكسفورد، التي صادق في إنشانها. انظر:

Sarah Boseley, "Renowned Cancer Scientist Was Paid by Chemical Firm for 20 Years," *The Guardian*, December 7, 2006.

وفي قسم الرسائل من طبعة اليوم التالي، دافع عدد من العلماء البارزين عن تزاهة دول (انظر : "Richard Doll Still Deserves Our Respect"). وكان من بينهم الرئيس التنفيذي لمجلس البحوث الطبية، ومدير ويلكوم ترست، ومارتن ريس، رئيس الجمعية الملكية.

(31) Doll and Peto, "Causes of Cancer," appendix C, 1270–81.

(32) Doll and Peto, "Causes of Cancer," 1281.

(33) Doll and Peto, "Causes of Cancer," table 20, 1256.

(34) Doll and Peto, "Causes of Cancer," 1212.

(35) للتعرف على المعضلات المتضمنة في فرز العوامل البيئية والعينية المسببة للمرض، انظر:

Kenneth J. Rothman and Sander Greenland, "Causation and Causal Inference in Epidemiology," *American Journal of Public Health* 95 suppl. 1 (2005): S144–50.

(36) للاطلاع على تقييم حديث انظر:

Paolo Boffetta and Fredrik Nyberg, "Contribution of Environmental Factors to Cancer Risk," *BMJ: British Medical Journal* 368, no. 1 (December 1, 2003): 71–94; and Richard W. Clapp and Molly M. Jacobs, "Environmental and Occupational Causes of Cancer: New Evidence, 2005–2007," October 2007, Lowell Center for Sustainable Production website.

(37) Doll and Peto, "Causes of Cancer," 1251.

(38) Doll and Peto, "Causes of Cancer," 1256. For details see 1281–85 and tables D1 and D3.

(39) Doll and Peto, "Causes of Cancer," 1256

انظر الجدول D2 للاطلاع على المعدلات الإجمالية، والجدول D4 لأنواع السرطان المحددة. بدا أن هناك زيادة في الوفيات الناجمة عن سرطان الدماغ وزيادات أصغر في غيرها من السرطانات الالتفافية، لكن المؤلفين عزوا ذلك في معظمهم إلى تحسن سبل الاحتفاظ بالسجلات.

(40) Doll and Peto, "Causes of Cancer," 1256.

(41) J. Higginson and C. S. Muir, "Environmental Carcinogenesis: Misconceptions and Limitations to Cancer Control," *Journal of the National Cancer Institute* 63, no. 6 (December 1979): 1291–98; and E. L. Wynder and G. B. Gori, "Contribution of the Environment to Cancer Incidence: An Epidemiologic Exercise," *Journal of the National Cancer Institute* 58, no. 4 (April 1977): 825–32.

(42) Samuel S. Epstein and Joel B. Swartz, "Fallacies of Lifestyle Cancer Theories," *Nature* 289, no. 5794 (January 15, 1981): 127–30.

(43) David G. Hoel, Devra L. Davis, et al., "Trends in Cancer Mortality in 15 Industrialized Countries, 1969–1986," *Journal of the National Cancer Institute* 84, no. 5 (March 4, 1992): 313–20.

(44) Bruce Ames's story is told in Proctor, *Cancer Wars*, 136–52.

(45) Bruce N. Ames et al., "Carcinogens Are Mutagens: A Simple Test System Combining Liver Homogenates for Activation and Bacteria for Detection," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 70, no. 8 (August 1973): 2281–85.

(46) من الممكن أن يتسبب الكحول في زيادة خطر الإصابة بالسرطان من خلال التكسر إلى مادة الأسيتالدهيد المسرطنة ومن خلال آليات أخرى. للاطلاع على ملخص انظر:

"Alcohol Use and Cancer," American Cancer Society website, last revised January 27, 2012.

(47) B. N. Ames, "Dietary Carcinogens and Anticarcinogens," *Science* 221, no. 4617 (September 23, 1983): 1256–64.

- (48) B. N. Ames and L. S. Gold, "Environmental Pollution, Pesticides, and the Prevention of Cancer: Misconceptions," *FASEB Journal: Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology* 11, no. 13 (November 1997): 1041–52.
- (49) Ames and Gold, "Environmental Pollution, Pesticides, and the Prevention of Cancer."
- (50) B. N. Ames and L. S. Gold, "Chemical Carcinogenesis: Too Many Rodent Carcinogens," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 87, no. 19 (October 1990): 7772–76.
- (51) *Cancer and the Environment* (Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, March 2003), 25.
- (52) Ames and Gold, "Chemical Carcinogenesis."
- (53) P. J. Infante, "Prevention Versus Chemophobia: A Defence of Rodent Carcinogenicity Tests," *Lancet* 337, no. 8740 (March 1991): 538–40; P. R. Infante, "Use of Rodent Carcinogenicity Test Results for Determining Potential Cancer Risk to Humans," *Environmental Health Perspectives* 101, suppl. 5 (December 1993): 143–48; and I. Bernard Weinstein, "Cell Proliferation: Concluding Remarks," *Environmental Health Perspectives* 101, suppl. 5 (December 1993): 159–61.

: انظر على سبيل المثال (54)

Clapp and Jacobs, "Environmental and Occupational Causes of Cancer"; Devra Lee Davis and Joel Schwartz, "Trends in Cancer Mortality: U.S. White Males and Females, 1968–83," *Lancet* 331 (March 1988): 633–36; and Devra Davis, *The Secret History of the War on Cancer* (New York: Basic Books, 2007).

- (55) *Reducing Environmental Cancer Risk: What We Can Do Now, 2008–2009 Annual Report* (Washington, DC: National Cancer Institute, April 2010).
- (56) *Reducing Environmental Cancer Risk*, 11.
- (57) *Reducing Environmental Cancer Risk*, introductory letter, unpaginated.
- (58) David C. Holzman, "President's Cancer Panel Stirs Up Environmental Health Community," *Journal of the National Cancer Institute* 102, no. 15 (August 4, 2010): 1106–13.

- (59) "Toxicity Testing in the 21st Century: A Vision and a Strategy" (Washington, DC: National Academies Press, 2007).

بدأت هذه الأفكار ترسخ في برنامج الأبحاث الحسابية لعلم السموم، والتابع لوكالة حماية البيئة.

- (60) Ahmedin Jemal et al., "Annual Report to the Nation on the Status of Cancer, 1975–2009, Featuring the Burden and Trends in Human Papillomavirus (HPV)-Associated Cancers and HPV Vaccination Coverage Levels," *Journal of the National Cancer Institute* (January 7, 2013). See table 2. A summary with a link to the full report is available on the National Cancer Institute's SEER (Surveillance, Epidemiology, and End Results) website.

(61) عند تعديله للتواافق مع العمر، كان معدل الوفيات الإجمالي من السرطان هو 199 شخصاً لكل 100 ألف نسمة في العام 1975. وبعد ذلك بعشرين سنة وصل هذا المعدل إلى 211؛ وبحلول العام 2009، وهو آخر عام أعدت فيه هذه الإحصائيات، انخفض المعدل إلى 173. انظر:

N. Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," 1975–2009 (Vintage 2009 Populations), National Cancer Institute, Bethesda, MD

والمعتمد على مدخلات البرنامج SEER في نوفمبر 2011، والتي نشرت على موقع البرنامج في العام 2012. توجد تفاصيل الوفيات في الجدول 2.6، في حين وردت بيانات الواقع في الجدول 2.5.

(62) إن التقرير الصادر في العام 2012، والذي استشهدت به سابقاً، لا يقسم تلك المعدلات بتفصيل جيد، ولذلك فقد استعنت بالجدول رقم 1 من التقرير السنوي السابق:

Brenda K. Edwards et al., "Annual Report to the Nation on the Status of Cancer, 1975–2006, Featuring Colorectal Cancer Trends and Impact of Interventions," *Cancer* 116, no. 3 (2010): 544–73.

(63) إن تقرير التقدم الصادر عن الجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان (AACR) للعام 2012 يعزّز نسبة 33 في المائة من السرطان إلى التبغ، و20 في المائة إلى الوزن الزائد والسمونة، و5 في المائة إلى عدم ممارسة الرياضة، و5 في المائة فقط إلى النظام الغذائي (الشكل 9، صفحة 9). ويوجد هذا

التقرير على موقع تقدم السرطان التابع للجمعية AACR. مصدر أرقام الجمعية AACR هو:

Graham A. Colditz, Kathleen Y. Wolin, and Sarah Gehlert. "Applying What We Know to Accelerate Cancer Prevention," *Science Translational Medicine* 4, no. 127 (March 28, 2012): 127rv4.

- (64) Graham A. Colditz, Thomas A. Sellers, and Edward Trapido, "Epidemiology—Identifying the Causes and Preventability of Cancer?" *Nature Reviews Cancer* 6, no. 1 (January 2006): 75–83.
- (65) "Attributable Causes of Cancer in France in the year 2000," International Agency for Research on Cancer website.
- (66) K. J. Rothman, "A Sobering Start for the Cluster Busters' Conference," *American Journal of Epidemiology* 132, no. 1 suppl. (July 1990): S6–13; and Raymond Richard Neutra, "Counterpoint from a Cluster Buster," *American Journal of Epidemiology* 132, no. 1 (July 1, 1990): 1–8. Also see Atul Gawande, "The Cancer Cluster Myth," *New Yorker*, February 8, 1999.

تقرير مثير عن استقصاء عناقيد السرطان، والدروس المستفادة، انظر:

Dan Fagin, *Toxic River: A Story of Science, Folly and Redemption* (New York: Random House, 2013).

(67) للاطلاع على تقييم حول الموضوع، انظر:

P. A. Schulte et al., "Investigation of Occupational Cancer Clusters: Theory and Practice," *American Journal of Public Health* 77, no. 1 (January 1987): 52–56.

- (68) Ahmedin Jemal et al., "Global Cancer Statistics," *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 61, no. 2 (2011): 69–90; P. Boyle and B. Levin, eds., *World Cancer Report 2008* (Lyon: International Agency for Research on Cancer, 2008); and *World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective* (Washington, DC: AICR, 2007).

انظر أيضاً:

D. Max Parkin et al., "Global Cancer Statistics, 2002," *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 55, no. 2 (February 24, 2009): 74–108.

- (69) J. J. Pindborg et al., "Reverse Smoking in Andhra Pradesh, India: A Study of Palatal Lesions Among 10,169 Villagers," *British Journal of Cancer* 25, no. 1 (March 1971): 10–20.
- (70) Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review." For the highlights see Jemal et al., "Annual Report to the Nation."

وقد استعنت أيضاً بتقرير صدر في وقت سابق:

Betsy A. Kohler et al., "Annual Report to the Nation on the Status of Cancer, 1975–2007, Featuring Tumors of the Brain and Other Nervous System," *Journal of the National Cancer Institute* 103, no. 9 (May 4, 2011), 1–23.

- (71) Jemal et al., "Annual Report to the Nation."
- (72) Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," table 1.4.
- (73) Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," table 28.1.
- (74) Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," table 1.2.
- (75) Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," table 28.2. The figures are for children age fourteen and under. Trevor Butterworth, "Is Childhood Cancer Becoming More Common?" May 28, 2010, Research at Statistical Assessment Service (STATS) website, George Mason University.

(76) للاطلاع على الملاحظات، انظر:

Jemal et al. and the American Cancer Society's annual reports, "Cancer Facts & Figures," on the group's website.

- (77) Martha S. Linet et al., "Cancer Surveillance Series: Recent Trends in Childhood Cancer Incidence and Mortality in the United States," *Journal of the National Cancer Institute* 91, no. 12 (June 16, 1999): 1051–58. Also see "Childhood Cancers," National Cancer Institute website, reviewed January 10, 2008; and Butterworth, "Is Childhood Cancer Becoming More Common?"
- (78) Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," tables 1.5 and 1.6.
- (79) Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," table 2.5.
- (80) Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," table 3.16.
- (81) Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," table 14.16.
- (82) Doll and Peto, "Causes of Cancer," 1204.

الفصل الثامن: أدرياميسين وحماء البسول لعشية عيد الميلاد

- (1) National Toxicology Program, Report on Carcinogens, 12th ed. (Research Triangle Park, NC: U.S. Department of Health and Human Services, 2011).
- (2) Michele Peyrone, "Ueber Die Einwirkung Des Ammoniaks Auf Platinchlorür," *Justus Liebigs Annalen Der Chemie* 51, no. 1 (January 27, 2006): 1–29. For a short biography of the discoverer, see George B. Kauffman et al., "Michele Peyrone (1813–1883), Discoverer of Cisplatin," *Platinum Metals Review* 54, no. 4 (Oct 2010): 250–56.
- (3) Barnett Rosenberg, Loretta Van Camp, and Thomas Krigas, "Inhibition of Cell Division in *Escherichia coli* by Electrolysis Products from a Platinum Electrode," *Nature* 205, no. 4972 (February 13, 1965): 698–99. Also see Gregory A. Petsko, "A Christmas Carol," *Genome Biology* 3, no. 1 (2002); and Rebecca A. Alderden, Matthew D. Hall, and Trevor W. Hambley, "The Discovery and Development of Cisplatin," *Journal of Chemical Education* 83 (2006): 728.
- (4) "Interview with Barnett Rosenberg," Sesquicentennial Oral History Project contributor, available online at Michigan State University Archives and Historical Collections, February 2, 2001.
- (5) Barnett Rosenberg, Loretta Vancamp, et al., "Platinum Compounds: A New Class of Potent Antitumour Agents," *Nature* 222, no. 5191 (April 26, 1969): 385–86.

(6) انظر على سبيل المثال:

- Huifang Huang et al., "Solution Structure of a Cisplatin-Induced DNA Interstrand Cross-Link," *Science* 270, no. 5243 (December 15, 1995): 1842–45. For a review of chemotherapy drugs and crosslinking, see Andrew J. Deans and Stephen C. West, "DNA Interstrand Crosslink Repair and Cancer," *Nature Reviews Cancer* 11, no. 7 (July 2011): 467–80; and Laurence H. Hurley, "DNA and Its Associated Processes as Targets for Cancer Therapy," *Nature Reviews Cancer* 2, no. 3 (March 2002): 188–200.
- (7) Stephen Trzaska, "Cisplatin," *Chemical and Engineering News* 83, no. 25 (2005): 3.
- (8) "Cisplatin," American Cancer Society website, last revised January 14, 2010.

- (9) Klaus Mross, Ulrich Massing, and Felix Kratz, "DNA-Intercalators—The Anthracyclines," in H. M. Pinedo and Carolien Smorenburg, eds., *Drugs Affecting Growth of Tumours* (Basel, Boston: Birkhäuser Verlag, 2006), 19.
- (10) "Doxorubicin," American Cancer Society website, last revised November 7, 2011.
- (11) Giorgio Minotti et al., "Paclitaxel and Docetaxel Enhance the Metabolism of Doxorubicin to Toxic Species in Human Myocardium," *Clinical Cancer Research* 7, no. 6 (June 1, 2001): 1511–15.
- (12) Frank Stephenson, "A Tale of Taxol," *Research in Review*, Fall 2002, available online at the Florida State University Office of Research website.
- (13) Alfred Gilman and Frederick S. Philips, "The Biological Actions and Therapeutic Applications of the B-Chloroethyl Amines and Sulfides," *Science* 103, no. 2675 (April 5, 1946): 409–36. For more about the story, see Vincent T. DeVita and Edward Chu, "A History of Cancer Chemotherapy," *Cancer Research* 68, no. 21 (November 1, 2008): 8643–53; and Bruce A. Chabner and Thomas G. Roberts, "Chemotherapy and the War on Cancer," *Nature Reviews Cancer* 5, no. 1 (January 1, 2005): 65–72.
- (14) Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on Their Destruction (New York: Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons, 2005). Available on the OPCW website.
- (15) Alessandro D. Santin et al., "Trastuzumab Treatment in Patients with Advanced or Recurrent Endometrial Carcinoma Overexpressing HER2/neu," *International Journal of Gynecology & Obstetrics* 102 (August 2008): 128–31.
- (16) David M. Boruta II et al., "Management of Women with Uterine Papillary Serous Cancer," *Gynecologic Oncology* 115 (2009): 142–53; Amanda Nickles Fader et al., "An Updated Clinicopathologic Study of Early-stage Uterine Papillary Serous Carcinoma (UPSC)," *Gynecologic Oncology* 115, no. 2 (November 2009): 244–48; C. A. Hamilton et al., "Uterine Papillary Serous and Clear Cell Carcinomas Predict for Poorer Survival Compared to Grade 3 Endometrioid Corpus Cancers," *British Journal of Cancer* 94, no. 5 (March 13, 2006): 642–46; Sunni Hosemann, "Early Uterine Papillary Serous Carcinoma: Treatment Options Tailored

- to Patient and Disease Characteristics," *OncolLog* 50, nos. 4–5 (April–May 2010): 4–6; and Carsten Gründker, Andreas R. Günthert, and Günter Emons, "Hormonal Heterogeneity of Endometrial Cancer," in Lev M. Bernstein and Richard J. Santen, eds., *Innovative Endocrinology of Cancer*, vol. 630 of *Advances in Experimental Medicine and Biology* (New York, NY: Springer, 2008), 166–88.
- (17) Felice Lackman and Peter Craighead, "Therapeutic Dilemmas in the Management of Uterine Papillary Serous Carcinoma," *Current Treatment Options in Oncology* 4, no. 2 (2003): 99–104.
- (18) Boruta et al., "Management of Women with Uterine Papillary Serous Cancer." Also see Brij M. Sood et al., "Patterns of Failure After the Multimodality Treatment of Uterine Papillary Serous Carcinoma," *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics* 57, no. 1 (September 1, 2003): 208–16; and Hadassah Goldberg et al., "Outcome After Combined Modality Treatment for Uterine Papillary Serous Carcinoma: A Study by the Rare Cancer Network," *Gynecologic Oncology* 108, no. 2 (February 2008): 298–305.
- (19) S. J. Gould, "The Median Isn't the Message," *Discover* 6 (June 1985): 40–42.
- (20) Gould, "The Median Isn't the Message."
- (21) Robert W. Holloway, "Treatment Options for Endometrial Cancer: Experience with Topotecan," part 2, *Gynecologic Oncology* 90, no. 3 (September 2003): S28–33.
- (22) Holly H. Gallion et al., "Randomized Phase III Trial of Standard Timed Doxorubicin Plus Cisplatin Versus Circadian Timed Doxorubicin Plus Cisplatin in Stage III and IV or Recurrent Endometrial Carcinoma," *Journal of Clinical Oncology* 21, no. 20 (October 15, 2003): 3808–13; David Scott Miller et al., "A Phase II Trial of Topotecan in Patients with Advanced, Persistent, or Recurrent Endometrial Carcinoma: A Gynecologic Oncology Group Study," *Gynecologic Oncology* 87, no. 3 (December 2002): 247–51; and Scott Wadler et al., "Topotecan Is an Active Agent in the First-line Treatment of Metastatic or Recurrent Endometrial Carcinoma," *Journal of Clinical Oncology* 21, no. 11 (June 1, 2003): 2110–14.
- (23) Alessandro D. Santin, "HER2/neu Overexpression: Has the Achilles' Heel of Uterine Serous Papillary Carcinoma Been Exposed?" *Gynecologic Oncology* 88, no. 3 (March 2003): 263–65.

(24) تسم الألية بكونها أكثر تعقيدا مما تبدو عليه. انظر:

"Targeted Therapies for Breast Cancer Tutorial: Inhibition of HER2," National Cancer Institute website.

(25) أقى هذا الاسم الغريب بعد أن اكتشف مختبران هذا الجين بصورة مستقلة (في البشر والفأر):

Alan L. Schechter, Robert A. Weinberg, et al., "The Neu Oncogene: An erb-B-related Gene Encoding a 185,000-Mr Tumour Antigen," *Nature* 312, no. 5994 (December 6, 1984): 513-16; and A. Ullrich et al., "Human Epidermal Growth Factor Receptor cDNA Sequence and Aberrant Expression of the Amplified Gene in A431 Epidermoid Carcinoma Cells," *Nature* 309, no. 5967 (June 31, 1984): 418-25.

(26) ذُكرت القصة وتطوراتها في:

Robert Bazell, *Her-2: The Making of Herceptin, a Revolutionary Treatment for Breast Cancer* (New York: Random House, 1998).

(27) Lawrence K. Altman, MD, "Very Real Questions for Fictional President," *Doctor's World*, New York Times, October 9, 2001.

الفصل التاسع: الغوص في أعماق الخلية السرطانية

- (1) D. Hanahan and R. A. Weinberg, "The Hallmarks of Cancer," *Cell* 100, no. 1 (January 7, 2000): 57-70.
- (2) C. O. Nordling, "A New Theory on the Cancer-inducing Mechanism," *British Journal of Cancer* 7, no. 1 (March 1953): 68-72.

جادل نوردينغ بأن الحاجة إلى طفرات متعددة تفسر سبب أن السرطان يصبح متكررا على نحو متزايد مع تقدم العمر: «إذا كانت هناك حاجة إلى طفرتين اثنتين، فلا بد أن يزيد توافر السرطان بصورة متناسبة طرديا مع العمر... وإذا كانت هناك حاجة إلى ثلاثة طفرات، فمن الممكن توقيع أن يكون توافر السرطان متواافقا مع الأسن الثاني للعمر، وأن توافق الحاجة إلى أربع طفرات مع الأسن الثالث للعمر، وهلم جراه. كثيرا ما ينسب الفضل إلى بيتر نوبل باعتباره أول من قدم وصفا واضحا لفكرة السرطان باعتباره عملية داروينية، وذلك في:

"The Clonal Evolution of Tumor Cell Populations," *Science* 194, no. 4260 (October 1, 1976): 23-28. The theory was put on solid footing with

landmark experiments on colorectal cancer. See Bert Vogelstein et al., "Genetic Alterations During Colorectal-tumor Development," *New England Journal of Medicine* 319, no. 9 (September 1, 1988): 525–32.

(3) Hanahan and Weinberg, "The Hallmarks of Cancer"

(4) إن الورقة العلمية المؤسسة لعلم الفوجينات هي:

Andrew P. Feinberg and Bert Vogelstein, "Hypomethylation Distinguishes Genes of Some Human Cancers from Their Normal Counterparts," *Nature* 301, no. 5895 (January 6, 1983): 89–92. For a historical overview see Andrew P. Feinberg and Benjamin Tycko, "The History of Cancer Epigenetics," *Nature Reviews Cancer* 4, no. 2 (February 2004): 143–53.

من الممكن حتى أن تنتقل التغيرات الفوجينية في الخلايا الجنسية - الحيوانات المنوية أو البويضات - من الوالد إلى ذريته، على رغم أن أهمية ذلك غير معروفة حتى الآن.

(5) Päivi Peltomäki, "Mutations and Epimutations in the Origin of Cancer," *Experimental Cell Research* 318, no. 4 (February 15, 2012): 299–310.

(6) Andrew P. Feinberg, Rolf Ohlsson, and Steven Henikoff, "The Epigenetic Progenitor Origin of Human Cancer," *Nature Reviews Genetics* 7, no. 1 (January 2006): 21–33.

