

Renforcement musculaire par électrostimulation

Par le Docteur Patrick Bacquaert, médecin du sport.*

■ L'utilisation de l'électrostimulation comme aide à l'entraînement sportif dans un but d'optimiser la performance occupe encore une place controversée en comparaison d'un entraînement traditionnel par contractions volontaires.

De nombreux générateurs, de plus en plus sophistiqués, sont proposés sur le marché vantant les mérites de cette méthode pour améliorer la force maximale volontaire chez le sportif.



1. Préambule

Un sportif doit déployer une somme considérable d'efforts pour arriver à développer des capacités physiques et psychiques, répondant à l'exigence de haut niveau, afin de réaliser une performance permettant de figurer honorablement dans des compétitions de niveau mondial.

Les temps consacrés à l'entraînement ont fortement progressé ces dernières années pour laisser une place de plus en plus réduite aux temps libres et à la récupération.

C'est ainsi que plus le volume et l'intensité des charges d'entraînement augmentent, plus le

temps de récupération doit être optimisé. L'utilisation de la stimulation électrique est étudiée depuis les années 70, dans le cadre du développement des unités musculaires ^[1 et 2].

Cela a conduit à l'utilisation de l'électrostimulation en rééducation. Il en a découlé obligatoirement l'application spécifique dans le monde sportif et le monde de la forme, d'autant que dans les

Les préparateurs physiques recherchent de plus en plus une solution miracle...

années 50, l'électrostimulation avait connu son heure de gloire dans le développement des organes sexuels avec le Relaxacisor ^[3 et 4].

Les préparateurs physiques recherchent de plus en plus une solution miracle pour optimiser les sollicitations musculaires dans un temps de plus en plus court. Ces forces musculaires maximales, développées dans le cadre des entraînements de haut niveau, recrutent donc de plus en plus les fibres rapides.

L'électrostimulation a donc trouvé naturellement sa place dans ces exigences de performance afin d'optimiser la préparation musculaire ^[5 et 6].

2. Mieux connaître l'électrostimulation

Depuis Volta, en 1792, qui provoqua une électrostimulation au moyen d'une pile électrique, c'est Duchenne de Boulogne qui développa ce concept et permit son utilisation courante en rééducation [7].

Il s'agit de l'utilisation de la force électrique de faible intensité, produit par un générateur, transmise aux fibres musculaires par des électrodes appliquées sur la peau pour déterminer une stimulation contractile.

Le monde sportif et de la forme s'est très vite accaparé les propriétés musculaires de l'électrostimulation.

L'utilisation de l'électrostimulation peut être controversée si la seule recherche est celle du gain de la force maximale développée.

La nature, l'intensité, la fréquence, la zone d'impulsion, la forme du courant, permettent d'obtenir des effets sur la relaxation musculaire, la récupération, la force musculaire, la contractilité musculaire et la diminution de la douleur [7].

L'ensemble de ces effets est donc compatible avec la demande spécifique du sportif dans le cadre d'une récupération adaptée. Il reste néanmoins que l'utilisation de l'électrostimulation peut être controversée si la seule recherche est celle du gain de la force maximale développée [8 et 11].

Par contre s'il s'agit d'optimiser la récupération voire même la préparation musculaire en combinant méthode de stimulation musculaire artificielle et méthode traditionnelle dans le cadre d'une optimisation de la performance, on comprend mieux tout le bénéfice attendu de l'électrostimulation [8].

3. Les propriétés à développer

Le renforcement musculaire semble être l'objectif prioritaire des adeptes de l'électrostimulation, surtout dans le monde de la forme et du fitness. Chez les sportifs de haut niveau, les motivations sont toutes autres : il s'agit de tenir un gain de force maximum volontaire par le développement des adaptations neuro-musculaires, en provoquant une hypertrophie musculaire et un gain de puissance maximale [9 et 5].

