

LE DEVELOPPEMENT DE LA FORCE EXPLOSIVE

Pour gagner en force et en puissance, les sportifs ont recours à la musculation, spécifique ou effectuée avec des charges. Elle permet de transformer physiologiquement la constitution et les propriétés des muscles. Depuis de nombreuses années, le renforcement musculaire occupe une place de choix dans les programmes d'entraînement des diverses disciplines en athlétisme. Dans ce contexte, le développement de la force explosive est devenu primordial non seulement dans les épreuves de puissance mais également en demi-fond. En d'autres termes, il s'agit pour le système neuromusculaire de produire une force plus ou moins élevée dans le temps le plus court possible. Mais que se passe-t-il au juste à l'intérieur du corps lors du développement de cette force? Comment parvient-on à la développer ?

Pour ce faire, je vais tout d'abord présenter la structure corporelle pour une meilleure compréhension du fonctionnement de l'organisme, puis je montrerai comment se passe l'activation des unités motrices pendant une contraction explosive. Ensuite, j'exposerai l'adaptation organique et nerveuse de l'organisme face à un travail explosif et pour finir je ferai le détail des méthodes permettant de développer la force explosive.

1. La structure corporelle

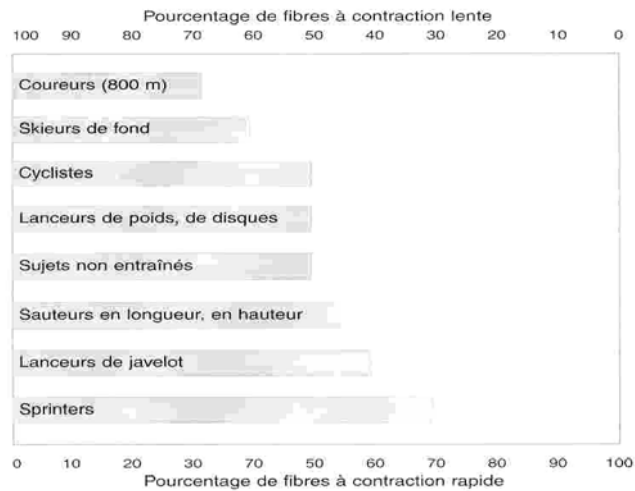
Le corps humain est construit autour d'une charpente osseuse. La jonction entre deux ou plusieurs os forme une articulation maintenue par de solides bandes de tissu conjonctif appelées ligaments. La charpente osseuse est recouverte de 656 muscles, environ 40% du poids corporel total. Les tendons, tissu conjonctif dense, attachent les deux extrémités du muscle sur l'os vers lequel ils dirigent la tension musculaire. Plus la tension est importante, plus la traction est forte sur les tendons et l'os et, par conséquent, plus le membre se déplace puissamment. Les muscles sont dotés de nerfs moteurs et de nerfs sensoriels. Les premiers sont liés au mouvement. Chaque nerf moteur envoie un influx nerveux central vers la terminaison d'une fibre musculaire, appelée plaque motrice, qui entraîne une contraction musculaire. Les nerfs sensoriels transmettent au système nerveux central (SNC) les informations sur la douleur et l'orientation du corps. Chaque nerf moteur qui entre dans un muscle peut commander entre un et plusieurs milliers de fibres musculaires, qui toutes activées par un seul nerf moteur se contractent et se relâchent à l'unisson. Le nerf moteur et les fibres qu'il active forment une unité motrice.

La force musculaire dépend du nombre d'unités motrices mobilisées pendant la contraction et du nombre de fibres musculaires dans une unité motrice, de 20 à 500 (la moyenne est autour de 200). Plus il y a de fibres par unité motrice, ce qui varie, plus la force générée sera importante. Toutes les unités motrices se comportent de la même manière, contrairement aux fibres musculaires qui n'ont pas toutes les mêmes fonctions biochimiques (métaboliques). Certaines fibres sont physiologiquement mieux adaptées au travail dans des conditions anaérobies, et d'autres au travail dans des conditions aérobies.

Comparaison des unités motrices FT et ST

FT (contraction rapide) Blanche, type II, anaérobie	ST (contraction lente) Rouge, type I, aérobie
Se fatigue rapidement	Se fatigue lentement
Grosse cellule nerveuse ; contrôle de 300 à plus de 500 fibres musculaires	Cellule nerveuse plus petite ; commande seulement entre 10 et 180 fibres musculaires
Développe des contractions rapides et puissantes	Développe des contractions longues et continues
Vitesse et puissance	Endurance
Mobilisée seulement pendant les efforts très intenses	Mobilisée pendant les efforts faibles et très intenses

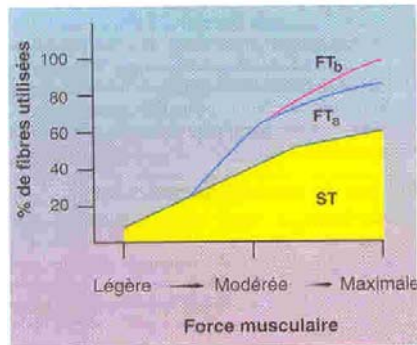
Le pourcentage de fibres FT d'un muscle joue un rôle important dans les sports de force. Les muscles au pourcentage élevé de fibres FT sont capables de contractions plus rapides et plus puissantes. La modification, par l'entraînement, du pourcentage de fibres FT et ST d'un muscle est cruciale pour gagner en force.