(7) Piyush B. Gupta, Christine L. Chaffer, and Robert A. Weinberg, "Cancer Stem Cells: Mirage or Reality?" *Nature Medicine* 15, no. 9 (2009): 1010–12; Jerry M. Adams and Andreas Strasser, "Is Tumor Growth Sustained by Rare Cancer Stem Cells or Dominant Clones?" *Cancer Research* 68, no. 11 (June 1, 2008): 4018–21; and Peter Dirks, "Cancer Stem Cells: Invitation to a Second Round," *Nature* 466, no. 7302 (July 1, 2010): 40–41. The basic idea was suggested as early as 1937 (J. Furth and M. C. Kahn, "The Transmission of Leukaemia of Mice with a Single Cell," *American Journal of Cancer* 31 [1937]: 276–82), and cancer stem cells were identified in a blood cancer by Dominique Bonnet and John E. Dick: "Human Acute Myeloid Leukemia Is Organized as a Hierarchy That Originates from a Primitive Hematopoietic Cell," *Nature Medicine* 3, no. 7 (July 1, 1997): 730–37.

(8) لفكرة أشمل حول الخلاف الدائر حول الموضوع، انظر:

John E. Dick, "Looking Ahead in Cancer Stem Cell Research," *Nature Biotechnology* 27, no. 1 (January 2009): 44–46; Elsa Quintana et al.,

- "Efficient Tumour Formation by Single Human Melanoma Cells," *Nature* 456, no. 7222 (December 4, 2008): 593–98; Priscilla N. Kelly et al., "Tumor Growth Need Not Be Driven by Rare Cancer Stem Cells," *Science* 317, no. 5836 (July 20, 2007): 337; Richard P. Hill, "Identifying Cancer Stem Cells in Solid Tumors: Case Not Proven," *Cancer Research* 66, no. 4 (February 15, 2006): 1891–96; and Scott E. Kern and Darryl Shibata, "The Fuzzy Math of Solid Tumor Stem Cells: A Perspective," *Cancer Research* 67, no. 19 (October 1, 2007): 8985–88.
- (9) ترى إحدى الفرضيات أنها تحول عن طريق الانتقال من الخلايا الظهارية إلى خلايا اللحمة المتوسطة، والذي جرت مناقشته في الفصل السادس من هذا الكتاب.
- (10) نشرت ثلاثة أبحاث في أغسطس 2012، والتي استقطبت قدرًا كبيراً من الاهتمام الإعلامي لمصلحة تلك النظرية، بالإضافة إلى ردود فعل عنيفة من المتشككين. للاطلاع على ملخص لها، انظر:
- Monya Baker, "Cancer Stem Cells Tracked," *Nature* 488, no. 7409 (August 2, 2012): 13–14.
- (11) American Association for Cancer Research, 102nd Annual Meeting, "Innovation and Collaboration: The Path to Progress," April 2–6, 2011, Orange County Convention Center, Orlando, Florida.
- AACR Hosts Successful 102nd Annual Meeting in Orlando,"¹² .Previous Annual Meetings, AACR website
- (13) توافر صور ثابتة عالية الوضوح، ومقاطع فيديو ثنائية وثلاثية الأبعاد على موقع شركة Amgen.
- (14) Beth Y. Karlan et al., "Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Phase II Study of AMG 386 Combined with Weekly Paclitaxel in Patients with Recurrent Ovarian Cancer," *Journal of Clinical Oncology* 30, no. 4 (February 1, 2012): 362–71.
- (15) كان الاصطلاح التقني المستخدم في الدراسة هو «النسبة الإجمالية للبقاء على قيد الحياة».
- (16) Gina Kolata, "A Cautious Awe Greets Drugs That Eradicate Tumors in Mice," *New York Times*, May 3, 1998.

- (17) James Watson, "High Hopes on Cancer," New York Times, letter to the editor, May 7, 1998.
- (18) Kolata, "A Cautious Awe Greets Drugs."
- (19) Erika Check Hayden, "Cutting Off Cancer's Supply Lines," Nature News 458, no. 7239 (April 8, 2009): 686–87.
- (20) Avastin product page, Genentech website.
- (21) Andrew Pollack, "F.D.A. Revokes Approval of Avastin for Use as Breast Cancer Drug," New York Times, November 18, 2011.
- (22) Edward H. Romond et al., "Trastuzumab Plus Adjuvant Chemotherapy for Operable HER2-positive Breast Cancer," New England Journal of Medicine 353, no. 16 (October 20, 2005): 1673–84. Also see Luca Gianni et al., "Treatment with Trastuzumab for 1 Year After Adjuvant Chemotherapy in Patients with HER2-positive Early Breast Cancer: A 4-year Follow-up of a Randomised Controlled Trial," Lancet Oncology 12, no. 3 (March 2011): 236–244.
- (23) إن النهاية المبكرة لتجربة سريرية لا تعتبر مؤشراً جيداً بالضرورة. انظر: F. Trotta et al., "Stopping a Trial Early in Oncology: For Patients or for Industry?" Annals of Oncology 19, no. 7 (July 1, 2008): 1347–53; Margaret McCartney, "Leaping to Conclusions," BMJ: British Medical Journal 336, no. 7655 (May 31, 2008): 1213–14; and Victor M. Montori et al., "Randomized Trials Stopped Early for Benefit: A Systematic Review," JAMA: The Journal of the American Medical Association 294, no. 17 (November 2, 2005): 2203–9.
- (24) وجدت دراسة أجريت على 12 ألف امرأة تناولن الهرسيبيتين أن الوفيات الناجمة عن سرطان الثدي قد انخفضت بنسبة الثلث، ولكن كانت هناك زيادة قدرها خمسة أضعاف في مخاطر انسداد القلب. انظر: Lorenzo Moja et al., "Trastuzumab Containing Regimens for Early Breast Cancer," Cochrane Database of Systematic Reviews 2012, issue 4, article no. CD006243, published online April 18, 2012.
- (25) Scott A. Stuart, Yosuke Minami, and Jean Y. J. Wang, "The CML Stem Cell: Evolution of the Progenitor," Cell Cycle 8, no. 9 (May 1, 2009): 1338–43.] For the story of Gleevec, see Terence Monmaney, "A Triumph in the War Against Cancer," Smithsonian, May 2011.
- (26) للاطلاع على لمحة عامة انظر:

Ira Mellman, George Coukos, and Glenn Dranoff, "Cancer Immunotherapy Comes of Age," *Nature* 480, no. 7378 (December 21, 2011): 480–89; Drew M. Pardoll, "The Blockade of Immune Checkpoints in Cancer Immunotherapy," *Nature Reviews Cancer* 12, no. 4 (April 2012): 252–64; and David L. Porter et al., "Chimeric Antigen Receptor-Modified T Cells in Chronic Lymphoid Leukemia," *New England Journal of Medicine* 365, no. 8 (August 10, 2011): 725–33.

(27) في مقاربة أخرى، تستخدم الخلايا السرطانية المقتولة لتفريح المرضى ضد أوراهم الخاصة بها بطريقة تشبه كثيرا تلك التي تستخدم فيها القiroسات المعطلة لصنع لقاحات الإنفلونزا.

(28) Arialdi M. Miniño et al., "Deaths: Final Data for 2008," *National Vital Statistics Reports* 59, no. 10 (December 7, 2011). See figure 6, page 9.

(29) للاطلاع على مناقشة متوازنة، انظر:

Sharon Begley, "We Fought Cancer ... And Cancer Won," *Newsweek*, September 5, 2008.

(30) Telome Health Inc. website.

(31) كانت المتحدثة هي ليندا تشين Chin والشركة هي أفيو للأورام Aveo Oncology. أما زوجها، رونالد دي بينهو DePinho، فقد صار لاحقا رئيس مركز إم دي أندريسون للسرطان. وفي العام 2012، اكتفى الزوجان في خلاف حول منحة بقيمة 18 مليون دولار، وذكرت التفاصيل في

Meredith Wadman, "Texas Cancer Institute to Re-review Controversial Grant," *Nature News*, May 31, 2012. Also see Meredith Wadman, "Texas Cancer-centre Head Apologizes for Promoting Stock on Television," *Nature News*, June 1, 2012.

(32) Ervin J. Epstein, plenary talk, American Association for Cancer Research 102nd Annual Meeting, April 3, 2011.

كما أشار إلى أنه يعمل مستشارا لشركة جينيتيك ونوفاريس، وأنه يملك بعض الأسهم في شركة تدعى كورييس Curis.

(33) D. Stehelin, H. E. Varmus, J. M. Bishop, and P. K. Vogt, "DNA Related to the Transforming Gene(s) of Avian Sarcoma Viruses Is Present in Normal Avian DNA," *Nature* 260, no. 5547 (March 11, 1976): 170–73.

(34) كان فارموس يتحدث عن مشروع «الأسئلة الاستفزازية»، والمذكور على موقع الويب الخاص بالمعهد الوطني للسرطان. انظر أيضاً:

Harold Varmus and Ed Harlow, "Science Funding: Provocative Questions in Cancer Research," *Nature* 481, no. 7382 (January 25, 2012): 436–37.

(35) Timothy J. Moynihan, "Heart Cancer: Is There Such a Thing?" Disease and Conditions, Mayo Clinic Health Information website, April 12, 2012.

(36) Michael R. Stratton, Peter J. Campbell, and P. Andrew Futreal, "The Cancer Genome," *Nature* 458, no. 7239 (April 9, 2009): 719–24; and P. Andrew Futreal, Michael R. Stratton, et al., "A Census of Human Cancer Genes," *Nature Reviews Cancer* 4, no. 3 (March 2004): 177–83.

(37) مثال صارخ على وجه الخصوص، انظر:

H. Nikki March et al., "Insertional Mutagenesis Identifies Multiple Networks of Cooperating Genes Driving Intestinal Tumorigenesis," *Nature Genetics* 43, no. 12 (2011): 1202–9.

يتمثل جزء من التحدي في التفريق بين الطفرات «الساقة» و«الراكبة». انظر الفصل الثاني عشر من هذا الكتاب لمزيد من التفاصيل.

(38) للتعرف على علاقتها بالسرطان، انظر:

Minhui Lee and Valeri Vasioukhin, "Cell Polarity and Cancer—Cell and Tissue Polarity as a Non-canonical Tumor Suppressor," *Journal of Cell Science* 121, no. 8 (April 15, 2008): 1141–50.

(39) Melanie M. Huppert, Patrick S. O'Toole, and Andrew Thorburn, "Autophagy in Cancer: Good, Bad, or Both?" *Cancer Research* 66, no. 19 (October 1, 2006): 9349–51; Michael Overholtzer, Joan S. Brugge, et al., "A Nonapoptotic Cell Death Process, Entosis, That Occurs by Cell-in-Cell Invasion," *Cell* 131, no. 5 (November 30, 2007): 966–79; and Peter Vandenberghe et al., "Molecular Mechanisms of Necroptosis: An Ordered Cellular Explosion," *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 11, no. 10 (October 1, 2010): 700–14.

(40) إن التغيرات الاستقلالية، بما في ذلك تحمل السكر، قد جرى وصفها في:

Otto Warburg in "On the Origin of Cancer Cells," *Science* 123, no. 3191 (February 24, 1956): 309–14.

وعند تنفيذها في وجود الأكسجين، تسمى العملية بتحليل السكر الهوائي، وتتمثل نتيجتها في زيادة استهلاك الغلوكوز، لهذا السبب تُضيّع الخلايا السرطانية عند التصوير بالإصدار البوزيتروني.

- (41) Matthew G. Vander Heiden, Lewis C. Cantley, and Craig B. Thompson, "Understanding the Warburg Effect: The Metabolic Requirements of Cell Proliferation," *Science* 324, no. 5930 (May 22, 2009): 1029–33.

(42) للاطلاع على ملحة عامة جيدة، انظر:

Gary Stix, "Is Chronic Inflammation the Key to Unlocking the Mysteries of Cancer?" *Scientific American*, July 2007, updated online November 9, 2008.

وهناك مزيد من المراجع ضمن ملاحظات المؤلف على الفصل العاشر من هذا الكتاب.

(43) للاطلاع على مراجعة، انظر:

Finkel Toren, Chu-Xia Deng, and Raul Mostoslavsky, "Recent Progress in the Biology and Physiology of Sirtuins," *Nature* 460, no. 7255 (July 30, 2009): 587–91.

- (44) Steven R. Gill et al., "Metagenomic Analysis of the Human Distal Gut Microbiome," *Science* 312, no. 5778 (June 2, 2006): 1355–59.

- (45) Peter J. Turnbaugh et al., "The Human Microbiome Project," *Nature* 449, no. 7164 (October 18, 2007): 804–10.

(46) صاغ جوشوا ليدربرغ (Lederberg) مصطلح الميكروبوم، وفي مقال قصير بعنوان [“*Om Sweet 'Omics*”]، علق على ظاهرة وضع المصطلبات:

The Scientist 15, no. 7 (April 2, 2001): 8.

(47) ظنت أنتي اخترت هذين المصطلحين، لكنني عثرت عليهما على الإنترنت في عرض تقديمي:

- Andrea Califano, Brian Athey, and Russ Altman, "Creating a DBP Community to Enhance the NCBC Biomedical Impact, A National Center for Biomedical Computing Work Group Report," July 18, 2006, National Alliance for Medical Image Computing website.

- (48) *The Eighth Day of Creation: Makers of the Revolution in Biology*, expanded ed. (Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1996).

- (49) Rosalind C. Lee, Rhonda L. Feinbaum, and Victor Ambros, "The *C. elegans* Heterochronic Gene lin-4 Encodes Small RNAs with Antisense Complementarity to lin-14," *Cell* 75 (December 1993): 843–54.
- (50) Harm van Bakel et al., "Most 'Dark Matter' Transcripts Are Associated with Known Genes," *PLOS Biology* 8, no. 5 (May 18, 2010): e1000371; and Richard Robinson, "Dark Matter Transcripts: Sound and Fury, Signifying Nothing?" *PLOS Biology* 8 (May 18, 2010): e1000370.
- (51) Leonardo Salmena, Pier Paolo Pandolfi, et al., "A ceRNA Hypothesis: The Rosetta Stone of a Hidden RNA Language?" *Cell* 146, no. 3 (August 5, 2011): 353–58.

كان المحدث هو الباحث الرئيسي، بيير باولو باندولفي .Pandolfi
يبدو أن جزءاً أكبر من الدنا الخردة قد وجد له غرضاً في المشروع ENCODE (52)
الذي أعلنت نتائجه على موقع يضم وسائط متعددة فخمة قبل مجلة نيتشر.
للاطلاع على ملحة عامة على النتائج المعروضة بالطريقة التقليدية انظر:

Consortium, the ENCODE Project, "An Integrated Encyclopedia of DNA Elements in the Human Genome," *Nature* 489, no. 7414 (September 6, 2012): 57–74. Upon publication, a backlash ensued from scientists who thought the results, though important, were hyped. See John Timmer, "Most of What You Read Was Wrong: How Press Releases Rewrote Scientific History," in the online publication *Ars Technica*, September 10, 2012.

- (53) Douglas Hanahan and Robert A Weinberg, "Hallmarks of Cancer: The Next Generation," *Cell* 144, no. 5 (March 4, 2011): 646–74. The ten-year anniversary of the original "Hallmarks" paper was taken as occasion for a critique: Yuri Lazebnik, "What Are the Hallmarks of Cancer?" *Nature Reviews Cancer* 10, no. 4 (April 1, 2010): 232–33.

الفصل العاشر: الفوقي الاستقلالية

- (1) A. Fleming, "On the Antibacterial Action of Cultures of a Penicillium, with Special Reference to Their Use in the Isolation of B. Influenzae," *British Journal of Experimental Pathology* 10 (1929): 226–35. The article was republished in *Bulletin of the World Health Organization* 79, no. 8 (2001): 780–90.

وقد وصف اكتشافه في محاضرة نوبل التي ألقاها في 11 ديسمبر 1945:

Alexander Fleming, "Penicillin," in Nobel Lectures, Physiology or Medicine 1942–1962 (Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1964), which is available on the Nobel Prize website.

ومن دون أن يعلم فليميونغ، لاحظ علماء قبله تأثيرات البنسلين، انظر:

Horace Freeland Judson, *The Search for Solutions* [London: Hutchinson, 1980], 73–75.

كما تشكك بعض من خرقوا في تفاصيل الرواية الشهيرة حول الموضوع، انظر:

Douglas Allchin, "Penicillin and Chance," Sociology, History and Philosophy in Science Teaching Resource Center website, University of Minnesota.

- (2) H. A. Waldron, "A Brief History of Scrotal Cancer," *British Journal of Industrial Medicine* 40, no. 4 (November 1983): 390–401.
- (3) Percivall Pott, *The Chirurgical Works of Percival Pott, F.R.S. and Surgeon to St. Bartholomew's Hospital* (London: Printed for T. Lowndes, J. Johnson, G. Robinson, T. Cadell, T. Evans, W. Fox, J. Bew, and S. Hayes, 1783).
- (4) Potts, *The Chirurgical Works*, 179.
- (5) Waldron, "A Brief History."
- (6) Robert M. Green, MD, "Cancer of the Scrotum," *Boston Medical and Surgical Journal* 163, no. 2 (November 17, 1910): 755–59.
- (7) K. Yamagiwa and K. Ichikawa, "Experimental Study of the Pathogenesis of Carcinoma," *Journal of Cancer Research* 3 (1918): 1–29. Republished along with a short biography of Katsusaburo Yamagiwa in *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 27, no. 3 (May/June 1977): 172–81.
- (8) Bernardino Ramazzini, *Diseases of workers* (Chicago University Press, 1940), 191.

تحتوي هذه الطبعة على النص اللاتيني في الصفحات المقابلة. كتب راماتزيني عن الراهبات في قسم أسماء:

"Wet-Nurses," 189–93.

انظر أيضاً:

- J. S. Felton, "The Heritage of Bernardino Ramazzini," *Occupational Medicine* 47, no. 3 (April 1, 1997): 167–79.

- (9) World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, *Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective* (Washington, DC: AICR, 2007), 239–42.
- (10) I. D. Rotkin, “A Comparison Review of Key Epidemiological Studies in Cervical Cancer Related to Current Searches for Transmissible Agents,” *Cancer Research* 33, no. 6 (June 1, 1973): 1353–67; and Joseph Scotti and John C. Bailar, “Rigoni-Stern and Medical Statistics: A Nineteenth-Century Approach to Cancer Research,” *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 24, no. 1 (1969): 65–75.
- (11) جميع استشهادات ريبولي مستقاة من مقابلة مع المؤلف في لندن بتاريخ 12 مايو 2011.
- (12) أجريت بعض الأبحاث الرائدة في الأربعينيات من قبل ألبرت تاننباوم، انظر: Albert Tannenbaum, “The Initiation and Growth of Tumors. Introduction. I. Effects of Underfeeding,” *American Journal of Cancer* 38 (1940): 335–50.
- للاطلاع على بعض الأبحاث اللاحقة، انظر:
- D. Kritchevsky et al., “Calories, Fat and Cancer,” *Lipids* 21, no. 4 (April 1986): 272–74; D. Kritchevsky, M. M. Weber, and D. M. Klurfeld, “Dietary Fat Versus Caloric Content in Initiation and Promotion of Mammary Tumorigenesis in Rats,” *Cancer Research* 44, no. 8 (August 1984): 3174–77; G. A. Boissonneault, C. E. Elson, and M. W. Pariza, “Net Energy Effects of Dietary Fat on Chemically Induced Mammary Carcinogenesis in F344 Rats,” *Journal of the National Cancer Institute* 76, no. 2 (February 1986): 335–38; and M. W. Pariza, “Fat, Calories, and Mammary Carcinogenesis: Net Energy Effects,” *American Journal of Clinical Nutrition* 45, no. 1 (January 1, 1987): 261–63.
- (13) G. J. Hopkins and K. K. Carroll, “Relationship Between Amount and Type of Dietary Fat in Promotion of Mammary Carcinogenesis,” *Journal of the National Cancer Institute* 62, no. 4 (April 1979): 1009–12.
- (14) للمحة عامة، انظر: Xiao-Qin Wang, Paul D. Terry, and Hong Yan, “Review of Salt Consumption and Stomach Cancer Risk: Epidemiological and Biological Evidence,” *World Journal of Gastroenterology* 15, no. 18 (May 14, 2009): 2204–13.

(15) انظر على سبيل المثال:

- P. Issenberg, "Nitrite, Nitrosamines, and Cancer," *Federation Proceedings* 35, no. 6 (May 1, 1976): 1322–26; and William Lijinsky, "N-Nitroso Compounds in the Diet," *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 443, nos. 1–2 (July 15, 1999): 129–38.
- (16) World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, *Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer*, 585.
- (17) World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, *Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer*, 538.
- (18) World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, *Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer*, 522.
- (19) Jane Brody, "Eat Your Vegetables! But Choose Wisely," *Personal Health*, New York Times, January 2, 2001.
- (20) World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, *Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer*. Updates are posted on the organization's Diet and Cancer Report website.
- (21) World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, *Food, Nutrition, Physical Activity and the Prevention of Cancer*, 75, 114.

(22) توجد تفاصيل في موقع الدراسة EPIC.

- (23) Paolo Boffetta et al., "Fruit and Vegetable Intake and Overall Cancer Risk," *Journal of the National Cancer Institute* 102, no. 8 (April 21, 2010): 529–37.

(24) للاستشهادات، انظر الرد على دراسة بوفيتا:

Christine Bouchardy, Simone Benhamou, and Elisabetta Rapiti, "Re: Fruit and Vegetable Intake and Overall Cancer Risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition," *Journal of the National Cancer Institute* (December 16, 2010); and T. J. Key, "Fruit and Vegetables and Cancer Risk," *British Journal of Cancer* 104, no. 1 (January 4, 2011): 6–11.

- (25) Anthony B. Miller et al., "Fruits and Vegetables and Lung Cancer," *International Journal of Cancer* 108, no. 2 (January 10, 2004): 269–76; Heiner Boeing et al., "Intake of Fruits and Vegetables and Risk of Cancer of the Upper Aero-digestive Tract," *Cancer Causes & Control* 17, no. 7 (September 2006): 957–69; and F. L. Büchner et al., "Fruits and Vegetables Consumption and the Risk of Histological Subtypes of Lung Cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)," *Cancer Causes & Control* 21, no. 3 (March 2010): 357–71.
- (26) Key, "Fruit and Vegetables and Cancer Risk."
- (27) M. K. Serdula et al., "The Association Between Fruit and Vegetable Intake and Chronic Disease Risk Factors," *Epidemiology* 7, no. 2 (March 1996): 161–65.
- (28) F. J. van Duijnhoven et al., "Fruit, Vegetables, and Colorectal Cancer Risk," *American Journal of Clinical Nutrition* 89, no. 5 (May 2009): 1441–52.
- (29) Key, "Fruit and Vegetables and Cancer Risk."
- (30) Walter C. Willett, "Fruits, Vegetables, and Cancer Prevention: Turmoil in the Produce Section," *Journal of the National Cancer Institute* 102, no. 8 (April 21, 2010): 510–11. He is commenting on Boffetta et al., "Fruit and Vegetable Intake."

(31) انظر:

Teresa Norat et al., "Meat, Fish, and Colorectal Cancer Risk," *Journal of the National Cancer Institute* 97, no. 12 (June 15, 2005): 906–16.