Les connaissances neuromusculophysiologiques permettent de considérer que l'augmentation de la force obtenue sera significative après la mise en synergie des résultantes de deux types de mécanismes qui sont d'une part les facteurs individuels de

possibilités d'hypertrophie musculaire, et d'autre part les facteurs de conduction nerveuse permettant un meilleur recrutement des différentes unités motrices concernées [10, 11, 13].

L'efficacité de l'électrostimulation dépendra donc de la possibilité de provoquer un potentiel d'actions, susceptible de provoquer un recrutement **en stimulant le maximum de myofibrilles** [7], malheureusement celui-ci est aléatoire et non constant.

C'est ce potentiel d'action qui entraînera une contraction musculaire. La force de contraction peut donc être évaluée directement proportionnelle au nombre d'unités motrices mises en action par cette stimulation.

Pour cela, il faut que les unités motrices soient entièrement recrutées, avec le plus faible courant efficace possible, provoquant le minimum d'impression de décharge et une tolérance maximum.

Les fréquences sont alors comprises entre 8 et 35 Hz. Toute augmentation de l'intensité ne pourra, dans ce cas, provoquer de recrutement supplémentaire si on a obtenu préalablement une tétanisation électrique.

Il faut pour cela accepter et admettre que dans l'unité motrice concernée, les fibres stimulées soient de même catégorie en terme de propriétés contractiles. Cela doit être naturellement le cas, sauf preuve contraire de possibilité de trouver grâce à un entraînement musculaire chez un sportif, des mixités entre les types Slow (ST) et les types Fast Resistant (FTA) et les FAST fatigables (FTB) [7,13, 15].

4. Les limites de l'électrostimulation

Dans la mesure où l'on connaît, grâce à la loi de Weiss, la relation qui existe entre l'intensité de la stimulation et la durée de celle-ci, les différents appareils électrostimulation doivent prendre en compte ce principe afin d'avoir une efficacité maximum [7].

▼ annonce

WWW.IRBMS.COM
CENTRE DE RESSOURCES
EN MÉDECINE DU SPORT

Plus de 1000 documents, articles, diaporamas, en accès libre. Deux lettres d'informations par mois sur l'actualité en médecine et nutrition du sport. Inscrivez-vous gratuitement.

En prenant donc en compte la chronaxie et la rhéobase, une augmentation de la durée d'impulsion diminue le seuil d'excitation et facilite la diffusion loco-régionale.

On peut donc interférer sur ces durées d'impulsions jusqu'à l'intensité minimum et sur les types de courant permettant une optimisation des programmes de stimulation afin de différencier les bons ou mauvais générateurs [7, 11, 12]. Il est conseillé d'utiliser des impulsions longues et faibles afin de garantir une meilleure transmission.

Le facteur de tolérance est donc très important. Il existe une sensibilité interindividuelle à l'impression de brûlure provoquant une limitation naturelle à l'utilisation de l'électrostimulation. Toutefois, tout le paradoxe réside au fait que les intensités élevées de durée courte sont mieux tolérées.

L'électrode étant au contact de la peau, ce récepteur est donc concerné par l'impédance corporelle. Les problèmes dermatologiques seront au centre des contre-indications éventuelles.

On peut estimer que le pH de la peau joue un rôle important dans la tolérance globale de l'électrostimulation. Le sportif qui se déplace peut également utiliser savon et gel-douche pouvant modifier cet état [14].

Le type, la qualité et la taille des électrodes ainsi que les méthodes d'application jouent un grand rôle sur la tolérance de l'impulsion électrique.

Par ailleurs, l'état de déshydratation de la peau modifie l'impédance.

Ceci peut aussi conduire à une tolérance variable, en fonction de la période de l'utilisation de l'électrostimulation ; ainsi, après une longue période d'endurance, il est évident que **l'état de déshydratation de la peau ne sera pas identique à celui retrouvé lors des séances d'entraînement foncier.**

Par ailleurs, les variables aussi importantes que le pourcentage de masse adipeuse, l'état métabolique du sportif, ainsi que les différentes adaptations hormonales peuvent apporter une modulation dans l'efficacité de l'électrostimulation [14].

