4

العيش في البرد

والآن جاء الضباب والثلج كلاهما
وصار برد عجيب
وجاء جليد، عالياً كصارية، طافياً
بجانبنا، أخضر كالزمرد

صاموئيل تايلور كولريدج، «أنشودة البحار القديم».

obeikandl.com

يوجد البرد في أعالي الجبال؛ القطبين وأعماق المحيط. كما أن نصف الأرض وعِشر المحيطات يغطيها الجليد والثلج جزءاً من السنة. إن الشتاء يحيل المناظر حولنا إلى فردوس متجمد ذي جمال سحري، غير أن أجسامنا غير معدة جيداً للتفاعل مع البرد الذي يمكن أن يكون قاتلاً. تكره معظم الحيوانات، بما في ذلك الإنسان، البرد، لهذا لا عجب أنه حين كتب دانتي «الجحيم» وضع حلقات الجليد تحت حلقات النار.

إن أخفض درجة حرارة سجلت على الأرض هي ـ 89° مئوية (ـ 129° فهرنهايت) وقد قاستها بتاريخ 21 تموز / يوليو 1983 محطة البحث الروسية في ڤوستوك على الغطاء الجليدي في القطب الجنوبي. لكن حتى هذه الدرجة تعتبر دافئة نسبياً بالمقارنة مع الكواكب الخارجية درجة الحرارة على سطح پلوتو (السيار الأكثر بعداً عن الشمس) هي ـ 220° مئوية. وعلى الرغم من أنه ليس بارداً كالقطب الجنوبي، فإن ثمة طقساً قاسياً بشكل عادي في القطب الشمالي، المناطق الجبلية وفي أماكن أخرى يعيش الناس فيها عادة. ففي سيبيريا، مثلاً، غالباً ما تنخفض درجة الحرارة عن ـ 60° مئوية شتاءً على أن بريطانيا أحسن حظاً بكثير، فبرايمر التي تتصف بأنها المدينة الأبرد لا تنخفض حرارتها أكثر من ـ 27° مئوية.

تنقص درجة حرارة الجو بمعدل درجة مئوية واحدة كل مئة متر

صعوداً، لهذا تكون قمم الجبال العالية مغطاة بالثلج والجليد دائماً، وتتنافس مع المناطق القطبية في أيها الأبرد على سطح الأرض. إن درجة الحرارة النظامية على قمة إيفرست، هي ـ 40° مئوية، والرياح القارسة تخفض درجة الحرارة الظاهرية أكثر أيضاً، غير أن المحيطات أقل برودة بكثير من الكتل البرية. ففي الكثير من أعماق المحيطات، تكون المياه باردة لكن درجة الحرارة ثابتة 2° مئوية، رغم أن المياه السطحية في المحيط المتجمد الجنوبي قد تهبط إلى ـ 2° مئوية قبل أن تتجمد نظراً لأن التركيز العالي للأملاح المنحلة تخفض نقطة التجمد.

مكافحة البرد

يواجه ملايين الناس في العالم كل سنة شروطاً جوية تجعلهم عرضة لخطر الأذى من البرد، إذ يمكن للناس أن يتحملوا البرد الشديد طالما يلبسون جيداً، ويحظون بتغذية حسنة ولديهم مأوى مناسب. لهذا، نادراً ما يواجه الناس، في أوقات السلم، عواقب خطيرة نتيجة تعرضهم للبرد، ما لم يحدث أن يقعوا ضحايا لكوارث طبيعية كالزلازل والانهيارات الجليدية أو الصخرية.

يمكن للمستكشفين القطبيين ومتسلقي الجبال والمتزلجين أن يعانوا أيضاً إذا ما أعاقهم شيء وهم دون طعام كان أو ملاذ مناسب، وكذلك أولئك الذين يسبحون في المياه الباردة، سواء كان ذلك نتيجة مصادفة أو خطة. لكن الحوادث، وقت السلم، قليلة عموماً.

غير أن الحرب مسألة مغايرة تماماً. إذ كان للبرد أثر متزامن مع حملات عسكرية برمتها، وفي فعله ذلك غير مجرى التاريخ. فمن التسعين ألف جندي مشاة والاثني عشر ألف خيالة والأربعين فيلاً حربياً مشهوراً انطلقوا مع هانيبعل سنة 218 ق.م. ليعبروا الألب، لم يصل شمالي إيطاليا إلاّ نصفهم فقط، أمّا البقية فقضوا نحبهم على الطريق. في سنة 1812

رانولف فيينز ومايك ستراود في رحلتهما الملحمية في القطب الجنوبي

وبجيش يزيد تعداده على نصف مليون، سار نابليون إلى موسكو فلم يستطع الريف، الذي سلبه الجيش الروسي المنسحب كل شيء أن يقوم بأود ذلك العدو الهائل من الغزاة فقتلت المجاعة الآلاف الكثيرة. ثم جاء الشتاء، حليف روسيا التقليدي، ليكمل الكارثة. إذ انخفضت درجة الحرارة إلى أكثر من 40 درجة من الصقيع، فيما كانت الرياح العاتية تعصف بحركة دوامات كثيفة من الثلج، وكاد الجليد يغطي الجيش فقضى المزيد من الجند نحبهم ولم يعد إلاَّ أقل من عشرين ألفاً. وطبقاً لما قاله أحد الناجين: «كان الجيش كله مغطىً بغطاء سميك من الثلج». غير أن هتلر لم يعر اهتماماً لتجربة نابليون، إذ خسر هو أيضاً آلافاً لا تحصى من الرجال بسبب الشتاء الروسي في الحرب العالمية الثانية. ففي تشرين الثاني / نوفمبر وكانون الأول / ديسمبر من سنة 1941، تعرض 10 بالمئة من الجيش الألماني (أي حوالي 100000 رجل) إلى إصابات نتيجة البرد، مما أوجب القيام بـ 15000 عملية بتر. كذلك وقعت إصابات كثيرة نتيجة البرد القارس في الحرب الأهلية

الأمريكية. وخنادق الحرب العالمية الأولى والحرب الكورية وحملة الفوكلاند.

يمكن أيضاً أن يعاني جموع اللاجئين معاناة شديدة من البرد لأنهم غالباً ما يفتقدون الطعام والمأوى على حد سواء. أمّا البؤس الذي واجهه آلاف الألبان الهاربين من كوسوفو ربيع 1999 فقد زادت من شدته الأمطار الباردة حتى درجة التجمد، مما جعل الكثير من كبار السن والأطفال الصغار الذين اضطروا للنوم ليلاً في العراء، يموتون لفرط انخفاض الحرارة.

إن الدرس الأساسي المستمد من الحملات العسكرية والرحلات القطبية هو أن الجوع وفرط انخفاض الحرارة يسيران يداً بيد. فأجسامنا يمكن أن تولد ما يكفي من الحرارة فقط لبقائها دافئة حين تزود بما يكفي من الطعام، على أن الزيادة في ما يتطلبه الجسم من حريرات نتيجة البرد القارس يمكن أن تكون هائلة. لقد قطع السير رانولف فيينز والدكتور مايك ستراود، سنة 1991 القطب الجنوبي سيراً على الأقدام، حاملين طعامهما كله. وقد حسب ستراود، وهو طبيب ذو اهتمام شديد بالفيزيولوجيا، أنهما سيحتاجان إلى 6500 حريرة يومياً. وبما أن هذا سيجعل الزلاجات ثقيلة على نحو غير مقبول، فقد اتفقا أن يكون الرقم 5500 حريرة يومياً مع ما يتبع ذلك من نقصان في وزن الجسم. على هذا انطلقا، وكل منهما يجر 220 كغ. لكن رحلتهما كانت أكثر مشقة بكثير مما توقعا، إذ انخفضت درجة الحرارة إلى حد لم تعد الزلاجات تجري معه بسهولة فوق الجليد المتكسر. ذلك أن الزلاجات والزحافات تنزلق على طبقة رقيقة من الماء، نتيجة ذوبان الجليد تحت الضغط لكن في الشروط الجليدية التي واجهها فيينز وستراود كان الجليد أبرد بكثير من أن يذوب تحت الزلاجات فتغرز هذه وكأنها في الرمل. كذلك كانت الرياح العاتية والانبهار بالبياض يعيقان تقدمهما، فلم يصلا إلى القطب الجنوبي إلاّ وقد صارا هزيلين مريضين، كما فقد كل منهما أكثر من 20 كغ أي ما يعادل 700 حريرة ونيفاً يومياً من الطاقة. لقد حسب

ستراود أنه «كان يستخدم في اليوم مقداراً مدهشاً من الحريرات وهو 11650 حريرة، وهو أعلى رقم لإنفاق طاقة سجله الإنسان. بالمقابل، يعيش معظم الناس حياة مستقرة بحيث لا ينفق الرجل من الطاقة يومياً أكثر من 2500 حريرة، والمرأة 2000 حريرة وهي أكثر من كافية.

إلى أي درجة يمكنك تحمل البرد؟

إن الدرجة الأخفض التي يمكن أن يتحملها البشر إنما تحددها مدة التعرض ومداه. هذا يعني أنه، خلافاً لمعظم حالات حافة الخطر، التي نوقشت في هذا الكتاب، ليس بالأمر اليسير إعطاء رقم محدد، فالشخص العادي يشعر بالبرد حين تهبط درجة حرارة المحيط إلى حوالي 25° وما دون والردود الفيزيولوجية تبدأ بالانطلاق إذا لم يتخذ إجراء وقائي (بارتداء بعض الملابس أو رفع الحرارة). هذه الردود تمكّن البالغين حسني التغذية من الحفاظ على درجة حرارة لبهم في جو ساكن بدرجة تتفاوت ما بين الصفر و+ 5 درجات مئوية وهم لا يرتدون إلاّ ثياباً خفيفة. لكن في جو أبرد أو إذا كانت هنالك ريح تزيد الفاقد الحراري، مطر أو انغماس في ماء بارد، فإن حرارة الجسم تهبط وفرط انخفاض الحرارة يحدث فعلاً. لكن يمكنك أن تتحمل برداً شديد القرس شريطة أن تكون متدثراً جيداً. لكن يجب تجنب البرد الموضعي إلى حدود قصوى تنزل تحت ـ 5 درجات مئوية. وهي نقطة، تجمد الأنسجة البشرية.

من المعروف جيداً أن الريح تزيد من تأثير البرد. وعبارة «عامل التبريد ـ بالريح» هي من اختراع المستكشف الأمريكي پول ساپيل الذي استخدمها كي يصف حقيقة ثابتة وهي أن الريح تزيد من مقدار الفاقد الحراري (لأنها تطرد الطبقة السطحية من الهواء الدافئ ليحل محلها هواء بارد). لقد قام هو وتشارلز پاسل، في أثناء زيارة للقطب الجنوبي سنة 1941، بسلسلة من التجارب البسيطة لكن العبقرية، قارنا فيها بين الوقت الذي تستغرقه علب

فاصولياء جاهزة ملأى بالماء لكي تتجمد في درجات حرارة مختلفة سواء في جو ساكن أو حين التعرض لرياح قوية، فتبينا أن هناك فرقاً ملحوظاً في درجة التجميد وبالتالي وضعا صيغة تمكّن من إعطاء قدرة الريح على التبريد حق قدرها وذلك بعبارة «درجة حرارة مكافئة للتبريد بالريح».

ثمة القليل من الخطر الذي يواجهه امرؤ يلبس ثياباً ملائمة في درجة حرارة ـ 29° مئوية إذا كان الجو ساكناً. لكن إذا كانت سرعة الريح 10 أميال في الساعة فقط، فإن درجة الحرارة تهبط إلى ما يعادل ـ 44° مئوية والجلد يتجلد خلال دقيقة أو دقيقتين. زد سرعة الريح إلى 25 ميلاً في الساعة تصبح درجة الحرارة ما يعادل ـ 66° مئوية. حينذاك يكون هناك خطر شديد. فاللحم يتجمد خلال ثلاثين ثانية وعامل التبريد بالريح يمكن أن يعني أنه، حتى في درجات الحرارة الجوية التي هي حوالي الصفر، تكون قضمة الصقيع للأطراف محتملة. مع ذلك، فإن الاستخدام واسع الانتشار لصيغة ساپيل في حساب عوامل التبريد بالريح يمكن أن تكون أحياناً مثيرة أكثر مما ينبغي عندما تطبق على البشر، إذ يغلب أن نرتدي المزيد من الملابس في أيام الرياح ولا تنطبق قاعدة على الفاصولياء الجاهزة إلاّ على أطرافنا.

وبغية الحيلولة بين الجليد والتجمد في الهواء البارد لا بد من تزويده بمقدار كبير من الدم الدافئ. لكن لهذه العملية، ولسوء الحظ، سيئة واضحة وهي أن مزيداً من الحرارة سيذهب هباء في المحيط وبالتالي سيبرد الجسم كلياً. لهذا السبب ثمة علاقة عضوية بين فقدان الجسم للحرارة وتجمد الأنسجة المحيطية. يكون الفاقد الحراري في اليدين، القدمين، الأنف، الأذنين وهلم جراً، عالياً بصورة خاصة وذلك بسبب المعدل الكبير لمساحة السطح بالنسبة إلى الحجم، فإذا ما كانت حرارة المحيط منخفضة جداً، يضحي الجسم بهذه المواضع سامحاً لها بالتجمد حفاظاً على دفء الجسم المركزي. وعلى الرغم من أن فقدان بضع أصابع بسبب قضمة الصقيع ليس بالأمر السار، إلاّ أنه يزيد فرصتك في البقاء حياً.

لكن في البرد الشديد، لا يمكن حتى لتوفر كمية جيدة من الدم يحول دون تجمد الجلد. ففي درجة الحرارة ـ 50 مئوية، مثلاً يتجمد الجلد العادي خلال دقيقة واحدة، والرياح الجليدية التي تهب على الوجه يمكن أن تجمد الطبقات السطحية للعين، كما يحدث أحياناً لمتزلجي الجبال الذين ينسون أن يلبسوا واقيات العيون. كذلك تتجمد الأجفان معاً مطبقة العيون وكتل من النفس المتجمد تتجمع على لحى الرجال مشكلة ما يشبه عقداً صغيراً للرقبة من المدليات الجليدية الرنانة، وفي البرد الشديد، يتحول النفس إلى بلورات جليدية تطقطق حين يزفرها المرء. وهي الظاهرة التي أطلق عليها الاسم السحري «همس النجوم».

تظل الرئتان، لا محالة، عرضة للهواء المتجمد، على الرغم من أنه بالإمكان حماية معظم سطح الجسم. وبما أن الهواء يسخن وهو يعبر المجرى التنفسي، فإن البرد لا يؤذي عادة. لكن إذا كان الهواء بارداً جداً وجافاً جداً، فإن الخلايا التي تبطّن المجرى التنفسي يمكن أن تتلف وتنسلخ. كما وصفها بصورة تنبض بالحياة ت.هـ. سومرفيل، الجراح الذي أوشك أن يختنق بسبب الظاهرة نفسها، وهو يتسلق إڤريست سنة 1936:

«عندما كان الظلام مخيماً، أصابتني نوبة من نوبات السعال، انزاح شيء ما من مكانه في حنجرتي ليلتصق هناك بحيث بت عاجزاً عن إخراج النفس أو إدخاله. وبالطبع لم يعد باستطاعتي أن أعطي إشارة لنورتون أو أوقفه، لأن الحبل حينذاك لم يكن مربوطاً، وهكذا جلست على الثلج كي أموت فيما كان هو يتابع سيره. قمت بمحاولة أو محاولتين للتنفس لكن عبثاً. أخيراً، ضغطت بيدي كلتيهما على صدري ثم قمت بدفعة أخيرة بالغة القوة، فخرج «العائق». لقد وصف تجمد الرئتين أيضاً لدى الخيول وكلاب الزلاجات لكن أحداً لم يذكر أنه حدث لدى الناس العاملين في القطب الجنوبي.