وجدت الدراسة تأثيرات وقائية بقوه تناول الأسماك نفسها تقريباً. وقد ذكرت تأثيرات مشابهة لتناول الألياف في:

Sheila A. Bingham et al., "Dietary Fibre in Food and Protection Against Colorectal Cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition," *Lancet* 361, no. 9368 (May 3, 2003): 1496–501.

(32) انظر على سبيل المثال:

D. D. Alexander and C. A. Cushing, "Red Meat and Colorectal Cancer: A Critical Summary of Prospective Epidemiologic Studies," *Obesity Reviews* 12, no. 5 (May 2011): e472–493; and Doris S. M. Chan et al., "Red and Processed Meat and Colorectal Cancer Incidence: Meta-

Analysis of Prospective Studies," PLOS ONE 6, no. 6 (June 6, 2011). For earlier work see Scott Gottlieb, "Fibre Does Not Protect Against Colon Cancer," BMJ: British Medical Journal 318, no. 7179 (January 30, 1999): 281; and C. S. Fuchs, W. C. Willett, et al., "Dietary Fiber and the Risk of Colorectal Cancer and Adenoma in Women," New England Journal of Medicine 340, no. 3 (January 21, 1999): 169-76.

وقد خلص الصندوق العالمي لبحوث السرطان، في موقع الويب التابع له حول النظام الغذائي والسرطان، إلى أن حجم الألياف تزداد قوة.

(33) Lahmann et al., "Long-term Weight Change and Breast Cancer."

(34) انظر على سبيل المثال:

P. H. Lahmann et al., "Long-term Weight Change and Breast Cancer Risk," British Journal of Cancer 93, no. 5 (September 5, 2005): 582-89; and Tobias Pischon et al., "Body Size and Risk of Renal Cell Carcinoma in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition," International Journal of Cancer 118, no. 3 (February 1, 2006): 728-38.

(35) Graham A. Colditz, Kathleen Y. Wolin, and Sarah Gehlert, "Applying What We Know to Accelerate Cancer Prevention," Science Translational Medicine 4, no. 127 (March 28, 2012): 127rv4.

(36) تشمل المكونات المهمة الأخرى هرمون الببتين، والملكتف في تنظيم الشهية، والغلوبيلينات الرابطة للهرمونات الجنسية، وإنزيمات الأروماتاز (المعروف أيضاً بمحفلة الإستروجين)، والكيناز PI3. انظر:

Sandra Braun, Keren Bitton-Worms, and Derek LeRoith, "The Link Between the Metabolic Syndrome and Cancer," International Journal of Biological Sciences (2011): 1003-15; and Stephanie Cowey and Robert W. Hardy, "The Metabolic Syndrome," American Journal of Pathology 169, no. 5 (November 2006): 1505-22.

ويُكتَنَفُ في العملية أيضاً تأثير فاربورغ، الذي تتحول فيه الخلايا السرطانية إلى استقلاب لاهوائي في معظمها. للاطلاع على ملحة عامة انظر:

Gary Taubes, "Unraveling the Obesity-Cancer Connection," Science 335, no. 6064 (January 6, 2012): 28-32.

(37) انظر:

Sandra Steingraber, "The Falling Age of Puberty in U.S. Girls," August 2007, Breast Cancer Fund website, which includes citations to the

research, and Sarah E. Anderson, Gerard E. Dallal, and Aviva Must, "Relative Weight and Race Influence Average Age at Menarche," part 1, *Pediatrics* 111, no. 4 (April 2003): 844–50.

(38) انظر على سبيل المثال:

Jane Green et al., "Height and Cancer Incidence in the Million Women Study," *Lancet Oncology* 12, no. 8 (August 2011): 785–94.

(39) للاطلاع على مراجعة، انظر:

Lisa M. Coussens and Zena Werb, "Inflammation and Cancer," *Nature* 420, no. 6917 (December 19, 2002): 860–67; and Gary Stix, "Is Chronic Inflammation the Key to Unlocking the Mysteries of Cancer?" *Scientific American*, July 2007, updated online November 9, 2008.

(40) Coussens and Werb, "Inflammation and Cancer."

(41) انظر على سبيل المثال:

Peter M. Rothwell et al., "Effect of Daily Aspirin on Risk of Cancer Metastasis: A Study of Incident Cancers During Randomised Controlled Trials," *The Lancet* 379, no. 9826 (April 2012): 1591–1601; and Peter M. Rothwell et al., "Short-term Effects of Daily Aspirin on Cancer Incidence, Mortality, and Non-vascular Death: Analysis of the Time Course of Risks and Benefits in 51 Randomised Controlled Trials," *The Lancet* 379, no. 9826 (April 2012): 1602–12.

(42) انظر على سبيل المثال:

World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, *Food, Nutrition, Physical Activity*, 39, box 2.4.

(43) H. F. Dvorak, "Tumors: Wounds That Do Not Heal; Similarities Between Tumor Stroma Generation and Wound Healing," *New England Journal of Medicine* 315, no. 26 (December 25, 1986): 1650–59.

حاول بعض الباحثين استكشاف احتمالية أن اللحوم الحمراء تشجع سرطان القولون لأنها تحتوي، من بين مسرطنتين أخرى، على جزيء يعرض استجابة مناعية التهابية، انظر:

Maria Hedlund et al., "Evidence for a Human-specific Mechanism for Diet and Antibody-mediated Inflammation in Carcinoma Progression," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105, no.

- 48 (December 2, 2008): 18936–41; and Pam Tangvoranuntakul et al., “Human Uptake and Incorporation of an Immunogenic Nonhuman Dietary Sialic Acid,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100, no. 21 (October 14, 2003): 12045–50.
- (44) Kathryn E. Weller and Gökhan S. Hotamisligil, “Inflammation, Stress, and Diabetes,” *Journal of Clinical Investigation* 115, no. 5 (May 2, 2005): 1111–19.
- (45) انظر على سبيل المثال:
- Hutan Ashrafiyan et al., “Metabolic Surgery and Cancer: Protective Effects of Bariatric Procedures,” *Cancer* 117, no. 9 (May 1, 2011): 1788–99.
- (46) Kurt Straif et al., “Carcinogenicity of Shift-work, Painting, and Fire-fighting,” *Lancet Oncology* 8, no. 12 (December 2007): 1065–66. The article provides pointers to the epidemiological and laboratory studies considered by WHO’s International Agency for Research on Cancer.
- (47) The United States Department of Agriculture has estimated that Americans consume 150 pounds a year of various sugars, including high fructose corn syrup. See *Agriculture Factbook 2001–2002* (Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, March 2003), 20.
- (48) انظر:
- Taubes’s books *Good Calories, Bad Calories: Fats, Carbs, and the Controversial Science of Diet and Health* (New York: Vintage, 2008) and *Why We Get Fat: And What to Do About It* (New York: Knopf, 2010).
- (49) للاطلاع على تأثير الألياف في إفراز الإنسولين، انظر على سبيل المثال:
- J. G. Potter et al., “Effect of Test Meals of Varying Dietary Fiber Content on Plasma Insulin and Glucose Response,” *American Journal of Clinical Nutrition* 34, no. 3 (March 1, 1981): 328–34.
- (50) على أي حال، حتى هذا هو محل للخلاف. انظر:
- Herman Pontzer et al., “Hunter-Gatherer Energetics and Human Obesity,” *PLOS ONE* 7, no. 7 (July 25, 2012): e40503.
- (51) “Key Findings,” EPIC Project website.

الفصل العادي عشر: المقاومة مع الإشعاع

- (1) Hongning Zhou et al., "Consequences of Cytoplasmic Irradiation: Studies from Microbeam," *Journal of Radiation Research* 50, suppl. A (2009): A59–A65.
- (2) Hongning Zhou et al., "Induction of a Bystander Mutagenic Effect of Alpha Particles in Mammalian Cells," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97, no. 5 (February 29, 2000): 2099–104.
- (3) Office of Radiation and Indoor Air, *EPA Assessment of Risks from Radon in Homes* (Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, June 2003), iv, available on the EPA website.
- (4) "Radon and Cancer," National Cancer Institute website.
- (5) "Health Risks," EPA website, last updated June 26, 2012.

(6) تمثل هذه، في الواقع، أنوية الهيليوم. وقد لوحظ مبكراً أن الراديوم يبث الهيليوم في أثناء اضمحلاله، انظر:

William Ramsay and Frederick Soddy, "Experiments in Radioactivity, and the Production of Helium from Radium," *Proceedings of the Royal Society* 72 (1903): 204–7.

- (7) *EPA Assessment of Risks*, 7, 44.
- (8) Rebecca Goldin, "Lung Cancer Rates: What's Your Risk?" March 08, 2006, Research at Statistical Assessment Service (STATS) website, George Mason University.
- (9) R. L. Flescher et al., "Personal Radon Dosimetry from Eyeglass Lenses," *Radiation Protection Dosimetry* 97, no. 3 (November 1, 2001): 251–58.
- (10) R. W. Field et al., "Intercomparison of Retrospective Radon Detectors," *Environmental Health Perspectives* 107, no. 11 (November 1999): 905–10; D. J. Steck, R. W. Field, et al., "210Po Implanted in Glass Surfaces by Long Term Exposure to Indoor Radon," *Health Physics* 83, no. 2 (August 2002): 261–71; and Kainan Sun, Daniel J. Steck, and R. William Field, "Field Investigation of the Surface-deposited Radon Progeny as a Possible Predictor of the Airborne Radon Progeny Dose Rate," *Health Physics* 97, no. 2 (August 2009): 132–44.

(11) يحدث ذلك لبضعة عقود من الزمن، على أي حال. يبلغ العمر النصفى للجزيء ^{210}Po ، وهو أحد نواتج الرادون التي يجري قياسها 22 سنة.

- (12) Leonard A. Cole, *Element of Risk: The Politics of Radon* (New York: Oxford University Press, 1994), 10–12.
- (13) Cole, *Element of Risk*, 12.
- (14) E. G. Létourneau et al., “Case-Control Study of Residential Radon and Lung Cancer,” *American Journal of Epidemiology* 140, no. 4 (1994): 310–22.
- (15) تم تلخيص نتائج هذه الدراسة، ودراسات أخرى، في ورقة وينيسيغ البحثية.
- (16) B. L. Cohen, “Test of the Linear-No Threshold Theory of Radiation Carcinogenesis for Inhaled Radon Decay Products,” *Health Physics* 68, no. 2 (February 1995): 157–74.
- (17) J. H. Lubin, “On the Discrepancy Between Epidemiologic Studies in Individuals of Lung Cancer and Residential Radon and Cohen’s Ecologic Regression,” *Health Physics* 75, no. 1 (July 1998): 4–10.
- (18) J. S. Puskin, “Smoking as a Confounder in Ecologic Correlations of Cancer Mortality Rates with Average County Radon Levels,” *Health Physics* 84, no. 4 (April 2003): 526–32. For a sampling of the debate that erupted see B. J. Smith, R. W. Field, and C. F. Lynch, “Residential 222Rn Exposure and Lung Cancer: Testing the Linear No-threshold Theory with Ecologic Data,” *Health Physics* 75, no. 1 (July 1998): 11–17; and B. J. Cohen, “Response to Criticisms of Smith et al.,” *Health Physics* 75, no. 1 (July 1998): 23–28, 31–33. Rejoinders and rejoinders to the rejoinders followed.
- (19) R. W. Field, e-mail to author, June 7, 2012.
- (20) Cole, *Element of Risk*, 28.

(21) جرى تلخيص هذه الدراسات في:

- “EPA’s Assessment of Risks from Radon,” 8, 11, and in Committee on Health Risks of Exposure to Radon (BEIR VI), National Research Council, *Health Effects of Exposure to Radon: BEIR VI* (Washington, DC: The National Academies Press, 1999), 76–78.
- (22) BEIR VI, 77, table 3-2.
- (23) BEIR VI, 18.
- (24) R. W. Field et al., “Residential Radon Gas Exposure and Lung Cancer: The Iowa Radon Lung Cancer Study,” *American Journal of Epidemiology* 151, no. 11 (June 1, 2000): 1091–102.

- (25) "SEER Stat Fact Sheets: Lung and Bronchus," Surveillance, Epidemiology, and End Results (SEER) Program website.

(26) S. Darby et al., "Radon in Homes and Risk of Lung Cancer: Collaborative Analysis of Individual Data from 13 European Case-control Studies," BMJ: British Medical Journal 330, no. 7485 (January 29, 2005): 223. The results are described in Hajo Zeeb and Ferid Shannoun, eds., WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective (Geneva: World Health Organization, 2009), 12.

(27) للاطلاع على مراجعة للموضوع، انظر:

Jonathan M. Samet, "Radiation and Cancer Risk: A Continuing Challenge for Epidemiologists," Environmental Health 10, suppl. 1 (April 5, 2011): S4.

- (28) Alexander M. Vaiserman, "Radiation Hormesis: Historical Perspective and Implications for Low-Dose Cancer Risk Assessment," *Dose-Response* 8, no. 2 (January 18, 2010): 172–91. Also see Edward J. Calabrese and Linda A. Baldwin, "Toxicology Rethinks Its Central Belief," *Nature* 421, no. 6924 (February 13, 2003): 691–92; L. E. Feinendegen, "Evidence for Beneficial Low Level Radiation Effects and Radiation Hormesis," *British Journal of Radiology* 78, no. 925 (January 1, 2005): 3–7; and Jocelyn Kaiser, "Sipping from a Poisoned Chalice," *Science* 302, no. 5644 (October 17, 2003): 376–79.

(29) Richard E. Thompson, "Epidemiological Evidence for Possible Radiation Hormesis from Radon Exposure," *Dose-Response* 9, no. 1 (December 14, 2010): 59–75.

(30) Bobby R. Scott et al., "Radiation-stimulated Epigenetic Reprogramming of Adaptive-response Genes in the Lung: An Evolutionary Gift for Mounting Adaptive Protection Against Lung Cancer," *Dose-Response* 7, no. 2 (2009): 104–31.

(31) "Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-economic Impacts," The Chernobyl Forum: 2003–2005, 2nd revised version, 2012. Available on the International Atomic Energy Agency website.

(32) متابعة حديثة للموضوع، انظر:

Alina V. Brenner et al., "I-131 Dose Response for Incident Thyroid Cancers in Ukraine Related to the Chernobyl Accident," *Environmental Health Perspectives* 119, no. 7 (July 2011): 933–39.

- (33) "Chernobyl's Legacy," 36.
- (34) Elisabeth Rosenthal, "Experts Find Reduced Effects of Chernobyl," New York Times, September 6, 2005.
- (35) Peter Walker, "Chernobyl: Now Open to Tourists," The Guardian, December 13, 2010.
- (36) Robert J. Baker and Ronald K. Chesser, "The Chernobyl Nuclear Disaster and Subsequent Creation of a Wildlife Preserve," Environmental Toxicology and Chemistry 19, no. 5 (May 1, 2000): 1231–32.
- (37) "How Many People Died as a Result of the Atomic Bombings?" Radiation Effects Research Foundation website.
- (38) Kotaro Ozasa et al., "Studies of the Mortality of Atomic Bomb Survivors. Report 14. 1950–2003: An Overview of Cancer and Noncancer Diseases," Radiation Research 177, no. 3 (March 2012): 229–43.
- (39) "Ionizing Radiation and Leukemia Mortality Among Japanese Atomic Bomb Survivors, 1950–2000," Radiation Research 172, no. 3 (September 2009): 368–82.

باستخدام بيانات الواقع بدلاً من الوفيات، تجزء مؤسسة أبحاث تأثيرات الإشعاع 1900 من حالات السرطان إلى القابل. انظر:

"How Many Cancers in Atomic-bomb Survivors are Attributable to Radiation?" on the foundation's website.

- (40) Mark McDonald, "Tsutomu Yamaguchi, Survivor of 2 Atomic Blasts, Dies at 93," New York Times, January 7, 2010.
- (41) Siddhartha Mukherjee, *The Emperor of All Maladies: A Biography of Cancer* (New York: Scribner, 2010), 16.
- (42) Nanny Fröman, "Marie and Pierre Curie and the Discovery of Polonium and Radium," December 1, 1996, Nobel Prize website.
- (43) D. Butler, "X-rays, Not Radium, May Have Killed Curie," Nature 377, no. 6545 (September 14, 1995): 96.
- (44) Fröman, "Marie and Pierre Curie."
- (45) Marie Curie, *Pierre Curie (With the Autobiographical Notes of Marie Curie)*, trans. Charlotte Kellogg (New York: Macmillan Co., 1923), 125.

- (46) "Radioactive Substances, Especially Radium," June 6, 1905, in Nobel Lectures, Physics 1901–1921 (Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1967). Available on the Nobel Prize website.

(47) Christopher Parker et al., "Overall Survival Benefit of Radium-223 Chloride (Alpharadin) in the Treatment of Patients with Symptomatic Bone Metastases in Castration-Resistant Prostate Cancer," 7th NCRI Cancer Conference, November 2011, Liverpool. Also see Deborah A. Mulford, David A. Scheinberg, and Joseph G. Juncic, "The Promise of Targeted Alpha-particle Therapy," Journal of Nuclear Medicine 46 suppl. 1 (January 2005): 199S–204S.

الفصل الثاني عشر: الشيطانة الخالدة

- (1) Anne Landman, "How Breast Cancer Became Big Business," PR Watch website, June 14, 2008.
 - (2) "The Show," Stand Up to Cancer website. (There has since been a 2012 broadcast.)
 - (3) "Translational Cancer Research for Basic Scientists Workshop," American Association for Cancer Research, October 17-22, 2010, Boston, MA.
 - (4) Amy Harmon, "New Drugs Stir Debate on Rules of Clinical Trials," New York Times, September 18, 2010. For more about the trial see Amy Harmon, "Target Cancer," a series of six articles, New York Times, February 22, 2010, to January 20, 2011.

(5) نتيجة لذلك، يُنفع الجين نسخة مشوهة من البروتين، والتي تمثل جزءاً من سبيل للنمو الخلوي. عادة لا يجرى تفعيل البروتين «براف» إلا عندما يتفاعل مع بروتين آخر اسمه «راس» (RAS)، لكن، الطفرة تحدى من هذا التقىد. إنظ:

"Vemurafenib," New Treatments, Melanoma Foundation website.

للابلاء على، وصف لعلاقة السلطان بتجارب الفيلمودافنست، انظر:

Paul B. Chapman et al., "Improved Survival with Vemurafenib in Melanoma with BRAF V600E Mutation," *New England Journal of Medicine* 364, no. 26 (June 30, 2011): 2507-16. For a later study see Jeffrey A. Sosman et al., "Survival in BRAF V600-Mutant Advanced Melanoma Treated with Vemurafenib," *New England Journal of Medicine* 366, no. 8 (2012): 707-14.

- (6) Andrew Pollack, "Two New Drugs Show Promise in Slowing Advanced Melanoma," *New York Times*, June 6, 2011.

(7) بلغ متوسط فترة البقاء الإجمالية 13.2 شهرًا مقابل 9.6 شهر للذاكربازين.
انظر:

Paul B. Chapman et al., "Updated Overall Survival (OS) Results for BRIM-3," 2012 ASCO Annual Meeting, *Journal of Clinical Oncology* 30 no. 18, suppl. (June 20, 2012): abstract 8502.

- (8) "Clinical Trial Result Information," protocol number NO25026, January 4, 2011, Roche trials database website.

- (9) Chapman, "Updated Overall Survival (OS) Results."

- (10) Alexander Solzhenitsyn, *Cancer Ward*, trans. Nicholas Bethell and David Burg (New York: Farrar, Straus and Giroux, 1969), 250.

- (11) Ramin Nazarian et al., "Melanomas Acquire Resistance to B-RAF(V600E) Inhibition by RTK or N-RAS Upregulation," *Nature* 468, no. 7326 (November 24, 2010): 973–77.

- (12) Fei Su et al., "RAS Mutations in Cutaneous Squamous-cell Carcinomas in Patients Treated with BRAF Inhibitors," *New England Journal of Medicine* 366, no. 3 (January 19, 2012): 207–15.

(13) في العام 2012 ذكرت مجلة New England Journal of Medicine نتائج مشجعة من تجربة تضمنت الدايرافينيب dabrafenib، وهو مثبط آخر للبروتين «براF». كان قد أعطي بالترافق مع التراميتي닙 trametinib، الذي يثبط MEK، وهو إنزيم آخر في السبيل الخلوي نفسه. انظر:

Keith T. Flaherty et al., "Combined BRAF and MEK Inhibition in Melanoma with BRAF V600 Mutations," *New England Journal of Medicine* (published online September 29, 2012).

- (14) Tom Curran, "Oncology as a Team Sport," *Translational Cancer Research Workshop*, October 17, 2010.

- (15) G. D'Arcangelo, T. Curran, et al., "A Protein Related to Extracellular Matrix Proteins Deleted in the Mouse Mutant Reeler," *Nature* 374, no. 6524 (April 20, 1995): 719–23; and G. G. Miao, T. Curran, et al., "Isolation of an Allele of Reeler by Insertional Mutagenesis," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 91, no. 23 (November 8, 1994): 11050–54.

- (16) Betsy A. Kohler et al., "Annual Report to the Nation on the Status of Cancer, 1975–2007, Featuring Tumors of the Brain and Other Nervous System," *Journal of the National Cancer Institute* 103, no. 9 (May 4, 2011), 1–23, table 5.
- (17) Kohler et al., "Annual Report," 12, table 6.
- (18) Charles M. Rudin et al., "Treatment of Medulloblastoma with Hedgehog Pathway Inhibitor GDC-0449," *New England Journal of Medicine* 361, no. 12 (September 17, 2009): 1173–78.
- (19) Rudin, "Treatment of Medulloblastoma."
- (20) "Medulloblastoma," American Brain Tumor Association website (2006), 6.
- (21) "Medulloblastoma," 17.
- (22) Curran, "Oncology as a Team Sport."

(23) للاطلاع على محة عامة، انظر:

Ken Garber, "Hedgehog Drugs Begin to Show Results," *Journal of the National Cancer Institute* 100, no. 10 (May 21, 2008): 692–97.

(24) ذكرت هذه القصة في الفصل السادس من هذا الكتاب.

- (25) Genetic Basis of Brain Development and Dysfunction, March 18–23, 2000, Sagebrush Inn and Conference Center, Taos, New Mexico. The authority on hedgehog signaling was Andrew McMahon at Harvard University.
- (26) Justyna T. Romer, T. Curran, et al., "Suppression of the Shh Pathway Using a Small Molecule Inhibitor," *Cancer Cell* 6, no. 3 (September 2004): 229–40.
- (27) Garber, "Hedgehog Drugs Begin to Show Results."
- (28) "Experimental Targeted Therapy Shows Early Promise Against Medulloblastomas," St. Jude Children's Research Hospital website, June 5, 2010.
- (29) "FDA Approval for Vismodegib," National Cancer Institute website.
- (30) Emmy Wang, senior manager, corporate relations, Genentech, e-mail to author on behalf of Fred de Sauvage, March 2, 2012.

(31) للتعرف على طريقة لتفسير الأسماء الجنسية للأدوية، انظر:

"USAN Stem List," American Medical Association website.