Le type, la qualité et la taille des électrodes ainsi que les méthodes d'application jouent un grand rôle sur la tolérance de l'impulsion électrique.

Enfin, le générateur de courant utilisé, le type, sa qualité et le nombre de programmes proposés et ses afficheurs permettent de retrouver de façon significative une différence de tolérance d'un générateur à un autre [15].

Electrostimulation et performances sportives :

Différentes techniques de musculation peuvent être proposées chez le sportif [16, 17, 18, 19, 20].

- **type isométrique** : caractérisé par la mise en jeu de masse musculaire, permettant de faire une contraction musculaire constante sans modification de longueur du muscle. Il s'agit d'efforts de type statique. Les points d'insertion musculaires restent fixes. Pas de raccourcissement notable du muscle (*Hettinger Muller, Troisier*).
- **type concentrique** : avec un rapprochement des points d'insertion musculaire, le muscle se raccourcit et le mouvement est généré par l'augmentation de la tension musculaire. Les points d'insertion musculaire se rapprochent les uns des autres (*Kabat, Delorme*).
- **type excentrique** : les points d'insertion musculaire s'écartent les uns des autres, le muscle s'allonge, le mouvement est généré par une résistance supérieure à la force produite (*Dotte*).
- **type pliométrique** : les points d'insertion musculaire s'éloignent et se rapprochent simultanément, avec un cycle type excentrique et concentrique (*Bosco*).
- **type isocinétique** : il s'agit d'une musculation très appréciée et utilisée en rééducation et chez les sportifs quel que soit leur niveau. Ce type de musculation nécessite du matériel adapté dit isocinétique. Le principe consiste à appliquer une vitesse constante pour obtenir une contraction musculaire concentrique ou excentrique maximale. L'intérêt de ce type de musculation repose sur la possibilité d'évaluer celle-ci par des testings pratiquement individualisés pour chaque muscle concerné.

5. Quels résultats attendre ?

L'entraîneur, le préparateur physique et le sportif sont à la recherche essentiellement d'un gain de force ou de puissance musculaire. Toutefois, il faut considérer que la pratique de la musculation traditionnelle en salle permet une amélioration des adaptations physiologiques et un **gain cardio-respiratoire** non négligeable, grâce à la sollicitation des différentes filières énergétiques [10, 21].

C'est ainsi que la pratique de la musculation volontaire aura une répercussion sur la fonctionnalité neuromusculaire et l'ensemble de l'appareil locomoteur, par une action sur le tissu osseux, articulaire, capsulo-ligamentaire, et d'une façon plus générale, sur l'ensemble des régulateurs naturels de l'organisme vasculaires et lymphatiques [23].

L'électrostimulation peut donc à priori répondre à une partie certes importante mais non globale des adaptations souhaitées.

Il s'agit donc d'une méthode permettant de réaliser des charges additionnelles, dont le but est de développer la force et la vitesse d'exécution du mouvement [24]. Le sportif ne pourra en aucun cas se dispenser d'un entraînement traditionnel. Le résultat du gain de force peut d'ailleurs s'accompagner d'une modification notable de l'E.M.G [25, 26].

6. Pourquoi utiliser l'électrostimulation dans l'entraînement des sportifs ?

En première intention, l'électrostimulation peut être utilisée uniquement dans le cadre d'un gain de dépenses énergétiques en réalisant un travail musculaire passif. Pendant que l'électrostimulateur travaille, le sportif se repose. Il s'agit donc de gagner du temps de récupération sur un temps de travail [27].

Dans la course effrénée aux performances et aux compétitions, les techniques de récupération prennent une place de plus en plus importante dans l'environnement du sportif de haut niveau. **Travailler moins pour progresser plus serait l'idéal** et permettrait d'être une alternative au dopage.

