

Les sports de l'extrême

La plongée est un sport anodin... tant qu'il n'est pas poussé au-delà des limites du raisonnable. Sans mélange respiratoire spécial, des plongées à des profondeurs de moins de 50 mètres restent sans danger, mais, au-delà, l'ivresse des profondeurs se fait sentir. Or la tentation est grande, de plonger encore plus profondément : les revues de plongée montrent souvent les beautés de mondes inaccessibles. Et les moins raisonnables finissent par y laisser leur peau.

À l'Université Temple, le psychologue Frank Farley et ses collègues étudient ces personnalités qui ne résistent pas à l'aventure physique ou intellectuelle : ce sont les personnalités de type T (pour *thrill*, qui signifie «excitation», en anglais). Pablo Picasso ou Albert Einstein semblent avoir été des personnalités de type T intellectuel ; les amateurs de sports extrêmes sont des personnalités de type T physique. Parmi celles-ci, les psychologues distinguent les types T positifs, qui visent l'exploit, et les types T négatifs, qui sont des têtes brûlées, asociales. Pourquoi ces personnes se comportent-elles anormalement ? Les psychologues ont identifié une large gamme de motivations : certaines personnes apprécient d'avoir une perception spécialement en éveil en cas de danger ; d'autres sont heureuses de se surpasser ; d'autres encore veulent épater les amis ou collègues ; d'autres ne supportent pas le quotidien confortable des pays industrialisés ; et d'autres, enfin, cherchent à lutter contre des peurs intimes. Toutefois, le groupe principal est celui des personnes qui prennent plaisir à se

faire peur. Aussi a-t-on soupçonné des bases biochimiques à leurs comportements... et les neurobiologistes ont commencé à identifier ces bases.

Les études ont porté principalement sur trois neuromédiateurs, de petites molécules qui assurent la transmission des influx nerveux, de neurone en neurone, dans le cerveau. Plus précisément, les influx nerveux sont des variations locales de potentiel électrique, qui se propagent dans les neurones et dans

leurs prolongements, nommés axones. Quand ces variations atteignent l'extrémité d'un neurone, elles provoquent la libération de vésicules qui enferment des molécules d'un neuromédiateur ; ces molécules sont libérées à l'extérieur du neurone, et diffusent jusqu'aux récepteurs chimiques portés par les neurones adjacents. Là, les neuromédiateurs modifient le potentiel électrique transmembranaire du neurone auquel ils sont liés, et un nouvel influx nerveux se déclenche et se propage dans ce neurone.

Les trois neuromédiateurs qui participent à la recherche de sensations fortes sont la dopamine (qui est associée à des sentiments agréables), la sérotonine (qui est associée à plusieurs comportements extrêmes) et la noradrénaline (une molécule clé dans les comportements stimulés par le danger). Les concentrations en ces trois molécules sont réglées par une enzyme nommée monoamine oxydase : Dennis Murphy et ses collègues de l'Institut américain de psychiatrie ont découvert que les personnes qui cherchent les sensations fortes ont généralement des concentrations faibles en monoamine oxydase. Comme l'enzyme dissocie la sérotonine, la dopamine et la noradrénaline, conservant des concentrations faibles de ces trois neuromédiateurs, une faible concentration en monoamine oxydase s'accompagne d'une concentration élevée en ces trois neuromédiateurs. On a donc supposé que les personnes ainsi constituées auraient besoin de stimulations plus fortes pour ressentir les mêmes effets que des personnes ayant moins de neuromédiateurs, en temps normal.

D'autres hypothèses ont été proposées. Par exemple, certains neurobiologistes se sont intéressés aux récepteurs cérébraux, plutôt qu'aux neuromédiateurs. Selon le psychopharmacologue Kenneth Blum, les concentrations de deux des cinq récepteurs de la dopamine interviennent dans les comportements de recherche du plaisir par le risque : les personnes qui ont moins de ces deux récepteurs D2 et D4 n'obtiennent une excitation notable que s'ils stimulent davantage ces récepteurs avec la dopamine sécrétée en cas de danger. La sérotonine serait également importante, car elle stimule la libération de neuromédiateurs nommés endorphines, qui inhibent le neuromédiateur nommé GABA (acide gamma aminobutyrique), lequel permet la libération de dopamine.