- (32) José Baselga, keynote (untitled), Translational Cancer Research Workshop, Boston, October 17, 2010.
- (33) Ion Niculescu-Duvaz, "Trastuzumab Emtansine, an Antibody-drug Conjugate for the Treatment of HER2+ Metastatic Breast Cancer," Current Opinion in Molecular Therapeutics 12, no. 3 (June 2010): 350–60.
- (34) Cormac Sheridan, "Pertuzumab to Bolster Roche/Genentech's Breast Cancer Franchise?" Nature Biotechnology 29, no. 10 (October 13, 2011): 856–58.
- (35) "FDA Approval for Pertuzumab," National Cancer Institute website, June 11, 2012.
- (36) Robert Weisman, "Limits on Test Drugs Add to Patients' Ordeals," Boston Globe, January 5, 2011.
- (37) Martin de Sa'Pinto and Katie Reid, "FDA Puts Brakes on Roche, ImmunoGen Cancer Drug," Reuters, August 27, 2010.

. (38) محدث ذلك بتاريخ 6 ديسمبر 2011

- (39) Media release, June 3, 2012, Roche website. Also see Lisa Hutchinson, "From ASCO—Breast Cancer: EMILIA Trial Offers Hope," Nature Reviews Clinical Oncology 9, no. 8 (August 1, 2012): 430.

ووفق عليه من قبل إدارة الدواء والغذاء بتاريخ 22 فبراير 2013، ويتم تسويقه تحت اسم كادسيلا .Kadcyla

- (40) Barbara Ehrenreich, "Welcome to Cancerland," Harper's Magazine, November 2001. Gayle A. Sulik, *Pink Ribbon Blues: How Breast Cancer Culture Undermines Women's Health*, (New York: Oxford University Press, 2011).

. (41) مزيد من المعلومات حول الجدل المتعلق بعلاج سرطان الثدي، انظر:

Robert A. Aronowitz, *Unnatural History: Breast Cancer and American Society* (Cambridge: Cambridge University Press, 2007); and David Plotkin, "Good News and Bad News About Breast Cancer," *The Atlantic*, June 1998.

- (42) P. C. Gøtzsche and M. Nielsen, "Screening for Breast Cancer with Mammography," The Cochrane Library 4 (2009). A summary was published on the Cochrane website April 13, 2011.

- (43) Timothy J. Wilt et al., "Radical Prostatectomy Versus Observation for Localized Prostate Cancer," *New England Journal of Medicine* 367, no. 3 (2012): 203–13. Also see G. Sandblom et al., "Randomised Prostate Cancer Screening Trial: 20 Year Follow-up," *BMJ: British Medical Journal* 342 (March 31, 2011): d1539.

(44) للاطلاع على ملحة عامة عن دراسات تشريح الجثث، انظر:

- Richard M. Martin, "Commentary: Prostate Cancer Is Omnipresent, but Should We Screen for It?" *International Journal of Epidemiology* 36, no. 2 (April 1, 2007): 278–81.

(45) مصدر الأمثلة هو:

- Gary Schwitzer, "Cheerleading, Shibboleths and Uncertainty," a presentation on April 23, 2012, *Science Writing in the Age of Denial*, University of Wisconsin, Madison, WI.

جرى توفير مثال المباول إلى شفابيتزر من قبل إيفان أورانسكي، وهو المحرر التنفيذي لموقع Reuters Health.

- (46) Tom Junod, "Franziska Michor Is the Isaac Newton of Biology," *Esquire*, November 20, 2007.

(47) انظر على سبيل المثال:

- J. C. Fisher, "Multiple-Mutation Theory of Carcinogenesis," *Nature* 181 (March 1, 1958): 651–52; P. Armitage and R. Doll, "The Age Distribution of Cancer and a Multi-stage Theory of Carcinogenesis," *British Journal of Cancer* 8 (1954): 1–12; and C. O. Nordling, "A New Theory on the Cancer-inducing Mechanism," *British Journal of Cancer* 7, no. 1 (March 1953): 68–72.

- (48) Ondrej Podlaha, Franziska Michor, et al., "Evolution of the Cancer Genome," *Trends in Genetics* 28, no. 4 (April 1, 2012): 155–63.

- (49) Camille Stephan-Otto Attolini, Franziska Michor, et al., "A Mathematical Framework to Determine the Temporal Sequence of Somatic Genetic Events in Cancer," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107, no. 41 (October 12, 2010): 17604–9.

- (50) Podlaha, Michor, et al., "Evolution of the Cancer Genome."

(51) إن الورقة البحثية الكلاسيكية هي:

- R. Axelrod and W. D. Hamilton, "The Evolution of Cooperation," *Science* 211, no. 4489 (March 27, 1981): 1390–96.
- (52) Robert Axelrod, David E. Axelrod, and Kenneth J Pienta, "Evolution of Cooperation Among Tumor Cells," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103, no. 36 (September 5, 2006): 13474–79.
- (53) The Stand Up to Cancer presentation was at the 2011 Annual Meeting of the American Association for Cancer Research, Orlando, FL, April 2–6. The scientist quoted is Angelique Whitehurst.
- (54) David Quammen, "Contagious Cancer: The Evolution of a Killer," *Harper's Magazine*, April 2008.
- (55) Elizabeth P. Murchison et al., "Genome Sequencing and Analysis of the Tasmanian Devil and Its Transmissible Cancer," *Cell* 148, no. 4 (February 17, 2012): 780–91.
- (56) Ewen Callaway, "Field Narrows in Hunt for Devil Tumour Genes," *Nature, News and Comment*, published online February 16, 2012.
- (57) W. G. Banfield et al., "Mosquito Transmission of a Reticulum Cell Sarcoma of Hamsters," *Science* 148, no. 3674 (May 28, 1965): 1239–40.

الفصل الثالث عشر: أحذر العدو

- (1) وصفت رحلتي إلى سانديا كريست ولموقف في سانتافي، في: "On Top of Microwave Mountain," *Slate*, April 21, 2010.
- (2) Elaine Showalter, *Hystories: Hysterical Epidemics and Modern Media* (New York: Columbia University Press, 1997).
- (3) Federal Communications Commission, "Evaluating Compliance with FCC Guidelines for Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields," *OET Bulletin* 65 (August 1997): 67.]
انظر الجزء «ب» من الجدول 1 (الحد الأقصى للتعرض المهني هو 5 مللي واط/ سم² لمدة 6 دقائق):
"Limits for Maximum Permissible Exposure (MPE)," for 1,500–100,000 Mhz.

لزيادة المعلومات، انظر:

FCC "Questions and Answers About Biological Effects and Potential Hazards of Radiofrequency Electromagnetic Fields," OET Bulletin 56, 4th ed. (August 1999).

يجري قياس التعرض للهاتف الخلوي أيضاً بالواط لكل كيلوغرام - وهو معدل امتصاص الجسم لطاقة التردد الراديوي.

(4) باحتساب الطاقة الواردة من ضوء الشمس مدة 12 ساعة.

Math & Science Resources, National Aeronautics and Space Administration website.

(5) للاطلاع على ملخص عن علاقة التقنيات اللاسلكية بالصحة، انظر:

Rfcom, a website maintained by the McLaughlin Centre for Population Health Risk Assessment at the University of Ottawa.

(6) "Electromagnetic Fields, Summary of Health Effects," WHO website.

هناك مصدر آخر، وهو:

"Cell Phones and Cancer Risk" on the National Cancer Institute website.

(7) انظر الجدول 1.4 من:

SEER statistics, N. Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," 1975–2009 (Vintage 2009 Populations), National Cancer Institute, Bethesda, MD, based on November 2011 SEER data submission, posted to the SEER website, 2012.

(8) N. Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," table 1.7.

(9) "The Interphone Study," International Agency for Research on Cancer, World Health Organization, IARC website.

(10) "IARC Report to the Union for International Cancer Control (UICC) on the Interphone Study," October 3, 2011, IARC website.

(11) كان التوصل إلى هذا الرقم عملية شاقة؛ فالإحصاءات المتوفرة على الإنترنت من الدراسة SEER لا تقسم أورام الدماغ وفق النوع، بيد أن الوكالة أجربت هذه الحسابات بناءً على طلبي. (رسالة بالبريد الإلكتروني إلى المؤلف من ريك بورشيلت Borchelt، من العلاقات الإعلامية بالمعهد الوطني للسرطان، 12 يوليو 2012). لتقدير أقل إلى حد ما، انظر:

table 1 of Judith A. Schwartzbaum et al., "Epidemiology and Molecular Pathology of Glioma," *Nature Clinical Practice Neurology* 2, no. 9 (2006): 494–503.

وبإضافة معدلات وقوع الأنواع المختلفة من الورم الدبقي، تصل النسبة إلى 0.0049. ويقدر المقال أيضاً أن 77 في المائة من أورام الدماغ الأولية الخبيثة هي أورام دبقة. ومن خلال ضرب معدل الورم الذي أوردته الدراسة SEER لجميع الأورام الدبقية، وهو 0.0061، في نسبة 0.77 سنحصل على قيمة مختلفة قليلاً هي 0.0047.

- (12) M. P. Little et al., "Mobile Phone Use and Glioma Risk: Comparison of Epidemiological Study Results with Incidence Trends in the United States," *BMJ: British Medical Journal* 344 (March 8, 2012): e1147.
- (13) "IARC Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields as Possibly Carcinogenic to Humans," May 31, 2011, IARC website. The IARC classifications are described on the agency's website, last updated March 27, 2012.
- (14) Joachim Schüz et al., "An International Prospective Cohort Study of Mobile Phone Users and Health (Cosmos): Design Considerations and Enrollment," *Cancer Epidemiology* 35, no. 1 (February 2011): 37–43.

(15) الدراسة الأصلية حول خطوط الطاقة والسرطان هي:

Nancy Wertheimer and Ed Leeper, "Electrical Wiring Configurations and Childhood Cancer," *American Journal of Epidemiology* 109, no. 3 (March 1, 1979): 273–84.

(16) طوال العمر، يقوم جسم الإنسان بصنع نحو 1016 خلية. وإذا قسمنا تلك القيمة على عدد الثواني في عمر شخص يبلغ 80 عاماً، أو $109 \times 2.5 \times 106$. سنحصل على 4×106 . روبرت فينبرغ، رسالة بالبريد الإلكتروني إلى المؤلف بتاريخ نوفمبر 2010. وفي كتابه «بيولوجيا السرطان»، صفحة 43، قدر القيمة الأساسية للخلايا بنحو 10 ملايين.

(17) مقابلة مع روبرت فينبرغ:

Interview with Robert Weinberg, August 18, 2010, Whitehead Institute, Boston, MA.

- (18) مقابلة مع روبرت أوستن في 21 أكتوبر 2010، جامعة برينستون. وقد توسع في شرح هذه الفكرة في ورشة العمل الأولى التي نظمها برنامج العلوم الفيزيائية في علم الأورام التابع للمعهد الوطني للسرطان: "Integrating and Leveraging the Physical Sciences to Open a New Frontier in Oncology," February 26–28, 2008, Arlington, VA.
- (19) Guillaume Lambert, Robert H. Austin, et al., "An Analogy Between the Evolution of Drug Resistance in Bacterial Communities and Malignant Tissues," *Nature Reviews Cancer* 11, no. 5 (April 21, 2011): 375–82.
- (20) يطلق على البرنامج اسم «العلوم الفيزيائية في علم الأورام». انظر: Franziska Michor et al., "What Does Physics Have to Do with Cancer?" *Nature Reviews Cancer* 11, no. 9 (August 18, 2011): 657–70; and Paul Davies, "Rethinking Cancer," *Physics World* (June 2010): 28–33.
- (21) Denis Wirtz, Konstantinos Konstantopoulos, and Peter C. Searson, "The Physics of Cancer: The Role of Physical Interactions and Mechanical Forces in Metastasis," *Nature Reviews Cancer* 11, no. 7 (June 24, 2011): 512–22.
- (22) كان ذلك موضوع ورشة العمل: Third Physical Sciences in Oncology Workshop, "The Coding, Decoding, Transfer, and Translation of Information in Cancer," October 29–31, 2008, Arlington, VA.
- (23) Donald Coffey, First Physical Sciences in Oncology Workshop, "Integrating and Leveraging the Physical Sciences."
- (24) Mustafa Raoof and Steven A. Curley, "Non-Invasive Radiofrequency-Induced Targeted Hyperthermia for the Treatment of Hepatocellular Carcinoma," *International Journal of Hepatology* 2011 (2011): 1–6.
- (25) Paul Davies, "Cancer: The Beat of an Ancient Drum?" *The Guardian*, April 25, 2011.] For a fuller description of the hypothesis, see P. C. W. Davies and C. H. Lineweaver, "Cancer Tumors as Metazoa 1.0: Tapping Genes of Ancient Ancestors," *Physical Biology* 8, no. 1 (February 1, 2011): 015001.
- (26) جرى وصف البرنامج ، مثل الآخرين، على الموقع: National Cancer Institute's Physical Sciences in Oncology website.

- (27) A. K. Dewdney, "A Tinkertoy Computer That Plays Tic-tac-toe," *Scientific American* 261, no. 4 (October 1989): 120–23.

(28) موصوفة على الموقع:

Long Now Foundation website.

- (29) Coffey, "Integrating and Leveraging the Physical Sciences."

(30) موصوفة على الموقع:

Applied Proteomics website.

- (31) Interviews with Daniel Hillis, November 26, 2010, and David Agus, November 29, 2010, Los Angeles.

(32) انظر على سبيل المثال:

Bonnie S. Watson et al., "Mapping the Proteome of Barrel Medic (*Medicago truncatula*)," *Plant Physiology* 131, no. 3 (March 2003): 1104–23.

(33) انظر، على سبيل المثال:

"Comprehensive Molecular Portraits of Human Breast Tumours," published online in *Nature* (September 23, 2012).

- (34) Seminar at Arizona State University, September 8, 2011. A summary and video are on ASU's Center for the Convergence of Physical Science and Cancer Biology website.

- (35) L. Margulis, "Archaeal-eubacterial Mergers in the Origin of Eukarya: Phylogenetic Classification of Life," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 93, no. 3 (February 6, 1996): 1071–76.

- (36) Jennifer S. Carew and Peng Huang, "Mitochondrial Defects in Cancer," *Molecular Cancer* 1, no. 1 (December 9, 2002): 9; and G. Kroemer, "Mitochondria in Cancer," *Oncogene* 25, no. 34 (August 7, 2006): 4630–32.

- (37) Douglas R. Reed and John C. Green, "Mitochondria and Apoptosis," *Science* 281, no. 5381 (August 28, 1998): 1309–12.

- (38) *A Wrinkle in Time* (New York: Farrar, Straus and Giroux, 1962) and *A Wind in the Door* (New York: Farrar, Straus and Giroux, 1973).

- (39) R. C. Bast Jr. et al., "Reactivity of a Monoclonal Antibody with Human Ovarian Carcinoma," *Journal of Clinical Investigation* 68, no. 5 (November 1981): 1331–37.

- (40) Charlie Schmidt, "CA-125: A Biomarker Put to the Test," *Journal of the National Cancer Institute* 103, no. 17 (September 7, 2011): 1290–91.
- (41) James A. Young, "Tumbleweed," *Scientific American* 264, no. 3 (March 1991): 82–86.
- (42) "Dow AgroSciences Garlon Family of Herbicides," Dow AgroSciences website.

(43) مُورد سوي وصف بالغ العمومية للتجربة الفكرية التي وضعها في القرن التاسع عشر جيمس كلارك ماكسويل، والتي تنتهي على فرز جزيئات الغاز الساخنة والباردة في غرفة مغلقة. وللاطلاع على مجموعة من المقالات حول عفريت ماكسويل والنقاش الذي أثاره انظر:

Harvey S. Leff and Andrew F. Rex, *Maxwell's Demon: Entropy, Information, Computing* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1990).

الخاتمة: سلطان جو

- (1) "Head and Neck Cancers," National Cancer Institute website.
- (2) Alexander Solzhenitsyn, *Cancer Ward*, trans. Nicholas Bethell and David Burg (New York: Farrar, Straus and Giroux, 1969), 202.
- (3) D. P. Slaughter, H. W. Southwick, and W. Smejkal, "Field Cancerization in Oral Stratified Squamous Epithelium: Clinical Implications of Multicentric Origin," *Cancer* 6, no. 5 (September 1953): 963–68.
- (4) Boudewijn J. M. Braakhuis et al., "A Genetic Explanation of Slaughter's Concept of Field Cancerization Evidence and Clinical Implications," *Cancer Research* 63, no. 8 (April 15, 2003): 1727–30.

للاطلاع على مراجع حول السرطنة المختلبة:

Gabriel D. Dakubo et al., "Clinical Implications and Utility of Field Cancerization," *Cancer Cell International* 7 (2007): 2; and M. G. van Oijen and P. J. Stootweg, "Oral Field Cancerization: Carcinogen-induced Independent Events or Micrometastatic Deposits?" *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention* 9, no. 3 (March 2000): 249–56.

- (5) W. Crookes, "The Emanations of Radium," *Proceedings of the Royal Society of London* 71 (January 1, 1902): 405–8.
- (6) Paul W. Frame, "William Crookes and the Turbulent Luminous Sea," Oak Ridge Associated Universities website. The piece originally appeared in the Health Physics Society Newsletter.
- (7) Robert Bud and Deborah Jean Warner, eds., *Instruments of Science: An Historical Encyclopedia* (New York: Garland, 1998), 572–73.
- (8) W. Crookes, "Certain Properties of the Emanations of Radium," *Chemical News* 87, no. 241 (1903).

جورج جونسون

- أمريكي الجنسية.
- ولد في العام 1952.
- كتب عن العلوم لصحيفة نيويورك تايمز، ومجلات ناشيونال جيوغرافيك، وسلaites，Slate، وساينتيفيك أمريكان، ووايرد Wired، وذا أتلانتيك، وغيرها من المطبوعات.
- له تسعه كتب ترجمت إلى 15 لغة، ومنها «أجمل عشر تجارب» و«حريق في العقل: العلم والإعان والبحث عن النظام».
- وصل مرتين إلى الدور النهائي من تصفيات جائزة الجمعية الملكية لأفضل كتاب عن العلوم.
- فاز بجائزة الجمعية الأمريكية لتقدير العلوم (AAAS) للصحافة العلمية.
- المدير المشارك لورشة سانتافي للكتابة العلمية وحصل سابقاً على زمالة أليسيبا باترسون.
- يعيش في مدينة سانتافي بولاية نيو مكسيكو.
- يمكن الاطلاع على معلومات عنه على شبكة الإنترنت، وذلك على الموقع التالي: talaya.net

د. إيهاب عبد الرحيم علي

- ولد في مصر العام 1965، ويحمل الجنسيةين المصرية والكندية.
- رئيس المجلس الكندي لنشر العلوم والثقافة (CCDSC)، وهو منظمة لا تهدف إلى الربح يقع مقرها في مقاطعة أونتاريو الكندية.
- تخرج في كلية الطب، جامعة أسيوط (مصر)، بمرتبة الشرف العام 1988.
- حصل على دبلوم عال في الترجمة من كلية كامبردج (لندن، المملكة المتحدة).
- مترجم معتمد وعضو لجنة اللغات الأجنبية بالجمعية الكندية للمתרגمين بمقاطعة

- أوتاريو، بالإضافة إلى تقييمه مستوى المترجمين المتقدمين لاختبارات المترجم المعتمد إلى اللغة العربية بجميع المقاطعات الكندية.
- أستاذ غير متفرغ للترجمة العلمية بالمعهد العربي العالي للترجمة التابع لجامعة الدول العربية (الجزائر).
 - حصل على دبلوم عال في التوعية الصحية وماجستير في الإعلام الصحي من جامعة كيرتن (أستراليا).
 - حصل على دبلوم عال في المعلوماتية الطبية وماجستير في الصحة العامة من جامعة واترلو (كندا).
 - عمل رئيساً لقسم التأليف والترجمة في إحدى المنظمات التابعة لجامعة الدول العربية لمدة 13 عاماً.
 - أشرف على ترجمة وتحرير صفحة يومية متخصصة في صحيفة «الجريدة» - الكويت بين العامين 2007 و2009.
 - شارك في تأليف ثلاثة كتب هي: ثورات في الطب والعلوم (كتاب العربي الرقم 36-1999)؛ والثقافة العلمية واستشراف المستقبل العربي (كتاب العربي الرقم 67-2007)؛ ودليل الإعلامي العربي (الرابطة العربية للإعلاميين العلميين، مصر، 2008).
 - ترجم لسلسلة عام المعرفة: «البحث عن حياة على المريخ»، (العدد 288، 2002)؛ «الطاقة للجميع»، (العدد 321، 2005)؛ «نحو شركات خضراء»، (العدد 329، 2006)؛ «العولمة والثقافة»، (العدد 354، 2007)؛ «يقظة الذات»، (العدد 375، 2010)؛ « لماذا تتحارب الأمم؟»، (العدد 403، 2013)؛ «انتقام الجغرافي»، (العدد 420، 2015).
 - له من الكتب المترجمة: «كيف نموت؟» (شركة المكتبات الكويتية - 1997)؛ «الصحة العقلية في العالم» (المجلس الأعلى للثقافة، ج.م.ع، 2006)؛ «مستقبلنا بعد البشري» (مركز الإمارات للبحوث والدراسات الاستراتيجية، أبو ظبي، إم.ع، 2006)؛ دروس إدارية من مايو كلينيك (دار الكتاب العربي / أكاديميا، بيروت، لبنان، 2008)؛ أساسيات علم التخدير (مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، الكويت، 2010)؛ موسوعة قضايا بيولوجية [9 أجزاء] (مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، الكويت، 2013)؛ معجم مصطلحات علم الفلك (مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، الكويت، 2014).
 - له عشرات المقالات الطبية والعلمية المنشورة في دوريات منها: العربي، الثقافة العالمية، العربي العلمي، علوم وتكنولوجيا، التقدم العلمي، عالم الفكر، مجلة العلوم

- [النسختان الورقية والإلكترونية]، جريدة الجريدة، جريدة الهدف.
- عضو الجمعية الدولية للمحررين الطبيين.
- عضو مؤسس في الجمعية شرق المتوسطية للمحررين الطبيين وفي الرابطة العربية للإعلاميين العلميين.

سلسلة عالم المعرفة

«عالم المعرفة» سلسلة كتب ثقافية تصدر في مطلع كل شهر ميلادي عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والأداب - دولة الكويت - وقد صدر العدد الأول منها في شهر يناير العام 1978.

تهدف هذه السلسلة إلى تزويد القارئ بمادة جديدة من الثقافة تغطي جميع فروع المعرفة، وكذلك ربطه بأحدث التيارات الفكرية والثقافية المعاصرة. ومن الموضوعات التي تعالجها تأليفاً وترجمة:

1 - الدراسات الإنسانية: تاريخ - فلسفة - أدب الرحلات - الدراسات الحضارية - تاريخ الأفكار.

2 - العلوم الاجتماعية: اجتماع - اقتصاد - سياسة - علم نفس - جغرافيا - تخطيط - دراسات استراتيجية - مستقبلات.

3 - الدراسات الأدبية واللغوية: الأدب العربي - الأدب العالمية - علم اللغة.

4 - الدراسات الفنية: علم الجمال وفلسفة الفن - المسرح - الموسيقى - الفنون التشكيلية والفنون الشعبية.

