

Assiati ABDOUN
Melissa BABELHADJ
Myriam DJOUDI
Samira SALIM

TP5: le muscle

Introduction:

L'étude de la contraction musculaire est essentielle pour comprendre le fonctionnement neuromusculaire et les mécanismes qui permettent au corps de produire un mouvement. Lorsqu'un muscle est activé par le système nerveux, il génère une force qui peut être enregistrée et analysée grâce à des outils d'instrumentation biomédicale.

La stimulation électrique permet de reproduire artificiellement cette activation afin d'observer, dans un cadre contrôlé, les propriétés mécaniques et physiologiques du muscle. Ce type d'approche est largement utilisé en recherche, en clinique et en rééducation pour caractériser la fonction musculaire et évaluer l'état neuromusculaire.

Objectifs : L'objectif de ce TP est d'étudier la réponse musculaire à une stimulation électrique du nerf moteur. À l'aide d'un électrostimulateur placé sur le nerf cubital, on observe la contraction involontaire des muscles de la main. Ce travail permet de comprendre la transmission du message nerveux, le rôle du nerf moteur et la relation entre l'excitation électrique et la contraction musculaire.

Exercices :

Exercice 1 : stimulation nerveuse

Exercice 2 : Répondre de twitch et recrutement

Exercice 3 : Sommation

Exercice 4 : Tétanos

Exercice 5 : Fatigue musculaire

Dans le cadre de ce TP, et par manque de temps, nous n'avons pu réaliser que les deux premiers exercices, portant sur la stimulation nerveuse et l'analyse de la réponse musculaire élémentaire.

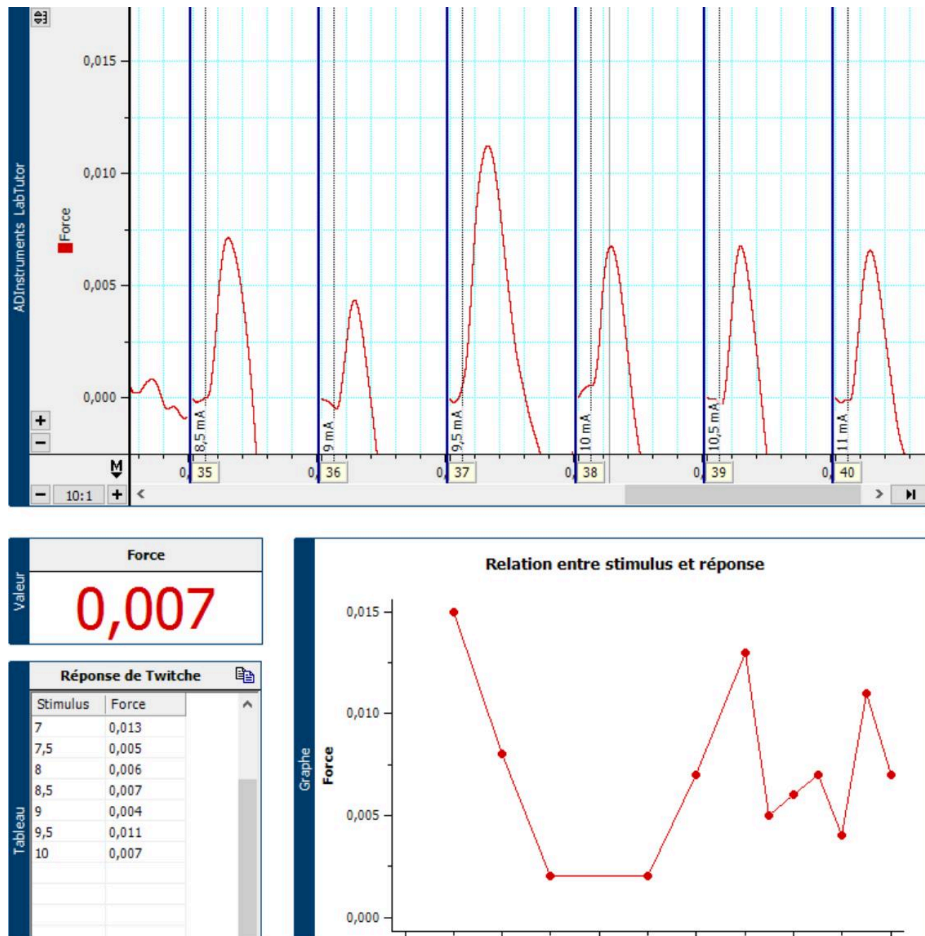
Exercice 1: stimulation nerveuse

Pas de questions sur cet exercice. Il s'agit d'un exercice de découverte du matériel et des objectifs. On a évalué à quel amplitude le choc électrique provoque un mouvement / une réponse du muscle, on déplace l'électrode sur l'avant bras, le coude, le poignet pour voir nos réactions en fonction de la zone stimulée.

Samira a une contraction des doigts dès 6 mA lorsque le capteur est placé sur la gauche de l'intérieur du poignet, près du nerf cubital. Au niveau de l'avant bras, elle ressent le choc à partir de 8 mA mais aucune réponse ni contraction des muscles, pareil pour le coude.