Dans ce cadre là, l'électro-stimulation chez le sportif permet de répondre à une partie de cette problématique [5]. En effet, tout l'intérêt réside à obtenir une stimulation d'une force proche de la force maximale volontaire possible.

▼ annonce

Infos, Conseils, Prévention

LEDOPAGE.FR
nord - pas-de-calais

Ecoute dopage : 03.20.44.60.98
Courriel : sos@ledopage.fr.

Une collaboration entre
AMPD de Lille et l'IRBMS

En dessous de 70 %, il semble que les résultats auraient peu d'intérêt chez le sportif de haut niveau. Le choix du type de générateur de stimulation garde donc dans ce cas toute son importance. **Toutefois, peu d'études mettent en valeur la réalité du gain de force chez un sportif sain.** Il faut donc rester prudent sur nos conseils d'utilisation [27].

L'électrostimulation peut-elle remplacer la méthode traditionnelle de musculation (par contractions volontaires), qui associe différents efforts pour obtenir un gain de force significatif [5] ? Qu'il s'agisse des méthodes des efforts maximaux, des méthodes des efforts répétés, des méthodes des efforts dynamiques, des méthodes par contraste de charge ou des méthodes par charge descendante et montante, il semble que les

différents générateurs actuellement proposés sur le marché répondent directement ou indirectement au cahier des charges de ces différentes méthodes.

Le sportif pourra donc retrouver, en accord avec son préparateur physique, un programme adapté aux objectifs définis.

Enfin, le dernier élément non négligeable à considérer chez le sportif de haut niveau, est celui de l'exigence de l'hyper sollicitation musculaire par un travail musculaire avec des charges extrêmement importantes. Il semble donc dans ce cas là, que l'électrostimulation musculaire apporterait beaucoup moins d'incident ou d'accident par rapport aux contractions volontaires [18, 27], qui nécessitent un travail de charges de plus en plus lourd.

Comment choisir le protocole ?

*La plupart des **générateurs excitomoteurs** proposent des fréquences dites porteuses, une durée de phase, une intensité du courant, un choix de fréquence de stimulation, et une adaptation du temps de récupération. Certains types sophistiqués proposent des **programmes mixtes, développant la force, endurance, la récupération**, en y joignant également la possibilité de choisir des courants antalgiques.*

Des générateurs proposent actuellement des programmes d'auto adaptation sans intervention du sportif.

*Il faut noter que **l'échauffement préalable** est souhaitable, et qu'au fur et à mesure de la réalisation de la séance, l'intensité peut être augmentée pour obtenir une contraction tétanique.*

*En termes d'indications, l'électrostimulation permet en première intention d'être utilisée afin de développer la **force maximale volontaire**, avec ou sans hypertrophie musculaire. Le renforcement musculaire et le gain de masse peuvent être obtenus avec un travail de synergie en isométrie, sur banc de musculation traditionnelle ou lors d'un travail en pliométrie [16].*

*L'électrostimulation peut être utilisée également à des fins strictement récupératives, soit dans le cadre d'un programme en préparation sportive, soit **dans le cadre de douleurs post-entraînement ou post-compétitif** en utilisant de façon préférentielle les courants Tens ou à très basse fréquence (10 Hz maxi) [14].*

*Il est à noter que de nombreux générateurs d'électrostimulation permettent également la mise en place de **programmes, dits de capillarisation**.*

7. Les différents types de générateurs Proposés

En rééducation fonctionnelle, les générateurs de courant électrique sont aussi variables que l'imagination du constructeur puisse l'être. Au-delà des techniques incontournables, il existe de nombreux « gadgets » ou de « carrosserie », qui permettent d'obtenir des résultats et des indications différentes. En tout état de cause, les générateurs doivent être certifiés en norme ISO ou AFNOR.NF [28] et peuvent produire différents types de courant :

- continu
- pulsatile
- à voltage constant
- à courant constant

Ils sont définis par la durée de la phase, l'amplitude et la fréquence [5, 28].