يمكن أن يحدث تجمد سريع إذا ما لامس الجلد العاري المعدن

وذلك لأنه ناقل ممتاز للحرارة، فخلال الحرب العالمية الثانية، حدثت إصابات مخيفة بقضمة الصقيع في صفوف ـ «رماة رشاشات الخصر» في القاذفات ب 17 وب 24 في الولايات المتحدة، إذ كانت طائراتهم تطير على ارتفاعات 7600 إلى 10700 م حيث درجة حرارة الهواء الخارجي ـ 30° إلى ـ 40° مئوية لقد كان على الرماة، لكي يشغلوا رشاشاتهم الآلية، أن يفتحوا «فتحات الخاصرة» إلى الخارج، وبذلك كان الهواء المتجمد يندفع داخلاً ويلتف هنا وهناك في الطائرة. وغالباً ما كان الرماة يتخلون عن قفازاتهم التي كانوا يشعرون أنها تعيق عملهم وتقلل من براعتهم ليشغلوا رشاشاتهم الآلية بأيد عارية، فكانت ملامسة الحديد مباشرة إضافة إلى الافتقار للأوكسجين والخوف والإرهاق، كلها معاً تزيد من آثار البرد، وعلى الرغم أن مثل هذا التعرض لم يكن ليدوم أكثر من دقيقة أو دقيقتين، فإن مواجهات كهذه كانت تؤدي إلى قضمة صقيع حادة. ذلك أنه في برد شديد كهذا، سرعان ما تلتصق اليدان القاسيتان بالمعدن، نظراً لأن الرطوبة الموجودة في الجلد تتجمد بمجرد ملامستها المعدن، وسحبك يدك يمكن أن يترك طبقة من الجلد وراءه. لقد كان والد زميلي في المدرسة طبيباً في رحلة استكشافية إلى القطب الجنوبي وأنني لأتذكر جيداً اليوم الذي وجدنا فيه ملاحظاته المختصرة في عليته. فقد كانت تنصح بأن عليك، في حال التصق جلدك المتجمد بمعدن بالصدفة، أن تبول على الجزء المصاب، نظراً لأن البول الدافئ يمكن أن يذيب الجليد ويحرر اليد دون أن يصيبها بأذى. وهو ما يذكّر بوضوح، بأن رحلتهم ـ شأنها شأن رحلات أخرى كثيرة قبلها ـ كانت رحلة ذكور، نظراً لأن الصعوبة في أن تتبع المرأة مثل هذه التعليمات بالغة الوضوح. «يمتص الماء حرارة الجسم بسرعة أكبر من الهواء، لهذا فإن فرص البقاء على قيد الحياة في الماء هي أدنى بكثير مما هي في الهواء وفي درجة الحرارة نفسها. ونظراً لأن البحار الباردة المحيطة بالقطب الجنوبي قد لا تتجمد إلى أن تهبط درجة حرارة الماء إلى ما دون ـ 2° مئوية (بسبب

التركيز الملحي العالي)، فإن وضع يد عارية في الماء يمكن أن يؤدي إلى قضمة الصقيع. أمّا الأسماك التي تعيش في مياه القطب الجنوبي فإن دمها يحتوي على مواد تعمل كمانعات تجمد طبيعية وتحول دون شكل البلورات الجليدية. لكن حتى البرد الخفيف له تأثيرات واضحة على الجسم. إنه يضعف عمل الأعصاب وينقص الإحساس والبراعة اليدوية. وما الصعوبة التي تواجهها في صباح صقيعي بارد وأنت تزرر معطفك، إلاّ نتيجة لتباطؤ الإشارات العصبية المنطلقة من دماغك إلى أصابعك. كذلك تعمل العضلات الباردة بسرعة أقل، جاعلة الأصابع متصلبة فاقدة لبراعتها. إن حرارة الجو الحاسمة بالنسبة إلى البراعة اليدوية هي 12° مئوية، أمّا بالنسبة إلى حساسية اللمس فهي 8° مئوية. كما تضعف درجات الحرارة الواطئة وظيفة الأعصاب الحسية الناقلة للألم، وهو ما يفسر لماذا يساعد وضع قطعة من الجليد على مفصل ملتو أو موضع محترق في تخفيف الأذى.

خصائص البرد المخدرة هذه استغلها الجنود خلال الانسحاب الكبير من موسكو سنة 1812، فقد استخدموا خيولهم كحافظات لحوم حية، إذ كان الجو أبرد بكثير من أن يذبحوها بغية توفير الطعام، إذ أن أيديهم كانت أشد حذراً من أن تستخدم لفرض هذا، كما أن أجسام الخيول قد تصلبت كالحديد وهكذا، طبقاً لما كتبه أوغست شيريون، الرقيب الأول في فرقة الفرسان الدارعين الثانية:

«كنا نقطع شريحة من ناحية من أنحاء الحصان وهو ما يزال يمشي على قوائمه، دون أن تطلق تلك الحيوانات البائسة أقل إشارة تدل على ألم مبرهنة بما لا يقبل الشك على مقدار الحذر وانعدام الحساسية اللذين يسببهما البرد الشديد. هذه الشرائح المقتطعة من اللحم، ربما كانت في أي شروط أخرى، ستؤدي إلى النزف والموت. إلاّ أن هذا لم يحدث والدنيا صقيع ودرجة الحرارة ـ 28 مئوية إذ كان الدم يتجمد على الفور، وذلك الدم المتجمد يوقف تدفق الدم. لقد رأيت بأم عيني بعضاً من

هذه الخيول البائسة تشي أي قاعدة وقد اقتطعت قطع لحم كبيرة من الفخذين كليهما».

يعاني بعض الناس من مرض وراثي نادر يدعى نظير المايوتونيا وهي حالة تشنجية شديدة تجعل عضلاتهم حساسة على نحو خاص تجاه البرد وتسبب لهم عجزاً عن الحركة حين تنخفض درجات الحرارة. إنهم، غالباً ما يكتشفون مشكلتهم في الطقس البارد، حين تنكمش أيديهم وتلتصق بالمقاود المعدنية الباردة لدراجاتهم، ويغدون عاجزين عن فك أيديهم عن مقبض الرفش الذي يستخدمونه لجرف الثلج أو يتصلبون ويضعفون بعد أن يلعبوا كرة القدم. بعضهم الآخر يتحققوا من إصابته بعد أن يتصلب لسانه ويصعب كلامه ويتعثر إثر تناوله للمثلجات أو لشربه شراباً مثلجاً. يكون لدىٰ المصابين بمرض «نظير المايوتونيا» هذا تغير في المورث المسؤول عن تحريك البروتين المعروف باسم قناة الصوديوم، والمهم من أجل نقل الإشاراة الكهربائية على طول الألياف العضلية. هذه الإشارات ضرورية لابتداء التقلص العضلي، فإذا غابت، يصاب المرء سيِّئ الحظ بالشلل. ليست هذه الحالة خطرة إلى درجة التهديد بالموت (فهي لا تشل العضلات التنفسية) لكنها، ولا شك، مزعجة غاية الإزعاج.

يعي معظم الناس جيداً أن للتعرض للبرد تأثيراً آخر: إنه يزيد إفراز البول. السبب هو أن الناتج البولي مرتبط بحجم سوائل الجسد المتحركة مع الدورة الدموية. وأي زيادة في حجمها تحس بها، متلقيات الضغط، فتحرض على إفراز البول. وهكذا، حين تتقلص الأوعية الدموية السطحية بسبب البرد، فإن حجم الجهاز الدوراني ينخفض، وبذلك يزداد ضغط الدم، كما أن قدرة الكلى، في درجات الحرارة البالغة الانخفاض، على إفراز بول مركز تنقص والتجفف الناجم عن الفقدان المفرط للسوائل هو مشكلة هامة بالنسبة إلى أناس، كمتسلقي الجبال مثلاً، يتعرضون للبرد فترات طويلة من الزمن، كذلك، ينشأ عن الحياة في البرد صعوبات عملية جمة. ففي درجة

الحرارة ـ 552° مئوية لا تستطيع الطائرات الطيران، إذ يتجمد الوقود والمشعات الحرارية ولا بد من أن تُذوَّب قبل أن تتمكن العجلات من الحركة كما أن المدخرات الكهربائية لا تحتفظ بشحنتها. وفي كثير من أنحاء كندا، لا بد للسيارات التي تتوقف في يوم شتائي في الخارج من وصلها بمصدر كهربائي كي يضمن أصحابها إمكانية عودتهم إلى منازلهم بعد العمل. في شتاء 1998 تم إيضاح الحدود المتعلقة بالنقل الحديث في درجات الحرارة الأدنى من درجة التجمد إيضاحاً جيداً حين تبين أن كثيراً من القرى السيبيرية، التي لا يمكن الوصول إليها إلاّ خلال شهر الصيف القصيرة تتلقى طعاماً ووقوداً غير كافيين ليعيشها خلال فصل الشتاء. فقد كان من الصعب جداً، حتى بوجود التكنولوجيا الحديثة، الوصول إليها، وكان سكانها يعانون من البرد والجوع. يمكن للخيوط التركيبية في البرد الشديد أن تتمزق، لهذا يصبح الفرو ضرورة، كما أن خطوط الطاقة المعدنية تتمدد وتتقلص تحت ثقل المدليات الجليدية، قاطعة بذلك إمدادات الطاقة الكهربائية، ويغدو، بغير ميزان حرارة، من غير الممكن حتى قياس مقدار البرد نفسه، إذ يتجمد الزئبق في درجة الحرارة ـ 39° مئوية. أمّا جانبها الحسن، فإن درجات الحرارة البيئية المنخفضة تعني أنه يمكن بيع الحليب على شكل قطع متجمدة هينة الاستعمال كما يمكن وبكل بساطة خزن الطعام في الرواق بحيث تصبح البرادات من دون حاجة.

التغلب على البرد

غامر بالخروج بتي شرت رقيق وبنطال قصير في يوم شتائي مثلج وستجد أن البرد يقطع نفسك. فجلدك يبيض، وبثور إوزية تغطي ذراعيك العاريتين ثم تبدأ بالارتعاش ارتعاشاً شديداً كرد فعل من جسدك على البرد بغية تخفيض الفاقد الحراري وزيادة الناتج من الحرارة.

تسري الحرارة من الأشياء الحارة إلى الباردة، وهكذا فإن كل

الحيوانات التي تحافظ على حرارة جسمها أعلى من حرارة المحيط، كالبشر مثلاً، تخسر الحرارة باستمرار. وكما شرحنا «بصورة أكثر تفصيلاً في الفصل الثالث، فإن ما يحدد معدل الفاقد الحراري إنما هو مقدار الدم الساخن الجاري قرب سطح الجلد، وبقدر ما يزداد دفق الدم يكون الفاقد الحراري أكبر. لهذا، فإن الاستراتيجية الأساسية للحفاظ على الحرارة هي تخفيض دفق الدم إلى الجلد. لكن يمكن تحمل هذا دون الإصابة بأذى، أمداً محدوداً فقط، نظراً لأن أنسجة السطح ستحرم من الأوكسجين والمغذيات.

عندما تهبط درجة حرارة الهواء، تتقلص الأوعية الدموية في الجلد، مانعة الدم من الوصول إلى السطح، لهذا يتحول الجلد إلى اللون الشاحب ويتم الاحتفاظ بالحرارة. لكن من المفارقة أن الأوعية الدموية الموجودة في سطح الجلد تتمدد، حين تهبط درجة الحرارة إلى نحو 10° مئوية، بدلاً من أن تتقلَّص. وإذا ما هبطت أكثر من ذلك يحدث نوع من التناوب بين التمدد الوعائي والتقلص الوعائي. هذه التناوبات تحول دون إصابة الجلد بالأذى نتيجة البرد القارس وتضمن أن يتلقى كفايته، ولو بشكل متقطع، من إمدادات الأوكسجين. تفسر هذه الظاهرة لماذا يحمر الأنف واليدان وهي ميزة من ميزات الجو الصيفي تتطور بشكل حسن وعلى نحو خاص لدى أولئك الذين يعملون خارجاً في الأقاليم الباردة، مثل صيادي السمك.

يمكنك، وبسهولة تامة، أن تختبر نفسك، والفعل هذا بأن تغمس يدك في ماء بارد. في البداية، يحرض الانخفاض في درجة الحرارة الأوعية الدموية على التقلص فينقلب لون جلدك أبيض. ثم تدريجياً تبدأ يدك بالتأذي وتغدو مؤلمة شيئاً فشيئاً، بما ينتجه تراكم نواتج الاستقلاب السامة الناجمة عن الافتقار لدفق الدم. لكن بعد خمس إلى عشر دقائق، يبدأ الجلد بالتحول إلى اللون الأحمر فيما يخف الألم بصورة متزامنة مع حدوث التمدد في الأوعية الدموية.

يمكن للفاقد الحراري من الجلد أن يكون في حالة البرد القارس، مفرطاً، حتى وإن كان الإمداد بالدم لا يصل إلاَّ متقطعاً فقط، ذلك أن الأوعية الدموية السطحية تتقلص باستمرار في شروط كهذه. حينئذ لا تبرد المناطق التي لا يصل إليها الدم لتصبح في مثل درجة حرارة المحيط ويمكن أن تحدث قضمة الصقيع.

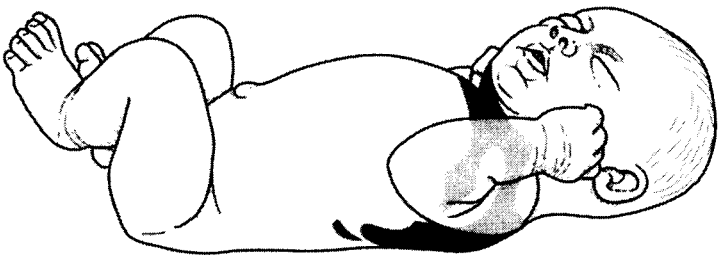
تعتبر البثور والأدوية علامة بيِّنة على أن المرء يشعر بالبرد. إنها تنجم عن تقلص العضلات المحيطة بالجريبات الشعرية، وهي الظاهرة التي تتماشى مع الاسم العجيب انتصاب الشعر المخيف «Horripilation»، وهي لدى الإنسان غير ذات فائدة، نظراً لأن ما لدينا من شعر هو قليل جداً بحيث لا يقوم انتصابه بأي دور عازل، لكن لدى الثدييات الأخرى، الأمر مختلف تماماً كما سنذكر لاحقاً.