Exercice 2 : Répondre de twitch et recrutement

Samira



L'image montre les twitches musculaires enregistrés après différentes stimulations électriques. Chaque pic rouge correspond à la force produite lors d'un stimulus. L'intensité augmente progressivement (8,5 mA → 11 mA), ce qui permet d'observer la relation entre stimulus et réponse.

Le tableau indique les valeurs de force mesurées pour chaque essai, et le graphe en bas à droite représente cette relation. On voit que la force ne suit pas une augmentation parfaitement linéaire : certaines intensités provoquent une réponse plus faible, ce qui reflète la variabilité physiologique, des phénomènes de seuil et le recrutement irrégulier des unités motrices au début.

Globalement, la figure montre :

- un twitch isolé pour chaque stimulation,
- un recrutement progressif, mais variable,
- une cohérence entre le tracé temporel, le tableau et le graphique.

1. Avez-vous obtenu une contraction mesurable avec un stimulus de 0 mA? Qu'est-ce que cela peut vous suggérer à propos du nombre de fibres musculaires se contractant à ce courant de stimulus?

Non, aucun stimulus à 0 mA n'a déclenché de contraction mesurable. Cela suggère qu'à cette intensité, aucune fibre musculaire n'est activée, car le courant est insuffisant pour atteindre le seuil d'excitabilité du nerf moteur.

2. Quel a été le plus faible courant nécessaire pour déclencher une contraction (le courant de seuil)? Selon vous, quel pourcentage de fibres dans le muscle s'est contracté pour produire cette faible réponse?

Le plus faible courant ayant déclenché une contraction mesurable est 7 mA. Ce courant correspond au courant de seuil, c'est-à-dire l'intensité minimale nécessaire pour activer les premières unités motrices.

À ce niveau de stimulus, seule une petite proportion de fibres musculaires est recrutée, généralement quelques pourcents, car seules les unités motrices les plus sensibles répondent à ce courant minimal. La faible amplitude de la réponse observée confirme qu'il s'agit d'un recrutement très partiel du muscle.

3. Quel a été le plus faible courant nécessaire pour déclencher une contraction maximale (la plus forte)? Selon vous, quel pourcentage de fibres dans le muscle s'est contracté pour produire cette réponse maximale?

Le plus faible courant ayant déclenché une contraction maximale est 9 mA. Ce courant correspond au courant de seuil, c'est-à-dire l'intensité minimale nécessaire pour activer les premières unités motrices.

À ce niveau de stimulus, seule une proportion supérieur au seuil et proche de 100 % de fibres musculaires est recrutée, toutes les unités motrices les répondent à ce courant maximal. La forte amplitude de la réponse observée confirme qu'il s'agit d'un recrutement complet du muscle.

4. Que concluez-vous sur ce qui est arrivé au nombre de fibres se contractant au fur et à mesure que le courant augmente de sa valeur seuil à la valeur requise pour déclencher une contraction maximale?

Au fur et à mesure que le courant augmente de la valeur seuil à celle nécessaire pour une contraction maximale, le nombre de fibres recrutées augmente progressivement jusqu'à ce que toutes se contractent.

5. Pourquoi la variation de la force du stimulus affecte-t-elle la force de contraction?

Parce que la force de contraction dépend du nombre de fibres musculaires recrutées : plus le stimulus est fort, plus de fibres se contractent, ce qui augmente la force totale du muscle.

Exercice 3 : Sommation

Cette partie n'a pas été faite par manque de temps, cependant, on peut supposer les réponses.

6. L'intervalle du stimulus a un effet important sur la force de contraction du muscle. Expliquez ce qui s'est passé quand le muscle a été stimulé à un rythme rapide? Quel a été le temps minimum requis pour que les contractions du muscle du volontaire s'additionnent (sommation)?

Quand le muscle est stimulé à un rythme rapide, les contractions individuelles s'additionnent parce que le muscle n'a pas le temps de se relâcher complètement entre deux stimuli, ce phénomène s'appelle la sommation, et l'intervalle minimum requis pour que les contractions s'additionnent correspond au temps juste assez court pour que le muscle commence à se relâcher sans être complètement détendu.

7. Vous devez utiliser des stimuli électriques de courte période pour voir les fibres musculaires se contracter de façon continue (tétanos). Certains agents chimiques peuvent déclencher le tétanos en interférant avec les neurones moteurs. Ces agents comportent une toxine produite par la bactérie du sol Clostridium tétanie. L'un des symptômes de ces agents est connu comme "paralysie spastique"! Expliquez pourquoi ces agents seraient nocifs pour vous et pour vos muscles?

Ces agents sont nocifs parce qu'ils bloquent la régulation normale des contractions musculaires. La toxine de Clostridium tetani empêche les neurones moteurs d'inhiber l'activité musculaire, ce qui entraîne des contractions continues et incontrôlées (tétanos), provoquant une paralysie spastique. Cela fatigue les muscles, peut causer des déchirures ou des dommages musculaires, et empêche les mouvements volontaires normaux, ce qui peut mettre la vie en danger si les muscles respiratoires sont affectés.