

Plasticité et régénération musculaire

Résumé

La plasticité cellulaire est le phénomène qui permet à des cellules de se différencier en d'autres fonctions que celles pour lesquelles elles étaient prévues au départ. Cette fonction est importante car elle permet d'expliquer un grand nombre d'adaptations cellulaires au stimulus de l'activité physique comme l'augmentation du réseau capillaire ou l'augmentation de la densité en mitochondries. Cette adaptation est dépendante de l'interaction de nombreux gènes entre eux. Parmi ces gènes, le gène codant pour l'enzyme de conversion de l'angiotensine serait un bon candidat. D'autres facteurs, tels l'activation d'une enzyme, l'AMPkinase (AMP-activated protein kinase), elle-même à l'origine de l'expression d'un facteur de transcription (PGC-1 α PPAR- γ coactivator-1 α) qui coordonne l'expression des génomes nucléaires et mitochondriaux ou l'IGF-1 (insulin-like growth factor-1) sont aussi impliqués.

Il y a encore peu de temps, les cellules souches adultes, définies classiquement par leurs propriétés d'auto-renouvellement et de différenciation, étaient considérées comme spécifiques à un organe particulier. Cette idée a été combattue lors d'expériences qui ont démontré que la greffe de certains tissus, notamment de moelle osseuse, pouvait générer chez l'animal, non seulement des cellules hématopoïétiques mais aussi des cellules musculaires, hépatiques et même neuronales. Ce phénomène désigné par le terme de «plasticité» pourrait être expliqué par la possibilité de la persistance de cellules «souches» primitives totipotentes dans les tissus adultes. En effet, la présence de cellules primitives proches des cellules embryonnaires a été récemment identifiée chez la souris et aussi chez l'homme.

Longtemps considéré comme un tissu stable en raison du renouvellement extrêmement lent de ses cellules, le tissu musculaire remplit ses fonctions métaboliques et mécaniques. Il subit des transformations en réponse à des sollicitations physiologiques ou pathologiques, s'adapte à des situations fonctionnelles et à des agressions accidentelles ou à des défauts génétiques.

En outre le muscle squelettique a diverses qualités fonctionnelles: Il génère de la force, résiste à la fatigue et peut en fonction du type d'innervation couvrir un large éventail de fonctions allant d'un mouvement lent de type aérobie à un type explosif de type anaérobie.

Dans le domaine de l'activité physique un vaste programme de recherche, dont l'objectif était d'évaluer le rôle joué par le patrimoine génétique dans les réponses à l'entraînement physique et dans l'évolution associée des facteurs de risque aux maladies cardiovasculaires et métaboliques James Skinner et al ont pu démontrer que les variations attendues de la consommation maximale d'oxygène faisant suite à l'entraînement ne dépendent pas de l'âge des sujets, de leur race, ni de leur aptitude initiale. Il y a en effet des phénotypes de «fort-répondeur» aux stimuli d'entraînement. La qualité de cette réponse est dépendante de l'interaction de nombreux gènes entre eux et avec l'environnement. Parmi ces gènes, un candidat a été isolé; il s'agit d'un gène codant pour l'enzyme de conversion de l'angiotensine qui pourrait être impliqué dans l'adaptation à l'entraînement. Ces hypothèses demandent cependant confirmation.

L'adaptation cellulaire au phénomène d'entraînement suscite un grand intérêt et des études paraissent sur ce sujet depuis quelques années. Leur but est d'élucider les mécanismes moléculaires qui expliquent le phénomène d'adaptation du muscle à l'entraînement. Des progrès très conséquents ont été réalisés dans la compréhension des éléments cellulaires qui tentent d'expliquer l'augmentation de la densité et du nombre de mitochondries; l'acidose métabolique

Abstract

The cell plasticity is the phenomenon which allows cells to differ in other functions than those for whom they were planned at first. This function is important because it allows to explain a large number of cell adaptations to the stimulus of the physical activity such as the increase of the capillary network or the increase of the density in mitochondria. This adaptation depends on the interaction of numerous genes between them. Among these genes, the gene coding for the angiotensin converting enzyme would be a good candidate. Other factors, such as the activation of an enzyme, the AMPkinase (AMP-activated protein kinase), itself at the origin of the expression of a factor of transcription (PGC-1 α PPAR- γ coactivator-1 α) which coordinates the expression of the nuclear and mitochondria genomes or the IGF-1 (insulin-like growth factor-1) are also involved.

intracellulaire est un événement majeur qui serait à l'origine de l'activation d'une enzyme, l'AMPkinase (AMP-activated protein kinase), elle-même à l'origine de l'expression d'un facteur de transcription (PGC-1 α PPAR- γ coactivator-1 α) qui coordonne l'expression des génomes nucléaires et mitochondriaux. Le réseau capillaire augmente à l'entraînement en endurance, essentiellement grâce à l'expression d'un facteur de croissance local, le VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor). L'hypoxie intracellulaire induite par l'exercice joue un rôle déterminant dans cette réponse génique. Les variations de la masse musculaire qui caractérisent les réponses à l'entraînement en force peuvent être expliquées par le mécanisme d'action de l'IGF-1 (insulin-like growth factor-1). En outre, l'inhibition de la voie de l'ubiquitine du protéasome pourrait être un élément important de l'augmentation de la masse musculaire due à l'entraînement; d'autres enzymes jouent un rôle activateur de la cascade des ubiquitines, les protéines Murf1 (muscle ring finger 1) et MAFbx (muscle atrophy F-box, ou Atrogin-1). Enfin, le rôle physiologique joué par l'interleukine-6 (IL-6) dans les réponses musculaires à l'entraînement est tout à fait original. L'exercice prolongé est associé à une augmentation de la concentration plasmatique en IL-6. La production de IL-6 provient du muscle. Cette cytokine est produite en relation inverse de l'état des réserves musculaires en glycogène. Elle a entre autre comme fonction de stimuler la production de glucose à partir du glycogène hépatique pendant l'exercice, et de libérer les acides gras à partir du tissu adipeux. IL-6 doit actuellement être considérée comme un facteur d'importance majeure dans l'explication des réponses métaboliques et immunitaires à l'exercice et dans la qualité de la récupération.

Les résultats de ces recherches ont un impact évident en physiologie et biologie de l'exercice; ils contribuent à une meilleure connaissance des réponses adaptatives du tissu musculaire aux variations de sa charge de travail, et des processus de récupération qui s'ensuivent. Ils contribuent à mieux faire comprendre les phénomènes liés à la capacité d'entraînement et de récupération. Ils ont un impact certain sur le développement de stratégies permettant d'éviter le déconditionnement musculaire, le surentraînement et d'accélérer la reprise de l'activité physique après une blessure.

Bibliographie:

Bigard AX: Processus de récupération de l'exercice physique. Séminaire, Paris, 2004, vol. 19, no 5, pp. 246–263.