Si des athlètes utilisent ces techniques, les responsables des organisations sportives détecteront difficilement les fraudes, car les gènes artificiels produiront des protéines identiques aux protéines naturelles. Une seule injection sera nécessaire, et l'on ne détectera l'ADN introduit que si l'on connaît le génome des cellules modifiées. Les laboratoires qui feront les tests devront prélever des échantillons de tissu, mais les athlètes accepteraient-ils des biopsies musculaires avant les compétitions ? Nous craignons que non, de sorte que le «dopage génique» risque d'être indécélable.

La construction des athlètes

À l'ère des manipulations génétiques, que deviendront les athlètes ? Imaginons la finale du 100 mètres des Jeux olympiques de 2012. Dès les demi-finales, la majorité des parieurs ont John Doeson comme favori : aux huitièmes de finale, il a fait un temps supérieur au record mondial de seulement trois centièmes de seconde. Aux quarts de finale, il a battu ce record de quinze centièmes de seconde. À la demi-finale il l'a abaissé à 8 secondes 94 centièmes, passant la ligne d'arrivée avec dix mètres d'avance sur le second.

La thérapie génique est au point et largement utilisée. Un an avant, un médecin a proposé à J. Doeson de rendre ses muscles plus performants en leur faisant produire l'isoforme IIb de la myosine. Normalement, cette isoforme ne s'exprime pas chez l'homme, mais le gène est présent dans les muscles du squelette, prêt à fonctionner. Cette isoforme confère aux fibres musculaires des caractéristiques fonctionnelles très rapides. Elle existe chez le rat et chez d'autres petits mammifères qui ont besoin d'aller très vite pour échapper aux prédateurs. Elle se contracte bien plus vite que les fibres IIx et IIa.

Le médecin a expliqué à J. Doeson que le gène introduit dans son organisme code une protéine qui joue le rôle de facteur de transcription : elle active le gène de la myosine IIb. Découverte depuis quelques années, cette protéine se nomme vélociphine. Une petite fiole à la main, le médecin a déclaré : «Voici l'ADN correspondant à un gène artificiel codant la vélociphine. Quelques injections de cet ADN dans vos quadriceps, tendons des mollets et muscles



Galen Rowell

Les muscles sans l'acné

L'utilisation de stéroïdes anabolisants a suscité l'établissement d'un marché florissant. Naguère, le culturisme était plus simple qu'aujourd'hui : on allait dans une salle sommairement équipée, on enfilait un survêtement et l'on poussait sur des barres jusqu'à épuisement. Aujourd'hui la compréhension scientifique de la nutrition et du développement musculaire a compliqué l'entraînement. Les études scientifiques ont conduit à la commercialisation de suppléments nutritionnels : pilules, poudres, lotions, qui sont censées augmenter la performance physique.

En 1999, les Américains ont consommé pour cinq milliards de francs en tels produits, sans compter les aliments et boissons spéciaux à l'usage des sportifs. Les suppléments destinés aux culturistes se sont particulièrement bien vendus, en partie parce que des tests cliniques avaient démontré que certains de ces suppléments contribuent à augmenter la force et la masse des muscles, ou à favoriser la réparation du tissu musculaire.

Au mieux, ces produits apportent l'énergie nécessaire à l'intensification du programme d'entraînement, ainsi que des composés qui contribuent au bon fonctionnement musculaire : les culturistes peuvent alors accroître les charges, augmenter la durée des séances ou leur fréquence. Les gains en masse musculaire sont bien inférieurs à ceux qui sont conférés par l'utilisation des stéroïdes anabolisants, mais la vente des suppléments nutritionnels est légale, les produits sont peu coûteux et anodins.

Les diverses préparations diffèrent largement, mais la plupart contiennent de la créatine, ainsi que diverses protéines. La créatine est un composé naturellement présent dans l'organisme. Il participe à la contraction musculaire, laquelle tire son énergie de la dissociation de l'adénosine triphosphate (ATP) en adénosine diphosphate et en un ion phosphate. La petite quantité d'ATP stockée dans les muscles est utilisée quasi instantanément, lors de l'effort, mais les muscles contiennent de la créatine phosphate, qui libère son groupe phosphate pour régénérer l'ATP.