5 - الدراسات العلمية: تاريخ العلم وفلسفته ، تبسيط العلوم الطبيعية (فيزياء ، كيمياء ، علم الحياة ، فلك). الرياضيات التطبيقية (مع الاهتمام بالجوانب الإنسانية لهذه العلوم) ، والدراسات التكنولوجية.

أما بالنسبة إلى نشر الأعمال الإبداعية، المترجمة أو المؤلفة. من شعر وقصة ومسرحية ، وكذلك الأعمال المتعلقة بشخصية واحدة بعينها فهذا أمر غير وارد في الوقت الحالي.

وتحرص سلسلة «عالم المعرفة» على أن تكون الأعمال المترجمة حديثة النشر. وترحب السلسلة باقتراحات التأليف والترجمة المقدمة من المتخصصين ، على الأقل يزيد حجمها على 350 صفحة من القطع المتوسط ، وأن تكون مصحوبة ببذلة وافية عن الكتاب وموضوعاته وأهميته ومدى جدته. وفي حالة الترجمة ترسل نسخة

مصورة من الكتاب بلغته الأصلية، كما ترقى مذكرة بالفكرة العامة للكتاب، وكذلك يجب أن تدون أرقام صفحات الكتاب الأصلي المقابلة للنص المترجم على جانب الصفحة المترجمة، والسلسلة لا يمكنها النظر في أي ترجمة مالم تكن مستوفية لهذا الشرط. والمجلس غير ملزم بإعادة المخطوطات والكتب الأجنبية في حالة الاعتذار عن عدم نشرها. وفي جميع الحالات ينبغي إرفاق سيرة ذاتية لمترجع الكتاب تتضمن البيانات الرئيسية عن نشاطه العلمي السابق.

وفي حال الموافقة والتعاقد على الموضوع – المؤلف أو المترجم – تصرف مكافأة للمؤلف مقدارها ألف وخمسمائة دينار كويتي، وللمترجم مكافأة بمعدل عشرين فلساً عن الكلمة الواحدة في النص الأجنبي، أو ألف ومائتي دينار أيهما أكثر (ويحد أقصى مقداره ألف وستمائة دينار كويتي)، بالإضافة إلى مائة وخمسين ديناراً كويتياً مقابل تقديم المخطوطة – المؤلفة والترجمة – من نسختين مطبوعتين.

Twitter: @keta_b_n

صدر عن هذه السلسلة

- ١- الحضارة

٢- المجهادات الشعر العربي المعاصر

٣- الشكير المعلم

٤- الولايات المتحدة والمشرق العربي

٥- العلم ومشكلات الإنسان المعاصر

٦- الشباب العربي والمشكلات التي يواجهها

٧- الأخلاق والتكتلات في السياسة العالمية

٨- تراث الإسلام (الجزء الأول)

٩- أصوات على الدراسات اللغوية المعاصرة

١٠- جحا العربي

١١- تراث الإسلام (الجزء الثاني)

١٢- تراث الإسلام (الجزء الثالث)

١٣- الملاحة وعلوم البحار عند العرب

١٤- جمالية الفن العربي

١٥- الإنسان الحائز بين العلم والخراقة

١٦- النفط والمشكلات المعاصرة للتنمية العربية

١٧- الكون والثقوب السوداء

١٨- الكوميديا والترابيديا

١٩- المخرج في المسرح المعاصر

تأليف: د/ حسين مؤنس
يناير ١٩٧٨

تأليف: د/ إحسان عباس
فبراير ١٩٧٨

تأليف: د/ فؤاد زكريا
مارس ١٩٧٨

تأليف: د/ أحمد عبدالرحيم مصطفى
أبريل ١٩٧٨

تأليف: د/ زهير الكرمي
مايو ١٩٧٨

تأليف: د/ هزت حجازي
يونيو ١٩٧٨

تأليف: / محمد عزيز شكري
يوليو ١٩٧٨

ترجمة: د/ زهير المسموري
أغسطس ١٩٧٨

مراجعة: د/ شاكر مصطفى
تحقيق وتعليق: د/ فؤاد زكريا

مراجعة: د/ فؤاد زكريا
سبتمبر ١٩٧٨

تأليف: د/ نايف خروما
أكتوبر ١٩٧٨

ترجمة: } د/ حسين مؤنس
نوفرمبر ١٩٧٨ د/ إحسان العمد

مراجعة: د/ فؤاد زكريا
ديسمبر ١٩٧٨

ترجمة: } د/ حسين مؤنس
ديسمبر ١٩٧٨ د/ إحسان العمد

مراجعة: د/ فؤاد زكريا
يناير ١٩٧٩

تأليف: د/ أنور عبدالمليم
فبراير ١٩٧٩

تأليف: د/ عصيف بهنسى
مارس ١٩٧٩

تأليف: د/ عبدالمحسن صالح
أبريل ١٩٧٩

إعداد: رزوف وصفى
مراجعة: د/ زهير الكرمي
يونيو ١٩٧٩

ترجمة: د/ علي أحمد محمود
مراجعة: د/ شوقي السكري
مراجعة: [د/ علي الرامي
يوليو ١٩٧٩

تأليف: سعد أردش

- ٤٤ - اتجاهات نظرية في علم الاجتماع
- ٤٣ - الإسلام في الصين
- ٤٢ - دور المجموعات العامة في التنمية الاقتصادية
- ٤١ - الشعر في السودان
- ٤٠ - الرواية الروسية في القرن التاسع عشر
- ٣٩ - ارتفاع الإنسان
- ٣٨ - تكنولوجيا الطاقة البديلة
- ٣٧ - المساجد
- ٣٦ - الحب في التراث العربي
- ٣٥ - تحولات الفكر والسياسة
- ٣٤ - قضايا إفريقية
- ٣٣ - الإنسان والثروات المعدنية
- ٣١ - الموسحات الأندرسية
- ٣٠ - العدالة والحرية في فجر النهضة العربية الحديثة
- ٢٨ - أفريقيا في عصر التحول الاجتماعي
- ٢٧ - العلاج النفسي الحديث
- ٢٦ - مصر وفلسطين
- ٢٥ - المسرح في الوطن العربي
- ٢٤ - الإبداع في الفن والعلم
- ٢٣ - الرق
- ٢٢ - البيئة ومشكلاتها
- ٢١ - مشكلة إنتاج الفناء في الوطن العربي
- ٢٠ - التفكير المستقيم والتفكير الأهوج
- ١٩٧٩ أكتوبر ترجمة: حسن سعيد الكرمي
مراجعة: صدقى خطاب
- ١٩٧٩ سبتمبر تأليف: د/ محمد على الفرا
- ١٩٧٩ أكتوبر تأليف: { د/ رشيد الحمد
د/ محمد سعيد صباري }
- ١٩٧٩ نوفمبر تأليف: د/ عبدالسلام الترمذى
- ١٩٧٩ ديسمبر تأليف: د/ حسن أحمد عيسى
- ١٩٨٠ يناير تأليف: د/ علي الرا夷
- ١٩٨٠ فبراير تأليف: د/ هواطف عبدالرحمن
- ١٩٨٠ مارس تأليف: د/ عبد الصبور إبراهيم
- ١٩٨٠ أبريل ترجمة: شوقي جلال
- ١٩٨٠ مايو تأليف: د/ محمد عماره
- ١٩٨٠ يونيو تأليف: د/ عزت قرقى
- ١٩٨٠ يوليو تأليف: د/ محمد زكريا عانى
- ١٩٨٠ أكتوبر ترجمة: د/ عبدالقادر يوسف
- ١٩٨٠ أكتوبر مراجعة: د/ رجا التربى
- ١٩٨٠ سبتمبر تأليف: د/ محمد فتحى عوض الله
- ١٩٨٠ أكتوبر تأليف: د/ محمد عبدالفتاح سعودى
- ١٩٨٠ نوفمبر تأليف: د/ محمد جابر الأنصارى
- ١٩٨١ ديسمبر تأليف: د/ محمد حسن عبد الله
- ١٩٨١ يناير تأليف: د/ حسين مؤنس
- ١٩٨١ فبراير تأليف: د/ سعود يوسف عياش
- ١٩٨١ مارس ترجمة: د/ موفق شخاشiro
- ١٩٨١ مراجعة: د/ زهير الكومى
- ١٩٨١ أبريل تأليف: د/ مكارم الغمرى
- ١٩٨١ مايو تأليف: د/ عبد بدوى
- ١٩٨١ يونيو تأليف: د/ علي خليفة الكوارى
- ١٩٨١ يوليو تأليف: د/ فهمي هويدي
- ١٩٨١ أكتوبر تأليف: د. عبد الباسط عبد المعطي

- | | |
|--|--|
| <p>تأليف: د/ محمد رجب التجار
يناير ١٩٨١</p> <p>تأليف: د/ يوسف البسي
أكتوبر ١٩٨١</p> <p>ترجمة: سليم الصوصي
نوفمبر ١٩٨١</p> <p>مراجعة: سليم بيسو
ديسمبر ١٩٨١</p> <p>تأليف: د/ عبدالمحسن صالح
يناير ١٩٨٢</p> <p>تأليف: صلاح الدين حافظ
فبراير ١٩٨٢</p> <p>تأليف: د/ محمد عبدالسلام
مارس ١٩٨٢</p> <p>تأليف: جان الكسان
أبريل ١٩٨٢</p> <p>ترجمة: د/ محمد الربيحي
مايو ١٩٨٢</p> <p>تأليف: د/ جليل أبوالحب
يونيو ١٩٨٢</p> <p>ترجمة: شوقي جلال
يونيو ١٩٨٢</p> <p>تأليف: د/ هادل المعرداش
أغسطس ١٩٨٢</p> <p>تأليف: د/ أسامة عبدالرحمن
سبتمبر ١٩٨٢</p> <p>ترجمة: د/ إمام عبدالفتاح
نوفمبر ١٩٨٢</p> <p>تأليف: د/ انطونيوس كرم
ديسمبر ١٩٨٢</p> <p>تأليف: د/ عبدالوهاب المسيري
يناير ١٩٨٣</p> <p>ترجمة: د/ عبد العزيز بن عبد الجليل
فبراير ١٩٨٣</p> <p>تأليف: د/ عبدالهادي علي التجار
مارس ١٩٨٣</p> <p>ترجمة: أحمد حسان عبد الواحد
إبريل ١٩٨٣</p> <p>تأليف: د/ سامي مكي العاني
مايو ١٩٨٣</p> <p>ترجمة: زهير الكرمي
يونيو ١٩٨٣</p> <p>تأليف: د/ محمد موفاكو
أغسطس ١٩٨٣</p> <p>تأليف: د/ هبة الله العمر
سبتمبر ١٩٨٣</p> <p>ترجمة: د/ علي حسين حجاج
أكتوبر ١٩٨٣</p> <p>مراجعة: د/ عطيه محمود هنا
نوفمبر ١٩٨٣</p> <p>ترجمة: د/ فؤاد زكريا
ديسمبر ١٩٨٣</p> | <p>٤٥- حكايات الشطار والعيارين في التراث العربي</p> <p>٤٦- دعوة إلى الموسيقا</p> <p>٤٧- فكرة القانون</p> <p>٤٨- النسب العلمي ومستقبل الإنسان</p> <p>٤٩- صراع القوى العظمى حول القرن الأفريقي</p> <p>٥٠- التكنولوجيا الحديثة والتنمية الزراعية</p> <p>٥١- السينما في الوطن العربي</p> <p>٥٢- النفط والعلاقات الدولية</p> <p>٥٣- البدائية</p> <p>٥٤- المشرفات الناقلة للأمراض</p> <p>٥٥- العالم بعد مائتي عام</p> <p>٥٦- الأدمان</p> <p>٥٧- البيروقراطية الفاسدة ومعضلة التنمية</p> <p>٥٨- الوجودية</p> <p>٥٩- العرب أيام تحديات التكنولوجيا</p> <p>٦٠- الأيديولوجية الصهيونية (الجزء الأول)</p> <p>٦١- الأيديولوجية الصهيونية (الجزء الثاني)</p> <p>٦٢- حكمتة الغرب (الجزء الأول)</p> <p>٦٣- الإسلام والاقتصاد</p> <p>٦٤- صناعة الجموع (خرافة الندرة)</p> <p>٦٥- مدخل إلى تاريخ الموسيقا المغاربية</p> <p>٦٦- الإسلام والشعر</p> <p>٦٧- بنو الإنسان</p> <p>٦٨- الثقافة الألبانية في الأبجدية العربية</p> <p>٦٩- ظاهرة العلم الحديث</p> <p>٧٠- نظريات التعلم (دراسة مقارنة)
(القسم الأول) .</p> <p>٧١- الاستيطان الأجنبي في الوطن العربي</p> <p>٧٢- حكمتة الغرب (الجزء الثاني)</p> |
|--|--|

- ٦٣- الخطوط للتقدم الاقتصادي والاجتماعي

٦٤- مشاريع الاستيطان اليهودي

٦٥- التصوير والحياة

٦٦- الموت في الفكر الغربي

٦٧- الشعر الإفريقي تراثاً إنسانياً وعالمياً

٦٨- قضايا التنمية الإعلامية والثقافية

٦٩- مفاهيم فرائية

٧٠- الزواج عند العرب (في المعاشرة والإسلام)

٧١- الأدب البوسلياني المعاصر

٧٢- تشكيل العقل الحديث

٧٣- البيولوجيا ومصير الإنسان

٧٤- المشكلة السكانية وخرافة المalthوسية

٧٥- دول مجلس التعاون الخليجي ومستويات العمل الدولية

٧٦- الإنسان وعلم النفس

٧٧- في تراثنا العربي الإسلامي

٧٨- الميكروبات والإنسان

٧٩- الإسلام وحقوق الإنسان

٨٠- الغرب والعالم (القسم الأول)

٨١- تربية البسر وتختلف التنمية

٨٢- عقول المستقبل

٨٣- لغة الكيمياء عند الكائنات الحية

٨٤- النظام الإعلامي الجديد

صدر عن هذه السلسلة

- ٩٥ - تغير العالم
 ٩٦ - الصهيونية غير اليهودية
 ٩٧ - الغرب والعالم (القسم الثاني)
 ٩٨ - قصة الأنثروبولوجيا
 ٩٩ - الأطفال مرآة المجتمع
 ١٠٠ - الوراثة والإنسان
 ١٠١ - الأدب في البرازيل
 ١٠٢ - الشخصية اليهودية الإسرائيلية
 والروح العذوبية
 ١٠٣ - التنمية في دول مجلس التعاون
 ١٠٤ - العالم الثالث وتحديات البقاء
 ١٠٥ - المسرح والتغير الاجتماعي في الخليج العربي
 ١٠٦ - «الملاعبون بالعقل»
 ١٠٧ - الشركات عابرة القومية
 ١٠٨ - نظريات التعلم (دراسة مقارنة)
 (الجزء الثاني)
 ١٠٩ - العمارة الإبداعية في فن التصوير
 ١١٠ - مفاهيم نقدية
 ١١١ - قلق الموت
 ١١٢ - العلم والمشتغلون بالبحث العلمي
 في المجتمع الحديث
 ١١٣ - الفكر التربوي العربي الحديث
 ١١٤ - الرياضيات في حياتنا
- تأليف: د/ أنور عبد الله نوفمبر ١٩٨٥
 تأليف: رجينا الشريف ديسمبر ١٩٨٥
 ترجمة: أحمد عبدالله عبدالعزيز
 تأليف: كافين رابلني يناير ١٩٨٦
 ترجمة: { د/ عبد الوهاب السيري
 د/ هدى حجازي
 مراجعة: د/ فؤاد زكريا
 تأليف: د/ حسين فهمي فبراير ١٩٨٦
 تأليف: د/ محمد عباد الدين إسماعيل مارس ١٩٨٦
 تأليف: د/ محمد علي الريسي أبريل ١٩٨٦
 تأليف: د/ شاكر مصطفى مايو ١٩٨٦
 تأليف: د/ رشاد الشامي يونيو ١٩٨٦
 تأليف: د/ محمد توفيق صادق يوليو ١٩٨٦
 تأليف: جاك لوب أغسطس ١٩٨٦
 ترجمة: أحمد فؤاد بلع
 تأليف: د/ إبراهيم عبدالله خلوم سبتمبر ١٩٨٦
 تأليف: هربرت. أ. شيلر أكتوبر ١٩٨٦
 ترجمة: عبدالسلام رضوان
 تأليف: د/ محمد السيد سعيد نوفمبر ١٩٨٦
 ترجمة: د/ علي حسين حجاج ديسمبر ١٩٨٦
 مراجعة: د/ هطبة محمود هنا
 تأليف: د/ شاكر عبدالحميد يناير ١٩٨٧
 ترجمة: د/ محمد عصفور فبراير ١٩٨٧
 تأليف: د/ أحمد محمد عبدالخالق مارس ١٩٨٧
 تأليف: د/ جون . ب. ديكesson أبريل ١٩٨٧
 ترجمة: شعبة الترجمة باليونسكو
 تأليف: د/ سعيد إسماعيل علي مايو ١٩٨٧
 ترجمة: د/ فاطمة عبدالقادر المعايي يونيو ١٩٨٧

- ١١٥ - معالم على طريق تحدث الفكر العربي
 ١١٦ - أدب أميركا اللاتينية
 ١١٧ - قضايا ومشكلات (القسم الأول)
 ١١٨ - الأحزاب السياسية في العالم الثالث
 ١١٩ - التأريخ التقليدي للنخسف
 ١٢٠ - تصييله وصورة
 ١٢١ - سيكولوجية اللعب
 ١٢٢ - الدواه من فجر التاريخ إلى اليوم
 ١٢٣ - أدب أميركا اللاتينية (القسم الثاني)
 ١٢٤ - ثقافة الأطفال
 ١٢٥ - مرض القلق
 ١٢٦ - طبيعة الحياة
 ١٢٧ - اللغات الأجنبية (تعليمها وتعلمها)
 ١٢٨ - اقتصادات الإسكان
 ١٢٩ - المدينة الإسلامية
 ١٣٠ - الموسيقا الأندلسية المغربية
 ١٣١ - التراث الوراثي
 تأليف: د/ معن زيادة
 تأليف: د/ سزار فرناندث موريتو
 ترجمة: أحمد حسان عبدالواحد
 مراجعة: د/ شاكر مصطفى
 تأليف: د/ أسامة الغزالي حرب
 تأليف: د/ رمزي زكي
 تأليف: د/ عبدالغفار مكاوي
 تأليف: د/ سوزانا ميلر
 ترجمة: د/ حسن عيسى
 مراجعة: د/ محمد عماد الدين إسماعيل
 تأليف: د/ رياض رمضان العلمي
 تأليف: د/ سزار فرناندث موريتو
 ترجمة: أحمد حسان عبدالواحد
 مراجعة: د/ شاكر مصطفى
 تأليف: د/ هادي نعسان الهيثي
 تأليف: د/ دافيد. ف. شيهان
 ترجمة: د/ عزت شعلان
 مراجعة: د/ أحمد عبدالعزيز سلامة
 تأليف: فرانسيس كربك
 ترجمة: د/ أحمد مستجير
 مراجعة: د/ عبد الحافظ حلمي
 تأليف: د/ نايف خرما
 تأليف: { د/ علي حجاج
 تأليف: د/ إسماعيل إبراهيم درة
 تأليف: د/ محمد عبدالساز عثمان
 تأليف: عبد العزيز بن عبد الجليل
 تأليف: د/ زولت هارسباني
 ترجمة: د/ مصطفى إبراعيم فهمي
 مراجعة: د/ مختار الظواهرى

صدر عن هذه السلسلة

- ١٣١ - مقدمة لتاريخ الفكر العلمي في الإسلام
- ١٣٢ - أوروبا والتخلف في أفريقيا
- ١٣٣ - العالم المعاصر والصراعات الدولية
- ١٣٤ - العلم في منظوره الجديد
- ١٣٥ - العرب واليونسكو
- ١٣٦ - اليابانيون
- ١٣٧ - الانجاهات التعصبية
- ١٣٨ - أدب الرحلات
- ١٣٩ - المسلمين والاستعمار الأوروبي لأفريقيا
- ١٤٠ - الإنسان بين الجوهر والمظهر
(تملك أو نكون)
- ١٤١ - الأدب اللاتيني (ودوره الحضاري)
- ١٤٢ - مستقبلنا المشترك
- ١٤٣ - الريف في الرواية العربية
- ١٤٤ - الإبداع العام والخاص
- ١٤٥ - سبيكلوجية اللغة والمرض العقلي
- ١٤٦ - حياة الوعي الفني
(دراسات في تاريخ الصورة الفنية)
- ١٤٧ - الرأسمالية تجدد نفسها
- تأليف: د/ أحمد سليم سعيدان نوسمبر ١٩٨٨
- تأليف: د/ والتر رودني ديسمبر ١٩٨٨
- ترجمة: د/ أحمد القصيري
- مراجعة: د/ إبراهيم عثمان
- تأليف: د/ عبدالحالمق عبد الله سبتمبر ١٩٨٩
- تأليف: } روبرت م. اغروس فبراير ١٩٨٩
- ترجمة: } جورج ن. سانتسيو
- ترجمة: د/ كمال خلايللي
- تأليف: د/ حسن نافعه مارس ١٩٨٩
- تأليف: إدوارن رايشارر أبريل ١٩٨٩
- ترجمة: ليلى الجبالي
- مراجعة: شوقي جلال
- تأليف: د/ معتز سيد عبد الله سبتمبر ١٩٨٩
- تأليف: د/ حسين فهمي يونيو ١٩٨٩
- تأليف: عبدالله عبدالرازق ابراهيم يونيو ١٩٨٩
- تأليف: إريك فروم أكتوبر ١٩٨٩
- ترجمة: سعد زهران
- مراجعة: د/ لطفي قطيم
- تأليف: د/ أحمد عثمان سبتمبر ١٩٨٩
- إعداد: اللغة العالمية للبيئة والتربية أكتوبر ١٩٨٩
- ترجمة: محمد كامل عارف
- مراجعة: علي حسين حجاج
- تأليف: د/ محمد حسن عبد الله نوسمبر ١٩٨٩
- تأليف: الكسندر روشكا ديسمبر ١٩٨٩
- ترجمة: د/ غسان عبدالنبي أبو غفر
- تأليف: د/ جمدة سيد يوسف سبتمبر ١٩٩٠
- تأليف: غبور هي غانشف فبراير ١٩٩٠
- ترجمة: د/ نوبل نيفوف.
- مراجعة: د/ سعد مصلوح
- تأليف: د/ فؤاد مرسي مارس ١٩٩٠

