

I. INTRODUCTION

Dans cette leçon, vous allez étudier quelques propriétés des muscles squelettiques. Les phénomènes physiologiques associés à d'autres types de muscle, comme l'électrophysiologie du cœur, seront étudiés ultérieurement.

Le corps humain comprend trois sortes de tissus musculaires et chacun joue un rôle particulier dans le maintien de l'homéostasie: les muscles **cardiaques**, **lisses**, et **squelettiques**.

- Les muscles **cardiaques** ne se trouvent que dans le cœur. Quand il se contracte, le sang circule, apportant des nutriments aux cellules et les débarrassant de leurs déchets.
- Les muscles **lisses** se situent dans les parois des organes creux comme les intestins, les vaisseaux sanguins ou les poumons. La contraction d'un muscle lisse modifie le diamètre interne des organes creux, et permet donc de réguler des flux de substances à travers le tube digestif, de contrôler la pression sanguine et le flux sanguin ou de réguler le flux d'air au cours du cycle respiratoire.
- Les muscles **squelettiques** tiennent leur nom du fait qu'ils sont en général attachés au squelette. La contraction du muscle squelettique fait bouger une partie du corps par rapport à une autre, comme pour la flexion de l'avant-bras. La contraction coordonnée de divers muscles squelettiques permet au corps en son entier de se mouvoir dans son environnement, comme lorsque l'on marche ou lorsque l'on nage.

La fonction première du muscle, quelque soit le type de muscle, est de *convertir l'énergie chimique en travail mécanique*; par cette opération, le muscle se raccourcit ou se contracte.

Le muscle squelettique humain consiste en des centaines de cellules individuelles de forme cylindrique (appelées "fibres") liées entre elles par du tissu conjonctif. Dans le corps, les muscles squelettiques se contractent par la stimulation exercée par les nerfs moteurs somatiques qui transportent des signaux sous la forme d'impulsions nerveuses depuis le cerveau ou la moelle épinière jusqu'aux muscles squelettiques (Fig. 1.1). Les "**axones**" (ou fibres nerveuses) sont de longues extensions cylindriques des neurones. Les axones quittent la moelle épinière par les nerfs spinaux, et le cerveau par les nerfs crâniens, et sont distribués aux muscles squelettiques concernés sous la forme d'un nerf périphérique, qui est un ensemble de fibres nerveuses individuelles rassemblées comme les différents brins d'un câble. Arrivée au muscle, chaque fibre nerveuse se ramifie et innerve différentes fibres musculaires.

Bien qu'un seul neurone moteur puisse innervé différentes fibres musculaires, chaque fibre musculaire est innervée par un seul neurone moteur. La combinaison d'un seul neurone et de toutes les fibres musculaires qu'il contrôle est appelée **unité motrice** (Fig. 1.1).

Quand un neurone moteur somatique est activé, toutes les fibres musculaires qu'il innerve répondent aux impulsions du neurone en générant leurs propres signaux électriques qui conduisent à la contraction des fibres musculaires activées.

Physiologiquement, le degré de contraction du muscle squelettique est contrôlé par:

1. L'activation du nombre désiré d'unités motrices à l'intérieur du muscle,
2. Le contrôle de la fréquence des impulsions du neurone moteur dans chaque unité motrice.

Quand une augmentation de la force de contraction du muscle est nécessaire pour accomplir une tâche, le cerveau augmente le nombre d'unités motrices actives simultanément à l'intérieur du muscle. Ce processus est connu sous le nom de **recrutement d'unités motrices**.

Les muscles squelettiques au repos *in vivo* montrent un phénomène connu sous le nom de **tonus musculaire**, un état de légère tension constante qui maintient le muscle dans une position donnée. Le tonus est dû à l'activation périodique alternée d'un petit nombre d'unités motrices à l'intérieur du muscle par des centres moteurs du cerveau et de la moelle épinière. Le contrôle cohérent des muscles nécessaires aux mouvements du corps est possible grâce à la contraction proportionnée des muscles. La contraction **proportionnée** est la capacité à moduler l'ampleur de la flexion du muscle selon le travail demandé. Les muscles squelettiques sont ainsi capables de réagir en fonction de charges différentes. Par exemple, l'effort requis par les muscles mis en jeu lors de la marche à pied sur un terrain plat est moins important que celui requis par ces mêmes muscles quand il s'agit de monter des escaliers.

