

I. ÚVOD

V této lekci prozkoumáte některé vlastnosti kosterního svalstva. Fyziologické jevy spojené s jinými druhy svalů, jako je elektrofyziologie srdce, budou studovány v následujících lekcích.

Lidské tělo obsahuje tři druhy svalové tkáně a každý plní specifické úkoly k udržení homeostázy:
Srdeční sval, Hladký sval, a Kosterní sval.

- **Srdeční sval** se nachází pouze v srdci. Když se stáhne, krev cirkuluje, dodává živiny do buněk a odstraňuje buněčný odpad.
- **Hladký sval** se nachází ve stěnách dutých orgánů, jako jsou střeva, krevní cévy nebo plíce. Kontrakce hladkého svalstva mění vnitřní průměr dutých orgánů a tím se používá k regulaci průchodu materiálu trávicím traktem, řízení krevního tlaku a průtoku nebo k regulaci proudění vzduchu během dýchacího cyklu.
- **Kosterní sval** odvozuje svůj název od skutečnosti, že je obvykle připevněn ke kostře. Kontrakce kosterního svalstva pohybuje jednou částí těla vzhledem k jiné části, jako při ohýbání předloktí. Kontrakce několika kosterních svalů koordinovaným způsobem rozpojuje celé tělo v jeho prostředí, jako při chůzi nebo plavání.

Primární funkcí svalu, bez ohledu na druh, je *přeměňovat chemickou energii na mechanickou práci* tím se sval zkrátí nebo stáhne.

Lidský kosterní sval se skládá ze stovek jednotlivých buněk válcového tvaru (tzv. **vlákna**) spojeny pojivovou tkání. V těle jsou kosterní svaly stimulovány ke kontrakci somatickými motorickými nervy, které přenášejí signály ve formě nervových impulsů z mozku nebo míchy do kosterních svalů (obr. 1.1). **Axony** (nebo nervová vlákna) jsou dlouhá válcovitá rozšíření neuronů. Axony opouštějí míchu přes míšní nervy a mozek přes hlavové nervy a jsou distribuovány do příslušných kosterních svalů ve formě periferního nervu, což je kabelovitá sbírka jednotlivých nervových vláken. Po dosažení svalu se každé nervové vlákno rozvětví a inervuje několik jednotlivých svalových vláken.

Ačkoli jeden motorický neuron může inervovat několik svalových vláken, každé svalové vlákno je inervováno pouze jedním motorickým neuronem. Kombinace jednoho motorického neuronu a všech svalových vláken, která ovládá, se nazývá **amotorová jednotka** (obr. 1.1).

Když je somatický motorický neuron aktivován, všechna svalová vlákna, která inervuje, reagují na impulsy neuronu generováním vlastních elektrických signálů, které vedou ke kontrakci aktivovaných svalových vláken.

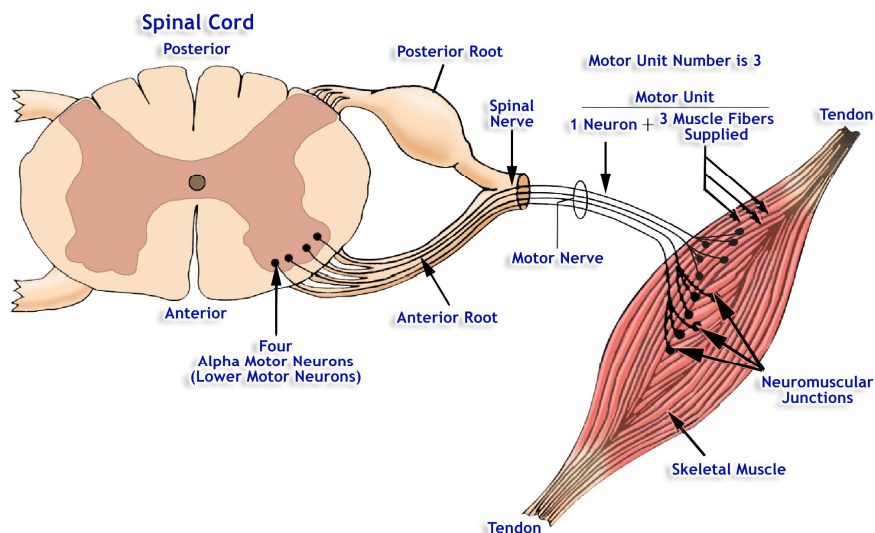
Fyziologicky je stupeň kontrakce kosterního svalstva řízen:

1. