

Entraînement excentrique

Etat de l'art et application pratique

C.A. HAUTIER
CRIS EA 647

Université Claude Bernard Lyon 1

A.F. JAULNEAU
Centre FLORE & SENS
CREST

L'objectif de cet article est de synthétiser les caractéristiques principales de l'entraînement en excentrique, d'en présenter les effets positifs et négatifs, les contre-indications et les conditions de mise en œuvre.

1 DÉFINITION

L'entraînement contre charges additionnelles communément appelé « musculation », la rééducation des individus et la réathlétisation des sportifs reposent sur la réalisation de contractions musculaires volontaires ayant pour objet de produire une force externe avec ou sans déplacement. On peut distinguer plusieurs régimes de contraction musculaire en fonction des changements de longueur du muscle pendant cette contraction. En effet, le muscle squelettique a la capacité de produire une force alors qu'il se raccourcit, s'allonge ou ne change pas de longueur.

En mode concentrique, le muscle produit une force en même temps qu'il se raccourcit. Ce mode de contraction est le plus utilisé lors de l'entraînement musculaire que ce soit contre charges libres ou sur machines guidées car il est simple à mettre en œuvre.

En mode isométrique, le muscle produit une force exactement égale à la charge externe contre laquelle il lutte, de ce fait il ne change pas de longueur. Ce mode de contraction est utilisé avant tout pour renforcer les muscles de posture et de stabilisation car il correspond aux conditions dans lesquelles ces muscles sont mis à contribution dans la vie et lors d'activités professionnelles ou sportives.

En mode excentrique, le muscle produit une force en même temps qu'il s'allonge car la contrainte externe est supérieure à la force produite par le muscle. Ce type de contraction correspond à un travail freinateur qui est régulièrement réalisé avec les membres inférieurs lors des phases d'amortissement (course et marche en descente, réception d'un saut, passage de la position debout à la position assise...) et qui est utilisé pour l'entraînement musculaire lorsque les conditions le permettent comme nous le verrons plus loin.

Un dernier mode de contraction souvent étudié dans le domaine sportif correspond

aux contractions de type « **plyométrique** » ou « étirement-contraction » et se caractérise par **l'enchaînement dans un temps très bref d'une contraction excentrique et d'une contraction concentrique**. Lors de ce mode de contraction les structures élastiques du muscle stockent pendant la phase excentrique, une partie de l'énergie mécanique et la restituent lors de la phase concentrique. A ce phénomène purement mécanique modélisable sous la forme d'un ressort, s'ajoute la stimulation du réflexe monosynaptique d'étirement qui génère une sur-activation du muscle.

Ces quatre modes de contraction sont mis à contribution dans l'entraînement du muscle squelettique en fonction des objectifs visés (rééducation, gains en force, endurance, volume...) de la période de préparation et de la population entraînée.

1 EFFETS DE L'ENTRAÎNEMENT EN EXCENTRIQUE

Les études montrent que les contractions excentriques permettent de produire une force supérieure avec un coût métabolique et nerveux inférieur à celui du travail concentrique. En effet, que ce soit par la mesure des échanges gazeux ou par la mesure du signal électromyographique de surface, on observe systématiquement que pour une certaine force produite le sujet consomme moins d'énergie et génère moins de signal EMG en excentrique comparé au concentrique (Bouisset et Maton, 2009).

De plus, les mesures réalisées montrent que la force maximale produite en excentrique peut représenter jusqu'à 130% de la force maximale volontaire produite en concentrique ou en isométrie.

Ces niveaux de contraintes mécaniques tolérables par le muscle en mode excentrique expliquent en grande partie le fait que ce mode d'exercice soit plus efficace que le mode concentrique pour générer des



➔ gains en force et en volume musculaire. En effet, Roig et coll. (2009) ont montré lors d'une revue systématique de la littérature que l'entraînement excentrique est supérieur aux seuls exercices concentriques pour augmenter la force et le volume du muscle squelettique.



Travail excentrique des quadriceps.

Toutefois, il convient de préciser que ces mêmes auteurs ont noté une adaptation spécifique du muscle et de l'individu aux vitesses de contractions utilisées lors de l'entraînement. C'est pourquoi, en 2009, le collègue Américain de Médecine du Sport préconisait d'utiliser tous les modes de contraction lors de l'entraînement musculaire de personnes adultes et en bonne santé. En d'autres termes, le mode de contraction excentrique doit être utilisé si on veut maximaliser les effets de l'entraînement et du réentraînement d'un groupe musculaire. Cependant, ce type d'exercice est connu pour générer des douleurs et des pertes de capacité contractile au cours des 48h qui suivent l'entraînement. Ces douleurs sont réduites lorsque le sujet est habitué à ce type de travail (Proske et Morgan, 2001).

