

Le régime Pliométrique

Plan :

- Définition / principes d'efficacité
- Avantages/inconvénients
- Modalités de mise en oeuvre

Définition : il s'agit, pour le même muscle, d'une alternance excentrique /concentrique réalisée dans le temps le plus bref possible.

Remarque : ce n'est pas juste l'addition EXC + CONC (page 73 Dufour) mais mécanisme particulier qu'il faut penser pas seulement au niveau musculaire mais comme un ensemble : Muscle Tendon Réflexe

Exemples d'exercice type de plio = toutes les formes de course (la course étant une succession de sauts), les exercices de course (les gammes athlétiques : talon fesse, montée de genoux...), les sauts (athlétiques : cloche pieds, foulées bondissantes mais aussi les sauts d'un contre ha pour rebondir sur un contre haut ou contre bas), les lancers...

Dans une salle de musculation, les exercices types sont la corde à sauter, les sauts d'un banc à l'autre, les pompes « sautées »...

On peut attribuer la mise en évidence du fonctionnement de type pliométrique dans toutes les activités athlétiques à Alain Piron : il utilise à l'origine l'expression « mise en tension / renvoi » qui caractérise le principe plio...

Principes d'efficacité : effets adaptatifs de l'entraînement plio

- Stockage d'énergie réalisé dans la phase EXC avec contraction active, brève et de faible amplitude musculaire
- Potentialisation de cette phase EXC par :
 - Raideur du système myo-tendineux
 - Restitution de l'énergie stockée
 - Participation de la boucle myotatique
- Temps de couplage le plus court possible, facteur capital de la vitesse et du rendement

Avantages / effets de l'entraînement Plio :

1- amélioration des facteurs nerveux :

- a- Sur innervation sensorielle : mise en évidence par Schmidtbleicher et Gollhofer en comparant force produite par deb et expert sur un Drop Jump (DJ) (voir illustration dans document d'accompagnement)

Débutant	Expert
Pic de force avant contact expliqué par stress entraînant tétanisation parasite / levée de l'inhibition du circuit de Renshaw	Gestion de la force avant le sol : simple prétéirement pour favoriser la réponse ultérieure. Pas de stress mais plutôt concentration
Tps de couplage (TC) long dû à manque d'équipement EXC (raideur)	TC bref car raideur active musculaire acquise
Faible force de restitution (courbe moins haute après contact)	Expression importante du cycle mise en tension / renvoi
Peu de participation de la boucle myotatique avec une représentation faible au niveau des FNM	Facilitation de la boucle myotatique
Délai important entre perception de l'allongement par les capteurs et la réponse CONC	Abaissement du seuil de sensibilité du système permettant une plus grande puissance musculaire finale (voir Rq = levée de l'inhibition)

Remarque : en temps normal, l'organisme se protège et ne permet pas de produire des forces trop importantes, gardées en « réserve » pour des cas exceptionnels (mécanismes d'inhibition autogène)

Quatre zones de réserve de Force (Hollman et Hettinger-2000)

Zone 1 : réserve pour mouvements communs (15%)

Zone 2 : réserve physiologique utilisée sous condition d'activité motrice élevée (20%)

Zone 3 réserve spéciale mobilisée dans des conditions de grande intensité ou de longue durée (35%)

Zone 4 : réserve uniquement en conditions extrêmes

Pour développer plus de force, il faut accéder aux zones 2 et 3 de réserve de force

Problème : les 2 dernières zones de force sont protégées par une barrière physiologique et culturelle (consciente)

En condition de stress (danger), c'est le cerveau émotionnel qui intervient et « autorise » leur utilisation. Il s'agit donc d'utiliser le « stress » comme moyen d'entraîner le sujet à accéder à ces zones de force

ex : saut en contre-haut, surprise (ce n'est pas le sujet qui décide du moment où il saute, c'est l'entraîneur qui le surprend...)