- ١٤٨ - علم الأحياء والأيدиولوجيا والطبيعة البشرية
تأليف: ستيفن روز وآخرين
ترجمة: د/ مصطفى إبراهيم فهمي
مراجعة: د/ محمد عصافور
أبريل ١٩٩٠
- ١٤٩ - ماضية المروء الصلبة
تأليف: د/ قاسم عبد قاسم
مايو ١٩٩٠
- ١٥٠ - حاجات الإنسان الأساسية في الوطن العربي
(برنامج الأمم المتحدة للبيئة)
يونيو ١٩٩٠
- ١٥١ - تجارة المحيط الهندي
ترجمة: عبد السلام رضوان
تأليف: د/ شوقي عبد القوي عثمان بوليو ١٩٨٩
- ١٥٢ - التلوث مشكلة مصر
تأليف: د/ أحمد مدحت إسلام أكتوبر ١٩٩٠
(ظهر هذا العدد في أغسطس ١٩٩٠، وانقطعت السلسلة بسبب العدوان العراقي)
الغاش على دولة الكويت، ثم استؤنفت في شهر سبتمبر ١٩٩١ بالعدد ١٥٣)
- ١٥٣ - الكويت والتنمية الثقافية العربية
تأليف: د/ محمد حسن عبدالله سبتمبر ١٩٩١
- ١٥٤ - النقطة المتحولة: أربعون عاماً في استكشاف المسرح
تأليف: بيتر بروك
اكتوبر ١٩٩١
- ١٥٥ - مؤشرات عربية وإسلامية في الأدب الروسي
تأليف: د/ مكارم الغمرى
نوفمبر ١٩٩١
- ١٥٦ - الفصامي: كيف فهمه وتساعده؟
تأليف: سيلفانو آرتي
ديسمبر ١٩٩١
- ١٥٧ - الاستشراق في الفن الرومانسي الفرنسي
تأليف: د/ زينات البيطار
يناير ١٩٩٢
- ١٥٨ - مستقبل النظام العربي بعد أزمة الخليج
تأليف: د/ محمد السيد سعيد
فبراير ١٩٩٢
- ١٥٩ - فكره الزمان عبر التاريخ
ترجمة: فؤاد كامل عبدالعزيز
مارس ١٩٩٢
- ١٦٠ - ارتقاء القيم (دراسة نفسية)
مراجعة: شوقي جلال
تأليف: د/ زينات البيطار
يناير ١٩٩٢
- ١٦١ - أمراض الفقر
(المسكلات الصحية في العالم الثالث)
تأليف: د/ فيليب عطية
مايو ١٩٩٢
- ١٦٢ - القومية في موسيقى القرن العشرين
تأليف: د/ سمعة الملوبي
يونيو ١٩٩٢
- ١٦٣ - أسرار النوم
تأليف: د/ الكسندر بوريابي
يوليو ١٩٩٢
- ١٦٤ - بلاغة الخطاب وعلم النص
ترجمة: د/ أحمد عبدالعزيز سلامة
تأليف: د/ صلاح فضل
أكتوبر ١٩٩٢
- ١٦٥ - الفلسفة المعاصرة في أوروبا
تأليف: إ.م. بوشنكى
سبتمبر ١٩٩٢
- مراجعة: د/ عزت قرقى

- | | |
|---|---|
| <p>١٦٦ - الأمومة: غو العلاقة بين الطفل والأم</p> <p>١٦٧ - تاريخ الدراسات العربية في فرنسا</p> <p>١٦٨ - بنيّة التورات العلمية</p> <p>١٦٩ - تاريخ الكتاب (القسم الأول)</p> <p>١٧٠ - تاريخ الكتاب (القسم الثاني)</p> <p>١٧١ - الأدب الأفريقي</p> <p>١٧٢ - الذكاء الاصطناعي واقعه ومستقبله</p> <p>١٧٣ - المعتقدات الدينية لدى الشعوب</p> <p>١٧٤ - الهنستة الوراثية والأخلاق</p> <p>١٧٥ - سيكولوجية المساعدة</p> <p>١٧٦ - العبرية والإبداع والقيادة</p> <p>١٧٧ - المذاهب الأدبية والنقدية عند العرب والغربيين</p> <p>١٧٨ - الكون</p> <p>١٧٩ - الصداقة (من منظور علم النفس)</p> <p>١٨٠ - العلاج السلوكي للطفل: أساسيه وغاذج من حالاته</p> | <p>أكتوبر ١٩٩٢ تأليف: د/ فايز فتحيار</p> <p>نوفمبر ١٩٩٢ تأليف: د/ محمود المداد</p> <p>ديسمبر ١٩٩٢ تأليف: توماس كون</p> <p>ترجمة: شوقي جلال</p> <p>١٩٩٣ تأليف: د/ الكسندر سينيفيش</p> <p>ترجمة: د/ محمد. الأرناؤوط</p> <p>١٩٩٣ تأليف: د/ الكسندر سينيفيش</p> <p>ترجمة: د/ محمد. الأرناؤوط</p> <p>مارس ١٩٩٣ تأليف: د/ علي شلش</p> <p>أبريل ١٩٩٣ تأليف: الان بونيه</p> <p>ترجمة: د/ علي صبرى فرغلى</p> <p>مايو ١٩٩٣ أشرف على التحرير جفرى بارتلر</p> <p>ترجمة: د/ إمام عبد الفتاح إمام</p> <p>مراجعة: د/ عبدالغفار مكاوى</p> <p>١٩٩٣ تأليف: ناهدة البقصمى</p> <p>١٩٩٣ تأليف: مايكل أرجايل</p> <p>١٩٩٣ ترجمة: د/ فضل عبدالقادر بونس</p> <p>مراجعة: شوقي جلال</p> <p>أكتوبر ١٩٩٣ تأليف: دين كيث ساينتن</p> <p>١٩٩٣ ترجمة: د/ شاكر عبدالحميد</p> <p>مراجعة: د/ محمد عصافور</p> <p>١٩٩٣ تأليف: د/ شكري محمد عياد</p> <p>١٩٩٣ تأليف: د/ كارول ساغان</p> <p>ترجمة: نافع أبو برس</p> <p>مراجعة: محمد كامل حارف</p> <p>١٩٩٣ تأليف: د/ أسامة سعد أبو سريع</p> <p>١٩٩٣ تأليف: د/ عبد الشار إبراهيم</p> <p>١٩٩٣ تأليف: د/ عبدالعزيز الدخيل</p> <p>١٩٩٣ تأليف: د/ رضوى إبراهيم</p> |
|---|---|

- | | | |
|---|--|--|
| <p>١٩٩٤ - يناير</p> <p>١٩٩٤ - فبراير</p> <p>١٩٩٤ - مارس</p> <p>١٩٩٤ - أبريل</p> <p>١٩٩٤ - مايو</p> <p>١٩٩٤ - أغسطس</p> <p>١٩٩٤ - سبتمبر</p> <p>١٩٩٤ - أكتوبر</p> <p>١٩٩٤ - نوفمبر</p> <p>١٩٩٤ - ديسمبر</p> <p>١٩٩٥ - يناير</p> <p>١٩٩٥ - فبراير</p> <p>١٩٩٥ - مارس</p> <p>١٩٩٥ - أبريل</p> <p>١٩٩٥ - مايو</p> | <p>تأليف: د/ عبد الرحمن بدري
تأليف: والتر ج. أونج
ترجمة: د/ حسن البناء عز الدين
مراجعة: د/ محمد عصفور
تأليف: د/ إمام عبدالفتاح إمام
تأليف: د/ نبيل علي
تأليف: جيمس بيرك
ترجمة: ليلى الجبالي
مراجعة: شوقي جلال
تأليف: د/ رشاد عبدالله الشامي
تأليف: فلاديمير كارتسيف
بيوتر كازانوفسكي
ترجمة: محمد غياث الزيات
تأليف: د/ مصطفى عبد الفتى
تأليف: جان-ماري بيلت
ترجمة: السيد محمد عثمان
تأليف: د. حسن محمد وجيه
تأليف: فرانك كلوز
ترجمة: د/ مصطفى إبراهيم فهمي
مراجعة: عبدالسلام رضوان
تأليف: د/ عبد الغفار مكاوي
تأليف: د/ مصطفى ناصف
تأليف: كاتارينا مومنز
ترجمة: د/ عدنان عباس علي
مراجعة: د/ عبد الغفار مكاوي
ندوة بحثية
تأليف: د/ مختار أبو خالد
حرر: صموئيل أتينجر
ترجمة: د/ جمال الرفاعي
مراجعة: د/ رشاد الشامي</p> | <p>١٨١ - الأدب الألماني في نصف قرن
١٨٢ - الشفافية والكتابية
١٨٣ - الطافية
١٨٤ - العرب وعصر المعلومات
١٨٥ - عندما تغير العالم
١٨٦ - القوى الدينية في إسرائيل
١٨٧ - آلاف السنين من الطاقة
١٨٨ - الانجذاب القومي في الرواية
١٨٩ - عودة الوفاق بين الإنسان والطبيعة
١٩٠ - مقدمة في علم التفلوpus السياسي والاجتماعي
١٩١ - النهاية
الكتوارث الكونية وأثرها في مسار الكون
ـ جنور الامبلياد (قراءة في أدب قديم)
ـ اللغة والتفسير والتواصل
ـ جوته والعالم العربي
ـ الفزو العراقي للكونيت
ـ المدينة في الشعر العربي المعاصر
ـ اليهود في البلدان الإسلامية</p> |
|---|--|--|

صدر عن هذه السلسلة

- تأليف: د/ سعيد إسماعيل علي ١٩٩٥ يونيو
تأليف: جون كولر ١٩٩٥ يونيو
ترجمة: كامل يوسف حسين
مراجعة: د/ إمام جبار الفتاح إمام
أغسطس ١٩٩٥ تأليف: د/ شاهر جمال أهنا
سبتمبر ١٩٩٥ مراجعة: عبدالسلام رضوان
أكتوبر ١٩٩٥ تأليف: د/ حسن نافع
نوفمبر ١٩٩٥ تأليف: د/ أكرم قانصو
ديسمبر ١٩٩٥ تأليف: لستر ثارو
ترجمة: أحمد فؤاد بلبع
يناير ١٩٩٦ تأليف: د/ مصطفى سيف
فبراير ١٩٩٦ تأليف: جون سترووك
ترجمة: د/ محمد حسن عصفور
مارس ١٩٩٦ تأليف: د/ وهب أحمد رومي
تحرير: بشلوبى مري
ترجمة: محمد عبد الواحد محمد
مراجعة: د/ عبد الغفار مكاري
نوفمبر ١٩٩٦ تأليف: د/ سامر صلاح الدين مخيم
خالد جمال الدين حجازى
تأليف: و و بن ١٩٩٦ يونيو
ترجمة: د/ عبد العزيز حمدى
مراجعة: لي تشين تشونغ
تأليف: و و بن ١٩٩٦ يونيو
ترجمة: د/ عبد العزيز حمدى
مراجعة: لي تشين تشونغ
تأليف: د/ احمد محمد المتوق ١٩٩٦ أغسطس
تأليف: سير روبي كالان ١٩٩٦ سبتمبر
ترجمة: ليلي الجبالي
تأليف: د/ محمد بهي الدين عرجون ١٩٩٦ أكتوبر
١٩٨ - فلسفات تربوية معاصرة
١٩٩ - الفكر الشرقي القديم
٢٠٠ - الزلازل: حقيقتها وآثارها
٢٠١ - جiran في عالم واحد
٢٠٢ - الأمم المتحلة في نصف قرن
٢٠٣ - التصور الشعري العربي
٢٠٤ - الصراع على القمة
٢٠٥ - المخدرات والمجتمع
٢٠٦ - البنية وما بعدها
٢٠٧ - شعرنا القديم والنقد الجديد
٢٠٨ - العبرية (تاريخ الفكر)
٢٠٩ - أزمة المياه في المنطقة العربية
٢١٠ - الصينيون المعاصرلون (ج)
٢١١ - الصينيون المعاصرلون (ج)
٢١٢ - الحصيلة اللغوية
٢١٣ - عالم يفيس بسكانه
٢١٤ - الفضاء الخارجي واستخداماته السلمية

- ٢١٥ - الإسلام والمسيحية
 تأليف: اليكسي ف. جورافشكي نوفمبر ١٩٩٦
 ترجمة: د/ خلف محمد الجراد
 مراجعة: د/ حمدي زقزوق
- ٢١٦ - الرياضة والمجتمع
 تأليف: د/ أمين أنور الخولي ديسمبر ١٩٩٦
 تحرير: دانييل كيثلس
 وليريوي هود
- ٢١٧ - الشفرة الوراثية للإنسان
 ترجمة: د/ أحمد متجر
 فبراير ١٩٩٧
- ٢١٨ - محاورات مع التر العربى
 تأليف: د/ مصطفى عبد ناصف مارس ١٩٩٧
 مراجعة: د/ أحمد محمود صبحى
- ٢١٩ - فجر العلم الحديث
 تأليف: توبى أ. هاف إبريل ١٩٩٧
 ترجمة: د/ أحمد محمود صبحى
- ٢٢٠ - (الإسلام- الصين- الغرب) ج ١
 تأليف: توبى أ. هاف
 ترجمة: د/ أحمد محمود صبحى
- ٢٢١ - مدخل إلى مناهج النقد الأدبي
 تأليف: مجموعة من الكتاب
 مايو ١٩٩٧
 ترجمة: د/ رضوان ظاظا
 مراجعة: د/ المنصف الشوفي
- ٢٢٢ - البيئة والإنسان عبر العصور
 تأليف: إيان ج. سيمونز يونيو ١٩٩٧
 ترجمة: السيد محمد عثمان
- ٢٢٣ - نظرية الثقافة
 تأليف: مجموعة من الكتاب
 يوليو ١٩٩٧
 ترجمة: د/ علي سيد الصاوي
 مراجعة وتقديم: أ. د. الفاروق زكي بوس
- ٢٢٤ - إشكالية الهوية في إسرائيل
 تأليف: د/ رشاد عبدالله الشامي أغسطس ١٩٩٧
 تأليف: ماريا لوبيزا برنيري سبتمبر ١٩٩٧
 ترجمة: د/ عطيات أبو السعود
 مراجعة: د/ عبد الففار مكاوى
- ٢٢٥ - المدينة الفاضلة عبر التاريخ
 تأليف: د/ رمزي زكي
 أكتوبر ١٩٩٧
 ترجمة: د/ أحمد عوض
 نوفمبر ١٩٩٧
 مراجعة: د/ روزي روينز
- ٢٢٦ - الاقتصاد السياسي للبطالة
 تأليف: د/ رمزي زكي
 ديسمبر ١٩٩٧
 ترجمة: د/ سعد شعبان
- ٢٢٧ - موجز تاريخ علم اللغة (في الغرب)
 تأليف: د. هـ روينز
 ترجمة: د/ أحمد عوض
- ٢٢٨ - الطريق إلى المربع
 تأليف: د. مايكيل كاربندرس
 ديسمبر ١٩٩٨
 ترجمة: شوقي جلال
 مراجعة: د. هـ روينز
- ٢٢٩ - لماذا ينفرد الإنسان بالثقافة؟

صدر عن هذه السلسلة

- ٢٣٠ - الأمن الغذائي للوطن العربي
- ٢٣١ - المعلومانية بعد الإنترنت
- ٢٣٢ - المرايا المحدثة
(من البنية إلى الفكير)
- ٢٣٣ - تراث الإسلام
(الجزء الأول) ط٢
- ٢٣٤ - تراث الإسلام
(الجزء الثاني) ط٢
- ٢٣٥ - الإنسان الحائز بين العلم والخرافة ط٢
- ٢٣٦ - الطب الإمبريالي والمجتمعات المحلية
- ٢٣٧ - الحضارة (الطبعة الثانية)
- ٢٣٨ - فن العولمة
- ٢٣٩ - الأكتاب (اضطراب العصر الحديث)
- ٢٤٠ - في نظرية الرواية
- ٢٤١ - الماضي المشترك بين العرب والغرب
- ٢٤٢ - محمد السيد عبد السلام فبراير ١٩٩٨
- ٢٤٣ - بيل جيت مارس ١٩٩٨
- ٢٤٤ - عبد السلام رضوان ترجمة: د. عبد العزيز حموده أبريل ١٩٩٨
- ٢٤٥ - جوزيف شاخت تأليف: د. حسين مؤنس
- ٢٤٦ - كليفورد بوزورث ترجمة: د. محمد زهير السمهوري
- ٢٤٧ - إحسان صدقى العمد مراجعة: د. شاكر مصطفى
- ٢٤٨ - فؤاد زكريا
- ٢٤٩ - جوزيف شاخت تأليف: د. حسين مؤنس
- ٢٤٩ - كليفورد بوزورث ترجمة: د. حسين مؤنس
- ٢٤٦ - إحسان صدقى العمد مراجعة: د. فؤاد زكريا
- ٢٥٠ - عبد المحسن صالح تأليف: د. دافيد أرنولد
- ٢٥١ - مصطفى إبراهيم فهمي ترجمة: د. هانس بيتر مارتين
- ٢٥٢ - مصطفى إبراهيم فهمي تأليف: د. حسين مؤنس
- ٢٥٣ - هارالد شومان تأليف: د. عدنان عباس علي
- ٢٥٤ - فتح العولمة ترجمة: د. عدنان عباس علي
- ٢٥٥ - مراجعة وتقديم: أ. د. رمزي زكي
- ٢٥٦ - عبد العستان ابراهيم تأليف: د. ديفيد أرنولد
- ٢٥٧ - عبد الملك مرناض تأليف: د. رانيا لـ رانيا
- ٢٥٨ - نبيلة ابراهيم ترجمة: د. فاطمة موسى
- ٢٥٩ - نبيلة ابراهيم مراجعة: د. فاطمة موسى
- ٢٦٠ - نبيلة ابراهيم ترجمة: د. فاطمة موسى

- ٢٤٢ - النصر**
تدور الأرض في المنافق الجافة
- ٢٤٣ - الملامبون بالعقول**
(الطبعة الثانية)
- ٢٤٤ - النظرية الاجتماعية**
من بارسونز إلى هابرماس
- ٢٤٥ - ضرورة العلم**
دراسات في العلم والعلماء
- ٢٤٦ - طرائق الحداثة**
ضد التراثيين الجدد
- ٢٤٧ - الأطفال والإيمان التليفزيوني**
- ٢٤٨ - المسرح في الوطن العربي**
(الطبعة الثانية)
- ٢٤٩ - اخلاق إسرائيل القديمة**
إسكاتات التاريخ الفلسطيني
- ٢٥٠ - تاريخ إيران السياسي بين ثورتين**
(١٩٥٦ - ١٩٧٩)
- ٢٥١ - المدد**
من الحضارات القديمة حتى
عصر الكمبيوتر
- ٢٥٢ - النهضة العربية والنهضة اليابانية**
تشابه المقدمات وأختلاف النتائج
- تأليف: د. محمد عبدالفتاح الفهباش فبراير ١٩٩٩
- تأليف: هربرت شيلر مارس ١٩٩٩
- ترجمة: عبدالسلام رضوان
- تأليف: إيان كريبت أبريل ١٩٩٩
- ترجمة: د. محمد حسين غلوم
- مراجعة: د. محمد عصافور
- تأليف: ماكس بيروتز مايو ١٩٩٩
- ترجمة: وائل أنسى
- د. سامي معصراني
- مراجعة: د. عثمان الحموي
- تأليف: رايموند ويليامز يونيو ١٩٩٩
- ترجمة: فاروق عبد القادر
- تأليف: ماري زين يوليو ١٩٩٩
- ترجمة: عبد الفتاح الصبعي
- تأليف: د. علي الرامي أغسطس ١٩٩٩
- تأليف: كيث وايتلام سبتمبر ١٩٩٩
- ترجمة: د. سحر الهندي
- مراجعة: د. فؤاد زكريا
- تأليف: د. آمال السُّبْكِيٰ أكتوبر ١٩٩٩
- تأليف: جون ماكلشٰ
- ترجمة: د. خضر الأحمد
- د. موفق عبول
- مراجعة: د. عطية عاشور
- تأليف: د. مسعود ضاهر ديسمبر ١٩٩٩

صدر عن هذه السلسلة

- | | | |
|---|--|--|
| <p>٢٠٠٠ يناير</p> <p>٢٠٠٠ فبراير</p> <p>٢٠٠٠ مارس</p> <p>٢٠٠٠ أبريل</p> <p>٢٠٠٠ مايو</p> <p>٢٠٠٠ يونيو</p> <p>٢٠٠٠ يوليو</p> <p>٢٠٠٠ أغسطس</p> <p>٢٠٠٠ سبتمبر</p> <p>٢٠٠٠ أكتوبر</p> <p>٢٠٠٠ نوفمبر</p> <p>٢٠٠٠ ديسمبر</p> <p>٢٠٠١ فبراير</p> | <p>تأليف : فرانك كيلش
ترجمة : حسام الدين زكريا
مراجعة : عبد السلام رضوان</p> <p>تأليف : كارل ساجان
ترجمة : د. شهرت العالم
مراجعة : حسين بيومي</p> <p>تأليف : د. مصطفى ناصف</p> <p>تأليف : فيليب تايلور
ترجمة : سامي خشبة</p> <p>تأليف : د. حازم البلاوي</p> <p>تأليف : جلين ويلسون
ترجمة : د. شاكر عبد الحميد
مراجعة : د. محمد عنانى</p> <p>تأليف : آر. إيه. يوكاتان
ترجمة : شوقي جلال</p> <p>تأليف : توبى هف
ترجمة : د. محمد عصفور</p> <p>تأليف : جون كينيث جالبريث
ترجمة : أحمد فؤاد بلع
تقديم : إسماعيل صريي عبد الله</p> <p>تأليف : دانييل جولمان
ترجمة : ليلى الجبالي
مراجعة : محمد يونس</p> <p>تأليف : فلوريان كولمان
ترجمة : د. أحمد عوض
مراجعة : عبد السلام رضوان</p> <p>تأليف : د. يمني طريف المخولي</p> <p>تأليف : د. نبيل علي</p> <p>تأليف : كاتي كوب
هارولد جولد وايت
ترجمة : د. فتح الله الشيخ
مراجعة : شوقي جلال</p> | <p>٤٥٣ - ثورة الإنفوميديا
الوسائل المعلوماتية
وكيف تغير عالمنا وحياته؟</p> <p>٤٥٤ - كوكب الأرض: نقطة رزقاً، باهنة
رؤبة لمستقبل الإنسان في الفضاء</p> <p>٤٥٥ - النقد العربي
نحو نظرية ثانية</p> <p>٤٥٦ - قصف العقول
الدعابة للعرب منذ العالم</p> <p>٤٥٧ - القديم حتى العصر التلوبي
النظام الاقتصادي
الدولي المعاصر</p> <p>٤٥٨ - من نهاية المغرب العالمية الثانية
إلى نهاية المغرب الباردة</p> <p>٤٥٩ - سيكولوجية فتن الأداء</p> <p>٤٦٠ - الآلة قوة وسلطة
التكنولوجيا والإنسان
منذ القرن ١٧ حتى الوقت الحاضر</p> <p>٤٦١ - فجر العلم الحديث</p> <p>٤٦٢ - تاريخ الفكر الاقتصادي
الماضي صورة الحاضر</p> <p>٤٦٣ - الذكا، العاطفي</p> <p>٤٦٤ - اللغة والاقتصاد</p> <p>٤٦٤ - فلسفة العلم في القرن العشرين
الأصول - الحصاد - الآفاق المستقبلية</p> <p>٤٦٥ - الثقافة العربية وعصر المعلومات
رؤبة لمستقبل الخطاب الثقافي العربي</p> <p>٤٦٦ - إبداعات النار
تاريخ الكتباء، الشير
من السيماء إلى العصر الذي</p> |
|---|--|--|