Les générateurs à courants rectangulaires semblent plus efficaces pour assurer une optimisation des gains de performances.

Les générateurs doivent être munis de plusieurs voies afin de faciliter la mise en place de nombreuses électrodes pour stimuler plusieurs muscles dans le même temps. Ils doivent être électriquement garantis.

Pour cela, l'**alimentation directe en réseau n'est pas acceptable**. Se pose alors le problème de la qualité de la batterie, de sa durée de charge et de son temps de charge. Peut-il exister des générateurs à piles ?

La grande majorité des générateurs propose des programmes préétablis, permettant à tout sportif de réaliser une séance adaptée à leur demande.

Les Contre-indications [7, 14, 30]

> **Les phénomènes douloureux** : Toute sensibilité est inter-individuelle. En effet, certaines personnes ne tolèrent ni la sensation de stimulation ni le courant impulsé, ni la sensation de brûlure sous électrode. Les douleurs dépendent de la durée, de la fréquence et de l'intensité du courant.

> **Dermatologiques et allergiques** : Les plaies ou maladies de peau (eczéma, psoriasis, etc.), ainsi que les allergies aux électrodes ou au gel de contact sont des contre-indications réelles.

> **Les troubles de la coagulation** : Sportif sous anti-coagulant, hémophilie, ou antécédents de thrombose veineuse, reste une contre-indication réservée.

> **Chez les sportives enceintes** : On peut également émettre quelques réserves et se poser de toute façon la question sur l'intérêt de l'électrostimulation généralement réservée en réhabilitation à l'effort après l'accouchement. Il est possible qu'un gainage artificiel soit réalisable par l'électrostimulation. Il ne s'agit pas d'une technique réservée aux sportifs de haut niveau.

> **Handicap** : L'électrostimulation est possible chez les sportifs handicapés et souffrant de problèmes neuromusculaires. Les indications médicales doivent toutefois être respectées, un programme doit être établi en coordination avec l'entraîneur, le préparateur physique et le staff médical.

> **Age** : Peu de travaux sur l'effet de l'électrostimulation sur les cartilages de croissance ont été publiés. L'usage de cette technique est donc peu conseillé chez l'enfant sportif.

> **Risques de surentraînement** : Un excès de stimulation pourrait, selon certains auteurs, générer les mêmes phénomènes de surentraînement que la musculation traditionnelle surtout sur les fibres fatigables (FTB). La variabilité du temps de relaxation entre les contractions limite ces phénomènes. Chaque fréquence peut induire un seuil de fatigue [11].

> **Autres contre-indications** : Epilepsie ; Porteur de pacemaker ; Ventre de femme enceinte ; Hernie ou éviscération.

Toutefois, dans le cadre du sport de niveau, une programmation spécifique individualisée reste souhaitable.

Il existe plusieurs possibilités de techniques d'électrostimulation, selon l'emplacement des électrodes qui peuvent être :

- monopolaire
- bipolaire
- bipolaire avec contraction des agonistes et antagonistes

La distance inter-électrodes peut jouer un rôle important dans la possibilité de la pénétration du courant à travers la peau vers le muscle. La qualité de l'électrode, sa surface de contact avec ou sans gel, joue un rôle évident. **Plus l'électrode sera petite, moins le courant sera supporté.** Les fréquences de stimulation sont très basses (0 à 10 Hertz), basses (10 à 800 hertz) moyennes (de 800 à 4.000 hertz), ou très haute fréquence.

Le choix de la fréquence va permettre de contrôler le degré de tétanisation du muscle. Chez le sportif, les fréquences de stimulation seront comprises entre 50 et 120 hertz, afin d'obtenir la force maximale volontaire lors de l'utilisation d'un courant alternatif sinusoïdal et de 10 à 100 Hertz par le biais de courants d'impulsions alternatives [7, 14, 29].