Parmi les mécanismes nerveux de protection, il y a les réflexes (myotatique, moytatique inverse...) et le circuit de Renshaw : c'est un inhibiteur de Force (désynchronise les MN placés côte à côte), il agit comme un fusible...

« Nous sommes extrêmement forts mais notre force est constamment limitée par notre néocortex » Tsatouline, 1999

« La plio constitue un moyen pour infiltrer le secteur des réserves de force » Dufour, 2009

Conclusion sur le tableau :

Grâce au travail EXC et PLIO, le sujet gère mieux la situation, synchronise mieux et utilise l'activité musculaire et sensorielle, preuve en est que les scores s'améliorent en exécutant yeux fermés pour les sujets qui se sont entraînés en EXC et proprioception...

b- activation des UMs :

- Recrutement **spatial** des Ums plus bref

Dans les efforts explosifs les Ums rapides sont recrutés dans un temps plus court (Duchateau, Hainaut 2003) : les motoneurones sont activés plus rapidement (donc recrutement **spatial** plus bref).

= diminution du temps au pic de force

- Recrutement **temporel** amélioré

L'entraînement aux mouvements rapides, donc la plio apporte une amélioration du recrutement **temporel** par augmentation de la fréquence d'impulsion des motoneurones

Donc plus de force plus vite (tension maximale plus vite) (Cometti)

- **Synchronisation** des Ums améliorée

Toutes les Ums répondent simultanément par levée de l'inhibition du circuit de Renshaw, donc La montée en force est très rapide...

c- Optimisation des réflexes :

- amélioration de la régulation myotatique :

Le sujet apprend à détecter vite l'allongement des fibres musculaires (meilleure sensibilité des FNM, fuseaux neuromusculaires)

- lever de l'inhibition du réflexe myotatique inverse :

Les organes tendineux de Golgi (OTG) deviennent moins sensibles, donc expression de plus de force...

Rq : effet déjà évoqué pour le régime EXC

2- Amélioration des facteurs structuraux :

- amélioration de la raideur musculaire : déjà évoqué pour régime EXC

Amélioration de la composante contractile (raideur active) mais aussi composante élastique en série (raideur passive)

- optimisation des qualités d'élasticité musculaire :

Image de la balle de Tennis donnée par M. Dufour : une balle de qualité (balle neuve) restitue mieux l'énergie, rebondit mieux...

On peut prendre également l'image de la perche en athlétisme : une perche de qualité emmagasine et restitue plus d'énergie, c'est-à-dire renvoi plus vers le haut après sa « mise en tension »...

C'est ce qui se passe au niveau des structures myo-tendineuses et justifie les résultats du sauteur en hauteur qui améliore son impulsion pliométrique.

3- amélioration des facteurs énergétiques :

Si le temps de couplage est long au cours d'un rebond plio, alors le sujet dépense davantage d'énergie il « puise » plus d'énergie dans le régime concentrique derrière :

- donc perte d'énergie (30%: chaleur)
- donc rendement mécanique (R) moindre (- 20% à 30%)

$$\text{Rendement} = E \text{ produite} / E \text{ dépensée}$$

La plio permet d'éviter un mode contractile qui coûte...

Les effets de l'entraînement plio ont été mis en évidence également par l'expérience de Bosco :

Il a mesuré la différence d'explosivité et de réactivité musculaire entre un expert (sujet entraîné en plio) et un débutant à travers les indices suivant en comparant un squat jump (SJ), un contre mouvement jump (CMJ) et un drop jump (DJ).