- | | |
|--|--|
| <p>تأليف: د. شاكر عبد الحميد مارس ٢٠٠١</p> <p>تأليف: باتريك سميث ترجمة: سعد زهران أبريل ٢٠٠١</p> <p>تأليف: راسل جاكوبى ترجمة: فاروق عبدالقادر مايو ٢٠٠١</p> <p>تأليف: ميشيلو كاكر ترجمة: د. سعد الدين خرفان يونيو ٢٠٠١</p> <p>تأليف: دانييل بورشاين أرنيه دي كيرا ترجمة: شوقي جلال</p> <p>تأليف: د. عبد العزير حمودة</p> | <p>٢٦٧ - التفضيل الجمالي دراسة في سيميولوجية التذوق الفنى</p> <p>٢٦٨ - البابان رؤية جديدة</p> <p>٢٦٩ - نهاية اليوتوبى السياسة والثقافة في زمن اللامبالاة</p> <p>٢٧٠ - روى مستقبلية كيف سيغير العلم حياتنا في القرن الواحد والعشرين</p> <p>٢٧١ - التبن الأكبر الصين في القرن الواحد والعشرين</p> <p>٢٧٢ - المرايا المقررة نحو نظرية نقدية عربية</p> <p>٢٧٣ - ما العولمة الاقتصاد العالمي وإمكانات التحكم</p> <p>٢٧٤ - الآلا - الآخر ازدواجية الفن التشكيلي</p> <p>٢٧٥ - الجنون السيرة الذاتية لل النوع البشري</p> <p>٢٧٦ - الثقافة العربية وعصر المعلومات (رؤية لمستقبل الخطاب الثقافي العربي)</p> <p>٢٧٧ - هنا هو علم البيولوجيا (دراسة في ماهية الحياة والأحياء)</p> <p>٢٧٨ - عصور الأدب الألماني (تحولات الواقع ومسارات التجديد)</p> <p>٢٧٩ - الإبهام في شعر المداثنة (العوامل والظواهر وأليات التأويل)</p> <p>٢٨٠ - الحكمة الضائعة الإبداع والاضطراب النفسي والمجتمع</p> <p>٢٨١ - تاريخ الطب من فن المداواة إلى علم التشخيص</p> <p>٢٨٢ - المغرافيا السياسية لعلمانا المعاصر(ج ١) تأليف: بيتر تيلور الاقتصاد العالمي، الدولة القومية، محليات</p> |
| <p>٢٠٠١ سبتمبر</p> <p>٢٠٠١ أكتوبر</p> <p>٢٠٠١ نوفمبر</p> <p>٢٠٠١ ديسمبر</p> <p>٢٠٠٢ يناير</p> <p>٢٠٠٢ فبراير</p> <p>٢٠٠٢ مارس</p> <p>٢٠٠٢ أبريل</p> <p>٢٠٠٢ مايو</p> <p>٢٠٠٢ يونيو</p> | <p>ترجمة: جراهام طومسون</p> <p>ترجمة: د. فالح عبد الجبار</p> <p>تأليف: د. صالح سعد</p> <p>تقديم: د. شاكر عبد الحميد</p> <p>تأليف: مات ردلي</p> <p>ترجمة: د. مصطفى إبراهيم فهمي</p> <p>تأليف: د. نبيل علي</p> <p>تأليف: إرنست مایر</p> <p>ترجمة: د. عفيفي محمود عفيفي</p> <p>تأليف: باريارا باومان</p> <p>ترجمة: د. هدى شريف</p> <p>مراجعة: د. عبدالغفار مكاوي</p> <p>تأليف: د. عبد الرحمن محمد القعدد</p> <p>تأليف: د. عبدالستار إبراهيم</p> <p>تأليف: جان شارل سورنيا</p> <p>ترجمة: د. إبراهيم البجلاتي</p> <p>تأليف: بيتر تيلور</p> <p>ترجمة: عبد السلام رضوان</p> <p>د. إسحق عبيد</p> |

- | | | | |
|------|--------------|---|---|
| ٢٠٠٢ | يوليو | تأليف: بيتر تيلور
كولن فللت
ترجمة: عبد السلام رضوان
د. إسحق عبيد | ٢٤٣- المخابرات العالمية لعانيا العاصر(ج ٢)
الاقتصاد العالمي، الدولة القومية،
المحليات |
| ٢٠٠٢ | أغسطس | تأليف: فاروق خورشيد | ٢٤٤- أديب الأسطورة عند العرب
جذور التفكير وأصالحة الإبداع |
| ٢٠٠٢ | سبتمبر | تأليف: د. أسامة الخولي | ٢٤٥- البيئة وقضايا التنمية والتكنولوجيا
دراسات حول الواقع البيني
في الوطن العربي |
| ٢٠٠٢ | أكتوبر | تأليف: أنطونи جيدنز | ٢٤٦- بعيدا عن اليسار واليمين
مستقبل السياسات الراديكالية |
| ٢٠٠٢ | نوفمبر | ترجمة: شوقي جلال
تأليف: كريستن غبل | ٢٤٧- المخ البشري
مدخل إلى دراسة السيكلولوجيا والسلوك |
| ٢٠٠٢ | ديسمبر | ترجمة: د. عاطف أحداد
تأليف: دونالد جولدسميث | ٢٤٨- البحث عن حياة على المريخ
الصفرة المريخية ولغز الحياة |
| ٢٠٠٢ | يناير | ترجمة: د. إيهاب عبدالرحيم محمد
تأليف: د. شاكر عبدالحميد | ٢٤٩- الفكاهة والضمحك
روقة جديدة |
| ٢٠٠٣ | فبراير | تأليف: د. محمد قاسم عبدالله | ٢٥٠- سكولولوجية الذاكرة
قضايا وتجاهات حديثة |
| ٢٠٠٣ | مارس | تأليف: ستيفن هوكنج | ٢٥١- اللكون في قشرة جوز
شكل جديد للكون |
| ٢٠٠٣ | أبريل - مايو | ترجمة: مصطفى إبراهيم فهسي
تأليف: كارل بوبر | ٢٥٢- أسطورة الإطار
في دفاع عن العلم والعقلانية |
| ٢٠٠٣ | يونيو | تحرير: مارك آ. نوترو
ترجمة: د. يمني طريف الخولي
تأليف: د. وائل أبو هندي | ٢٥٣- الوساوس القهري
من منظور عربي إسلامي |
| ٢٠٠٣ | يوليو | تأليف: د. موسى الخلف | ٢٥٤- العصر الجيولوجي
استراتيجيات المستقبل البشري |
| ٢٠٠٣ | أغسطس | تأليف: هانس بيتر مارتين
وهارالد شومان | ٢٥٥- فتح العولمة
الاعتناء على الديموقراطية والرفاهية
(طبعة ثانية) |
| ٢٠٠٣ | سبتمبر | ترجمة وتقديم: د. عدنان عباس علي
مراجعة وتقديم: د. رمزي زكي | ٢٥٦- المقدمات التاريخية للعلم الحديث
من الإغريق القدماء إلى عصر النهضة |
| ٢٠٠٣ | أكتوبر | تأليف: توماس جولدشتاين
تصدير: إيزاك أسيموروف | ٢٥٧- الكتاب في العالم الإسلامي
الكلمة المكتوبة كوسيلة للاتصال
في منطقة الشرق الأوسط |
| ٢٠٠٣ | نوفمبر | ترجمة: أحمد حسان عبدالواحد
تحرير: جورج عطية | ٢٥٨- المتروج من النبه
دراسة في سلطة النص |

هل يحتاج العلم إلى لغة عالمية؟

- ٢٠٠٣ - دسمبر - يناير ٢٠٠٤ - تأليف: د. مجدي حماد
٢٠٠٤ - فبراير ٢٠٠٤ - تأليف: إيمانويل فرس
٢٠٠٤ - مارس ٢٠٠٤ - ترجمة: د. لطيف زينوني
٢٠٠٤ - أبريل ٢٠٠٤ - ترجمة: د. مصطفى محمود محمد
٢٠٠٤ - مايو ٢٠٠٤ - تأليف: فريتس شيبات
٢٠٠٤ - يونيو ٢٠٠٤ - ترجمة: د. عبد القفار مكاوي
٢٠٠٤ - يوليو ٢٠٠٤ - تأليف: د. م. يعيي وزيري
٢٠٠٤ - يوليو ٢٠٠٤ - تأليف: دونالد ر. هيل
٢٠٠٤ - أغسطس ٢٠٠٤ - ترجمة: د. أحمد فؤاد باشا
٢٠٠٤ - سبتمبر ٢٠٠٤ - تأليف: د. ليتنا جين شيفرد
٢٠٠٤ - سبتمبر ٢٠٠٤ - ترجمة: د. يمنى طريف الحولي
٢٠٠٤ - أكتوبر ٢٠٠٤ - تأليف: كولن كاميبل (وآخرين)
٢٠٠٤ - نوفمبر ٢٠٠٤ - ترجمة: د. عدنان عباس علي
٢٠٠٤ - ديسمبر ٢٠٠٤ - تأليف: ج. جينيفر سكيرس
٢٠٠٥ - ديسمبر ٢٠٠٥ - تأليف: ج. تيموز روبرتس
٢٠٠٥ - فبراير ٢٠٠٥ - ترجمة: سمر الشيشكلي
٢٠٠٥ - فبراير ٢٠٠٥ - تأليف: ج. تيموز روبرتس
٢٠٠٥ - مارس ٢٠٠٥ - ترجمة: سمر الشيشكلي
٢٠٠٥ - مارس ٢٠٠٥ - مراجعة: محمود ماجد عمر
٢٠٠٥ - يناير ٢٠٠٥ - تأليف: د. شاكر عبدالحميد
٢٠٠٥ - فبراير ٢٠٠٥ - تأليف: ريتشارد إي نسبت
٢٠٠٥ - مارس ٢٠٠٥ - تأليف: د. أكرم زيدان
٢٠٠٥ - أبريل ٢٠٠٥ - تأليف: إ. إ. راسبي
٢٠٩٩ - جامعة الدول العربية
٢٠٩٩ - مدخل إلى المستقبل
٢٠٩٩ - تقاضياً أدبية عامة
٢٠٩٩ - آفاق جديدة في نظرية الأدب
٢٠١١ - مستقبل الفلسفة في القرن الواحد تحرير: أوليفير ليمان
٢٠١١ - والعشرين
٢٠١١ - مراجعة: د. رمضان بسطاويسي
٢٠١١ - تأليف: فريتس شيبات
٢٠١١ - ترجمة: د. عبد القفار مكاوي
٢٠١١ - تأليف: أمارتيا صن
٢٠١١ - ترجمة: شوقي جلال
٢٠١١ - مؤسسات حرّة وإنسان متّحّر من الجهل
٢٠١١ - والمرض والفقر
٢٠١١ - العصارة الإسلامية والبيئة
٢٠١١ - الرواقد التي شكلت التعبير الإسلامي
٢٠١١ - العلوم والهندسة في الحضارة الإسلامية
٢٠١١ - لبناء أساسية في صرح الحضارة الإنسانية
٢٠١١ - آثرية العلم
٢٠١١ - العلم من منظور الفلسفة النسوية
٢٠١١ - نهاية عصر البترول
٢٠١١ - التدابير الضرورية لمواجهة المستقبل
٢٠١١ - الثقافة الحضرية في مدن الشرق
٢٠١١ - استكشاف المحيط الداخلي للمنزل
٢٠١١ - من الحداثة إلى العولمة (ج ١)
٢٠١١ - رؤى ووجهات نظر في قضية التطور
٢٠١١ - والتغيير الاجتماعي
٢٠١١ - من الحداثة إلى العولمة (ج ٢)
٢٠١١ - رؤى ووجهات نظر في قضية التطور
٢٠١١ - والتغيير الاجتماعي
٢١١ - عصر الصورة
٢١١ - السليميات والإيجابيات
٢١٢ - جغرافية الفكر
٢١٢ - كيف يفكّر الغربيون والآسيويون
٢١٢ - على نحو مختلف.. ولماذا؟
٢١٢ - سيكولوجية المقام
٢١٢ - التشخيص والتنبؤ والعلاج
٢١٤ - البحر والتاريخ
٢١٤ - تحديات الطبيعة واستجابات البشر

صدر عن هذه السلسلة

- ٣١٥ - التاريخ الاجتماعي للوسائل من غتنبرغ إلى الإنترنت
- ٣١٦ - أخلاقيات العلم مدخل
- ٣١٧ - الجغرافيا الثقافية أهمية الجغرافيا في تفسير الظواهر الإنسانية
- ٣١٨ - الفجوة الرقمية رؤية عربية لمجتمع المعرفة
- ٣١٩ - المجتمع العربي الإسلامي الحياة الاقتصادية والاجتماعية
- ٣٢٠ - تاريخ الملحق في العالم الإمبراطوريات، المعتقدات، ثورات الشعوب، والاقتصاد العالمي
- ٣٢١ - الطاقة للجميع كيف ستغير ثورة الطاقة أسلوبنا في الحياة
- ٣٢٢ - الحفاظ على التراث الثقافي نحو مدرسة عربية للحفاظ على التراث الثقافي وإدارته
- ٣٢٣ - هل نحن بلا نظير؟ عالم يستكشف الذكاء، الفريد للعقل البشري
- ٣٢٤ - الأداب السلطانية دراسة في بنية وثوابط الخطاب السياسي
- ٣٢٥ - في نشأة اللغة من إشارة اليد إلى نطق الفم
- ٣٢٦ - سيمكولوجية العلاقات بين الجماعات قضايا في الهوية الاجتماعية وتصنيف الذات
- ٣٢٧ - من الذرة إلى الكوارك نحو ثقافة علمية متقدمة لمواكبة علوم العصر وفلسفتها
- ٣٢٨ - الثقافة والمعرفة البشرية دراسة مقارنة بين أطفال البشر والرئيسات
- ٣٢٩ - نحو شركات خضراء مسؤولة مؤسسات الأعمال نحو الطبيعة
- تأليف: بيتر بوروك - آسا بريغز ٢٠٠٥ مايو ترجمة: مصطفى محمد قاسم
تأليف: ديفيد ب. روزنبل ٢٠٠٥ يونيو ترجمة: د. عبد النور عبدالatum
مراجعة: د. يمني طريف الخولي
تأليف: مايك كرانغ ٢٠٠٥ يوليو ترجمة: د. سعيد منتاق
- ٢٠٠٥ أغسطس تأليف: د. نبيل علي
د. نادية حجازي
٢٠٠٥ سبتمبر تأليف: د. الحبيب الجنحاني
- ٢٠٠٥ أكتوبر تأليف: مارك كيرلانسكي
ترجمة: أحمد حسن مغربي
- ٢٠٠٥ نوفمبر تأليف: فيجاي ف. فيتسواران
ترجمة: د. إيهاب عبدالرحيم
مراجعة: د. عاطف أحمد
تأليف: د. م. جمال عليان
- ٢٠٠٦ يناير تأليف: جيمس تريفيل
ترجمة: نبيل الموسوي
- ٢٠٠٦ فبراير تأليف: د. عز الدين العلام
- ٢٠٠٦ مارس تأليف: مايكيل كورياليس
ترجمة: محمود ماجد عمر
تأليف: د. أحمد زايد
- ٢٠٠٦ مايو تأليف: سام تريمان
ترجمة: د. أحمد فؤاد باشا
- ٢٠٠٦ يونيو تأليف: ميشيل توماسيللو
ترجمة: شوقي جلال
تأليف: د. ليزا ه. نيوتن
ترجمة: د. إيهاب عبدالرحيم

- | | | |
|---------------------------|---|--|
| <p>٢٠٠٦</p> <p>أغسطس</p> | <p>تأليف: د. محمد طه</p> | <p>٣٣٠ - الذكاء الإنساني</p> <p>اتجاهات معاصرة وقضايا نقدية</p> |
| <p>٢٠٠٦</p> <p>سبتمبر</p> | <p>تأليف: د. وهب رومية</p> | <p>٣٣١ - الشعر والنقد</p> <p>من التشكيل إلى الرواية</p> |
| <p>٢٠٠٦</p> <p>أكتوبر</p> | <p>تأليف: مايكل زيرمان</p> <p>ترجمة: معين رومية</p> | <p>٣٣٢ - الفلسفة البيئية</p> <p>من حقوق الحيوان إلى</p> <p>الإيكولوجيا الجذرية (١)</p> |
| <p>٢٠٠٦</p> <p>نوفمبر</p> | <p>تأليف: مايكل زيرمان</p> <p>ترجمة: معين رومية</p> | <p>٣٣٣ - الفلسفة البيئية</p> <p>من حقوق الحيوان إلى</p> <p>الإيكولوجيا الجذرية (٢)</p> |
| <p>٢٠٠٦</p> <p>ديسمبر</p> | <p>تأليف: رونالد أرونسون</p> <p>ترجمة: شوقي جلال</p> | <p>٣٣٤ - كامي وسارت</p> |
| <p>٢٠٠٧</p> <p>يناير</p> | <p>تأليف: هورست أفيبلد</p> <p>ترجمة: د. عدنان عباس على</p> | <p>٣٣٥ - اقتصاد يهدى فقراً</p> <p>التحول من دولة التكافل الاجتماعي</p> <p>إلى المجتمع المنقسم على نفسه</p> |
| <p>٢٠٠٧</p> <p>فبراير</p> | <p>تأليف: نورينا هيرتس</p> <p>ترجمة: صدقى خطاب</p> | <p>٣٣٦ - السيطرة الصامتة</p> <p>الرأسمالية العالمية</p> <p>وموت الديموقراطية</p> |
| <p>٢٠٠٧</p> <p>مارس</p> | <p>تأليف: باربرا ويتر</p> <p>ترجمة: د. محمود يوسف عمران</p> | <p>٣٣٧ - الأنماط الثقافية للعنف</p> |
| <p>٢٠٠٧</p> <p>أبريل</p> | <p>تحرير: جون هارتلبي</p> <p>ترجمة: بدر السيد سليمان الرفاعي</p> | <p>٣٣٨ - الصناعات الإبداعية</p> <p>كيف تنتج الثقافة في عالم</p> <p>التكنولوجيا والعلوقة؟ (١)</p> |
| <p>٢٠٠٧</p> <p>مايو</p> | <p>تحرير: جون هارتلبي</p> <p>ترجمة: بدر السيد سليمان الرفاعي</p> | <p>٣٣٩ - الصناعات الإبداعية</p> <p>كيف تنتج الثقافة في عالم</p> <p>التكنولوجيا والعلوقة؟ (٢)</p> |
| <p>٢٠٠٧</p> <p>يونيو</p> | <p>تأليف: بربان فاغان</p> <p>ترجمة: د. مصطفى فهمي</p> | <p>٣٤٠ - الصيف الطويل</p> <p>دور المناخ في تغيير الحضارة</p> |
| <p>٢٠٠٧</p> <p>يونيو</p> | <p>تحرير: ديفيد إنغلزير - جون هفسون</p> <p>ترجمة: د. ليلى الموسوي</p> | <p>٣٤١ - سوبسيولوجيا الفن</p> <p>طرق للرؤية</p> |
| <p>٢٠٠٧</p> <p>أغسطس</p> | <p>تأليف: جون جوزيف</p> <p>ترجمة: د. عبدالنور خراقي</p> | <p>٣٤٢ - اللغة والهوية</p> <p>قومية - إثنية - دينية</p> |
| <p>٢٠٠٧</p> <p>سبتمبر</p> | <p>تأليف: جون ر. سيرل</p> | <p>٣٤٣ - العقل</p> <p>مدخل موجز</p> |
| <p>٢٠٠٧</p> <p>أكتوبر</p> | <p>ترجمة: أ.د. ميشيل حنا متias</p> <p>تحرير: جون هيلز - جوليان</p> <p>لورغان - ديفيد بيباشو</p> | <p>٣٤٤ - الاستبعاد الاجتماعي</p> <p>معاملة للثمن</p> |
| <p>٢٠٠٧</p> <p>نوفمبر</p> | <p>ترجمة وتقديم: أ.د. محمد الجوهرى</p> <p>تأليف: مجدى حماد</p> | <p>٣٤٥ - جامعة الدول العربية</p> <p>مدخل إلى المستقبل (طبعة ثانية)</p> |

صدر عن هذه السلسلة

- ٣٤٦ - التنوير الآتي من الشرق
 (اللقاء بين الفكر الآسيوي
 والفكر الغربي)
 ٣٤٧ - علم الاجتماع الآلي
 (مقاربة في علم الاجتماع العربي
 والاتصال عبر الحاسوب)
 ٣٤٧ - المخالفة المذهبية
 ٣٤٨ - الثقافة
 (التفسير الأنثربولوجي)
 ٣٥٠ - فلسفة الكواكب
 (فهم العلم المعاصر وتأويله)
 ٣٥١ - سبيكلولوجيا المال
 (هوس الشراء وأمراض الشروة)
 ٣٥٢ - الهرة والعنف
 (وهم المصير المحتوم)
 ٣٥٣ - جنونة الدماغ
 ٣٥٤ - العولمة والثقافة
 (غيرتنا الاجتماعية
 عبر الزمان والمكان)
 ٣٥٥ - أنماط الرواية العربية الجديدة
 ٣٥٦ - أخلاقيات العناية
 ٣٥٧ - إمبراطورية الشروة
 التاريخ الملحمي للقوة الاقتصادية
 الأمريكية (الجزء الأول)
 ٣٥٨ - إمبراطورية الشروة
 التاريخ الملحمي للقوة الاقتصادية
 الأمريكية (الجزء الثاني)
 ٣٥٩ - الفيل والقنين
 صعود الهند والصين ودلالة ذلك لنا جميعا
 ٣٦٠ - الميلاد
 من الكهف إلى الواقع الافتراضي
 ٣٦١ - المدخل
 ٣٦٢ - السلطوية في التربية العربية
 ٣٦٣ - منظور جديد للقرآن والتثاؤب
- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--|------|-----------------------------------|------|------------------------------------|------|-------------------------|------|--|------|--|------|----------------------|------|---------------------------------------|------|---|------|--|------|--|------|------------------------|------|---|------|---|------|--|------|--------------------------|------|---|------|--|
| ٢٠٠٧ | تأليف: جي. جي. كلارك
ترجمة: شوقي جلال | ٢٠٠٨ | تأليف: د. علي محمد رحومة
يناير | ٢٠٠٨ | تأليف: خالد أحمد الزعيري
فبراير | ٢٠٠٨ | تأليف: آدم كوبر
مارس | ٢٠٠٨ | ترجمة: تراجي فتحي
مراجعة: د. ليلى الموسوي | ٢٠٠٨ | تأليف: رولان أومنيس
ترجمة: أ.د. أحمد فؤاد باشا
أ.د. هنفي طريف الخولي | ٢٠٠٨ | تأليف: د. أكرم زيدان | ٢٠٠٨ | تأليف: أمارتها صن
ترجمة: سعر توفيق | ٢٠٠٨ | تأليف: ميليسا هابيز
ترجمة: د. ليلى الموسوي | ٢٠٠٨ | تأليف: د. جون توماينسن
ترجمة: د. إيهاب عبدالرحيم محمد | ٢٠٠٨ | تأليف: د. شكري عزيز الماضي
ترجمة: فيرجينيا هيلد | ٢٠٠٨ | ترجمة: ميشيل هنا متياس | ٢٠٠٨ | تأليف: جون ستيل جوردون
ترجمة: محمد مجد الدين باكير | ٢٠٠٨ | تأليف: جون ستيل جوردون
ترجمة: محمد مجد الدين باكير | ٢٠٠٩ | تأليف: روبين ميريديث
ترجمة: شوقي جلال | ٢٠٠٩ | تأليف: د. شاكر عبدالحسيد | ٢٠٠٩ | تأليف: داي كروزير
ترجمة: أ.د. معتز سيد عبدالله | ٢٠٠٩ | تأليف: د. يزيد السورطي
تحرير: سيفين بي جنكينز
جون مايكلايت
ترجمة: بدر الرفاعي |
|------|--|------|-----------------------------------|------|------------------------------------|------|-------------------------|------|--|------|--|------|----------------------|------|---------------------------------------|------|---|------|--|------|--|------|------------------------|------|---|------|---|------|--|------|--------------------------|------|---|------|--|