بالإضافة إلى تخفيض الفاقد الحراري، يكون رد فعل الجسم حيال البرد بزيادته الناتج الحراري. إن المصدر الأهم للحرارة لدى الناس البالغين إنما هو النشاط العضلي، ذلك أن انقباض العضلة هو بالأصل غير كاف. والحرارة الجلدية تكون عبارة عن ناتج ثانوي. من هنا فإن الطاقة الكيماوية المختزنة تنقلب إلى حرارة. إننا نبدأ بالارتعاش، حين تنزلق الشمس خلف سحابة عصر يوم بارد. هذا الارتعاش ينتج عن تقلصات لاإرادية تجعل العضلات ترتعش. إنه يبدأ في عضلات الجذع والذراعين ثم يتقدم باتجاه عضلات الفكين، جاعلاً الأسنان «تصطك» والجسم يرتجف ارتجافات كبيرة.

يمكن للارتعاش أن يزيد الناتج الحراري خمسة أضعاف لكن فعاليته تتوازن جزئياً مع تزايد الفاقد الحراري تحمل تجاه المحيط الذي ينجم عن الارتعاش. وهذا يمكن أن يضعف من فائدته خاصة لدى الأطفال، حيث نسبة مساحة السطح إلى الحجم تكون أكبر. كذلك فإن التمارين الرياضية

الطوعية تولد مقادير كبيرة من الحرارات، فكلنا نعلم أن القفز أعلى وأسفل، ضرب أقدامنا بالأرض وصفع أذرعنا، كلها تجعلنا نشعر بالدفء أكثر، فقط راقبوا المتفرجين في مباراة كرة قدم. على أن إنتاج الحرارة، سواء بالارتعاش أو التمارين الطوعية، إنما يحدده حجم المخزون من الوقود في الجسم. وهكذا فإن مدة الارتعاش وفعاليته إنما يحددهما مقدار سكر الكبد (الغليكوجين) المختزن في عضلاتنا: وهو بحدود بضع ساعات عادة. كذلك فإن اللياقة البدنية، القدرة على الاحتمال، واحتياطي الوقود كلها تحدد التمارين الطوعية. إذن، في النهاية يتوقف إنتاج الحرارة على الإمدادات الغذائية المتاحة.

يتصف الأطفال الصغار بأن نسبة مساحة السطح إلى الحجم لديهم أكبر نسبياً مما هي لدى البالغين، لذلك يفقدون الحرارة بسرعة أكبر. إنهم بالغو الحساسية تجاه البرد لكنهم لا يرتعشون بل لديهم، بدلاً من ذلك، جهاز توليد حرارة متخصص. إذ توجد لديهم حشيات شحمية على طول الأكتاف وعلى الظهر وكذلك حول كلاهم، تصل إلى نحو 4 بالمئة من الوزن الإجمالي للجسم. إنه شحم يختلف عن المخزونات الشحمية العادية ويعرف باسم الشحم الأسمر. وفي حين يقوم النسيج الدهني الأبيض بدور البطانية العازلة، فإن الشحم الأسمر يشبه أكثر ما يشبه البطانية الكهربائية. أما لونه الأسمر المتميز فيتأتى من أن الخلايا تكون محملة بأعداد كبيرة من العصيات الصبغية تدعى الجسيمات الانقسامية (الميتوكوندريا). تعمل الميتوكوندريا عادة كأفراد كيما ـ حيوية تحرق الوقود لإنتاج الطاقة الكيماوية، لهذا يشار إليها على نطاق واسع باسم بيوت طاقة الخلايا، غير أن ميتوكوندريا الشحم الدهني تحرق الوقود لتنتج الحرارة. وهذا يتم بفضل بروتين متخصص يفصل بين عملية استقلاب الوقود وإنتاج الطاقة. كذلك ينظم هذا البروتين الفاصل توازن الطاقة ويحمي من البرد لدى بعض الحيوانات البالغة والفئران التي تفتقد هذا البروتين تكون أكثر حساسية حيال البرد من الفئران العادية.



حشيات من الشحم الأسمر فوق لوح الكتف وحول العنق توفر للأطفال حديثي الولاة سخاناً داخلياً

يقوم الأدرينالين، وهو هرمون التوتر، بالتحريض على إنتاج الحرارة في الشحم الأسمر، إذ تتوزع شبكة واسعة من الأوعية الدموية الدقيقة في الأنسجة وتنقل الحرارة كي تدفئ بقية جسم الحيوان. أما لدى البشر، فيقتصر الشحم الأسمر، غالباً، على الأطفال. ثم ما إن يصل الطفل سن البلوغ حتى يكون قد اختفى تقريباً. إذ لا يبقى لدى البالغين سوى بضع خلايا من هذا الشحم تتوزع في ثنايا الشحم الأبيض. غير أن كثيراً من الثدييات الصغيرة تحتفظ بالشحم الأسمر لا سيما منها تلك التي تنام في الشتاء كالخفافيش، سناجب الأرض، القنافذ، والمرموط. إذ تستخدم الحرارة التي يولدها الشحم الأسمر لإعادة تدفئة أجسامها بعد أن تفيق من سباتها.

وبصورة اعتراضية، يمكن للمرء أن يتصور أن زيادة نشاط البروتين الفاصل وسيلة فعالة للغاية لتعزيز فقدان الوزن. والحقيقة أن بعضهم أشار إلى أن النشاط الأساسي للبروتينات الفاصلة يكون أعلى لدى الأشخاص الناحلين وبذلك يختزنونها حريراتهم الغذائية على شكل حرارة أكثر مما يحرقون على شكل شحوم. ولعل هذا يفسر لماذا يمكن لاثنين أن يأكلا القدر نفسه من الطعام، لكن واحداً منهما فقط يسمن. وعلى الرغم من أن

الإنسان البالغ يفقد مقادير كبيرة من الشحم الأسمر، إلاّ أن الأبحاث الحديثة تدل على أنه يوجد في الأنسجة الأخرى بروتينات فاصلة وثيقة الصلة. أحد الأدلة على هذه الفكرة هو أن الفئران المتحولة التي تفتقر للبروتين الفاصل في خلايا شحومها السمراء تكون حساسة تجاه البرد لكنها لا تصبح سمينة، مما يدل على أنه قد يكون هناك نوع إضافي من البروتين الفاصل الذي يساعد في تنظيم وزن الجسم.

ثمة شكل اختصاصي آخر من أشكال السخان البيولوجي لدى سمك أبي سيف ـ والسمك الخرمان (سمك طويل المنقار) (وهي فئة من أسماك المحيطات تتضمن المارلين الأسود والأزرق الذي يعتبر بمثابة جائزة كبيرة لصيادي الأسماك الرياضيين لما يقوم به من قفزات بهلوانية حين تمسك به الصنارة والخيط). أمّا النسيج المنتج للحرارة فهو عضلة العين المعدلة التي تقع تحت الدماغ وتحفظ العين والدماغ في درجة حرارة ثابتة تقريباً هي 28° مئوية، في حين يسمح لبقية حرارة الجسم بأن تتذبذب طبقاً لحرارة الماء المحيط التي يمكن، خلال غوصة عميقة في الشتاء، أن تهبط حتى 8 درجات مئوية عبر معظم الدم الذي يدخل إلى الدماغ عبر العضو الساخن فيسخنه بمروره هذا، إذ تتفرع الأوعية الدموية قبل دخولها العضو السخان إلى شبكة واسعة من الشرايين الدقيقة، التي تقع مقابلة تماماً للأوردة الصغيرة الخارجة من الدماغ. وهكذا، إن الدم، الدافئ الخارج من الدماغ ينقل حرارته إلى الدم البارد الداخل، وبذلك يخفض من جهد النسيج السخان. يتألف العضو المنتج للحرارة من خلايا عضلية معدلة ليس فيها أي نسيج انقباضي تقريباً وتكون على شكل رزمة ملأى بالجسيمات الإنتاجية (الميتوكوندريا). وخلافاً للشحم الأسمر، لا يتم هنا على ما يبدو فصل إنتاج الطاقة عن عملية استقلاب الوقود. بل يتم، بدلاً من ذلك، وبشكل مباشر، استهلاك الطاقة الناتجة عن الاستقلاب في حلقات كيما ـ حيوية لا طائل من ورائها، وظيفتها الوحيدة هي إنتاج الحرارة كناتج ثانوي.

ومن المدهش، كما قد يبدو، أن النباتات تنظم حرارتها أيضاً بزيادة إنتاج الحرارة. فأحد المشاهد المألوفة لأسيجة الريف في دورسيت، حيث نشأت، هو زئبق اللوف البري المعروف محلياً باسم «السادة» والسيدات أو «جاك في ـ المنبر» وهو الاسم الذي يمكن أن يكون إشارة إلى طلع النبات الأرجواني الشبيه بقضيب الذكر، الذي يحمل غبار الطلح. يقوم الطلح بتوليد الكثير من الحرارة إلى درجة تتطاير معها الكيماويات نتيجة رائحة قوية تجذب الذباب والحشرات الأخرى لإخصاب النبتة. يمكن لإنتاج الحرارة هذا أن يكون كبيراً بحيث يرفع درجة الحرارة إلى حدود 45° مئوية. غير أن المدهش في الأمر أن النبتة نفسها لا تنسلق بالحرارة إنما الطلح يتكيف، على ما يبدو، مع الحرارة. بل إن نبتة جرس الثلج الألبية خارقة للعادة على نحو أشد حتى، إذ إن هذه النبتة الصغيرة الجذابة تولد حرارة كافية لإذابة الثلج المحيط بها وبذلك تحفظ نفسها من قضمة الصقيع.

التجمد حتى الموت

كل سنة، تدعى فرق الإنقاذ الجبلية في شتى أنحاء العالم لإنقاذ أناس وقعوا في قبضة عاصفة ثلجية غير متوقعة أو دفنهم انهيار جليدي أو تاهوا أو عجزوا عن الحركة نتيجة إصابة ما، وهم دون ملابس مناسبة، ذلك أن معظمهم سيعانون من آثار البرد.

لعل أقدم حالة عرفت عن فرط انخفاض الحرارة هي حالة أوتزي، الراعي الذي مات قبل 5200 سنة ونيف في وادي أوتز الذي يقع عالياً في جبال الألب بين النمسا وإيطاليا. لقد اكتشف متنزهون هناك جثته الموميائية سنة 1991 متمددة في الجليد مكشوفة جزئياً وهي على حافة جبل جليدي. لقد كان أوتزي معداً جيداً لرحلته عبر الثلج، إذ كان يرتدي عباءة مرعى مطرية، كاسيات ساق جليدية إضافة إلى سترة رقيقة من الفرو. لكن تبين أن لديه أيضاً ثلاثة أضلاع مكسورة ودون طعام، مما أفضى إلى التخمين بأنه

غادر منزله بسرعة، ثم هاجمه البرد وتغلب عليه.

تراوح حرارة اللب العادية في الجسم، أي داخل الأنسجة العميقة للصدر والبطن، ما بين 36 و38° مئوية ويعرَّف فرط انخفاض الحرارة سريرياً بأنه درجة حرارة لب تقل عن 35° مئوية، أمّا أعراضه فتتغير مع هبوط حرارة الجسم.

يتميز فرط انخفاض الحرارة الخفيف بارتعاش الجسم، خدر اليدين وانخفاض المهارة اليدوية، أمّا المهارات المعقدة كالتزلج فتصبح أكثر صعوبة وأنت تشعر بأنك متعب، بردان، ميال للمجادلة وعدم التعاون مع الآخرين، على أنه قد يكون من الصعب تبين حالة فرط انخفاض الحرارة هذه، وغالباً ما يعمد المصاب بها إلى إنكارها بشدة في حين قد تكون خطيرة. إذ إن عجزك عن تزرير سترتك أو لبس قفازك يمكن أن يؤدي إلى إصابة أشد بالبرد أو إلى قضمة صقيع. بل إن هبوط درجة حرارة لبك بمقدار ضئيل لا يزيد عن درجة واحدة يبطئ من رد فعلك مرات عدة ويمكن أن يضعف قدرتك على الحكم والحقيقة، قد يكون فرط انخفاض الحرارة الخفيف عاملاً مساعداً في حوادث السير. فراكبو الدراجات النارية الذين يبردون في رحلات الشتاء الطويلة وتجار السوق الذين يقفون طوال النهار في البرد ومن ثم يقودون سياراتهم إلى منازلهم، هم عرضة بصورة خاصة لمثل هذه الإصابات.

يحدث فرط انخفاض الحرارة المتوسط حين تهبط درجة حرارة اللب دون 35° مئوية، ويترافق مع ارتجاف شديد، وشأنه شأن مهارات الدراجات الرفيعة، يتراجع التنسيق العضلي العام ويتلف إلى درجة يصبح معها المشي بطيئاً ومجهداً، بل غالباً ما يتعثر المرء وقد يقع. كذلك تتأثر القدرات الذهنية، فالكلام يضطرب ويتداخل، والتفكير يتراخى ويتباطأ كما أن القدرة على اتخاذ قرارات معقولة تضعف: بل قد تشعر بالرغبة في أن تستلقي في

الثلج وتهم بالنوم، أو حتى تشرع بخلع ملابسك لأنك لا تعي ما أنت فيه من برد. أمّا متسلقو الجبال فقد يخفقون في شد عدة أمانهم شداً صحيحاً، وهو ما يؤدي إلى نتائج مأسوية. إذ يصبح الضحايا لامبالين، نوامين، انسحابيين، غير متعاونين ويجيبون إجابات غير مناسبة حين يسألون. كما يغلب عليهم ألاّ يتذكروا الأشياء التي حدثت لهم مؤخراً.

لكن ما إن تهبط حرارة اللب تحت 32° مئوية حتى يتوقف الارتعاش، نظراً لأن مخزون الطاقة يكون قد استنفد ـ بعدئذ تهبط درجة الحرارة بسرعة أكبر أيضاً وذلك لافتقار توليد الحرارة بواسطة العضلات، أخيراً يصبح الشخص عاجزاً عن المشي ويتكور على الأرض في حالة أشبه بفقدان الوعي، غير مدرك لوجود الآخرين. فالوعي يغيب عادة في درجة حرارة

أشهر حالة من حالات فرط انخفاض الحرارة: أوتيزي، الرجل الذي يعود إلى ما قبل التاريخ والذي اكتشف موته تجمد عميقاً في الثلج بعد أكثر من 5200 سنة. لقد وجدوا معه ثروة من الممتلكات، منها فأس نحاسية، قوس غير مكتملة وحذاء محشو بالعشب للعزل. أمّا الشعر الموجود على أدواته فيدل على أنه كان قد اصطاد غزالاً أحمر، شاموا وتيس جبل، ومن المدهش أن فطريات انبثقت من العشب حين زرع.

تقارب 30° مئوية. وكما ذكر أحد ضحايا هذه الحالة فيما بعد: «كنت أشعر أنني أغدو أبرد وأبرد. وجهي يتجمد، يداي تتجمدان، فيما أحسست بأنني أغدو وكلي خدر، ثم بات من الصعب علي حقاً أن أحافظ على تركيزي لأنزلق تماماً في نوع من النسيان».