L'organisme finit par s'épuiser quand la réserve de créatine est épuisée, mais les suppléments nutritionnels de créatine permettent une augmentation, au moins marginale, de la réserve de créatine phosphate dans l'organisme. Personne n'a encore



Nathan Feanny, Soha

détekté d'effets néfastes de la créatine, mais aucune étude n'a duré plus de quelques années.

Dans la catégorie des prohormones, la meilleure vente est celle de la 4-androstènedione. La molécule appartient à la famille des stéroïdes, avec le 4-androstènediol, le 5-androstènediol, la 5-androstènedione, la 19-4-norandrostènedione et le 19-5-androstènediol. Un autre produit, la DHEA (désydroépiandrosterone), est, comme la 4-androstènedione, utilisée par les personnes qui veulent stimuler leurs capacités sexuelles.

La principale différence entre ces prohormones et les stéroïdes anabolisants classiques est le type de métabolisme : les prohormones sont transformées dans le foie et dans les testicules en testostérone, l'hormone essentielle pour la constitution du muscle. En revanche, les stéroïdes anabolisants ne sont que des formes synthétiques de la testostérone. En raison de leur action hormonale, les prohormones n'ont que des effets stéroïdiens faibles : elles provoquent peu d'acné, de gonflement de la prostate ou de développement de la pilosité. L'administration de prohormones semble augmenter les concentrations en testostérone, au moins temporairement, mais personne ne sait encore si ces augmentations provoquent le développement de la masse musculaire.

fessiers, et vos fibres musculaires produiront de la vélociphine, qui activera le gène de la myosine IIb. Après trois mois, vos muscles contiendront une proportion de fibres IIb suffisante pour battre facilement le record du monde du 100 mètres. Ils produiront de la vélociphine pendant des années sans nouvelle injection, et en absence de biopsie musculaire pratiquée sur le quadriceps, sur le tendon du mollet ou sur le muscle fessier, personne ne détectera cette modification génétique.»

Aujourd'hui, J. Doeson se souvient que son médecin lui avait assuré l'absence d'effets secondaires. Jusqu'ici, tout va bien. Après les étirements et l'échauffement, il prend place dans les starting-blocks. «À vos marques! Prêts? Partez!» Les coureurs s'élancent.

Quelques secondes plus tard, J. Doeson distance déjà les autres

concurrents. Ses enjambées sont plus puissantes et plus fréquentes que celles des autres coureurs. Soudain, à 65 mètres de la ligne de départ, il ressent un élanement dans les mollets. À 80 mètres, l'élanement se transforme en une douleur insupportable au moment où il tire sur ses muscles ischio-jambiers. Un dixième de seconde plus tard, le tendon rotulien rompt sous la force colossale que développe son quadriceps. Il arrache un fragment d'os

du tibia, qui craque, et le quadriceps tout entier remonte le long du fémur. J. Doeson s'effondre sur le sol, sa carrière de sprinter est terminée.

Les thérapies géniques modifieront profondément le sport, mais ne constitueront pas nécessairement une amélioration. Aujourd'hui, nous devons nous demander si les records sportifs restent, comme autrefois, une démonstration de ce dont notre espèce est capable.

Jesper ANDERSEN et Peter SCHJERLING sont respectivement biologiste moléculaire et généticien au Centre de recherche sur le muscle de l'Université de Copenhague, dirigé par Bengt SALTIN.

Bruce ALBERTS et al., *The Cytoskeleton*, in *Molecular Biology of the Cell*, troisième édition, Garland Publishing, 1994.

Glenn ZORPETTE, *Muscular Again*, in *Scientific American Presents : Your Bionic Future*, vol. 10, n° 3, pp. 27-31, automne 1999.

Glenn ZORPETTE, *The Mystery of Muscle*, in *Scientific American Presents : Men – The Scientific Truth*, vol. 10, n° 2, pp. 48-55, été 1999.