

Électrostimulation musculaire : critères de choix des paramètres de stimulation

Les paramètres généraux de l'électrostimulation sont maintenant bien définis. Un large consensus admet que les impulsions doivent être :

- rectangulaires, on dit également à début brusque ou à front raide, afin d'être efficaces avec moins d'intensité, donc plus confortables ;
- de durée brève mais adaptée, c'est-à-dire suffisante pour être efficace, mais sans dépasser la durée utile afin de ne pas être vainement inconfortable ;
- bidirectionnelles à moyenne nulle afin d'éliminer tout risque de brûlure chimique due aux effets électrolytiques des courants unidirectionnels et afin d'éviter toute sensation désagréable d'irritation galvanique ;
- de fréquence inférieure à 100 Hz, voire de très basse fréquence, inférieure à 10 Hz, afin de présenter des propriétés thérapeutiques antalgiques et excito-motrices.

Hormis ces caractéristiques générales, les paramètres des programmes délivrés par les appareils d'électrostimulation doivent être le plus précisément adaptés afin d'obtenir les propriétés biologiques qu'on attend d'eux. Plutôt que d'appliquer systématiquement les mêmes programmes à tous les patients, le praticien doit pouvoir déterminer un traitement adapté en effectuant une approche en deux temps :

- 1) détermination du programme dont les paramètres correspondent le mieux aux effets biologiques recherchés ;
- 2) adaptation des paramètres de ce programme à chaque cas, en les modifiant le cas échéant, pour augmenter l'efficacité de la stimulation tout en respectant la sensibilité du patient et en tenant compte de sa perception du courant.

Les courants d'électrostimulation excito-moteurs se répartissent en deux grandes classes :

- les courants excito-moteurs par secousses élémentaires destinés à l'éveil musculaire, à la

facilitation de la circulation locale, au traitement de la contracture, de la fibrose et des troubles circulatoires et trophiques, courants dont la fréquence est inférieure à 10 Hz ;

- les courants excito-moteurs tétanisants utilisés pour le renforcement musculaire et dont la fréquence va de 20 à 80 Hz.

Électrostimulation musculaire et contraction volontaire

L'électrostimulation musculaire (ESM) et l'exercice volontaire produisent une contraction musculaire dont les caractéristiques sont très différentes. Néanmoins, l'ESM doit utiliser les paramètres les plus compatibles, c'est-à-dire qui sont les plus proches des paramètres de la contraction volontaire.

Au cours de la contraction volontaire, la contraction des unités motrices est asynchrone, alors que l'électrostimulation musculaire produit une contraction synchrone des unités motrices.

Contrairement à la contraction volontaire qui peut recruter la presque totalité des unités motrices, on observe au cours de la stimulation électrique une limite du recrutement spatial des unités motrices : le muscle n'est pas activé dans sa totalité [1, 2].

Plusieurs études montrent que c'est l'association de l'ESM et de la contraction volontaire qui donne les meilleurs résultats (fig. 1, page suivante) [3].

Fréquence

En appliquant sur le muscle des impulsions dont la fréquence est progressivement croissante, on observe les effets suivants qui sont dus à la sommation temporelle :

- Si la fréquence des stimuli est inférieure à 10 Hz, le muscle répond par des secousses élémentaires, contractions isolées et successives.

**Francis
CRÉPON**

École Nationale
de Kinésithérapie
et de Rééducation
12, rue du Val d'Osne
94410 Saint-Maurice

Électrostimulation musculaire :

critères de choix des paramètres de stimulation



► **Figure 1**

Contraction volontaire et ESM

Contraction active assistée par électrostimulation musculaire des quadriceps commandée par le patient

- Si la fréquence des stimuli est augmentée au-dessus de 10 Hz, on observe une trémulation ; chaque secousse élémentaire débute avant que la secousse précédente ne soit terminée, les secousses s'additionnent et la tension musculaire augmente « en escalier ».
- Quand la fréquence des stimuli atteint environ 20 à 80 Hz, on observe une fusion des secousses élémentaires qui se traduit par une contraction continue du muscle, la téτανisation, au cours de laquelle le niveau de tension musculaire est plusieurs fois supérieur à celui qui est provoqué par une simple secousse élémentaire [4].

