

Sport et muscle

Il y a un peu plus de 20 ans, l'image de l'homme hypermusclé s'est imposée dans la culture occidentale avec le film *Pumping Iron*, où jouait Arnold Schwarzenegger. À la même époque, l'usage des stéroïdes anabolisants s'est généralisé dans les salles de culture physique, dont les équipements se sont perfectionnés. Le « culturisme » s'est alors développé, et l'image du bel homme a changé. En 1994, un article de la revue *Psychologie Today* (La psychologie aujourd'hui) montrait comment les canons de la beauté masculine avaient évolué : le corps devait être très musclé, puissant. Depuis, la tendance s'est intensifiée dans plusieurs pays.

En 1995, l'usage de la bicyclette fixe, dans les salles de gymnastique, a été supplanté par les machines à lever des poids. Aux États-Unis, le nombre d'hommes qui lèvent des poids plus de 100 jours par an est passé à 11,6 millions (contre 7,4 millions en 1987). Simultanément, le marché des produits alimentaires à l'intention des culturistes a crû considérablement ; le principal produit utilisé est le monohydrate de créatine (voir *Les muscles sans l'acné*, page 41).

Le nombre de femmes qui lèvent des poids a triplé dans la dernière décennie, mais le culturisme reste une activité surtout masculine. Et des pathologies ont accompagné le développement de l'activité. Aux inconvénients de l'usage des stéroïdes anabolisants s'est ajoutée la dysmorphie musculaire, un trouble étonnant des personnes musclées, qui se jugent malingres et augmentent leur entraînement

de façon déraisonnable (voir *Un analogue masculin de l'anorexie mentale*, page 39).

L'étude des troubles associés au culturisme s'est accompagnée d'études du mécanisme de la contraction musculaire. La grande majorité des chercheurs intéressés par ce mécanisme étudient les aspects physiologiques ou anatomiques de l'effort, lié à l'âge, les effets de l'alimentation, etc. Plusieurs équipes s'intéressent au tissu musculaire cardiaque. Paradoxalement, en pleine ère du muscle, très peu de biologistes s'intéressent au fonctionnement musculaire. Cependant leur résultats sont prometteurs. Par exemple, des chercheurs londoniens ont récemment cloné une hormone, le « facteur de croissance mécanique », qui semble participer au processus conduisant de la stimulation mécanique des muscles à leur développement.

Cette découverte a des conséquences importantes. D'une part, elle pourrait être précieuse, pour le traitement de la dystrophie musculaire et des affaiblissements musculaires liés à l'âge. D'autre part, elle conduit quasi inévitablement à la mise au point de nouveaux composés dopants.

La stimulation de la production de facteurs de croissance mécanique dans des muscles spécifiques augmenterait leur masse : l'injection de segments d'ADN codant cette hormone dans des muscles suffirait, semble-t-il, pour augmenter la masse musculaire sans exercice. Comme les cellules musculaires contiennent déjà cet ADN et l'hormone, les services antidopage détecteraient difficilement de telles injections : un problème moral se pose.

Muscle, gènes et performances

JESPER ANDERSEN • PETER SCHJERLING • BENGT SALTIN

La biologie cellulaire du muscle explique les performances des athlètes et suggère comment les futurs sportifs pourraient augmenter leurs chances.

«**A** vos marques!» Dans un silence total, 60 000 paires d'yeux fixent les huit hommes les plus rapides du monde. Nous sommes à Séville, le 22 août 1999. Les coureurs sont alignés au départ du 100 mètres des championnats du monde d'athlétisme.

«Prêts?» Et le coup de feu claque dans l'air chaud du soir. Les concurrents bondissent hors de leur starting-block. La foule hurle et, 9 secondes 80 centièmes plus tard, le gagnant franchit la ligne d'arrivée. C'est Maurice Greene, un athlète de 25 ans, originaire de Los Angeles.