La durée de la séance dépendra également du type de générateurs. Les séances seront longues, au-delà de 30 minutes, et répétées pratiquement tous les jours pendant un cycle d'entraînement de quatre à huit semaines.

Utilisation des électrodes

- *Il est déconseillé d'appliquer des électrodes à proximité du cœur (fibrillation).*
- *Il est déconseillé d'appliquer des électrodes sur des zones fortement inflammatoires ou infectées.*
- *Il est conseillé de nettoyer régulièrement ces électrodes, et de les remplacer en cas d'usure prématurée.*
- *En cas de lésion tendineuse ou musculaire, les contre-indications peuvent être les mêmes que celles proposées pour un entraînement normal.*
- *Une contre-indication pourrait être émise chez des sportifs présentant une fièvre ou une infection.*
- *Les électrodes sont soit à usage unique, soit à usage strictement personnel.*
- *Les électrodes doivent correspondre au type d'appareil utilisé et recommandé par le fournisseur.*

Les générateurs à courants rectangulaires semblent plus efficaces pour assurer une optimisation des gains de performances.

8. Conclusion

L'électrostimulation a été et reste largement utilisée dans les milieux sportifs et en particulier dans celui du fitness et de la forme.

L'électrostimulation possède des indications spécifiques en rééducation post-traumatique chez le sportif.

L'électrostimulation possède des indications non négligeables chez les sportifs de haut niveau dans le cadre des effets suivants :

- gain de force musculaire
- gain de masse musculaire
- échauffement pré-compétitif
- gain de contractibilité
- diminution des douleurs
- récupération généralisée

Il apparaît que devant le nombre d'appareils proposés à la vente, un certain nombre ne stimule que superficiellement la peau, avec des courants peu stabilisés et douloureux. Malheureusement, la qualité a un prix et l'exigence du sportif de haut niveau en termes de résultat nécessite également un générateur performant évolutif avec des programmes individualisés [31].

Ceci met donc un frein financier évident à la diffusion de l'utilisation de l'électrostimulation chez beaucoup de sportifs.

annonce ▼

IRBMS

Vous êtes médecin du sport et vous souhaitez publier un article sur notre site, écrivez-nous : redaction@irbms.com

WWW.IRBMS.COM

L'électrostimulation ne peut se substituer ni à l'entraînement ni au renforcement musculaire traditionnel. Il reste un complément aux méthodes classiques d'entraînement chez le sportif, quel que soit son niveau.

Il s'avère donc que les fédérations, lors de stages et de regroupement, mettent à la disposition de leurs sportifs des générateurs pilotés par des kinésithérapeutes.

Il semble que ce travail très ponctuel en stage reste très largement insuffisant pour obtenir un résultat qui nécessite des séances répétitives et durables. Même si l'entraînement par stimulation entraîne une augmentation non négligeable de la masse musculaire, celui-ci est obtenu pour un grand nombre de muscles après une période d'utilisation de 2 à 4 semaines minimum [16].

L'électrostimulation possède des vertus non négligeables sur le muscle sain du sportif. Il est essentiellement utilisé pour améliorer la force maximale volontaire et l'endurance musculaire. **Toutefois, son efficacité est parfois controversée** [32].

L'électrostimulation ne peut pas se substituer ni à l'entraînement ni au renforcement musculaire traditionnel [33]. Il reste un complément aux méthodes classiques d'entraînement chez le sportif, quel que soit son niveau.

* Le Docteur Patrick Bacquaert est Médecin-Chef à Institut Régional de Biologie et de Médecine du Sport du Nord-Pas-de-Calais.