Ceci tend à montrer que d'une part le travail excentrique génère des perturbations importantes au niveau musculaire et d'autre part que les individus sont capables de s'adapter efficacement à ce genre de contrainte. L'une des questions qui se pose est de savoir si ces pertes de capacité contractile au cours des 48h qui suivent le premier entraînement sont les signes de dommages musculaires structuraux importants au niveau des sarcomères, accompagnés d'une forte protéolyse, et/ou s'ils traduisent des perturbations dans le couplage excitation-contraction (capacité à activer les unités motrices). La première hypothèse rendrait le travail excentrique potentiellement dangereux pour des individus en rééducation ou présentant une capacité de récupération musculaire affaiblie, ce qui est le cas par exemple des personnes âgées. Fort heureusement, Warren et coll. (2001) ont montré que plus de 75% des pertes de capacité contractile observées après un entraînement en excentrique pouvaient être attribuées à des perturbations dans le couplage excitation-contraction

Les dommages musculaires structuraux sont donc responsables de 25% des pertes de force et des douleurs observées après le travail excentrique. Ces dommages sont comparables à ceux générés par un travail en concentrique avec charges lourdes : sarcomères désorganisés et allongés, stries Z déformées, désorganisation des myofilaments et des tubules T. Ils sont préféren-

tiellement observés au niveau des fibres rapides glycolytiques dites « Fibres Iia » (Friden et Lieber, 2001).

Ces mêmes études ont, par ailleurs démontrées que l'exercice excentrique pouvait générer un « shift » de la relation force/longueur du muscle étiré avec une augmentation de la longueur optimale. Les dégâts provoqués au niveau des protéines musculaires se manifestant généralement au niveau plasmatique par une augmentation de la CPK ou de la myoglobine après un exercice de ce type (Poortmans et Boisseau, 2009). Enfin, la dégradation des protéines du muscle squelettique sous l'effet de l'exercice excentrique est suivie d'une réponse positive de l'organisme sain qui s'adapte en augmentant son contenu en sarcomère dans les muscles stimulés (Proske et Morgan, 2001), ce qui fait de cet exercice une méthode prometteuse.

INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS

L'exercice excentrique provoquant des dommages musculaires, des douleurs et une perte momentanée des capacités contractiles, on est en droit de se demander dans quelle mesure il n'est pas dangereux pour l'individu surtout si celui-ci est affaibli. Ainsi, le cas des ischio-jambiers qui sont souvent blessés lors d'une contraction excentrique (Kujala et coll., 1997) pose la question de l'utilisation de ce mode de contraction dans la rééducation et l'entraînement. De même, Escamilla et Andrews (2009) considèrent que la plupart des blessures de l'épaule surviennent pendant les phases de décélération du bras qui correspond à une phase de travail excentrique pour beaucoup de chefs musculaires.

Cependant, au lieu de discréditer ce mode d'exercice, ces observations tendent à justifier la préparation de ces muscles à ce type de contraction par la mise en œuvre de programmes incluant une part substantielle de contractions excentriques dans un but de prévention (Proske et Morgan, 2001).

De plus, Wasielewski et Kotsko (2007) ont montré que l'exercice excentrique pouvait diminuer la douleur et augmenter la force chez des sujets souffrant de tendinites récidivantes et que ces effets pouvaient être supérieurs à ceux de la contention ou des traitements physiques (ultrasons et massages) à condition qu'il soit accompagné d'une réduction des activités sportives représentant des contraintes trop importantes. Ceci est en accord avec l'article de Martinon (2010) qui préconise que le travail excentrique prenne une importance toute particulière dans le traitement kinésithérapique des lésions musculo-tendino-ligamentaires du gymnaste.

Donc l'exercice excentrique peut être utilisé à la fois pour prévenir les blessures chez les sportifs et également pour traiter la douleur et la perte de fonction lors de tendinites récidivantes. Cependant, les dommages provoqués par l'exercice de force et a fortiori par le travail excentrique pourraient être trop importants pour un organisme dont les capacités anaboliques sont réduites comme c'est le cas avec l'âge. Lors d'une revue de la littérature, nous avons démontré que l'entraînement en force chez les seniors était une priorité, dans la mesure où il permettait de prévenir la survenue de la dépendance physique et de fait, de contrecarrer les effets de la baisse naturelle d'activité spontanée (Hautier et Bonnefoy, 2007). Chez ces personnes, l'entraînement en force a pour fonction de maintenir la force maximale et la puissance musculaire en vue de pouvoir se lever d'une chaise, porter des objets, préserver l'équilibre et réagir rapidement à des perturbations externes pouvant provoquer une chute. En ce sens, le travail excentrique progressif, et réalisé contre des résistances modérées, permet d'améliorer d'une part la masse musculaire et d'autre part la capacité à activer les unités motrices, ce qui présente un intérêt significatif pour cette population. Enfin, Proske et Morgan (2001) suggèrent que le travail excentrique pourrait présenter une voie innovante d'intervention sur des individus présentant une marche de type « équin » (sur la pointe des pieds) causée par une hypertonicité et/ou une rétraction du triceps sural.



Réglage de la compensation de charge.