Pourquoi Maurice Greene est-il arrivé premier, devant le Canadien Bruny Surin? Les deux hommes se sont entraînés sans relâche pendant des années ; ils ont suivi un régime ascétique, n'ont fait presque rien d'autre que s'exercer et dormir. L'issue de la course à pied dépend d'une multitude de facteurs secondaires, tel l'état d'esprit des athlètes ou la conception de leurs chaussures de sport, mais le facteur physiologique reste primordial : les fibres musculaires des jambes de M. Greene et, en particulier, celles des cuisses développent une puissance légèrement supérieure à celles de ses concurrents pendant la brève durée du sprint.

Comment les muscles humains s'adaptent-ils à la pratique ou à l'absence d'exercice et comment se modifient-ils sous l'effet de sollicitations aussi différentes qu'un marathon ou un sprint? Récemment, nos travaux ont répondu à ces questions. Nous savons désormais ce qui fait la supériorité physiologique de M. Greene, et nous avons une idée plus précise des capacités physiques des individus. Les

champions, qu'ils soient coureurs, nageurs, cyclistes ou skieurs, ont-ils des aptitudes physiques supérieures à celles des autres être humains, dès la naissance? Ou de la détermination et un entraînement approprié feraient-ils de chacun de nous un sportif de haut niveau? Nous apportons un éclairage nouveau sur ces questions éternelles.

Le muscle est le tissu le plus abondant du corps humain et celui qui s'adapte le mieux. Un entraînement intensif en musculation fait doubler, voire tripler, la masse d'un muscle, alors qu'en l'absence d'effort, par exemple lors d'un voyage spatial, le muscle perd environ 20 pour cent de sa masse en deux semaines. Depuis plusieurs décennies, les biologistes étudient les mécanismes biochimiques responsables de cette adaptabilité. Aujourd'hui, ils savent comment les muscles réagissent à l'entraînement.

Un muscle est un faisceau de cellules allongées, nommées fibres musculaires, entourées d'un tissu conjonctif, qui assure le rôle de soutien et de renfort mécanique (voir la figure 2). Chaque fibre a plusieurs noyaux contenant les gènes. Les noyaux sont répartis le long de la fibre, sous la membrane qui l'entoure. Des milliers de brins internes nommés myofibrilles forment le cytoplasme de la cellule. Les plus grandes fibres musculaires humaines ont 30 centimètres de longueur et 0,05 à 0,15 millimètre de largeur. Elles contiennent plusieurs milliers de noyaux.

Les myofibrilles, qui remplissent l'intérieur d'une fibre musculaire, ont la même longueur qu'elle. Elles réagissent aux influx nerveux en provoquant la contraction de la cellule. Les neu-

rones moteurs partent de la moelle épinière et aboutissent à un groupe de fibres constituant une unité motrice. Dans les muscles des jambes, un neurone moteur commande ou «innervé» plusieurs centaines, voire un millier de fibres musculaires. En revanche, dans les muscles responsables des mouvements de grande précision, tels ceux des doigts, des globes oculaires ou du larynx, un neurone moteur ne commande que quelques fibres musculaires, voire une seule.

Une myofibrille se compose de sous-unités nommées sarcomères, reliées bout à bout. Les sarcomères sont constitués de deux protéines, la myosine et l'actine, dont l'interaction produit la contraction : les filaments d'actine, à chaque extrémité d'un filament de myosine, glissent vers son centre, de sorte que le sarcomère se raccourcit comme un tube télescopique (voir l'encadré de la page 37).

L'une des parties de la molécule de myosine, nommée chaîne lourde, détermine les caractéristiques fonctionnelles de la fibre musculaire. Chez l'homme adulte, cette chaîne lourde existe sous trois formes, nommées isoformes, et désignées par I, IIa et IIx, de même que les fibres musculaires qui les renferment. Les fibres de type I sont des fibres «lentes», celles de type IIa et IIx des fibres «rapides» : la vitesse de

1. LE SPRINTER AMÉRICAIN BRIAN LEWIS a plus de fibres musculaires rapides dans les cuisses qu'un marathonien : les trois types de fibres musculaires ont des proportions différentes suivant les individus. Les fibres rapides, de type IIx, se contractent dix fois plus vite que les fibres lentes, de type I. Les fibres de type IIa ont une vitesse de contraction intermédiaire.