BIBLIOGRAPHIE

1. Amélioration de la force musculaire par la stimulation électrique - Document INS874 (3 et 4) 1971.
2. **Portmann. M** : Entraînement par électrostimulation physiologie appliquée de l'activité physique - Vigot.
3. **Bucalo Louis** : Method for artificially inducing urination, defecation, or sexual excitation - Neuronyx Corporation 1976.
4. wikipedia.org/wiki/electrostimulation-erotique
5. **Cometti Gilles** : Effets de l'électrostimulation dans l'entraînement des sportifs de haut niveau - Université de Boulogne.
6. **Duchateau J., Hainaut K** : Training effects of sub-maximale electrostimulation in human muscle. Med Sciences Sports Exerc 1988.
7. **Delegay J-M.** : EMC Electrologie Kinésithérapie 4 - 1989.
8. **Vrijens J.** : L'entraînement raisonné du sportif - Deboek université.
9. **Krcka J., Zrubak A.** : Tentative de renforcement des muscles par courant électrique. Kinanthropologie 5 (1) : 5-54.
10. **Astrand PO., Rodahl K.** : Précis de physiologie de l'exercice musculaire Masson 1980.
11. **Couturier A.** : Electrostimulation et renforcement musculaire. Lab. Biomécanique et Physiologie Insep.
12. **Martin L., Cometti G., Pousson M., Morlon B.** : (1991), Influence d'un entraînement par électromyostimulation sur différentes caractéristiques mécaniques et morphologiques du triceps sural, communication au colloque de la société de biomécanique, Lille novembre 1991.
13. **Enoka RM.** : Muscle Strenght an dits development – News perspectives – Sports Med 1988.
14. **Polin D.** : Bases élémentaires de l'électrostimulation musculaire pour une approche médicale des erreurs à ne pas commettre IRMSHN Rouen 2004.
15. **Laflame A.** : Utilisation de l'électrostimulation dans le but d'améliorer la performance sportive.
16. **Cometti G.** : Les méthodes modernes de musculation - Université de Boulogne.
17. **Kuprian W.** : Sport et physiothérapie - Masson Paris.
18. **Plas F., Bouchet JY., Chatrenet Y., Fine M., Portero P., Sar-Grimbert E.** : Renforcement et entraînement musculaire EMC Kinésithérapie 26055.
19. **Poumarat G.** : Dans Médecine du Sport pour le praticien SIMEP.
20. **Marini J-F.** : Muscles Tendons et Sport Masson.
21. **Chailley-Bert P., Plas F.** : Physiologie des activités physiques Baillière.
22. **Wilmore JH., Costill DL.** : Physiology of sports and exercise human Kinetic.
23. **Mc Ardle WD., Katch FI., Katch VL.** : Exercise Physiology.
24. **Garridon Richard** : Développement de la force et de la vitesse dans la préparation physique. Optimisation et limites de la performance sportive Masson.
25. **Komi P., Vittsalo JT., Raumara R., Vihko V** : Effects of isometric strenght train mg on mechanical, electrical ans metabollo aspects of muscle function. Eur J. Apl Physiol 40:45-55.
26. **Hakkinen K., Komi PV** : Training-induced changes in neuromuscular performance under voluntary and reflex conditions. 1986 Eur J ApplPhysiolss:147-155.
27. **Kots YM. Chwilon BA.** : Entraînement de la force musculaire par la méthode d'électrostimulation, communiqué N° 2 1971.
28. **Bosquet L.** : L'entraînement par électrostimulation.
29. **Crepon F., Doubrere JF., Vanderthommen M., Castel-Kremer E., Cadet G.** : Electrothérapie Electrostimulation www.emc-consulte.com .
30. **Meyer S.** : Pelvic floor education after vaginal delivery 1997 Obst and gyneco.
31. **Maitre S.** : Electrostimulation et électrostimulateur www.preparation-physique.net .
32. **Along McCombe SA., Koustantonio S., Stumphouser LJ., Burgwin KC, Parent M., Bosvoth RA** : Comparaison of the effets of electrical stimulation and exercise on abdominal musculature J. Ortho Sports Phys 1987.
33. www.irbms.com .