	Temps de vol	Hauteur du CG	Temps de couplage	Indice plio TC / TV
Expert	470	360		
Squat Jump				
débutant	450	340		
Expert	500	380		
Contre				
Mouvement				
Jump				
Débutant	470	360		
Expert	560	400	150	150/560 = 0,26
Drop Jump				
Débutant	430	320	200	200/430 = 0,46

Résultats :

- sans surprise, l'expert en plio obtient de meilleurs résultats : temps de vol et hauteur du CG plus important surtout en drop jump, saut plio par excellence et cela se traduit au bout du compte par un indice plio inférieur à 0,30, seuil d'efficacité en plio...
- le débutant peut être qualifié de sujet « Concentrique » : il s'écrase sur le tapis, a un TC élevé et s'élève peu = peu de puissance / explosivité

- plus la raideur active excentrique aura été développée, plus les sujets auront des scores performants en DJ (R. Deslandes)
- les scores s'améliorent si effectué pieds nus (moins d'absorption mécanique et meilleur réactivité sensorielle des muscles de la voute plantaire)
- les scores sont meilleurs en coordonnant avec les bras (intérêt de développer la coordination en parallèle, voir propositions d'Anne Laure Morigny notamment)

Définitions :

Squat Jump (SJ) : de la position 90° genoux, mains hanches, statique 1 seconde, produire la plus grande impulsion verticale = évalue l'explosivité purement concentrique des membres inférieurs.

Contre-Mouvement Jump (CMJ) : de la position debout, mains hanches, dans un mouvement d'aller retour sans temps d'arrêt jusqu'à 90° genoux, produire la plus grande impulsion verticale = évalue qualité d'élasticité d'un sujet (forme de plio non percutée)

Drop-Jump (DJ) : à partir d'un contre haut standardisé à 40 cm, se laisser tomber sur le tapis, mains hanches et produire la plus grande impulsion verticale. Évalue l'élasticité et surtout la raideur active musculaire (plio percutée)

Indice pliométrique : rapport entre le temps passé au sol (TC) et le temps de vol (TV)
 $IP = TC / TV$

2^{ème} partie : bilan avantage / inconvénients

Avantages de la plio :

- développe une force supérieure à la force maximale volontaire
- diminue le temps de couplage
- augmente la raideur active et diminue la compliance
- augmente le rendement
- améliore les coordinations inter et intra musculaires
- augmente la réactivité musculaire
- augmente la sensibilité des fuseaux neuromusculaires (FNM)
- facilite la synchronisation de l'activité musculaire et l'activité myotatique par réduction des inhibitions
- diminue la sensibilité des organes tendineux de Golgi (OTG)
- correspond à la gestuelle de la quasi-totalité des APS (toutes les actions athlétiques étant basée sur la principe de « mise en tension / renvoi », Alain PIRON)
- n'a pas d'effet sur le volume musculaire

Inconvénients :

- risques traumatiques dus à la répétition et l'intensité des chocs (pathologies articulaires, périostites, tendinopathies...)

- surtout si utilisation abusive/ exclusive (pratique d'une APS sans préparation physique) et exécuté avec des défauts techniques : mauvais placement / alignement (gainage), manque de concentration, manque d'équipement EXC

donc demande une préparation physique préalable, surtout en EXC et une progressivité...

Définitions :

Raideur du système myo-tendineux : qualité de résistance à l'écrasement (sur un saut), Dufour, 2009

Squat Jump (SJ) : de la position 90° genoux, mains hanches, statique 1 seconde, produire la plus grande impulsion verticale = évalue l'explosivité purement concentrique des membres inférieurs.

Contre-Mouvement Jump (CMJ) : de la position debout, mains hanches, dans un mouvement d'aller retour sans temps d'arrêt jusqu'à 90° genoux, produire la plus grande impulsion verticale = évalue qualité d'élasticité d'un sujet (forme de plio non percutée)

Drop-Jump (DJ) : à partir d'un contre haut standardisé à 40 cm, se laisser tomber sur le tapis, mains hanches et produire la plus grande impulsion verticale. Évalue l'élasticité et surtout la raideur active musculaire (plio percutée)

Indice pliométrique : rapport entre le temps passé au sol (TC) et le temps de vol (TV)
 $IP = TC / TV$

Remarques sur le DJ :