4 APPLICATIONS

En d'autres termes, l'exercice excentrique présente de nombreuses applications dans le domaine de la rééducation, du traitement de certaines pathologies musculo-tendineuses, de la prévention ou de l'entraînement. Comme tous les exercices induisant une sollicitation importante de l'organisme, la dose prescrite doit être adaptée à l'âge du sujet, à son niveau d'entraînement et à sa condition physique du moment. Le principe de progressivité doit être respecté. Les effets à courts termes de ce type d'exercice se font sentir au bout de 48 heures, c'est pourquoi la fréquence préconisée de travail en excentrique est de l'ordre de deux séances par semaine au maximum afin de permettre à l'organisme de s'adapter efficacement à ce stimulus sans générer de fatigue excessive. ➡➡

➔ **5 MISE EN ŒUVRE DU TRAVAIL EXCENTRIQUE**

En règle générale, le travail excentrique est réalisé dans la vie courante ou dans les activités sportives lors de mouvement d'amorçage ou de freinage pendant lesquels la charge externe est très importante. C'est pourquoi, une marche en descente ou une descente d'escalier causent autant de courbatures dans les jours qui suivent la séance. Cependant, le praticien comme l'entraîneur cherchent à optimiser les effets positifs du travail excentrique en limitant autant que possible les effets négatifs et les courbatures. Pour cela, on utilise en général des exercices plus spécifiques qui consistent à retenir une charge lors de son mouvement de chute naturelle puis à la remonter et à renouveler le geste de freinage. Cependant, lorsque la charge est supra-

maximale l'individu ne peut la relever tout seul et lorsqu'elle est sous-maximale, le travail concentrique nécessite par la répétition du mouvement limite le nombre de contractions que le sujet peut réaliser en excentrique. Ainsi, entre chaque contraction excentrique un assistant ou un soignant doit relever la charge pour permettre la réalisation du prochain mouvement. Ce type de travail est fastidieux et coûteux en temps pour l'encadrement ce qui fait qu'il était jusqu'à maintenant sous-utilisé. Mais aujourd'hui l'exercice excentrique peut être réalisé par un individu sans aide externe et ce quelque soit la charge de travail. Certaines machines permettent d'alléger totalement la charge externe pendant le mouvement concentrique et de réappliquer instantanément la totalité de la charge pour le travail excentrique. Ces outils permettent d'enchaîner une contraction concentrique à vide donc non fatigante avec une contraction excentrique à la charge voulue sans aucun délai entre les deux phases. Les séries peuvent ainsi être réalisées par le patient ou le sportif sous la surveillance d'un praticien ou d'un entraîneur mais sans intervention physique de ce dernier.



Légende photo

➔ **CONCLUSION**

Loin d'avoir tout exploré dans ce domaine, actuellement des études sont en cours au sein de l'Université Claude Bernard, Lyon 1 pour évaluer l'effet de différents protocoles d'entraînement excentrique sur les gains en force, en puissance et en volume chez les individus sains. De futures études auront pour objectif de compléter les connaissances sur les bénéfices de ces méthodes dans la prise en charge de tendinopathies récidivantes et dans la prévention des blessures en sports collectifs.

RÉFÉRENCES

➔ **AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE;** American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 MAR;41(3):687-708.

➔ **BOUISSET S, MATON B;** Muscles posture et mouvement, bases et applications de la méthode électromyographique, éditions Hermann, 1999.

➔ **ESCAMILLA RF, ANDREWS JR;** Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. *Sports Med.* 2009;39(7):569-90

➔ **HAUTIER C., BONNEFOY M.,** Training for older adults, *Annales de réadaptation et de médecine physique,* 2007,50, 475-479.

➔ **KUJALA UM, ORAVA S, JÄRVINEN M.** Hamstring injuries. Current trends in treatment and prevention. *Sports Med.* 1997 Jun;23(6):397-404. Review

➔ **FRIDÉN J, LIEBER RL .** Eccentric exercise-induced injuries to contractile and cytoskeletal muscle fibre components. *Acta Physiol Scand.* 2001 Mar;171(3):321-6. Review.

➔ **MARTINON S, LE TRAVAIL MUSCULAIRE EXCENTRIQUE** Le travail musculaire excentrique ; Intérêts, indications et modalités pratiques en cabinet de kinésithérapie. *Physiopolis* 2010, Mars 21.

➔ **POORTMANS J, BOISSEAU N,** Biochimie des activités physiques, Editeur De Boeck, Collection Sciences Et Pratiques Du Sport, 2009

➔ **PROSKE U, MORGAN DL,** Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications *J. Physiol.* Dec 1, 2001 537 (2).

➔ **ROIG M, O'BRIEN K, KIRK G, MURRAY R, MCKINNON P, SHADGAN B, REID WD.** The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2009 Aug;43(8):556-68

➔ **WARREN GL, INGALLS CP, LOWE DA, ARMSTRONG RB.,** Excitation-contraction uncoupling: major role in contraction-induced muscle injury. *Exerc Sport Sci Rev.* 2001 Apr;29(2):82-7. Review.

➔ **WASIELEWSKI NJ, KOTSKO KM;** Does Eccentric Exercise Reduce Pain and Improve Strength in Physically Active Adults With Symptomatic Lower Extremity Tendinosis? A Systematic Review. *Journal of Athletic Training* 2007;42(3): 409-421 (2007)