في حالة فرط انخفاض الحرارة الشديد، يتباطأ معدل النبض وينزل إلى درجة يغدو من الصعب قياسه، وفيما يصبح التنفس سطحياً، نشازاً غير منتظم يصعب تبيانه، فالضحية قد لا يتنفس إلاَّ مرة أو مرتين في الدقيقة وقلبه قد يدق ببطء وعلى نحو مساوٍ. أمّا جلده فيكون شاحباً، تلمسه فتشعر أنك تلامس قطعة جليد، فيما تتصلب أطرافه وتتجلد بينما يتمدد بؤبؤ العين ويتوقف عن أي رد فعل تجاه الضوء. حينذاك يبدو الشخص أشبه بالميت رغم أنه قد يكون ما يزال حياً بالواقع. يشار إلى هذه الحالة أحياناً باسم «علبة الجليد الاستقلابية» وذلك لأن الاستقلاب يتباطأ إلى درجة يكون الشخص معها في حالة من الحياة المعلقة.

يبطئ البرد معدل النبض لأنه يخفض من فعالية الناظم الذي ينظم نبض القلب. وفي درجة حرارة لب 28° مئوية تقريباً يمكن أن يحدث عدم اتساق في النبض القلبي أيضاً، وهو الأخطر لكونه انقباضاً عضلياً بطينياً أي انقباض غير متناسق لعضلة القلب عينها من القيام بوظيفتها العادية أي ضخ الدم ويؤدي إلى الموت. بل حتى لو تم تجنب الانقباض العضلي فإن القلب يتوقف عادة حين تصل البرودة إلى 20° مئوية.

في مياه القطب الشمالي

في 13 كانون الثاني / يناير 1982، أقلعت طائرة من أسطول فلوريدا الجوي من المطار الوطني في واشنطن، في رحلتها المعتادة رقم 90 بعد ثمان وعشرين ثانية فقط، اصطدمت الطائرة بجسر الشارع الرابع عشر على نهر پوتوماك ولقي ثمانية وسبعون شخصاً مصرعهم. لكن لم تكن كل

الوفيات بسبب شدة الأضرار الناجمة عن الاصطدام بل إن كثيراً منهم ماتوا بسبب فرط انخفاض الحرارة الناجم عن الغطس في مياه پوتوماك قارسة البرد. لقد أعاق الثلج والعتمة وحالة التجمد محاولات الإنقاذ، لهذا ظل بعض الأشخاص زمناً لا بأس به في الماء. لقد كانت قصة من قصص المآسي البطولية، فبعض الضحايا الذين أصروا على أن يجري إنقاذ آخرين قبلهم لم تجدهم الطائرات الحوامة حين عادت كي تلتقطهم.

في كل سنة، يقضي آلاف الناس نحبهم بسبب الماء البارد. ولعل فرط انخفاض الحرارة، وليس الغرق، هو المسؤول عن كثير من هذه الوفيات. فالحرارة تتبدد من الجسم بسرعة أكبر حين ينغمس في الماء لأن الماء ناقل جيد للحرارة (فناقلية الماء الحرارية أكثر بخمس وعشرين مرة من ناقلية الهواء) والغطس في ماء درجة حرارته أقل من 20° مئوية يؤدي إلى فقدان الحرارة ثم إلى الموت بسبب فرط انخفاض الحرارة. وبقدر ما يكون الماء أبرد، يأتي الموت أسرع. في بريطانيا، يبلغ معدل حرارة البحر في تموز / يوليو 15° مئوية، والمرء العاري سيصاب بالعجز عن الحركة خلال بضع ساعات. في كانون الثاني / يناير تهبط درجة الحرارة إلى 5° مئوية، لذا يقصر زمن تحمل الإنسان إلى 30 دقيقة. على أن الغطس في ماء حرارته حول درجة التجمد يؤدي إلى فرط انخفاض الحرارة خلال 15 دقيقة وإلى الموت خلال ثلاثين إلى تسعين دقيقة. وإذا ما كان المرء بلا سترة نجاة أو في أعالي البحار فإنه عادة يموت بسرعة أكبر حتى، نظراً لأنه سيغرق حالما يفقد الوعي. تعرض البحرية البريطانية على جنودها الجدد شريط ڤيديو عن السبّاحة الأولمبية شارون ديفيز، وهي تسبح في ماء متجمد لينطبع في ذهنهم كم يمكن للبرد أن يتغلب بسرعة حتى على رياضة عالمية من نوعها (ولا حاجة للقول إن جاذبيتها تترك انطباعاً ملحوظاً مساوياً).

وكون البرد، بمعزل عن الغرق هو سبب للموت، حقيقة قدرها حق قدرها مراقبون متفهمون منذ القدم، على الرغم من أنه لا يعترف بها رسمياً

دائماً. فالناجون من كارثة «تايتانيك» مثلاً، قالوا إن الكثير من الضحايا الذين كانوا يلبسون أحزمة نجاة وفي ماء ساكن (إنما جليدي) ماتوا بسبب البرد، في حين أن التحقيقات الرسمية ألقت باللائمة على الغرق. ولقد بوشرت دراسات علمية حول سبب الموت من الماء البارد من قبل كل من البحرية البريطانية والألمانية أثناء الحرب العالمية الثانية وذلك بسبب العدد الكبير من البحارة الذين كانوا يموتون بعد هروبهم من سفنهم الغارقة. أكثر هذه التجارب تدقيقاً في التفاصيل (وإثارة للاشمئزاز) قام بها النازيون على المعتقلين في مخيم تجمع داشو، وما تزال المعطيات التي حصلوا عليها حول الحدود الحرارية لبقاء الإنسان حياً، يستشهد بها حتى اليوم وتجعل بالإمكان إجراء تجارب على متطوعين (لاختبار بذلات النجاة، مثلاً) ضمن حدود السلامة. لكن هذا يثير إشكالية أخلاقية هامة، أهو مبرر أن تستخدم معطيات داشو، حتى وإن كانت تساعد في فهم وفيات الماء البارد والحيلولة دونها، بناء على الظروف المرعبة لتلك التجارب وعلى أن الناس كانوا يقتلون للحصول على تلك المعطيات.

هناك كثير من الحكايات عن أناس ظلوا على قيد الحياة رغم بقائهم في الماء البارد فترة طويلة من الزمن، هي غالباً أطول بكثير مما هو متوقع. من الواضح تماماً أن بعضهم كان يقيم بعيداً عن مقراته وبعضهم ساكن على نحو غير عادي وغير حساس تجاه البرد بفضل العناية الإلهية فقط. وفي حالات أخرى، يغدو أسهل على المرء أن يفهم كيف نجا ضحاياها من الموت. فتوني بوليمور كان يشارك في سباق يخوت حول العالم سنة 1997 حين انقلب قاربه في أحد الأطراف النائية للمحيط الجنوبي وحبسه تحته أربعة أيام ظل فريق الإنقاذ إلى أن وصل إليه، وبما أن درجة الحرارة كانت فوق درجة التجمد تماماً فإن معظم الناس فقدوا أملهم بنجاته، مع ذلك، وعندما عثر غواصو البحرية الأسترالية الملكية على هيكل قاربه المنقلب سبح توني خارجاً لتحيتهم. لقد كان، بشكل من الأشكال، الأسوأ لبساً، لكن

اجتماع بذلة النجاة الواقية من الماء مع هيكل القارب كملجأ له والطبقة العازلة من شحومه تحت الجلدية، كلها أسهمت في إنقاذ حياته.

ثمة ضحية أخرى حديثة العهد من ضحايا الماء البارد هي الفيلسوف البارز برتراند رسل. ففي سنة 1948، دعي لزيارة النرويج لإلقاء سلسلة من المحاضرات نظمها المجلس البريطاني، في 2 تشرين الثاني / نوفمبر طار من أوسلو إلى تروندهايم بطائرة مائية. كان الطقس عاصفاً والرياح عاتية، وحين حطت الطائرة على موجة طويلة شديدة أمسكت بها عصفة ريح وقلبتها جانباً، بحيث راح الماء يتدفق داخلها عبر الباب، وهكذا، عجز الكثير من الركاب عن الهروب قبل أن تغرق الطائرة وقد علق رسل نفسه ببساطة قائلاً: إن الماء كان بارداً جداً لكنه كان حسن الحظ إذ سرعان ما أنقذ لأن زمن نجاة شخص ينغمس في مياه بحر الشمال الباردة تقاس بالدقائق.

يزداد الفاقد الحراري في الماء إذا تحركت هنا وهناك، وما لم يكن الشاطئ قريباً (لا تستغرق السباحة إليه أكثر من 5 دقائق) فإن فرصته الأفضل للبقاء، إذا ما تحطمت سفينتك في ماء بارد، هي أن تطفو، وتظل ساكناً بسترة نجاتك إلى أن يأتي الإنقاذ: فالكفاح أو القيام بحركات سباحة لن يفيد إلاّ بتسريع معدل الفاقد الحراري وإنقاص الفترة الزمنية لبقائك على قيد الحياة. ذلك أن الحركة تبدد الطبقة الرقيقة من الماء التي يدفئها جسمك لتحل محلها طبقة جديدة من الماء البارد، مما يزيد من الفقدان بالتوصيل الحراري. وتتعقد المشكلة بحقيقة أخرى هي أن الحركة تزيد الدورة الدموية في الأطراف حيث الفاقد الحراري أكبر. فإذا اضطررت لترك سفينتك وكان لديك الوقت، ارتد أكبر قدر من الملابس السميكة والبس القفازات وجرابات بقدر ما تستطيع لأن العزل الإضافي يساعد في منع أذى البرد. على أن الأفضل دائماً هو أن تلبس بذلة واقية من الماء أو بذلة نجاة، لأن الملابس العادية ليست عازلات جيدة جداً في الماء.

هذه الاحتياطات البسيطة قد تنقذ حياتك. لكن لسوء الحظ، لا يبدو أنها

سباح عابر للقناة وقد دهن بالزيت قبل دخوله الماء. إنه، مثل كل سباحي المسافات الطويلة الناجحين، ذو بنية حسنة تساعده في تحمل الماء البارد.

معروفة على نطاق واسع، ففي سنة 1963، اشتعلت النار في «لاكونيكا» بعيداً عن شاطئ مدييرا واضطر ركابها لمغادرتها، فانتهى الكثير منهم ومن البحارة في البحر، حيث راحوا يسبحون لاعتقادهم أن ذلك يساعدهم في إبقاء أجسامهم دافئة، كما نزعوا ملابسهم الخارجية خشية أن تعيق حركتهم وكان ذلك خطأهم القاتل: فقد مات 113 شخصاً بسبب فرط انخفاض الحرارة.

يعد الشحم تحت الجلدي عازلاً ممتازاً. لذا يغلب أن يبقى الناس البدينون أحياء في الماء مدة أطول، وليس بالمفاجئ أن معظم السباحين الناجحين في القناة الإنكليزية هم حسنو البنية تماماً. فالسباحون عادة يحاولون أن يعبروا 34,5 كم (21,5 ميلاً) في آب / أغسطس أو أيلول / سبتمبر حين تكون المياه أدفأ، على الرغم من أنها تكون ما تزال باردة 15 ـ

18° مئوية. يستغرق اجتياز القناة سباحة ما بين تسع وسبع وعشرين ساعة وهو زمن أطول بكثير من زمن البقاء المحسوب بالنسبة لإنسان يغطس في ماء بمثل تلك الدرجة من الحرارة، غير أن أموراً عدة تسهم في نجاحهم، فالحركة تولد قدراً كبيراً من الحرارة للجسم. كما يكون لديهم عادة طبقة سميكة من الشحوم تحت الجلدية. ويتناولون الغذاء في فواصل منتظمة (دون أن يوقفوا السباحة وهم يأكلون، خشية أن يصيبهم تشنج). مع ذلك يضطر كثيرون للإقلاع عن السباحة بسبب التعب أو فرط انخفاض الحرارة[2]، وفي آب / أغسطس 1999، مات أحد سباحي المسافات الطويلة المجربين وهو يحاول عبور القناة.

إن الغوص على الجليد يعد من أحدث «الرياضات المتطرفة»، مغامرة نائية لا تفشل في رفع نسبة الأدرينالين حتى لدى أشد الناس إنهاكاً. فالمتحمسون، بعد أن يفجروا بالديناميت فتحة في بحيرة متجلدة، يغوصون في الماء المتجمد ويسبحون تحت الجليد. ويمكن لشخص مناسب مرتدٍ بذلة واقية أن يبقى حياً تحت ماء درجة حرارته 1° مئوية نحو 20 دقيقة (بمساعدة جهاز يزوده بالهواء طبعاً) قبل أن يشكل البرد خطراً عليه. لقد سجل الرقم القياسي لمدة الغوص في الجليد دون مساعدة (وهو يحبس أنفاسه) فابريس بوغان، الفرنسي الذي ظل دقيقتين وثلاثاً وثلاثين ثانية تحت ماء حرارته 10° مئوية.

مع ذلك، على غواصي الجليد أن يكونوا حذرين، لأن الماء البارد

(1) يحوي الشحم، إذا أخذنا الوزن نفسه، حريرات أكثر مما يحويه البروتين أو ماءات الفحم، لذا فإن حميتهم الغذائية قامت أساساً على الشحوم: 57 بالمئة شحوم، 35 بالمئة ماءات فحم و8 بالمئة بروتين، بل لقد شربوا الشوكولا الساخنة مع الزبدة. ولعل هذا أحد الأسباب في أن رهبان التيبت في أديرة الهملايا يشربون الشاي مع زبدة الياك (بقر التيبت الضخم الطويل الصوف) (رغم أن مذاقها غير مستحب بالنسبة إلى العربي).

(2) يمكن أن يسبب فرط انخفاض الحرارة سلوكاً غريباً، فأحد سباحي القنال الذي طلب منديلاً يمسح به عينيه، أكل المنديل بدلاً من أن يمسح به عينيه. وسبّاحة أخرى كانت مقتنعة اقتناعاً تاماً بأن حيوانات ذات فراء كانت تطاردها.

يمكن أن يقتل مباشرة. والحقيقة، هناك أساس حقيقي جداً للقول الشائع الذي يقوله الناس وهو أن الغوص في الماء البارد «سوف يقتلني» فقد سجلت حالات عدة عن شبان لائقي الأجسام طفوا على السطح جثثاً هامدة (أو غرقوا إلى القاع) خلال دقيقة من غطسهم في بحيرة جليدية. بل حتى السباحين المهرة يتأثرون. لماذا يحدث هذا؟ أمر ما يزال غير مفهوم تماماً، لكن يمكن أن يكون متعلقاً بعدة ردود فعل فيزيولوجية. تبطئ الصدمة والألم دقات القلب وربما تسببان اضطراباً في النبض قاتلاً، في حين أن الشهقة الانعكاسية طلباً للنفس التي يطلقها البرد يمكن أن تكون قاتلة إذا حدثت تحت الماء. كما أن صدمة البرد تسبب فرط التهوية أيضاً، مما يجرف ثاني أوكسيد الفحم من الدم وينقص حموضته والنتيجة هي تكزز العضلات (الذي يحول دون السباحة المنسقة) ثم فقدان الوعي فالموت السريع غرقاً.