- un sujet « Concentrique » s'écrase sur la tapis, a un TC élevé et s'élève peu = peu de puissance / explosivité
- plus la raideur active excentrique aura été développée, plus les sujets auront des scores performants en DJ (R. Deslandes)
- les scores s'améliorent si effectué pieds nus (moins d'absorption mécanique et meilleur réactivité sensorielle des muscles de la voute plantaire)
- les scores sont meilleurs en coordonnant avec les bras (intérêt de développer la coordination)

3^{ème} partie : la mise en œuvre de la plio

La pliométrie demande des pré-requis (voir ci-dessus) :

- un équipement EXC préalable
- des qualités de gainage

T. Blancon y ajoute un travail de pieds, d'équilibre et de coordination, sorte d'éducatifs avant de démarrer véritablement l'entraînement plio...

Ensuite, le maître mot est la progressivité.

Repères donnés par G. Cometti concernant l'intensité des exercices :

De la pliométrie basse (peu intense)	courses et gammes athlétiques : sprint, skipping, démarrage, travail de fréquence...
moyenne	bonds horizontaux : foulées bondissantes, cloche-pieds, corde à sauter...
à la pliométrie haute (intense)	bonds verticaux : haies, rebond d'un banc ou d'un plinth à l'autre...
au travail avec charge	bonds avec gilets lestés...

T. Blancon donne lui les repères suivants concernant les bonds verticaux :

Pour la hauteur des bonds, en fonction de la taille de l'athlète :

- Niveau 1 : hauteur des chevilles
- N2 : hauteur des genoux
- N3 : hauteur de l'enfourchure
- N4 : hauteur du nombril
- N5 : hauteur des épaules

Avec condition : je ne passe qu'au niveau supérieur que si équilibre et synchronisation acquis.

Et pour débutants (enfants comme adultes) : jamais plus haut que genoux...

Repères concernant la durée, le nombre de répétition des bonds :

Le maître mot = priorité à la qualité par rapport à la quantité... Difficile donc de donner des chiffres car très relatifs au niveau et surtout à la qualité de l'exécution : l'entraîneur vérifie la qualité du placement (respect de l'alignement pied / bassin / épaule), du gainage, de l'équilibre et de la coordination. Si l'exécution est défailante, il est préférable d'arrêter (niveau insuffisant ou fatigue...)

La plio se prête à des formes de travail variées : on peut jouer, selon Cometti, à des

- Variation de placement : jambes tendues ou fléchies
- Variation de déplacement : petit ou grand
- Variation de tension musculaire : associer avec autre régime (iso, conc, exc...)

Ces formes de travail pouvant aller du général à des orientations très spécifiques :

- optique course de vitesse : toutes les gammes athlétiques, travail d'appuis dans l'axe
- optique sauts horizontaux (triple saut, tir de Hand à l'aile...) : foulées bondissantes
- optique sauts verticaux (saut en hauteur, tir de Hand base arrière : haies, plinth
- amélioration des duels, 1 contre 1 sport co : travail d'appuis latéraux

- Course durée : associer à PMA (ex : en 15 / 15, soit bonds pendant 15 secondes intercalé avec 15 secondes de récupération)

Conclusions générales sur la plio :

La plio est la synthèse et résultat de la construction des 3 autres régimes :

- 1.Excentrique=résister, freiner= raideur active.
- 2.Isométrique= angulation spécifique de changement de régime.
- 3.Concentrique = restitution de l'énergie et production de l'action.

C'est l'objectif de la musculation dans une optique d'explosivité / vitesse.

Bibliographie :

- « Les diamants neuromusculaires », Michel Dufour
- « Renforcement musculaire », Neiger, Deslandes, Gosselin
- « La pliométrie », Cometti (Document interne UFR STAPS Dijon)

Vidéo à consulter :

Conférence de Thierry Blancon (Entraîneur national des sauts) sur la pliométrie : version longue (1h49)

<https://www.youtube.com/watch?v=X8bBpxDDLnw>

Version courte (6 minutes)

<https://www.youtube.com/watch?v=CnR7nKb9PBw>