هل يحتاج العلم إلى لغة عالمية؟

- | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| يونيو ٢٠٠٩ | يونيو ٢٠٠٩ |
| | | | | | |
| أغسطس ٢٠٠٩ | سبتمبر ٢٠٠٩ | أكتوبر ٢٠٠٩ | نوفمبر ٢٠٠٩ | ديسمبر ٢٠٠٩ | يناير ٢٠١٠ |
| | | | | | |
| فبراير ٢٠١٠ | مارس ٢٠١٠ | أبريل ٢٠١٠ | مايو ٢٠١٠ | يونيو ٢٠١٠ | يونيو ٢٠١١ |
| | | | | | |
- ٣٦٤ - حكمة الغرب - الجزء الأول (ط٢)
عرض تاريخي للفلسفة الغربية
في إطارها الاجتماعي والسياسي
- ٣٦٥ - حكمة الغرب - الجزء الثاني (ط٢)
الفلسفة الحديثة والمعاصرة
- ٣٦٦ - التلامس الحضاري الإسلامي -
الأوروبي
- ٣٦٧ - الطرق إلى الخداعة
التنوير البريطاني والتنوير
الفرنسي والتنوير الأمريكي
- ٣٦٨ - الأدب الفارسي
منذ عصر الجامي وحتى أيامنا
- ٣٦٩ - العقل العربي ومجتمع المعرفة (ج١)
مظاهر الأزمة ومقترحات بالحلول
- ٣٧٠ - العقل العربي ومجتمع المعرفة (ج٢)
مظاهر الأزمة واقتراحات بالحلول
- ٣٧١ - انهيار الرأسمالية
أسباب إخفاق اقتصاد السوق
المعروفة من القبور
- ٣٧٢ - لماذا العلم؟
- ٣٧٣ - النموذج الترويجي
إدارة المصادر البيترولية
- ٣٧٤ - تكنولوجيا النانو
من أجل غد أفضل
- ٣٧٥ - بقعة الذات
براغماتية بلا قيود
- ٣٧٦ - التوحد بين العلم والخيال
- ٣٧٧ - أوديسا التعددية الثقافية (ج١)
سير السياسات الدولية الجديدة
في التوع

صدر عن هذه السلسلة

- | | | | |
|------|--------|--|--|
| ٢٠١١ | يوليه | تأليف: ويل كيميلكا
ترجمة: د. إمام عبد الفتاح
العنوان: د. عبد الحميد الجزار
محمد عبد النعم سقر | ٣٧٨ - أوديسا العددية الثقافية (ج ٢)
سر السياسات الدولية الجديدة في التوعي |
| ٢٠١١ | أغسطس | تأليف: د. سليمان الشطي | ٣٧٩ - الإشعاع الذري واستخداماته السلمية |
| ٢٠١١ | سبتمبر | تحرير: فرانشيسكو خافير كاربيللو أكتوبر ٢٠١١
ترجمة: د. خالد علي يوسف
مراجعة: د. عمرو عبد الرحمن طيبة
م. محمد سيد محمد فرسى | ٣٨٠ - العلاقات وعيون العصر |
| ٢٠١١ | نوفمبر | تأليف بربان باري
ترجمة: كمال المصري | ٣٨١ - مدن المعرفة
المداخل والخبرات والرؤى |
| ٢٠١١ | ديسمبر | تأليف بربان باري
ترجمة: كمال المصري | ٣٨٢ - الثقافة والمساواة (ج ١)
نقد مساواتي للعددية الثقافية |
| ٢٠١٢ | يناير | تأليف: د. شاكر عبد الحميد | ٣٨٣ - الثقافة والمساواة (ج ٢)
نقد مساواتي للعددية الثقافية |
| ٢٠١٢ | فبراير | تأليف: بيتر جي كاتزشتاين
ترجمة: فاضل جنكيز | ٣٨٤ - الفرادة
المفهوم ومجملاته في الأدب |
| ٢٠١٢ | مارس | تأليف: آرثر آسا بيرغر
ترجمة: د. صالح عليل أبواصبع | ٣٨٥ - الحضارات في السياسة العالمية
ووجهات نظر جمعية وتحذيفية |
| ٢٠١٢ | أبريل | تأليف: ديفيد جونستون
ترجمة: مصطفى ناصر | ٣٨٦ - وسائل الإعلام والمجتمع
وجهة نظر نقديّة |
| ٢٠١٢ | مايو | تأليف: جيمس نقولوك
ترجمة: د. سعد الدين خرفان | ٣٨٧ - اختصار تاريخ العدالة |
| ٢٠١٢ | يونيو | تأليف: جون غرين
ترجمة: شوقي جلال | ٣٨٨ - وجه غايا الملائكي |
| ٢٠١٢ | يوليه | تأليف: جون غرين
ترجمة: شوقي جلال | ٣٨٩ - تاريخ العلم ١٥٤٣ - ٢٠١١ (ج ١) |
| ٢٠١٢ | سبتمبر | تأليف: أ. د. عبد النعم مصطفى المقر
تأليف: د. موفق رياض مقدادي | ٣٩٠ - تاريخ العلم ١٥٤٣ - ٢٠١١ (ج ٢) |
| ٢٠١٢ | أكتوبر | تأليف: توماس هابيلاند إريكسن
ترجمة: د. لاهي عبد الحسين | ٣٩١ - الانبعاث الكاتني والاحتباس الحراري |
| ٢٠١٢ | نوفمبر | تأليف: أعربي بلاك
ترجمة: د. فؤاد عبد المطلب | ٣٩٢ - البيئي الحكائية
في أدب الأطفال العربي الحديث |
| ٢٠١٢ | ديسمبر | تحرير: أومنا ناريان
ساندرا هارونغ
ترجمة: د. يحيى طريف الطولوي | ٣٩٣ - العرقية والقومية
وجهات نظر انزويولوجية |
| ٢٠١٢ | ديسمبر | | ٣٩٤ - العرب والإسلام |
| | | | ٣٩٥ - الدين والفكر السياسي في التاريخ العالمي |
| | | | ٣٩٦ - نفس مرکبة المركز * |
| | | | ٣٩٧ - الفلسفة من أجل عالم متعدد الثقافات |
| | | | بعد - استعمارى ونسوى |

- | | | | |
|-----|-------------|---|---|
| ٣٩٦ | يناير ٢٠١٣ | تعريب: أوما ناريان
ساندرا هاردنغ
ترجمة: د. يحيى طريف الخولي | لنفس مركزية المركز (ج ٢)
الفلسفة من أجل عالم متعدد الثقافات
بعد - استعماري ونسوي |
| ٣٩٧ | فبراير ٢٠١٣ | تأليف: د. ورويوك موراي
ترجمة: د. سعيد متقال | خطابات العولمة
الراحة في تحديات العولمة الاقتصادية
والسياسية والثقافية |
| ٣٩٨ | مارس ٢٠١٣ | تأليف: د. ماجدة حمود | إشكالية الآنا والأآخر
في الرواية العربية |
| ٣٩٩ | أبريل ٢٠١٣ | تأليف: ميشيو كاكو
ترجمة: سعد الدين طرفاي | طريق المستحيل |
| ٤٠٠ | مايو ٢٠١٣ | تأليف: إي آتش عموريتش
ترجمة: د. ليهال الخطيب
مراجعة: د. عبدالله حديقة | مختصر تاريخ العالم |
| ٤٠١ | يونيو ٢٠١٣ | تأليف: مايكيل دينيسون
ترجمة: أسامة الفزولي | الثقافة في عصر العولمة الثالثة |
| ٤٠٢ | يونيو ٢٠١٣ | تأليف: د. مصطفى عبد الغني | المسرح الشعري العربي
الأزمة والمستقبل |
| ٤٠٣ | أكتوبر ٢٠١٣ | تأليف: ريتشارد نيد ليبو
ترجمة: د. ايهام عبد الرحيم علي | لماذا تتعارب الأمم؟
د الواقع العربي في الماضي والمستقبل |
| ٤٠٤ | سبتمبر ٢٠١٣ | تأليف: دنكان بريتشارد
ترجمة: مصطفى ناصر | ما المعرفة؟ |
| ٤٠٥ | أكتوبر ٢٠١٣ | تأليف: فيكتورس وايت
ترجمة: سعيد توفيق | السعادة |
| ٤٠٦ | نوفمبر ٢٠١٣ | مؤلف مشكلة اللاجئين الفلسطينيين (ج ١)
تأليف: بيبي موريس
ترجمة: أ. د. عماد عواد | مؤلف مشكلة اللاجئين الفلسطينيين (ج ٢)
تأليف: بيبي موريس
ترجمة: أ. د. عماد عواد |
| ٤٠٧ | ديسمبر ٢٠١٣ | مؤلف مشكلة اللاجئين الفلسطينيين (ج ٢)
تأليف: جيروم كيلمان | الثقافات الثلاث |
| ٤٠٨ | يناير ٢٠١٤ | العلوم الطبيعية والاجتماعية والإنسانيات
ترجمة: د. صديق محمد جوهر | العلوم الطبيعية والاجتماعية والإنسانيات
ترجمة: د. صديق محمد جوهر |
| ٤٠٩ | فبراير ٢٠١٤ | تأليف: أروند أبراهيميان
ترجمة: مجدي صبحي | تاريخ إيران الحديثة |

- | | | |
|--|--|---|
| <p>٤١٠ - أفريقيا والتحدي</p> <p>٤١١ - مدار الفوضى</p> <p>٤١٢ - العضارة ومضامينها</p> <p>٤١٣ - السياسة الدينية والدول العلمانية</p> <p>٤١٤ - الأخلاقيات والعرب</p> <p>٤١٥ - الفيض (ج ١)</p> <p>٤١٦ - الفيض (ج ٢)</p> <p>٤١٧ - عصور نهضة أخرى</p> <p>٤١٨ - مشروع الديموقراطية</p> <p>٤١٩ - هل يحتاج العلم إلى لغة عالمية؟</p> <p>٤٢٠ - انتقام الجغرافيا</p> <p>٤٢١ - فكرة حقوق الإنسان</p> <p>٤٢٢ - أمة من العباقة</p> <p>٤٢٣ - المستقبل (الجزء الأول)</p> | <p>تأليف: وانغاري ماتي
ترجمة: أشرف محمد كيلاني</p> <p>تأليف: كريستيان بارينتي
ترجمة: د. سعد الدين خرقان</p> <p>تأليف: بروس هازلبيش
ترجمة: د. عبد النور خراقني</p> <p>تأليف: سكوت هيبارد
ترجمة: الأعمى صالح كريم</p> <p>تأليف: ديفيد فيشر
ترجمة: أ. د. عماد عواد</p> <p>تأليف: ديفيد كوامن
ترجمة: د. مصطفى إبراهيم فهمي</p> <p>تأليف: ديفيد كولمن
ترجمة: د. مصطفى إبراهيم فهمي</p> <p>تحرير: شيلجن، تشو، غيلمان
ترجمة: د. علاء الدين محمود</p> <p>تأليف: ديفيد غربير
ترجمة: أسامة الغزولي</p> <p>تأليف: مسكتون، مونتغمري
ترجمة: د. فؤاد عبد المطلب</p> <p>تأليف: روبرت د. كابلان
ترجمة: د. إيهاب عبد الرحمن</p> <p>تأليف: تشارلز أر. بيترز
ترجمة: شوقي جلال</p> <p>تأليف: أنجيلا سايني
ترجمة: طارق راهد عليان</p> <p>تأليف: آن غور
ترجمة: د. عدنان جرجس</p> | <p>مارس ٢٠١٤</p> <p>أبريل ٢٠١٤</p> <p>مايو ٢٠١٤</p> <p>يونيو ٢٠١٤</p> <p>يوليو ٢٠١٤</p> <p>القدس ٢٠١٤</p> <p>سبتمبر ٢٠١٤</p> <p>أكتوبر ٢٠١٤</p> <p>نوفمبر ٢٠١٤</p> <p>ديسمبر ٢٠١٥</p> <p>يناير ٢٠١٥</p> <p>فبراير ٢٠١٥</p> <p>مارس ٢٠١٥</p> <p>أبريل ٢٠١٥</p> |
|--|--|---|

٤٧٤	للمستقبل (الجزء الثاني) ستة محركات للتغيير العالمي	٢٠١٥	مايو	تأليف: آن غور ترجمة: د. عدنان جرجس
٤٧٥	الدراسات الثقافية مقدمة نقدية	٢٠١٥	يونيو	تأليف: سايمون دبورغ ترجمة: د. مندوح يوسف عمران
٤٧٦	القدسية (الجزء الأول) للمدينة التي اشتتها العام ١٤٥٣ - ١٩٧٤	٢٠١٥	يونيو	تأليف: فيليب منتسل ترجمة: د. مصطفى محمد قاسم
٤٧٧	القدسية (الجزء الثاني) للمدينة التي اشتتها العام ١٤٥٣ - ١٩٧٦	٢٠١٥	أكتوبر	تأليف: فيليب منتسل ترجمة: د. مصطفى محمد قاسم
٤٧٨	الطفولة في التاريخ العالمي	٢٠١٥	سبتمبر	تأليف: بيتر. ستيلز ترجمة: وفيفي فائق كريشان
٤٧٩	غير مختار اللغة له يبدو العالم مختلفاً بلغات أخرى	٢٠١٥	أكتوبر	تأليف: غاي دويتشر ترجمة: حنان عبد المحسن مظفر
٤٨٠	السائل البشري	٢٠١٥	نوفمبر	تأليف: جون آر. غيليس ترجمة: د. ليهال الخطيب

سعر النسخة

الكويت ودول الخليج	دينار كويتي
الدول العربية	ما يعادل دولاراً أمريكياً
خارج الوطن العربي	أربعة دولارات أمريكية
الاشتراكات	
	دولة الكويت
15 د.ك	للأفراد
25 د.ك	للمؤسسات
	دول الخليج
17 د.ك	للأفراد
30 د.ك	للمؤسسات
	الدول العربية
25 دولاراً أمريكياً	للأفراد
50 دولاراً أمريكياً	للمؤسسات
	خارج الوطن العربي
50 دولاراً أمريكياً	للأفراد
100 دولار أمريكي	للمؤسسات

تسدد الاشتراكات والطبعات مقدماً نقداً أو بشيك باسم المجلس الوطني للثقافة والفنون والأداب، مع مراعاة سداد عمولة البنك المحول عليه المبلغ في الكويت، ويرسل إلينا بالبريد المسجل على العنوان التالي:

المجلس الوطني للثقافة والفنون والأداب
ص. ب 23996 الصفا - الرمزي البريدي 13100
دولة الكويت
بدالة: 22416006 (00965)
داخلي: 1152 / 1153 / 1193 / 1194 / 1195 / 1196

وكالات التوزيع

فأكس	نомер	العنوان	وكيل التوزيع الحالي	الدولة
24826823	24826820/1/2 24613872 /3	الشويخ - البحرين - قسمة 34 - الكويت - الشويخ - ص ب 64185 الوزير البدوي - 70452 -	المجموعة الإعلامية المالية	الكويت
+971 42660337	+971 242629273	Emirates Printing, Publishing & Distribution Company Dubai Media City/ Dubai UAE P.O Box: 60499	شركة الإمارات للطباعة والنشر والتوزيع	الإمارات
+966 (01) 2121766	+966 (01) 2128000	المملكة العربية السعودية - الرياض - حي المتنزهات - طريق مكة الكرومة - ص ب 11585، الرمز البريدي 62116	الشركة السعودية لتوزيع المطبوعات	السعودية
+963 112128664	+963 112127797	سوريا - دمشق - البرانكة	المؤسسة العربية السورية للتوزيع المطبوعات	سوريا
+202 25782632	+202 25782700- 25782632	جمهورية مصر العربية - القاهرة - 6 شارع الصحافة - ص ب 372	مؤسسة دار أخبار اليوم	مصر
+ 212 522249214	+212 522249200	المغرب - الرباط - ص ب 13683 زنقة سجلامة - بلطفور - ص ب 13008	المدرسة العربية الأفريقية للتوزيع والنشر	المغرب
+216 71323004	+216 71322499	تونس - ص ب 719 - 3 نهج المغرب - تونس 1000	الشركة التونسية للسجادة	تونس
+ 961 1653260	+961 1666314/5 01 653259	لبنان - بيروت - خندق القصيق - شارع سعد - بناية فواز	مؤسسة ندوة المصحفية للتوزيع	لبنان
+ 967 1240883	+967 2/3201901	الجمهورية اليمنية - صنعاء	القائد للنشر والتوزيع	اليمن
+ 962 65337733	+962 65300170 - 65358855	عمان - تلال العلي - يعائب مؤسسة الصلح الاجتماعي	وكالة التوزيع الأردنية	الأردن
-----	+973 17 617733	-----	مؤسسة الأيام للنشر	البحرين
+24493200968	+968 24492936	سلطنة عمان - مسقط - الرمز البريدي ص ب 473 - العذبة - سلطنة عمان 130	مؤسسة المطام لتوزيع	سلطنة عمان
+ 974 44557819	+974 4557809/10/11	قطر - الدوحة - ص ب 3488	دار الشرق للطباعة والنشر والتوزيع	قطر
+ 970 22964133	+970 22980800	رام الله - عين سباع - ص ب 1314	شركة رام الله للنشر والتوزيع	فلسطين
+ 2491 83242703	+2491 83242702	السودان - الخرطوم - الرياض - ش المشتل - العقار رقم 52 - مربع 11	دار الرايل للثقافة والنشر والتوزيع	السودان
+ 213 (0) 31909328	+213 (0) 31909590	Cite des freres FARAD.lot N09. Constantine. Algeria	شركة بوتفليقة للنقل وتوزيع المسحاجة	الجزائر
-----	+964 700776512 +964 780662019	-----	شركة النطلال لنشر والتوزيع	العراق
+1718 4725493	+ 1718 4725488	Long Island City, NY 11101 - 3258	Media Marketing	نيويورك
+44208 7493904	+ 44 2087499828 + 44208 7423344	Universal Press & Marketing Limited	Universal Press	لندن
-----	+218 217297779	-----	شركة الناشر الليبي	ليبيا

تنويه

للاطلاع على قائمة كتب السلسلة انظر عدد
ديسمبر (كانون الأول) من كل سنة، حيث توجد
قائمة كاملة بأسماء الكتب المنشورة
في السلسلة منذ يناير 1978.

**قسمة اشتراك في إصدارات
المجلس الوطني للثقافة والفنون والأدب**

جريدة الفنون	إبداعات عالمية	عالم الفكر	الثقافة العالمية	سلسلة عالم المعرفة	بيان
د.ك د.لار	د.ك د.لار	د.ك د.لار	د.ك د.لار	د.ك د.لار	
12	20		12	12	25 مؤسسات داخل الكويت
8	10		6	6	15 أفراد داخل الكويت
36		24	16	16	30 مؤسسات دولية الخليج العربي
24		12	8	8	17 أفراد دول الخليج العربي
48	100	40	50	100	مؤسسات خارج الوطن العربي
36	50	20	25	50	أفراد خارج الوطن العربي
36	50	20	30	50	مؤسسات غير الوطنية العربية
24	25	10	15	25	أفراد في الوطن العربي

الرجاء ملء البيانات في حالة رغبتكم في: تسجيل اشتراك تجديد اشتراك

الاسم:			
العنوان:			
مدة الاشتراك:	اسم المطبوعة:		
نقدا / شيك رقم:	المبلغ المرسل:		
التاريخ: 20 / / م	التوقيع:		

Twitter: @keta_b_n

هذا الكتاب...

ما الذي يدفع بعض الخلايا لتصبح سرطانية وتنمو لتشكل ورما خبيثاً؟ لفترة طويلة اعتبر الباحثون أن الجواب يكمن في الطريقة التي تتعرض بها الجينات الرئيسية للتلف، أو التي تصاب بطفرة مع مرور الزمن. غير أنه خلال السنوات الأخيرة، اكتشف الباحثون عدة عوامل مشاركة أخرى - بدءاً من البكتيريا التي تعيش في الأمعاء إلى مفاتيح تحويل فوجينية تعطي إشارة البدء أو التوقف لجينات متعددة. وقد أدى كشف هذه القضية المتزايدة التعقيد إلى جعل فهم السرطان أصعب من أي وقت مضى، غير أنه أيضاً فتح طرقاً غير متوقعة لاستكشاف مجالات لتطوير معالجات جديدة.

وعلى خلاف النظرة التقليدية التي ترى أن أي خلية سرطانية اكتسبت التوليفة المناسبة من الطفرات ستكون قادرة على توليد ورم سرطاني جديد، لتخيل بدلاً من ذلك أن مَوْ السرطان وانتشاره يوجّهان من قبل جزء من خلايا خاصة، تلك التي اكتسبت بطريقة ما خاصية داخلية هي المحافظة على السمات الجذعية؛ فالخلايا الجذعية السرطانية وحدها ستكون لديها القدرة على التكاثر إلى ما لا نهاية والانتقال ونشر بذور أورام خبيثة أخرى. فكم سيُسهِّل ذلك الأمور على أطباء الأورام. وقد يعود فشل المعالجة الكيميائية إلى استباقها الخلايا الجذعية السرطانية. وعندها سيؤدي التخلص من هذه الأجزاء البالغة الأهمية إلى اختفاء الورم الخبيث.

وفي نهاية المطاف، تصب جميع القضايا البيولوجية في فكرة جينات تتحدث إلى جينات أخرى في دردشة جزيئية مستمرة - سواء كانت الجينات ضمن الخلية ذاتها أو كانت جينات من خلية تتحدث إلى جينات ضمن خلية أخرى. إن الوضوح الشمولي لآلية حدوث السرطان سيضفي إلى تشخيصه ومعالجته صبغة العلم المنطقي، وهو ما لا يراه الأطباء الممارسون حالياً... إننا نترقب ظهور أدوية مضادة للسرطان تستهدف جميع القدرات الأساسية المميزة له. ويتصور المؤلف أنه في يوم من الأيام ستتحول بيولوجيا السرطان وعلاجه - والتي تتألف في الوقت الحاضر من مزيج متنافر من بيولوجيا الخلية، وعلم الوراثة، والباتولوجيا النسيجية، والكيمياء الحيوية وعلم المناعة، وعلم الأدوية - إلى علم ذي بنية مفاهيمية ومقاسك منطقي ينافسان ما تمتلكه منها الكيمياء أو الفيزياء.