يقتل الماء البارد الإنسان بعدة طرق، إذ يمكن أن يحدث الموت خلال ثوان من دخول الماء، أو بعد بضع دقائق من السباحة، أو بعد ذلك بكثير، حين يبرد الجسم كثيراً ويغيب الوعي. كذلك يمكن أن يحدث إثر الإنقاذ. والقصص التي تروى عن غرق السفينة الحربية الألمانية (غنايسناو) خلال الحرب العالمية الأولى تشير إلى أن معظم الناجين ماتوا على ظهر سفينة الإنقاذ بعد أن تم إخراجهم من الماء أحياء، ودون أي أذى ظاهري. هنالك أيضاً الكثير من التقارير المعاصرة عن بحارة وصيادي سمك تحطمت سفنهم كانوا بكامل وعيهم حين أخرجوا من الماء، لكنهم فقدوا وعيهم وماتوا مباشرة بعد الإنقاذ. سبب هذا الانهيار بعد الإنقاذ ما يزال موضع جدل، لكنه يعود على ما يبدو، إلى اجتماع البرد مع التغيرات في الضغط الهيدروستاتي (المتعلق بتوازن المواقع وضغطها) لدى إبعاد الشخص من الماء، كما وصفنا في الفصل الثاني.

فقدان التوازن

يحدث فرط انخفاض الحرارة في أي وقت يتجاوز فيه الفاقد الحراري المكسب الحراري: أي لا ينتج بالضرورة عن الأحوال الشتائية. فكبار السن الذين لا يحصلون على تغذية وتدفئة مناسبة هم عرضة للإصابة بهذه الحالة على نحو خاص، لا سيما إن كانوا يعانون من إصابات تقعدهم عن الحركة، إذ تهبط درجة حرارة أجسامهم بصورة مطردة على مدى يوم أو يومين، مما يؤدي إلى حالة تتفاقم تدريجياً من الاضطراب، وعدم التناسق فالغيبوبة. لذا ينبغي إبقاء المرضى سيِّئي التغذية، خاصة إذا كانوا أطفالاً، في وسط غالباً ما يكون دافئاً على نحو مزعج لمن يرعاهم، نظراً لأن معدل الاستقلاب المنخفض لديهم يجعلهم على استعداد مسبق للإصابة بغرض انخفاض الحرارة. يمكن للعقارات التي تزيد الفاقد الحراري أن تؤدي إلى فرط انخفاض الحرارة حتى في درجات حرارة بيئية دافئة نسبياً.

كذلك يمكن أن يحدث فرط انخفاض الحرارة من اجتماع الرياضة مع نقص الغذاء وشرب الكحول. فالرياضة تستنفد مخزون الجسم من الكربوهيدرات، مما يجعل نسبة السكر في الدم تميل للانخفاض. ثم يزيد الطين بلة شرب الكحول وذلك بتخفيض سكر الدم أكثر وأكثر نظراً لأنه لا بد من الغلوكوز لاستقلاب الكحول. يخفض الهيبوغليكيميا (انخفاض سكر الدم) إلى حد كبير من رد فعل الجسم حيال البرد، وإذا كان دفق الدم إلى الجلد لا يحول دون شيء، فإن الفاقد الحراري يرتفع إلى مستوى ينذر بالخطر، في هذه الظروف، يمكن أن تهبط درجة حرارة اللب بسرعة حتى وإن لم يكن هناك برد شديد: مثال على ذلك، تبين أن التعرض لهواء درجة حرارته 20 مئوية يبرّد الجسم خافضاً حرارته إلى الدرجة 33 مئوية خلال ثمانين دقيقة، كما أن المشي الحثيث مدة ساعتين والمعدة خاوية، يعقبه تناول عدة كؤوس من الويسكي يمكن أن يكون مركباً خطراً.

الحياة بعد «الموت»

«لا يعد أحد ميتاً إلاّ إذا كان دافئ الجسم، ميتاً» هي ذي قاعدة الأطباء. إذ تحكى كل سنة تقريباً حكايات عن «ضحايا برد عادوا للحياة بأعجوبة، نظراً لأن الناس الذين يصابون بفرط اتخفاض الحرارة الشديد يمكن أن يبدوا كالموتى رغم أنهم ما يزالون أحياء. ففي شباط / فبراير 1999، اكتسحت الانهيارات الجليدية جبال الألب النمسوية والسويسرية. بين الإصابات الجمة، كان هناك طفل في الرابعة من عمره ظل مدفوناً في الثلج مدة ساعتين فأُعلن حين أخرجوه، أنه، سريرياً، ميت، غير أن فرق الإنقاذ استطاعت أن تنعشه وخلال يومين كان يمارس من جديد ألعاب وكأن شيئاً لم يكن.

إن أخفض حرارة سجلت للإنسان نجا من فرط انخفاض حرارة عرضي هي الدرجة 13,7 مئوية. وقد كانت امرأة نرويجية في التاسعة والعشرين من العمر سقطت، وهي تتزلج، في أخدود شلال مائي، ثم حصرت بين الصخور والجليد السميك لتبقى بصورة متصلة في المياه الباردة. لم يكن رفاقها قادرين على إخراجها، وحين وصل فريق الإنقاذ، أي بعد ساعة وعشر دقائق، كانت سريرياً، ميتة. مع ذلك قدموا لها مباشرة إسعافات الإنعاش القلبية والتنفسية ثم نقلوها إلى مستشفى جامعة ترومسو حيث استطاع فريق إنعاش متدرب من إعادتها للحياة. وبعد خمسة أشهر كانت قد شفيت بصورة كاملة تقريباً.

كذلك هناك أطفال صغار أعيدوا للحياة بعد أن غطسوا كلياً في الماء المتجلد دقائق كثيرة دون تنفس، نظراً لأن البرد يبطئ معدل الاستقلاب لديهم إلى درجة تغدو الحاجة للأوكسجين ضئيلة جداً. الحالة النموذجية هنا هي حالة طفل في الخامسة من العمر سقط في الجليد وهو يمشي على نهر متجمد جزئياً ثم علق تحته مدة 40 دقيقة قبل أن ينقذه رجال من الضفادع

البشرية. وبما أنه لم يكن هناك جيوب هوائية بين الجليد والماء. فقد بدا أنه كان غاطساً تحت الماء طوال ذلك الوقت. وعندما أخرجوه، لم يكن فيه أي نبض ولم يكن يتنفس كما كان رمادياً ـ أزرق من البرد وكانت درجة حرارة لبه 24 مئوية. بعد يومين من التنفس الاصطناعي في المستشفى، استعاد الطفل وعيه وبدأ يمشي. وبعد ثمانية أيام من حادثته سمح له بالذهاب إلى منزله. لقد كان حسن الحظ للغاية، إذ إنه شفي شفاء تاماً، ولم تظهر على مخه أي علامة من علائم الأذى. لكن ما كل الناس يتجاوزون مثل هذه المحنة وإن كان الأطفال هم الأفضل عادة في هذا المجال، ذلك أنهم صغار إلى درجة سرعان ما يبردون معها وبالتالي فإن حاجتهم إلى الأوكسجين تهبط بسرعة فيدخلون في حالة من الحياة المعلقة.

إن أسرع طريقة لإعادة تدفئة شخص يعاني من فرط انخفاض حرارة متوسط هي تغطيسه في حمام دافئ. أمّا ضحايا الإصابات الشديدة من هذه الحالة فيدفأون بإعطائهم هواء دافئاً كي يتنفسوه وكذلك بنفخ هواء دافئ على جلودهم وسحب دمهم عبر وريد من الأوردة ثم تمريره عبر مبدل حراري قبل إعادته إلى الجسم. ولا بد من بذل عناية شديدة عند القيام بإعادة تدفئة شخص مبرد تبريداً شديداً، وذلك لأن اضطراباً قلبياً يمكن أن يحدث، وهذه مشكلة بحد ذاتها عندما تدفئ من جديد أولئك الذين توقفت قلوبهم.

حول الأيدي المتشققة والأقدام الباردة

كان يقال لي، وأنا طفلة صغيرة، ألاّ أدفئ يدي الباردتين على مشعات المدرسة الحرارية لأنني سأصاب بالتقرحات. وعلى الرغم من أننا قليلاً ما نسمع بها اليوم، فإن التقرحات كانت، على ما يبدو، شكوى شائعة في شبابي، رغم أنني، ولحسن حظي، لم أصب بها قط (مع أنني لم أكن أطيع التعليمات). والتقرحات هي عبارة عن لطخ جليدية حمراء مثيرة للحاك، توجد أكثر ما توجد على أصابع اليدين، القدمين، الوجنات والآذان. سببها

هو تعرض الجلد المتكرر، دون واق أو غطاء لدرجات حرارة دون 15 ° مئوية، وهو ما يؤدي إلى تلف مستديم في الشرايين الدموية. يعد الأطفال والنساء الأكثر عرضة للإصابة بالتقرحات، كما تحدث في الشروط الجوية الرطبة كتلك الموجودة في بريطانيا أكثر مما تحدث في الأقاليم الجافة والباردة. ولعل الانخفاض في معدل حدوثها في بريطانيا اليوم هو نتيجة اليسر والرفاه المتزايد، وهو ما أدى إلى ارتداء الملابس المناسبة وإلى الإدخال واسع النطاق للتدفئة المركزية.

أمّا تناذر رينو (أي مجموعة الأعراض المتزامنة) فهي الحالة التي يتحول فيها لون أصابع اليدين (أو القدمين) إلى الأبيض ثم الأزرق فالأحمر عند التعرض للبرد. السبب هو أن الأوعية الدموية تتقلص بشدة مباشرة وإلى حد يتوقف معه دفق الدم كله تقريباً، ثم تتجدد ببطء. وقد يكون مؤلماً تماماً حين يصل الدم إلى الأصابع الخالية من الدم مرة أخرى. غير أن الغريب هو أن مرض رينو (شأنه شأن التقرحات) أكثر شيوعاً في البلدان ذات الشتاءات اللطيفة، كبريطانيا وإيطاليا، أكثر مما هو الحال في كندا والسويد، ربما لأن المناخ الأشد قسوة يلزم الناس باتخاذ احتياطات أفضل. فالأطفال في بريطانيا، مثلاً، يلعبون شتاء في الخارج وبذلك يتعرضون باستمرار للبرد.

أمّا «قدم الخندق» فهي اللازمة الرهيبة للحرب العالمية الأولى إذ تدل الوثائق على أن أكثر من 29000 حالة وقعت في الجيش البريطاني سنة 1915. السبب هو التعرض طويل الأمد لأحوال جوية رطبة وباردة، وظروف الخنادق مثالية لهذه الحالة فالمطر كان يملأ الخنادق بحيث كان الرجال باستمرار يخوضون في الماء والوحل اللزج السميك، فيما كانت الرياح القارسة تجعل ملابسهم الرطبة صلبة قاسية كألواح الجليد.

على أن «قدم الخندق» ما تزال مشكلة قائمة، فخلال حملة الفوكلاند سنة 1984، كانت وراء 14 بالمئة من الإصابات البريطانية. وفي سنة 1988،

عانى 11 بالمئة من إحدى الوحدات البحرية الأمريكية من هذه الحالة. وكياكو البحر (مستخدمو الزوارق الجلدية كالأسكيمو مثلاً) الذين يمكن أن تكون أيديهم وأقدامهم معرضة للماء فترات طويلة من الزمن هم عرضة على نحو خاص للإصابة بهذا المرض، كما يمكن أن يصاب به متسلقو الجبال إذا ما أصبحت جواربهم مبللة بسبب التعرق الشديد أو دخول الثلج الناعم إلى أحذيتهم والذوبان هناك، كذلك يمكن أن تحدث الإصابة لدى الناس الذين تقتضي أعمالهم الوقوف، وأقدامهم رطبة في شروط جوية شتائية. عشرات الناس، ممن يحضرون كل سنة مهرجان غلاستنبري بلباس أقدام غير ملائم تظهر لديهم حالة «قدم الخندق» إذ حتى في حزيران / يونيو، يمكن أن يكون الطقس الإنكليزي بارداً رطباً وتصبح الأرض مستنقعاً.

تغد «قدم الخندق» إصابة موضعية ببرد لا يصل درجة التجمد وتنجم عن التعرض الطويل لشروط جوية رطبة وباردة. فالواقع أنه لا يتعين أن تكون درجة منخفضة جداً، إذ إن الوقوف في ماء درجة حرارته 10 مئوية اثنتي عشرة ساعة أو أكثر يكفي للإصابة بهذه الحالة. تفقد الأقدام المبللة حرارتها بسرعة كبيرة ـ أسرع بخمس وعشرين مرة مما هي الحال وهي جافة ـ بحيث إن الأوعية التي تزود الأقدام بالدم تتقلص لتخفيف الفاقد الحراري، وحين ينقص دوران الدم بهذه الطريقة، تبدأ النسج بالموت، نظراً لأنها لم تعد تتلقى الأوكسجين والمغذيات التي تحتاج إليها، وفي الوقت نفسه تتراكم نواتج الاستقلاب السامة. تعد «قدم الخندق» غادرة على نحو خاص لأن النسج الأعمق، كالعضلات والأعصاب مثلاً، يمكن أن تتأثر قبل زمن طويل من ملاحظة أي تلف على البشرة. تكون الساق المصابة باردة كما تظهر شاحبة اللون مبقعة، يسري فيها الخدر. ولدى التدفئة من جديد، يصبح الجلد أحمر مائلاً للأرجواني متورماً وبالغ الإيلام. يقول بعض الضحايا «هي أشبه بصدمات كهربائية تصعد من أصابع القدمين إلى الساقين». بعد ذلك يمكن أن تظهر البثور، التقرحات، وحتى الغنغرينا، بل يمكن في الحالات

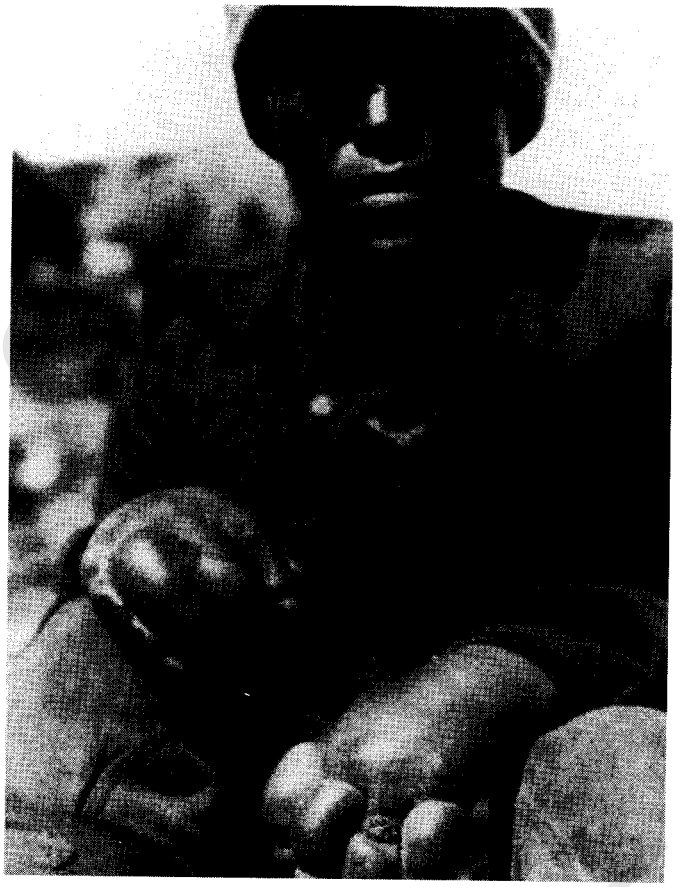
الشديدة جداً أن تموت القدم بكاملها ويتوجب بترها.

