

le génome humain, mais qui ne s'expriment pas naturellement. Ces gènes codent des myosines très rapides, qui permettaient aux mammifères anciens d'échapper à leurs prédateurs.

Des vaccins qui inséreront des gènes artificiels dans les noyaux des cellules musculaires seront sans doute les dopants du futur. Depuis des décennies, on lutte contre le dopage en perfectionnant les analyses, mais la mise au point de nouvelles drogues impose l'invention de nouveaux tests pour les dépister. Dans un futur proche, lorsque les athlètes utiliseront des thérapies géniques, les éléments génétiques ajoutés et les protéines codées par ces gènes dans les cellules musculaires risquent d'être impossibles à repérer.

Ce détournement de la thérapie génique ne doit pas bloquer le développement des études : au lieu de traiter les maladies musculaires graves par des médicaments, on espère donner à l'organisme les moyens de fabriquer les protéines nécessaires à sa guérison. Ces thérapies sont envisageables depuis que les biologistes savent fabriquer des copies artificielles des gènes humains. On cherche aujourd'hui les moyens de les introduire dans l'organisme humain pour qu'ils ne se substituent pas aux gènes défectueux.

Plusieurs techniques ont été testées. On a cherché à injecter directement les gènes artificiels dans les muscles malades, mais la méthode n'est pas très efficace. Une autre technique est à l'étude : celle des virus vecteurs. Un virus est un groupe de gènes dans une enveloppe composée de protéines. Il se fixe sur les cellules et y injecte son contenu. Pour introduire un gène artificiel dans un muscle, on l'insère dans ceux du virus.

Malheureusement, par cette méthode, le gène artificiel ne pénètre pas seulement dans les fibres musculaires, mais aussi dans de nombreuses autres cellules, notamment les cellules sanguines et hépatiques. S'il s'exprime dans d'autres cellules que les cellules cibles, des effets indésirables risquent de se produire. Par exemple, une sur-expression du gène dans le muscle cardiaque risque de provoquer une cardiomégalie et, à terme, une insuffisance cardiaque. Aussi les médecins explorent une troisième méthode : ils prélèvent certains types de cellules au patient, y introduisent le gène artificiel et réinjectent ces cellules.

Un analogue masculin de l'anorexie mentale

L'avènement du canon masculin où le muscle est important a des avantages et des inconvénients. La musculation et le culturisme conduisent à une amélioration du métabolisme basal, à un renforcement des os, des tissus conjonctifs et d'autres fonctions organiques. En revanche, les activités physiques intenses provoquent, chez un nombre croissant d'hommes, un trouble psychologique de l'image corporelle.

La maladie semble risible : des hommes pesant plus de 100 kilogrammes, tout en muscles, avec une proportion de masse grasse limitée à moins de dix pour cent, se jugent malingres et s'accoutrent de vêtements trop larges afin de cacher ce qu'ils croient être une maigreur excessive et honteuse. Cette «dysmorphie musculaire» est toutefois une maladie grave ; comme l'anorexie mentale, sa contrepartie féminine, elle conduit à un isolement social et, dans les cas extrêmes, à la mort ou au suicide.

La dysmorphie et l'anorexie sont deux des troubles de l'image corporelle. À Harvard, le psychiatre Harrisson Pope a étudié la dysmorphie en enrôlant des culturistes de la région de Boston. Les enquêtes révélèrent un nombre étonnant de personnes «qui ne dînent jamais au restaurant, parce qu'elles ne tolèrent pas d'ignorer la composition en protéines, en graisses et en glucides des aliments qui leur sont servis». Toutes les personnes atteintes de dysmorphie musculaire n'utilisent pas de stéroïdes anabolisants, mais beaucoup de ceux qui, consommant de tels produits, en voient les effets secondaires, ne cessent pas de les utiliser ; ils persistent malgré l'augmentation de la concentration en cholestérol sanguin ou malgré le rapetissement des testicules...

H. Pope et ses collègues ont bien étudié la maladie. Ils ont recensé plusieurs cas de personnes qui ont abandonné une carrière prometteuse parce qu'elle les empêchait de s'entraîner. Plusieurs de leurs patients, malgré un poids de 110 à 150 kilogrammes, avaient tant honte de leur «musculation insuffisante» qu'il hésitaient à sortir de chez eux ; ils restaient cloîtrés, s'entraînant et suivant des régimes alimentaires riches en protéines.

Comment distinguer cette maladie d'un simple attrait pour les anabolisants ? Une expérience récente l'indique. H. Pope avait mis des annonces dans les centres de culturisme de Boston, où il demandait des personnes capables de lever leur propre poids dix fois de suite ; très peu de ces personnes étaient atteintes de dysmorphie musculaire. Puis il remit les annonces, en demandant des personnes qui pouvaient lever leur propre poids dix fois de suite et, de surcroît, étaient «minces» ; cette fois, les 24 personnes qui répondirent étaient atteintes de la maladie.



David Thillingst

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