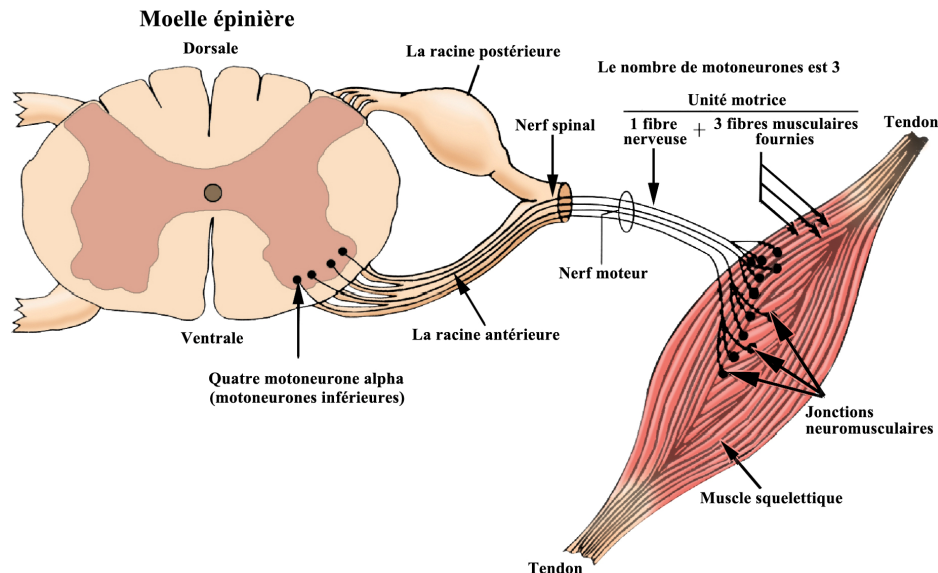


Fig. 1.1 Exemple d'unité motrice

Quand une unité motrice est activée, les fibres musculaires qui la composent génèrent et transmettent leurs propres impulsions électriques qui provoqueront finalement la contraction des fibres. Bien que l'impulsion électrique générée et transmise par chaque fibre soit très faible (moins de 100 microvolts), le fait que plusieurs fibres transmettent simultanément induit une différence de voltage qui est assez importante pour être détectée par une paire d'électrodes sur la peau. La détection, l'amplification, et l'enregistrement des modifications de la tension à la surface de la peau produite par la contraction du muscle squelettique sous-jacent est appelé **électromyographie**. L'enregistrement ainsi obtenu est appelé **électromyogramme (EMG)**.

Le **signal EMG** est la conséquence de deux principales activités bioélectriques: 1) la propagation des influx nerveux moteurs et leur transmission aux jonctions neuromusculaires d'une unité motrice, et 2) la propagation des impulsions musculaires par le sarcolemme et les systèmes T-tubulaires entraînant un couplage excitation-contraction. Les amplitudes des potentiels d'action des unités motrices actives ne sont pas toutes les mêmes et ces potentiels ne sont pas tous en phase. Par ailleurs, la séquence temporelle de l'activation des unités motrices est variable. Le résultat de tous ces facteurs est le signal EMG. L'enregistrement de cette activité est réalisé par des électrodes de surface, et la propagation des impulsions musculaires et nerveuses implique à la fois une dépolarisation et une repolarisation. Les "pics" auront donc une composante négative et une composante positive. Les amplitudes seront influencées par la localisation des électrodes d'enregistrement en relation avec le nombre de muscles squelettiques sous-jacents et de fibres nerveuses motrices.

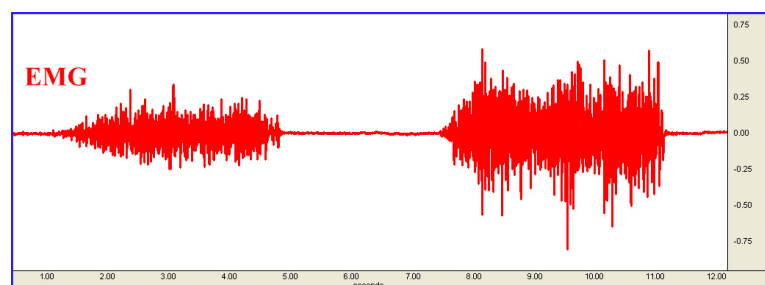


Fig. 1.2 EMG

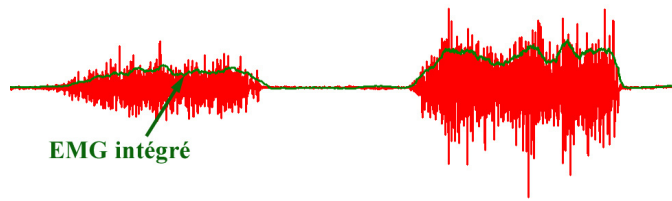


Fig. 1.3 EMG intégré

L'EMG intégré est une vue alternative du signal EMG qui montre clairement la forme de l'activité du muscle. L'EMG intégré "moyenne et supprime" les pics dus au bruit de l'EMG brut pour donner une indication plus précise du niveau de l'EMG. L'EMG intégré calcule une moyenne qui se déplace (moyenne mouvante) de l'EMG en rectifiant chaque point dans l'intervalle du point (inversant toutes les valeurs négatives) puis en calculant la moyenne. Dans la leçon, chaque point de l'EMG intégré est calculé en utilisant 100 points de l'EMG source, aussi les 100 premiers points devront être ignorés car ils reflètent le nombre de 0 ayant été moyennés dans les premiers points des données.