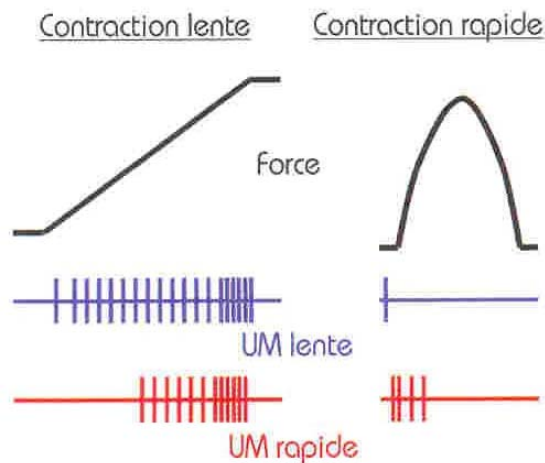
Pourcentages des types de fibres chez les sportifs de différentes disciplines

2. Activation des unités motrices pendant une contraction explosive

Il est actuellement bien admis que l'ordre de recrutement des unités motrices (ensemble formé par un motoneurone et les fibres musculaires qu'il innerve) lors d'une contraction lente suit une séquence extrêmement rigide. Ce sont les unités lentes ST qui sont recrutées lorsque la charge à mobiliser est légère.



Par contre, ce n'est que lorsque la charge devient plus lourde que les unités rapides (FTa et FTb), qui produisent des forces plus importantes que les unités ST, sont progressivement mises en jeu. Dans le cas de charges très élevées (>80% du maximum), toutes les unités motrices sont alors activées. Si dans la littérature consacrée à l'entraînement, il est parfois rapporté que lors d'un mouvement explosif, les unités motrices rapides sont préférentiellement activées, certains auteurs ont montré qu'il n'en est rien. En effet, l'ordre d'activation des unités suit la même séquence de recrutement que lors d'une contraction lente. Ceci peut être paradoxal à première vue mais la particularité du recrutement pendant un mouvement rapide est qu'une même unité est activée pour un niveau de force plus faible que lors d'une contraction lente.



Modalité d'activation des unités motrices lentes et rapides en fonction de la vitesse de contraction
(Chaque barre verticale représente une pulsation de l'UM)

C'est ce qu'on appelle en physiologie « l'abaissement du seuil de recrutement ». Cela signifie que même lorsque les charges sont faibles (30-40% du maximum) la totalité des

unités motrices d'un muscle peut être recrutée pour autant que le mouvement soit réalisée à vitesse maximale. La différence par rapport à une contraction lente est que dans ce cas, la contribution des unités FT sera prépondérante. En effet, lors d'une contraction rapide, une unité lente, dont la fréquence de décharge est relativement faible, participera de manière moindre au développement de la force qu'une unité rapide qui sera capable de décharger à une fréquence plus élevée. Dans ce cas, l'unité motrice pulsera un plus grand nombre de fois que l'unité lente et donc sa contribution à la force globale développée par le muscle sera proportionnellement plus importante. Cela signifie que l'augmentation de la vitesse d'installation de la force peut être obtenue, non seulement par un accroissement de la vitesse de contraction de chaque unité motrice mais aussi par une augmentation de leur fréquence de décharge.

3. Adaptations musculaires et nerveuses à l'entraînement de force explosive

Des études menées en laboratoire ont montré qu'un programme de force explosive permet d'augmenter la vitesse de contraction du muscle spécifiquement en fonction de la charge utilisée. En effet, l'utilisation de charges légères (30-40% de 1RM) augmente principalement la vitesse du mouvement pour des charges faibles alors que des charges proches du maximum augmentent davantage la vitesse de mouvement pour des charges lourdes. Si dans ce dernier cas, la vitesse est essentiellement accrue par l'augmentation de la force maximale dans le cas de l'entraînement avec des charges légères des adaptations qualitatives du muscle ont été enregistrées (accroissement de la vitesse ATPasique de la myosine). Ces adaptations sont observées au niveau de l'ensemble des unités motrices puisque leur temps de contraction est raccourci et leur vitesse d'installation de la force augmentée. Des adaptations de l'activation nerveuse sont également observées après un entraînement de force explosive. En effet, des chercheurs ont récemment constaté que la fréquence de décharge des unités motrices est augmentée après un entraînement dynamique effectué contre des charges valant 30-40% de 1RM. De plus ils ont observé l'apparition de double pulsations à très bref intervalle dans le muscle entraîné alors que ce type de pulsation est très occasionnel avant entraînement. Si un entraînement de force explosive effectué contre une charge élevée permet d'accroître la fréquence de pulsation des unités motrices et le nombre de double pulsations, l'effet est cependant moins marqué que pour des charges plus légères. Ces constatations signifient qu'au-delà du fait que la vitesse du mouvement lors de l'entraînement jouerait néanmoins un rôle dans l'accroissement de la vitesse de contraction du muscle, les adaptations neuromusculaires sont également spécifiques en fonction de la charge et de la vitesse.