ثمة إجراءات بسيطة لكنها فعالة تحول دون الإصابة بـ «قدم الخندق». المفتاح هو إبقاء القدم جافة دائماً وتفادي أي شيء يحد من دوران الدم، كالبقاء دون حراك فترات طويلة من الزمن وفي وضع يصيب بالتشنج. لكن لسوء الحظ، وكما يمكننا أن نتصور، من غير الممكن دائماً تحقيق أي من هذه الشروط في العمليات العسكرية.

قضمة الصقيع

يمكن أن تحدث قضمة الصقيع، إذا برد الجلد حتى درجة حرارة تقارب الصفر، وذلك بسبب تجمد الأنسجة. وهي تحدث أكثر ما تحدث في النهايات ـ كالآذان مثلاً، الأنف، أصابع اليدين، أصابع القدمين (وكذلك الوجنتين، متلفة مساعدات الذاكرة)، في الحالات الخفيفة، وحدها الطبقات الخارجية من الجلد تتجمد. تتميز قرصة الصقيع، كما تدعى هذه أحياناً، بجلد أبيض شمعي وبفقدان الحس. إنها أشبه بالحرق الشمسي وحروق الدرجة الأولى الأخرى. عند إعادة التدفئة يتحول الجلد المتجمد إلى أحمر لامع ثم ينسلخ بعد ذاك، تعد «قضمة الصقيع» الظاهرة أكثر خطورة، لأن الأنسجة الواقعة تحت الجلد علاوة على الجلد نفسه، تتجمد. وعند التدفئة من جديد، يتحول الجلد إلى أرجواني ـ أزرق ثم يتورم. وخلال يوم أو يومين تتشكل البثور وتظهر قشرة مسودة صلبة. إذا كان المرء حسن الحظ، يشفى الجلد تحت هذه الطبقة التي تنسلخ أخيراً وتتقشر ليتكشف الجلد الجديد لكنه قد يكون مؤلماً للغاية كما يصفه آبسلي تشيري غارارد:

«كانت درجة الحرارة ـ 47° فهرنهايت وكنت أحمق كفاية لأن أخرج يدي من قفازيهما لأسحب الحبال بغية جذب الزلاجات إلى الأعلى ثم ارتددت وأصابعي العشر كلها قد قضمها الصقيع. وهي لم تعد بالحقيقة إلاّ ونحن في خيمتنا لتناول وجبتنا الليلية. لكن خلال بضع ساعات ظهرت



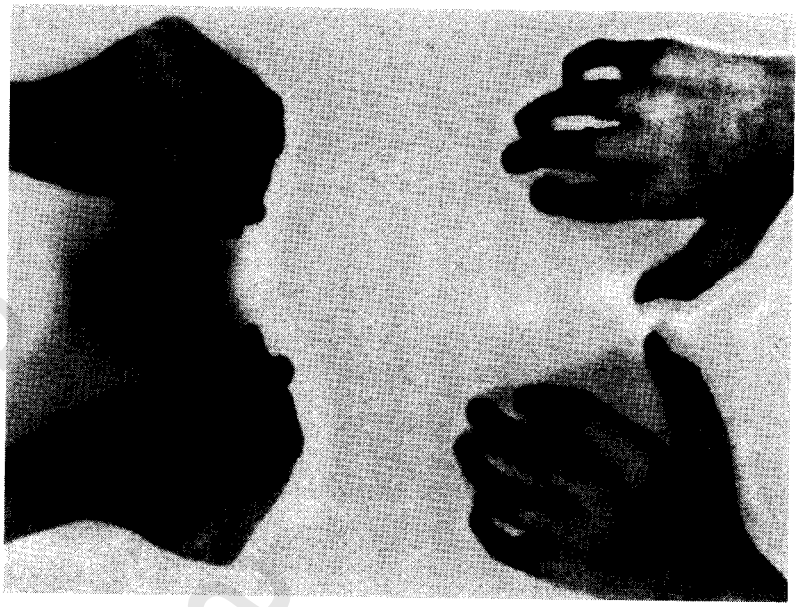
أحد أفراد الشيرپا بيدين متورمتين مصابتين بالبثور بسبب قضمة الصقيع

ثلاث بثور كبيرة، يصل طول واحدتها إلى البوصة، عليها جميعاً. ثم ظلت أياماً عديدة تؤلمني إيلاماً مخيفاً».

ينجم أخطر أشكال قضمة الصقيع عن تجمد النسج الأعمق، مثل العضلات، العظم والأوتار. تؤدي قضمة الصقيع الشديدة بصورة دائمة تقريباً إلى تلف نسيجي مستديم قد يتطلب في النهاية الإزالة. لقد فقد الكثير من متسلقي الجبال والمستكشفين القطبيين أصابع أيديهم أو أقدامهم بسبب قضمة الصقيع. والإصابات المرعبة بسببها حلت ببيك ويذرز، أحد أفراد حملات إفريست سيئة الحظ وذلك في أيار / مايو 1996 حين واجه عاصفة هوجاء. إذ تُرِك على حافة «كانشانغ فيس» باعتباره ميتاً. فقد كان في حالة غيبوبة،

بلا قفاز أيمن، ووجهه مغطى بقشرة من الجليد «أي أقرب ما يمكن أن يكون للموت لكنه كان ما يزال يتنفس». لكن بيك، وبأعجوبة، رفض أن ينهار. إذ أدرك مأزقه على مهل، بعد اثنتي عشر ساعة من شبه فقدان الوعي فأيقن أنه «في ورطة شديدة وأن الفارس المنقذ لن يأتي. لذا يفضل أن أفعل شيئاً ما بنفسي». بعدئذ وصل، وهو يترنح، إلى المخيم في أقصى حالات المرض. إذ كان عليه فيما بعد أن يضحي بيده اليمني من المرفق، علاوة على أصابع وإبهام يده اليسرى بالإضافة إلى أنفه. لكنه حافظ على حياته وعلى روح الدعابة لديه، كما يشهد أصدقاؤه.

مع تجمد النسيج، تتشكل بلورات جليدية في الخلايا والسوائل التي تغمرها. وإذا كان التجمد بطيئاً، تظهر البلورات الجليدية أولاً في السوائل خارج الخلايا، مما يزيد من تركيز المحلول الذي يظل مائعاً ويسحب الماء من الخلية بالتناضح (ميل الماء للانتقال من محلول عالي التركيز إلى محلول أدنى تركيزاً). نتيجة لذلك، تتقلص الخلية ويرتفع تركيز المحلول الملحي داخلها. ونظراً لأن النسب المحلية العالية تتلف البروتينات دائماً، فإن هذا يؤدي إلى موت الخلية. لكن حين يكون التجمد سريعاً، فإن إبراً من الجليد يمكن أن تتبلر داخل الخلايا ثاقبة غشاء الخلية، وإذا ما احتكت الإبر الجليدية ببعضها بعضاً، يمكنها فعلياً أن تمزق الخلايا مفرقة إياها بعضها عن بعض، وهو السبب الذي ينصح من أجله بعدم فرك المناطق المصابة بقضمة الصقيع. لدى إعادة التدفئة يحدث مزيد من الأذى. فالخلايا التي تبطن جدران الأوعية الدموية الأدق تكون معرضة على نحو خاص للتلف. ولدى إعادة تدفئتها تصبح راشحة وينفد منها الدم، مما يسبب تورم النسيج المحيط، أمّا الراسب من كريات الدم الحمراء الذي يتبقى في الأوعية الشعرية فإنه يخفض دفق الدم الذي ينقص بدوره، إمدادات الأوكسجين والمغذيات إلى الأنسجة هناك، وبالتالي يؤدي إلى موتها. هذا التلف الواسع الذي يمكن أن يحدث لدى إعادة التدفئة إنما يعني أن من الحكمة الإبقاء



قضمة صقيع شديدة للأصابع حيث يظهر أن الحركة ممكنة لأن العضلات لم تتأثر والأوتار ما تزال سليمة

على النسيج المصاب بقضمة صقيع حادة متجمداً إلى أن تتوفر له العناية الطبية. فالإذابة والتجمد كلاهما يمكن أن يكون كارثياً.

الأسكيمو والمستكشفون

من الثابت تماماً أن بعض الناس يرتاحون في شروط جوية يجدها معظمنا باردة على نحو غير مقبول. فهنود الياغا من تيرو ديل فوغو، كما يروي دارون، كانوا يعيشون في الثلج وجليد الشتاء والپاتاغوني دون أي ملابس (لكن هناك لديهم ناراً وهي التي أعطت الأرض اسمها). كما أن سكان أستراليا الأصليين وبوشمان الكالاهاري يسكنون في مناطق صحراوية تهبط فيها درجات الحرارة بسرعة ليلاً ويمكن أن تنزل تحت درجة التجمد شتاء. وعلى الرغم من البرد، فإن السكان الأصليين ينامون، تقليدياً، عراة على الأرض ودون شيء يقيهم سوى واقية ريح. لقد بيَّنت الدراسات الفيزيولوجية أنهم يتحملون انخفاض حرارة لبّهم ليلاً إلى نحو 35° مئوية،

كما تهبط درجة حرارة جلدهم أيضاً. ثمة رد فعل مشابه يظهر لدى بوشمان الكالاهاري أيضاً. بالمقابل، فإن الأوروبي الأبيض الذي يتعرض للشروط الجوية نفسها يحافظ على حرارة جسمه بدرجة 36° مئوية وذلك بالارتعاش والتحرك هنا وهناك باستمرار، وبذلك لا يستطيع النوم. لكن بين الأوروبيين، يختلف الأفراد في قدرتهم على التغلب على البرد. فبيت أختي، في نظري، بارد حتى التجمد، في حين أنها تجد بيتي حاراً إلى حد مزعج.

اشتهر هـ. جـ. باورز أو «بيردي»، وهو أحد أفراد حملة سكوت الأخيرة سيئة المصير (سنة 1911)، بقسوته المفرطة. ففي رحلة شتوية إلى رأس كروزيير لجمع بيض البطريق الأمبراطور، نام باورز نوماً عميقاً في درجة حرارة تقل عنه ـ 20° مئوية دون حشوة الريش في كيس نومه الفرائي، وفي حين أن رفيقه، أيسلي تشيري غارارد عانى من «سلسلة من نوبات الارتعاش التي جعلتني عاجزاً تماماً عن التوقف والتي تملكت جسدي إلى أن خيل إلي أن ظهري سينقصم، لشدة التوتر فيه». وخلافاً لتشيري غارارد، لم يصب باورز كذلك بقضمة صقيع في قدميه فعلق سكوت قائلاً «إنه لم يرَ قط رجلاً لا يتأثر بالبرد مثله».

لماذا كان باورز غير حساس حيال البرد هكذا؟ أحد التفسيرات الممكنة هو أنه كان كل صباح، وعلى نحو يبهر زملاؤه ويرعبهم، يتعرى من ملابسه في هواء القطب الجنوبي المتجمد ثم يسكب على نفسه سطولاً من ماء الجليد والثلج نصف الذائب. لقد بينت عدة دراسات أن القرص المتقطع للبرد يسبب، على ما يبدو، قدرة على التكيف مع البرد لدى الإنسان إلى درجة ما. فالتغطيس اليومي لمتطوعين عراة في ماء درجة حرارته 15 مئوية مدة تراوح بين ثلاثين وستين دقيقة على مدى أسابيع عدة، مثلاً، أدى إلى قدر أكبر من التحمل وضيق أقل، عندما تعرضوا لاحقاً لشروط القطب الشمالي الجوية. ولقد روى أحد الناجين من انسحاب موسكو الكبير سنة 1812 وهو الملازم جـ. ل. هينكيز قائلاً أيضاً «تدبرت البقاء دافئاً بفرك

نفسي بقدر كبير من الثلج وهو الشيء الوحيد المتاح بغزارة».

كل هذا يدل على أن اغتسالات باورز الجليدية النظامية ربما كانت هي المسؤولة عن تحمله الشديد للبرد، كما قد تكون هي نفسها وراء صلابة الأسبارطيين التي يضرب بها المثل وكذلك تلاميذ المدارس العامة البريطانية الذين اشتهروا بأنهم يستحمون يومياً بالماء البارد. ثمة تكيف فزيولوجي مماثل ربما يكمن خلف قدرة بعض الناس على العمل ساعات طويلة وأيديهم في ماء بارد إلى درجة لا يمكن أن يتحملها آخرون. فالأسكيمو، صيادو السمك، وهنود أمريكا، مثلاً، يمكنهم الحفاظ على دورتهم الدموية مستمرة واصلة إلى أطرافهم حتى في البرد كما سبق وذكرنا. هذه الاكتشافات دفعت بعض المرجعيات للقول إنه يمكن لنظام مِنْ مَنْ أخذ حمامات جليدية أن يساعد في إعداد الجسم للتكيف مع بيئة باردة. مع ذلك احتج آخرون بأن فائدتها الوحيدة الممكنة هي فائدة معنوية توازن أثرها الضار بالصحة. وهذا هو موقف أحد رجال الجو الأمريكيين الذي كان يدعو إلى أن على الأفراد أن يتدربوا على العمل وهم بملابس خفيفة كي يزيدوا من قدرتهم على الحركة، ثم أقلع عن الفكرة حين طلب إليه أن يطبق ذلك على نفسه.

يحرض البرد الشهية، وما يتناوله المرء من طعام زائد يفضي إلى رفع معدل الاستقلاب الأساسي لدى الأسكيمو هو أعلى بنسبة 33 بالمئة منه لدى الأوروبي، بسبب ما يتوفر في غذائهم، تقليدياً، من نسبة بروتين عالية، تتضمن ما يصل إلى رطل إنكليزي من اللحم يومياً. هذا يفسر، جزئياً، قدرتهم الأكبر على تحمل البرد. كذلك يمكن للبرد المستديم أن يزيد الشحوم تحت الجلد. وقد لوحظت تغيرات موسمية في الوزن في بريطانيا، إذ تزيد في الشتاء وتنقص في الصيف. ويقال إن أفخاذ الفتيات في البلدان المعتدلة أصبحت أسمن في عصر التنورة القصيرة (رغم أن المتشكك يمكن أن يحتج بأن السبب ببساطة هو أن حجمها صار أكثر ظهوراً) على أي حال، تكون هذه التغيرات في شحوم الجسم أضأل من أن تؤثر ذلك التأثير الكبير

على التوازن الحراري وليس ثمة دليل على أن السكان الذين يعيشون في المناطق الباردة هم أكثر سمنة من سكان المناطق الحارة. على الرغم من أن الأعراق التي نشأت وتطورت في أقاليم مختلفة يمكن أن تكون ذات أشكال مختلفة، كما ناقشنا ذلك في الفصل الثالث.