La physiologie musculaire nous indique que les fréquences de téτανisation ne dépassent pas 80 Hz. Les fréquences supérieures ne présentent donc pas d'intérêt en ESM [5]. Une étude comparative des protocoles des essais cliniques concernant l'ESM du quadriceps de patients atteints de BPCO permet de définir les plages de paramètres de stimulation utilisées par les différents auteurs [6, 7]. Les fréquences utilisées pour obtenir une téτανisation varient de 35 à 75 Hz et les fréquences utilisées pour obtenir des secousses élémentaires varient de 5 à 8 Hz.

Ceci justifie que, pour obtenir une téτανisation, on utilise habituellement des fréquences de stimulation qui se situent entre 20 et 80 Hz. Cependant plusieurs revues de littérature qui étudient les effets de l'ESM appellent des recherches pour déterminer les paramètres optimaux de stimulation afin de définir ceux qui sont les plus efficaces [8].

Une récente étude a comparé deux fréquences d'électrostimulation du quadriceps, 35 Hz et 50 Hz, chez des patients hospitalisés au cours d'une exacerbation de BPCO et répartis en deux groupes. L'ESM a été appliquée 30 minutes par jour à l'intensité tolérée par les patients. Les résultats montrent que la force musculaire isométrique des quadriceps et l'endurance à l'épreuve de marche ont augmenté dans les deux groupes. Il n'y avait pas de différence significative entre les groupes pour les deux résultats. Les auteurs concluent que la réponse semble être indépendante de la fréquence utilisée et que les deux fréquences ont été bien tolérées [9].

Lors de la contraction volontaire, les unités motrices les plus lentes se téτανisent aux environs de 20 Hz et les unités motrices les plus rapides se téτανisent aux environs de 80 Hz. Les fréquences utilisées en électrostimulation doivent s'adapter aux fréquences physiologiques, mais on ne peut en aucun cas prétendre que la fréquence d'électrostimulation puisse effectuer un recrutement sélectif d'un type de fibre musculaire [10].

Durée d'impulsion

L'étude des chronaxies nous informe sur les durées d'impulsion à utiliser. En principe, les chronaxies des muscles normalement innervés vont de 100 à 600 μ s. Cependant, en pratique, la plupart des auteurs utilisent une plage plus restreinte : de 200 à 400 μ s environ. En effet, les impulsions de trop brève durée, inférieure à 200 μ s, ne seraient efficaces qu'avec une forte intensité et les impulsions de trop longue durée, supérieure à 400 μ s, seraient nettement moins confortables pour le patient. L'adaptation de la durée d'impulsion aux chronaxies médianes semble être le meilleur critère.

Intensité

La contraction musculaire électro-induite est caractérisée par une sollicitation métabolique importante dans les zones superficielles du muscle, comparativement aux zones profondes, témoignant d'un recrutement spatial relativement superficiel [11]. Ce recrutement spécifique de l'électrostimulation transcutanée résulte de la propagation du courant dans les tissus à partir

des zones situées sous l'électrode cutanée. Ainsi, les unités motrices superficielles sont activées les premières et le recrutement atteint ensuite des unités motrices situées d'autant plus profondément que l'intensité du courant s'élève [12].

L'intensité du courant permet donc de recruter les différents types de fibres musculaires. Les fibres les plus rapides, mais aussi les plus fatigables, sont les plus superficielles. En conséquence, les fibres rapides sont les premières à répondre lorsqu'on commence à augmenter l'intensité. Pour stimuler les fibres lentes qui sont situées plus profondément, il faut continuer d'augmenter l'intensité.

Seule l'intensité permet ce recrutement différentiel. Les autres paramètres, notamment la fréquence et la durée d'impulsion ne peuvent en aucun cas différencier les fibres musculaires auxquelles est destinée l'ESM [10].

L'efficacité de l'intensité se mesurant en milliampères par cm² d'électrode, il est totalement impossible de donner des indications chiffrées. Une intensité de quelques milliampères appliquée avec des électrodes de petite surface peut rapidement être insupportable alors que, sur le même patient, une intensité nettement plus importante appliquée avec des électrodes de grande surface peut être très bien tolérée.