4. Caractéristiques des exercices destinés à améliorer la force explosive

Parmi les principaux procédés utilisés pour augmenter la force explosive, on peut citer *les efforts concentriques* sans contraction préalable ou à partir d'un niveau de tension initial : *méthode « stato-dynamique »*, les efforts mettant en jeu le cycle étirement/détente : *méthode « pliométrique »* ou encore *la méthode de contraste de charges*.

L'objectif de ces méthodes est principalement d'améliorer la fréquence d'activation des unités motrices au sein du muscle ainsi que la coordination intermusculaire (meilleure activation des muscles synergies et agonistes). D'autres méthodes sont parfois utilisées dans

l'optique d'une augmentation de la force explosive, comme l'électrostimulation et les contractions excentriques.

1. La méthode dynamique concentrique : L'objectif de cette méthode est de susciter des efforts atteignant au moins 80% de la puissance maximale. Les charges sont mobilisées à vitesse maximale et comprises entre 30 et 70% de la charge maximale. En fonction de la charge utilisée, on peut distinguer le travail de la puissance-force (charges > à 50%) et le travail de la puissance-vitesse (charges < à 50%). Ces deux procédés auront un effet dominant sur la relation force-vitesse dans leur zone de travail respective.
2. La méthode stato-dynamique : Elle utilise les mêmes gammes de charges mais consiste à démarrer le mouvement à partir d'une contraction statique. Cette combinaison est destinée à améliorer le développement de la force pendant la transition d'une phase statique et d'un geste dynamique.
3. La méthode pliométrique : Son objectif est d'enchaîner sans temps d'arrêt, une contraction en régime excentrique (mouvement en freinage) et une contraction en régime concentrique (mouvement propulsif). Ces exercices sont réalisés avec une gamme de charges assez similaire à la méthode dynamique concentrique.



Figure 10.7 Saut réactif d'un plinth de 60-90 cm suivi d'une série de sauts réactifs par-dessus des objets plus petits comme des plinths, des bancs, des haies, des cônes, etc.

4. La méthode par contraste de charges : Le principe de cette méthode est de mobiliser successivement, quasi sans temps de récupération, une lourde charge (+ou-80 % de 1RM) et une charge légère (30-40%). L'objectif souvent avancé pour soutenir l'intérêt de cette méthode est d'assurer un meilleur transfert de la force acquise lors de l'exercice avec charge élevée vers la force dynamique, il convient néanmoins de relativiser ces propos.

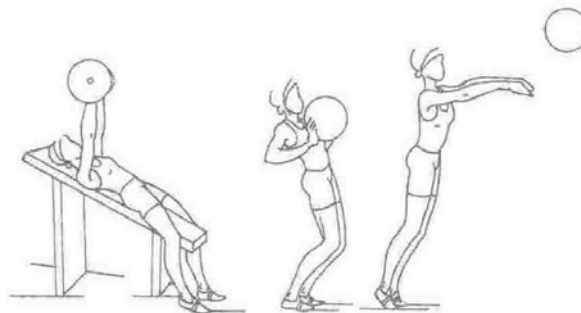


Figure 10.14 Développement-incliné suivi d'un lancer à deux mains d'un médecine-ball à la poitrine.

Etant donné qu'il faut un certain nombre de séances pour augmenter la force d'un groupe musculaire, il est en effet difficilement concevable de pouvoir transférer un gain en force au cours de la même séance. Cependant après l'exécution d'un exercice non fatigant utilisant une charge relativement élevée et un faible nombre de répétitions, la vitesse de contraction du muscle est augmentée transitoirement. De ce fait, l'exercice avec la charge légère pourra être exécuté avec une explosivité plus élevée que s'il n'avait pas été précédé d'un exercice avec une charge lourde.

En conclusion :

En conclusion, une contraction explosive se caractérise par une activation musculaire différente d'une contraction lente. Si l'ordre de recrutement des unités motrices n'est pas modifié, la contribution des unités rapides devient de plus en plus importante avec l'augmentation de la vitesse de mouvement. Ce « pattern » d'activation particulier entraîne des adaptations extrêmement spécifiques qui sont à la fois d'ordre nerveux et structurel. Si ce dernier type d'adaptation peut être obtenu par des méthodes telles que l'électro-stimulation et éventuellement les contractions excentriques, les adaptations nerveuses spécifiques ne peuvent être le résultat que de l'utilisation d'exercices ayant un schéma moteur proche du geste de compétition afin de développer la coordination intra et inter musculaire (synergie) spécifique. Il semble donc souhaitable pour développer la force explosive, de choisir préférentiellement en fonction des caractéristiques de la discipline, les méthodes de contrastes de charges et la pliométrie pendant les périodes de préparation orientée et spécifique. Par contre les autres méthodes peuvent être utilisées pendant la phase de préparation générale et en début de la phase de préparation orientée.

Ps : Pattern = modèle simplifié d'une structure, en science humaine.