منافع البرد

ليس البرد ضاراً دائماً. إذ لوحظ، أثناء حرب الفوكلاند، أن كثيراً من المصابين بقوا على قيد الحياة برغم إصاباتهم الشديدة وعلى نحو غير قابل للتفسير، كفقدان طرف مثلاً، وعلى الرغم من عجز المصاب عن الوصول إلى المستشفى الميداني إلاّ بعد الكثير من الساعات، لقد دلّت الدراسات اللاحقة على أن البرد القارس خفض إلى حد كبير نزف الدم من جروحهم (كما في حالة خيول ثيريون) مما أدى إلى حالة خفيفة من فرط انخفاض الحرارة قلل من حاجة أجسامهم للأوكسجين ومكنهم من البقاء أحياء، حتى بحجم دم منخفض.

تستخدم درجات الحرارة المنخفضة أحياناً بصورة متعمدة خلال العمليات لإبطاء معدل الاستقلاب في الجسم وبالتالي لإنقاص متطلبات الأنسجة من الأوكسجين، الأمر الذي يتيح إمكانية قطع تدفق الدم بين الحين والحين دون إتلاف النسيج. في الجراحة القلبية، مثلاً، يمكن إيقاف القلب مدة تصل حتى الساعة وذلك باستخدام محاليل باردة درجة حرارتها نحو 4 مئوية (أمّا بقية الجسم فيزودها بالدم الحار جهاز قلب ـ رئة اصطناعية). كذلك يبرد الدماغ، في بعض العمليات الجراحية العصبية، ليصبح بالإمكان إيقاف الدورة الدموية المحلية مدة تصل حتى 15 دقيقة. كما يمكن لإبقاء الرأس بارداً أن يساعد في الحيلولة بين الأطفال الذين يعانون من نقص الأوكسجين أثناء ولادة عسيرة، وبين أن ينمو لديهم لاحقاً تلف دماغي غير قابل للشفاء. يحدث معظم التلف محلياً بعد يوم أو يومين من الولادة ولدى

الحيوانات، يمكن منع تبريد الدماغ بعد الولادة مباشرة. وهناك تجارب تجري حالياً على أطفال من البشر للبت فيما إذا كان تركيب خوذة مبردة بالماء بعد الولادة تبرد رأس الطفل بنحو ثلاث درجات مئوية، تخفض التلف الدماغي أم لا.

حول البطريق والدببة القطبية

نشأ الإنسان ثم تطور في سهول أفريقيا، لهذا فإن قدرتنا على التغلب على البرد محدودة. بالمقابل فإن كثيراً من الحيوانات تتكيف تكيفاً تاماً مع البيئة الباردة. إنها تعزل بفراء سميك أو شحم تحت الجلد، ويغلب عليها أن تكون كبيرة الحجم، ذات أطراف قصيرة، مما يساعدها في إنقاص نسبة مساحة بطنها إلى حجمها وبالتالي فاقدها الحراري. كما أن الكثير منها لديه بروتين مضاد للتجمد في دمها وأنسجتها، فيما يختار بعضها الآخر الخروج من الحياة النشطة سامحاً لحرارة جسمه أن تنخفض حتى درجة البرودة (أو حتى التجمد)، ولمعدل الاستقلاب لديه أن يهبط هبوطاً كبيراً وهو غارق في سباته إلى أن يمر الطقس القاسي. إنها استراتيجيات فعالة بحيث إن المشكلة الحقيقية بالنسبة إلى كثير من الحيوانات للعيش في المناخ البارد ليست درجة الحرارة بل مقدار الغذاء المحدود.

يحفظ الفرو (أو الريش) الحيوان في حالة من الدفء لأن الهواء ينحبس داخل الشعر ويقدم طبقة عزل إضافية. كما أن نفخ الغطاء إلى الأعلى من خلال انتصاب الشعر أو الريش يزيد مقدار الهواء المحتبس وينقص الفاقد الحراري. فالهواء عازل حراري شديد الفعالية. إنه المسؤول عن أن كثرة طبقات الملابس توفر دفئاً أكثر من طبقة سميكة واحدة وأن ثوباً من الليف معظمه ثقوب يدفئك والمسؤول عن التدفئة هنا هو الجيوب الهوائية الواقعة بين الخيوط. (ولقد طور الثوب الليفي من أجل حملة غراهام لاند البريطانية إلى القطب الجنوبي بين 1920 ـ 1922، كما كان يستخدم في

أيام شبابي لكنه لم يعد متاحاً للاستخدام العام الآن).

تسقط الفعالية الوقائية لفرو الحيوان بتزايد سرعة الريح، نظراً لأن الطبقات المحتبسة من الهواء الدافئ تضطرب. وسوف يكون، منطقياً، أدفأ لك أن تلبس معطفاً فرائياً بالمقلوب، كما يفعل الأسكيمو. غير أن هذا الخيار غير متاح للحيوان نفسه. من الواضح أن معظم معاطف الفراء في العالم المتطور تلبس كنوع من الزي والصرعة أو كرمز يدل على المكانة الاجتماعية، لا لأغراض عملية، ذلك أن جلود الخراف وحدها هي التي تلبس بالمقلوب.

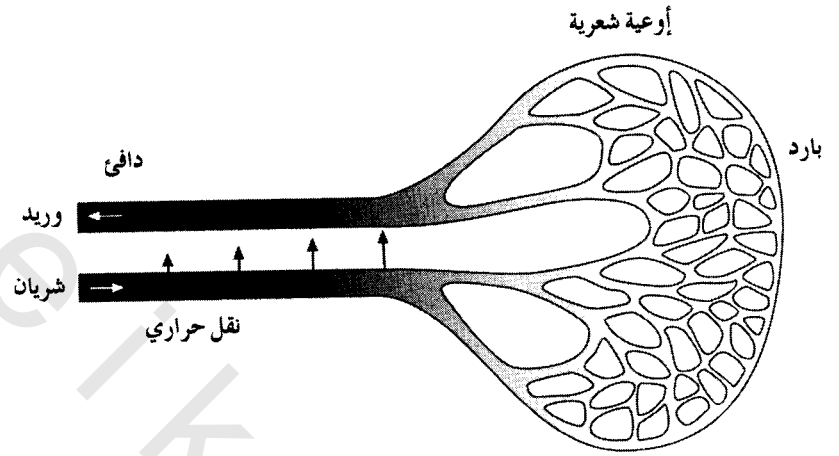
لكن إذا كان الفرو والريش شيئاً جيداً جداً في الهواء فهما ليسا كذلك

يعيش الثعلب القطبي بهناءة في درجة حرارة ـ 50 مئوية. إن غطاءه الشتوي السميك يوفر له عزلاً فعالاً تاماً، فينام متكوراً على نفسه على شكل كرة محكمة الإغلاق وأنفه وقوائمه إلى الداخل. كذلك يساعده جسده المشدود وقوائمه القصيرة وأذناه الصغيرتان في حفظ الحرارة الحيوية والهامة.

في الماء، إذ يتسرب الهواء من بين الشعر ويفقد خصائصه العازلة. بينما يعتبر الشحم أو دهن الحوت عازلاً أكثر فاعلية في الماء، فالفقم لديها طبقات هامة من الشحم تحت جلودها، كذلك هي حال الدببة القطبية التي تقضي أيضاً قدراً لا بأس به من وقتها في البحار المتجلدة. ويمكن أن نتوقع من البشر السمان أن يبقوا على قيد الحياة حين يغطسون في ماء بارد (زمناً أطول من أولئك النحاف).

إن رجلاً يقف حافياً على طوف جليدي سيصاب بسرعة بقضمة الصقيع. لكن البطريق يفعل ذلك طوال حياته دون أن يصاب بأذى. لا تصاب أقدام البطريق بقضمة الصقيع لأنها لا تبرد أبداً إلى درجة حرارة الجليد، فالدم الذي يجري إليها مكيف بحيث يبقيها في درجة حرارة أعلى قليلاً من الصفر ويمنعها من التجمد. حين تهبط درجة الحرارة تحت ـ 10 مئوية. ينقص البطريق الأمبراطور من نقاط تماسه مع الأرض وذلك بالوقوف على عقبه وذيله ضاماً أصابع قدميه وزعانفه أقرب ما يكون إلى جسمه. وقد يبدو غريباً، لدى النظرة الأولى، أنه ليس للبطريق أقدام معزولة على نحو أفضل على الرغم من أنه، ككل، معزول جيداً وعلى نحو استثنائي بحيث يغدو من الصعب عليه التخلص من الفائض الحراري الناتج عن ممارسة الرياضة أو الحركة. والقدمان واحدة من المناطق القليلة في الجسم التي يمكن حدوث هذا فيها.

ليس من السهل على سمكة أن تحافظ على درجة حرارتها أعلى من درجة حرارة الماء المحيط، نظراً لأن تدفق الدم السريع والواسع عبر الغلاصم، وكذلك الضروري للتنفس يؤدي حتماً إلى فقدان حرارة مفرط. غير أن سمكتي التونة والقرش طورتا مبدلاً حرارياً وعائياً معاكساً للتيار يتيح لها إمكانية إبقاء عضلاتها بدرجة حرارة أعلى حتى العشرين مئوية من درجة حرارة بقية الجسم. هذا المبدل، شأنه شأن المبدل الحراري للظبي الذي ذكرناه في الفصل الثالث، يتألف من شبكة من مئات الأوردة والشرايين



حين يمتد شريان محيطي بمحاذاة وريد، يكون هناك مجال حراري شبكي بينهما نظراً لأن الدم الذي يغادر لب الجسم هو أكثر حرارة من ذلك الفاقد من الجلد البارد، مما يؤدي إلى انتقال الحرارة من الشريان إلى الوريد وينتج دارة حرارية قصيرة تحافظ على الحرارة داخل لب الجسم وتنقص الفاقد الحراري المحيطي. مثل هذا التبادل يحدث حتى لدى البشر، فالأوردة تمتد عميقاً في الأنسجة، في حين هناك مجموعات من الأوعية الوريدية، واحدة تمتد بجوار الأوردة والثانية تمتد تماماً تحت سطح الجلد. ومنع دم الأوردة المحيطة من الوصول إلى الأوردة الأعمق يساعد في حفظ الحرارة. هذا الترتيب داخل مبدل حراري وعائي (الريتي ميرابيل) يتألف من مئات الأوردة والشرايين الدقيقة المتداخلة (أنظر الصورة أعلاه). وسمكة التونة ذات الزعنفة الزرقاء و«الريتي ميرابيل» شوهدت أول مرة من قبل عالم الطبيعة الفرنسي جورج كيفينتي سنة 1831.

الدقيقة المتداخلة، لكن في هذه الحالة، تنتقل الحرارة من الدم الدافئ المغادر للعضلة العاملة كي يسخن الدم الداخلي الأبرد. فالعضلة الأدفأ هي المسؤولة عن قدرة سمكة التونة على السباحة بسرعات تصل حتى 18 كم في الساعة. توجد مبدلات حرارية معاكسة للتيار مماثلة في زعانف الفقم والدلافين وفصي ذيل الحوت، حيث تساعد في منع فقدان الحرارة داخل ماء البحر البارد كالصقيع. كذلك، لدى الطيور التي تخوض في الماء طوال النهار على قوائم طويلة نحيلة معزولة، مبدلات حرارية وعائية في قوائمها. وهذا يفسر لماذا لا تعاني من أي آثار سيئة، بينما يمكن للإنسان الذي

يخوض بقدميه في ماء متجلد أن يصاب بمرض «قدم الخندق».

كذلك تتكيف الحيوانات مع البرد المزمن من خلال تغيرات كيمياوية داخل خلاياها تمكنها من العمل بدرجات حرارة أدنى. تتوقف العضلات والأعصاب البشرية عن العمل حين تنخفض درجة حرارتها إلى ما دون 8 مئوية. لكن لدى الحيوانات القطبية تظل تعمل حتى درجة حرارة قريبة من الصفر. سبب هذا الفارق يكمن في طبيعة الشحوم (الدهون تقنياً) الموجودة في أغشية خلاياها. إذ إن معظم أنماط الشحم الحيواني يصبح قاسياً يتقصف بسرعة حين يبرد كثيراً، لكن الشحوم الموجودة في قوائم نوارس البحر والحيوانات التي تعيش في الأقاليم الباردة لها درجة ذوبان تختلف باختلاف بعدها عن لب الجسم. فالشحم المستخلص من أقدام الأيل، يظل سائلاً بدرجة حرارة منخفضة ويستخدمه الأسكيمو كمساعد للانزلاق، في حين يكون شحم القسم الأعلى من القائمة جامداً حتى في درجة حرارة الغرفة ويستخدم للطعام. وإذا اقتربنا من الوطن، فإن زيت قدم البقر الذي يؤخذ من أقدام الماشية. يمكن استخدامه لإبقاء الجلد المعرض للبرد لدناً. إن التغيرات في مقدار الشحم المشبع الموجود في غشاء الخلية هي المسؤولة عن تلك الفوارق الفيزيائية. فالشحوم المشبعة كالزبدة مثلاً، تكون صلبة في درجات الحرارة المنخفضة، في حين تظل الشحوم غير المشبعة، كزيت الزيتون مثلاً، لزجة أو سائلة، والمدهش أن غشاء الخلية العصبية نفسه يمكن أن يغير تركيب شحومه في مختلف أنحاء طوله، باعتبار أن لديه شحوماً أقل إشباعاً في النهايات وأكثر إشباعاً في الأماكن التي تقع داخل كتلة جسم الحيوان. الأمر الذي يكفل أن تظل مرونة الغشاء دائمة على طول الخلية وتحافظ على وظيفة العصب والعضلة حتى في البرد.