Enfin, il faut rappeler le critère le plus important : quels que soient les résultats obtenus, l'intensité est toujours réglée en respectant la tolérance du patient.

Temps de travail et temps de repos

Les courants téтанisants sont des courants intermittents. En moyenne, les temps de travail, ou temps d'activité électrique, varient de 2 à 10 s et les temps de repos, ou temps d'inactivité électrique, varient de 8 à 30 s. Certains auteurs utilisent des durées plus importantes. Mais aucune étude n'a mis en évidence les durées optimales des temps de travail et des temps de repos.

Le meilleur moyen de définir les temps de travail et les temps de repos est de considérer les durées de contractions demandées à un patient lors de son traitement de rééducation active et de les appliquer en ESM.

Pendant les « temps de repos » d'un courant téтанisant, il est possible de faire passer un courant excito-moteur par secousses élémentaires afin de faciliter la circulation locale et de décontracter le sujet.

Durée des séances

En moyenne, la durée des séances varie de 15 à 30 min. Cependant certains auteurs utilisent des durées plus importantes. La durée de la séance dépend de l'état du patient, de ses capacités et des intensités qu'il supporte.

Conclusion

Ces différents éléments permettent de déterminer des plages de fréquences, de durées d'impulsions conformes à la physiologie, bien que ne reproduisant pas les mêmes caractéristiques que la contraction volontaire, et des plages d'intensité et de temps de travail. Tout en restant à l'intérieur de ces plages le praticien peut adapter ces paramètres en tenant compte du type de muscle stimulé, de l'effet recherché, renforcement musculaire ou contracture, de l'état général du patient et notamment de sa fatigabilité, enfin et surtout en respectant la tolérance du patient. ✘



RÉFÉRENCES

- [1] Bigard AX. *Électrostimulation : effets sur le muscle normal*. SPLF : 9^e Journées françaises Alvéole - Lyon, 2012.
- [2] Bigard X, Galera O. *Électrostimulation : effets sur le muscle normal*. *Revue des Maladies Respiratoires Actualités* 2012 Sept;Vol. 4;n°4:298-300.
- [3] Crépon F. *Électrostimulation et muscle*. *Kinésithér Scient* 2010;507:58-60.
- [4] Crépon F. *Électrothérapie et physiothérapie. Applications en rééducation et réadaptation*. Paris : Elsevier-Masson, 2012.
- [5] Faure F, Chatrenet Y. Comparaison de la force électro-induite par la moyenne fréquence modulée et par la basse fréquence. *Ann Kinésithér* 1997;34/6:259-66.
- [6] Crépon F. *Électrostimulation musculaire, BPCO et ICC. 1. ESM et BPCO*. *Kinésithér Scient* 2010;514:75-7.
- [7] Gerovasili V. Neuromuscular electrical stimulation appears to be useful in people with severe chronic obstructive pulmonary disease. *J Physiother* 2012;58(4):270.
- [8] Bax L, Staes F, Verhagen A. Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? A systematic review of randomised controlled trials. *Sports Med* 2005;35(3):191-212.
- [9] Chaplin EJ, Houchen L, Greening NJ, Harvey-Dunstan T, Morgan MD, Steiner MC, Singh SJ. Neuromuscular stimulation of quadriceps in patients hospitalised during an exacerbation of COPD: A comparison of low (35 Hz) and high (50 Hz) frequencies. *Physiother Res Int* 2012 Nov 13.
- [10] Thépaut-Mathieu C. *Électrostimulation et recrutement différentiel des unités motrices*. *Ann Kinésithér* 1998;25/3:115-8.
- [11] Vanderthommen M, Depresseux JC, Dauchat L, Degueldre C, Croisier JL, Crielaard JM. Spatial distribution of blood flow in electrically stimulated human muscle: A positron emission tomography study. *Muscle Nerve* 2000;23:482-9.
- [12] Vanderthommen M, Depresseux JC, Dauchat L, Degueldre C, Croisier JL, Crielaard JM. Blood flow variation in the human muscle during electrically stimulated exercise bouts. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:936-41.