يعدل الحيوان سلوكه، شأنه شأن الإنسان، كي يقهر البرد. فالبطريق - الأمبراطور يعيش في مناطق القطب الجنوبي ويتعرض إلى شروط جوية هي الأشد قسوة على وجه الأرض. إنه يتناسل في أعماق الشتاء وفي جو

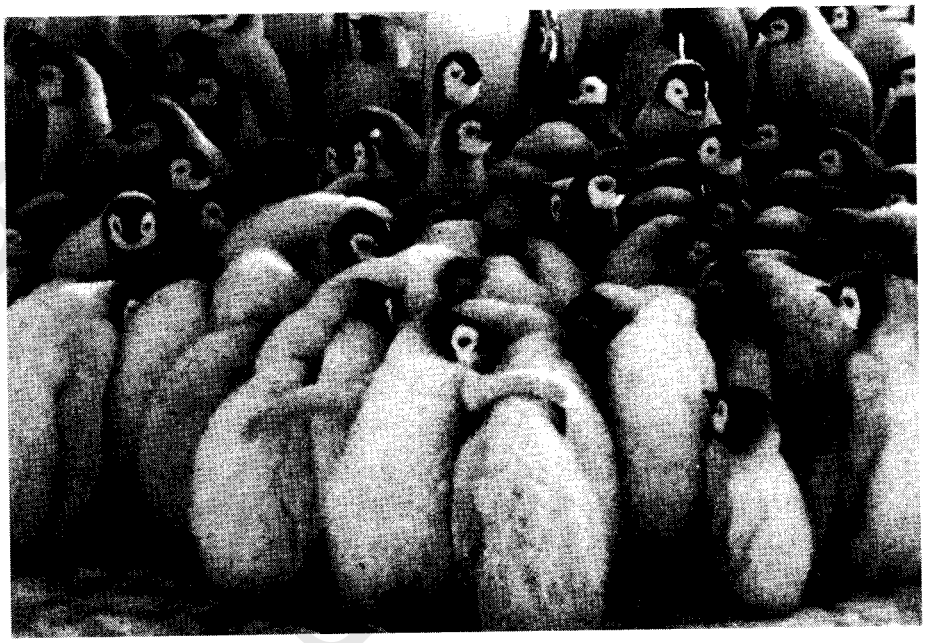
تنخفض درجة حرارته حتى ـ 30 مئوية بل ربما تنخفض أكثر بكثير بفعل الرياح المجمدة التي يمكن أن تصل سرعتها إلى ما يزيد عن 200 كم / سا. أمّا مستوطناته الجماعية فإنها لا تتوضع على الجليد الطافي بل على رف الجليد الدائم نفسه، أي على بعد كيلومترات كثيرة من البحر المفتوح حيث لا غذاء في تلك المجاهل المتجمدة. وبذلك يواجه البطريق صياماً إجبارياً خلال فترة التفريخ. في آذار / مارس، وحين يكون طوق الجليد حول القطب الجنوبي في أضيق حالاته، يبدأ كل من الذكر والأنثى مسيرتهما الطويلة إلى مكان التجمع، وبعد وضع بيضة واحدة في أواخر أيار / مايو أو حزيران / يونيو، تعود الأنثى إلى البحر بحثاً عن الغذاء تاركة رفيقها الذكر حاضناً البيضة إلى أن تعود بعد نحو شهرين. يواجه الذكر أسوأ الشروط الجوية لشتاء القطب الجنوبي. فخلال هذه المدة، لا يتغذى البتة بل يتعين عليه أن يبقى على قيد الحياة مستعيناً تماماً بمخزون من شحوم جسده. حين تعود الأنثى لتحمل عنه العبء، ربما يكون قد فقد 40 بالمئة من وزنه، مع ذلك فإن «صيامه» الطويل لم ينته، إذ يتعين عليه أن يمشي إلى البحر المفتوح قبل أن يتمكن من إيجاد الغذاء، وقد يكون البحر على بعد 200 كم وذلك بسبب الجليد الجديد الذي تشكل خلال الشتاء. أي يتوجب على الذكر أن يصوم من اللحظة التي يغادر فيها البحر إلى لحظة عودته إليه وهي مدة قد تربو على 115 يوماً.

لقد حسب العلماء أن الحرارة التي يمكن أن تنتج عن مخزون البطريق من الشحوم غير كافية للحفاظ على درجة حرارة جسمه بمستواها العادي. أي 38° مئوية. وذلك في البرد القارس لشتاء القطب الجنوبي. إذن كيف يستطيع البطريق ـ الأمبراطور أن يبقى حياً؟ إن السر يكمن في سلوكه الاجتماعي. فالبطاريق البالغة، وكذلك فراخها فيما بعد، تتجمع متلاصقة معاً على شكل مجموعات كبيرة قد تضم الواحدة منها عدة آلاف. هذا التجمع ينقص مساحة السطح المعرض للهواء المتجمد، وبذلك يحافظ على

الحرارة، هذه التجمعات الهائلة من الطيور تتحرك باستمرار بحيث تشق بطاريق الخارج طريقها إلى الداخل، حالّة محل الطيور الأدفأ الموجودة هناك والتي تتوجه بدورها إلى الخارج.

مثل ذلك التجمع لا يقتصر على البطريق. فالنحل أيضاً يتجمع معاً في درجات الحرارة المنخفضة، وهو السلوك الذي يمكّن المجموعة من تجاوز الشتاء بدرجات حرارته التي قد تسبب الموت لنحلة بمفردها. إنه يتكتل ملتحماً معاً، حين تهبط درجات الحرارة، مما ينقص الفاقد الحراري كثيراً. إذ يمكن أن تكون درجة الحرارة، في قلب التكتل، نحو 30° مئوية رغم أن حرارة الجو المحيط تكون في حدود درجتين مئويتين. تنخفض درجة حرارة الأجزاء الخارجية من التكتل إلى نحو 9° مئوية، أي تماماً فوق درجة الحرارة التي يصبح فيها النحل في حالة غيبوبة، وكما هو الحال مع البطريق، ثمة حركة دورانية مستمرة ينتقل فيها نحل المحيط الأكثر برودة إلى قلب الكتلة الأكثر دفئاً والعكس بالعكس. ولسوف تحسن التصرف أي مجموعة بشرية تقع في قبضة البرد إن حاكت هذا السلوك. والحقيقة، أن الممارسة القديمة «للترزم» ما تزال تشاهد في بعض التجمعات السكنية ما قبل الصناعية، حيث ينام عدة أفراد من العائلة في فراش واحد يخدم الغرض نفسه رغم أنه أقل كفاءة إذ لا يتم التناوب بين أفراد المجموعة من المركز إلى المحيط والعكس بالعكس.

يمكن للحشرات أن تطير فقط حين تكون عضلاتها دافئة كفاية، أمّا الطيران والعضلات باردة فأمر متعذر. لهذا يقال إن قبيلة الوكامبا في كينيا استفادت من هذه الحقيقة للسطو على خلايا النحل البري ليلاً حين يعمل البرد على شل النحل جزئياً. إن على الحشرات أن تدفئ عضلاتها، نظراً لأن درجة حرارة أجسامها تكون قريبة من درجة حرارة المحيط وهي في حالة الراحة، قبل أن تشرع بطيرانها الأول صباحاً. وكثير منها يفعل ذلك بأن يتعرض بكل بساطة لأشعة الشمس، لكن حشرات أخرى، كالعث والنحل،



فراخ البطريق ـ الأمبراطور وقد تجمعت معاً طلباً للدفء. يشتهر البطريق ـ الأمبراطور بحجمه وقدرته على مقاومة البرد الشديد. إن الأكثر إثارة من كل المغامرات القطبية هي المغامرة التي رواها أپسلي تشيري غارارد في كتابه «أسوأ رحلة في العالم» وهو وصف كلاسيكي للبحث عن بيضة البطريق ـ أمبراطور نقلت في عز الشتاء القطبي حيث الظلام الدائم ودرجة الحرارة المنخفضة إلى ما دون 70° مئوية.

تولد الحرارة داخلياً وذلك بقبض وبسط عضلات الطيران لديها بسرعة. يرفرف العث بأجنحته ببطء لكن النحل يدفئ عضلاته بقبضها دون القيام بأي حركة، مرئية. كذلك يوجد لدى النحل الطنان «معطف فرائي» على منطقة بلعومه، وهو ما يخفف الفاقد الحراري إلى النصف. وخلافاً للعث، فإن معظم الفراش يبقى على الأرض بغير حرارة الشمس، ولا يشاهد وهو يتراقص على الأزهار إلاّ في الأيام المشمسة الدافئة. إذ تفرد الفراشة في الصباح الباكر، أجنحتها باتجاه الشمس، هذه الأجنحة تفعل فعل الألواح الشمسية، جامعة الحرارة من أشعة الشمس، ناقلة إياها إلى عضلات الطيران وحينذاك فقط، يصبح باستطاعة الفراشة أن تقلع. عندما تحجب الغيوم الشمس تهبط الحرارة درجة أو درجتين فتحط الفراشات مرة ثانية على الأرض.

إن العظاءات، شأنها شأن الحشرات، مخلوقات حرارية شمسية تستخدم الشمس لتسخين نفسها مباشرة. في البرد، توجه نفسها بزاوية قائمة باتجاه أشعة الشمس وذلك لامتصاص أكبر قدر من الحرارة. وفي الصحراء، حيث تكون الأرض أدفأ من الجو، تلتحم بالأرض كي تمتص حرارتها، وعلى المنحدرات الجبلية الصخرية الباردة، تستخدم العشب اليابس عازلاً لها، لكن ما إن يصبح الجو شديد الحرارة حتى تتجنب القيام بأي عمل، وذلك بالانسحاب إلى الظل أو مكان تحت الأرض. لكن لا بد للحيوانات الكبيرة من زمن أطول كي تدفئ نفسها، ولعل هذا ما يفسر لماذا تعيش الزواحف الكبيرة كلها ـ التماسيح، الورل، تنيف الكومودو، والسلاحف العملاقة ـ في المناطق الاستوائية. يوجد لدى بعض العظاءات خلايا صبغية متخصصة في الجلد تساعد في تنظيم ما تكسبه من حرارة من المحيط. إذ تتمدد، في البرد، خلايا الصبغ الأسود فيزداد المعدل الذي يمتص به الحيوان الحرارة في حين تتقلص وتنكمش تحت الشمس الحارة، كاشفة بذلك خلايا مجاورة تعكس الأشعة تحت الحمراء. تكون العظاءة الكسول فريسة سهلة للمفترسات سريعة الحركة. لذا فقد طورت العظاءات، التي ليس لها آذان، آلية تكيف مهمة لإنقاص الخطر الذي تتعرض له. إنها تدفع برأسها خارج الحجر في الصباح، معرضة للشمس جيباً دموياً كبيراً في رأسها. ثم ما إن يمتص هذا الجيب كفايته من الحرارة، حتى ترتفع درجة حرارة جسمها فتخرج العظاءة وقد أصبحت قادرة على الانطلاق بسرعة عالية، إن اقتضت الضرورة.

تقوم الأفاعي، شأنها شأن البشر والحشرات، بتوليد الحرارة من خلال التقبض العضلي. فقد أشار العالم الفرنسي لاماربيكو سنة 1832 إلى أن أفعى البيثون الهندية تتكور حول بيوضها وتدفئها بحرارة جسمها نفسها، على أن فكرته هذه لم تلق إلاَّ القليل من التصديق في حينها، بل رفضتها بعد ذاك الأكاديمية الفرنسية للعلوم باعتبارها «متوقفة على المصادفة وموضع شك»،

مع ذلك، كان لاماربيكو على صواب. لقد أظهرت الدراسات التي أجريت في ستينيات القرن العشرين أن البيثون، بتقليص عضلاتها وبسطها، تكون قادرة على إبقاء حرارة جسمها أعلى بنحو خمس درجات من حرارة الجو المحيط.

على أن أبلغ مثال عن تكييف السلوك مع البرد هو الهجرة والسبات الشتوي، فالثدييات الصغيرة لا تستطيع الحفاظ على درجة حرارة اللب 37° مئوية في بيئة قارسة البرد، لأنها ببساطة لا تستطيع أن تأكل ما يكفي للحصول على ما تحتاج إليه من وقود. عوضاً عن ذلك تلجأ إلى خيار آخر هو الخروج من المحيط الحراري كله والسبات إلى أن يصبح المناخ ألطف وأدفأ. إنها تسمح لمعدل الاستقلاب لديها بالهبوط، نظراً لأن الأنسجة الباردة تحتاج إلى طاقة أقل، وبذلك تحافظ على مخزوناتها من الطاقة، فتهبط درجة حرارة جسمها من 37° مئوية إلى درجة حرارة المحيط وبصورة ملازمة لها. كذلك تتناقص معدلات نبض القلب، التنفس، والتفاعلات الكيماوية في الأنسجة. إن السبات الشتوي هو عملية بالغة التنظيم، إنه إعادة وضع المنظم الحراري في مستوى أدنى بكثير، بدلاً من الفشل في تنظيم الحرارة. فإذا هبطت درجة الحرارة إلى ما دون درجتين مئويتين، يولد الحيوان الحرارة بفعالية وعلى نحو يحفظ حرارة جسمه بين 2° و5° مئوية كي يضمن عدم تجمدها، بل ربما يستيقظ في الطقس القارس جداً. يبدأ السبات الشتوي من خلال تغيرات درجة الحرارة، وكذلك قصر النهار، وتوفر الغذاء الذي يشير إلى اقتراب الشتاء. أمّا في الربيع فتحدث الاستثارة بسرعة حين ترتفع درجة حرارة اللب إلى 30° مئوية خلال تسعين دقيقة. يتم الاستيقاظ السريع بفعل هرمونات تنشط استقلاب الشحوم السمراء الذي يسخن جسم الحيوان.

تلجأ الطيور الجاثمة الصغيرة للهجرة إلى الأقاليم الأكثر دفئاً في الشتاء، أو تنحدر من الجبال إلى السهول. وعلى الرغم من أن هذا يساعد

في تجنب البرد وتخفيض المؤونة الغذائية، إلاّ أنه يقتضي آليات تكيف فيزيولوجية خاصة بالهجرة الطويلة. إذ يتعين على معظم الطيور الصغيرة أن تسمن مسبقاً، بسبب ما يحتاج إليه الطيران الطويل من إنفاق عال للطاقة. كذلك يتعين على الكثير منها أن تتوقف في طريقها للتزود من جديد بالوقود، نظراً لأن القيود التي يفرضها الطيران على الوزن تعني أنها لا تستطيع أن تختزن من الوقود ما يكفي للرحلة كلها. ومن المثير للسخرية أن الناس الذين يهاجرون أيضاً إلى أقاليم أكثر إمتاعاً بقضائهم العطل الشتوية تحت أشعة الشمس الدافئة، غالباً ما يحاولون أن «يفقدوا» وزناً قبل السفر.

الحياة في القطبين

تسبب الحياة في القطب أو في أعالي الجبال، كثيراً من المشاكل علاوة على البرد. فالشمس، خلال أشهر الصيف، لا تغيب في القطب، بل هي بكل بساطة تدور في الجو وتدور كل يوم. لهذا، فإن أشعتها، في الأيام الصافية، يمكن أن تكون شديدة وقد تسبب حروقاً شمسية حادة، أمّا انعكاسات الأشعة على الثلج والجليد فإنها تبهر العيون، لهذا فإن النظارات الشمسية البارزة ضرورية لمنع عمى الثلج وهو نوع من الحروق الشمسية التي تصيب العيون وتجعلك تشعر بها وكأنها ملأى بالرمل كما تجعل عملية طرف الأجفان مؤلمة للغاية. كذلك فإن غبش البياض، حين تندمج الأرض والسماء واحدتهما بالأخرى وعلى نحو دقيق للغاية، يجعل حتى المشي صعباً. فمن انعدام الظلال التي توفر إمكانية المقارنة، يغدو من المتعذر كشف تعرجات السطح وتضاريسه. ذلك أن الثلج والجليد يشكلان الظل نفسه، وهو الأبيض ـ الأزرق، شأنهما شأن الحفرة التي تقع بجانبهما. لهذا، من الممكن أن تسقط في هاوية أو تمشي داخل كتلة جليد عالية حتى

(3) قصته وقصة المأساة على إيڤرست في شهر أيار / مايو ذاك مروية في كتاب «في الهواء الرقيق» وهو وصف مثير كتبه جون كراكور أمّا الاقتباسات فتأتي من هذا الكتاب.

الخصر دون أن تنتبه. كما تصبح المشاكل المستديمة المتعلقة بإيجاد الغذاء والماء أكثر صعوبة حتى وتصبح الحياة في البرد، بغير تسهيلات دعم ملائمة، خطرة على البشر، ولقد دفع كثير من مكتشفي القطب ومتسلقي الجبال حياتهم ثمناً لذلك.

obeikandl.com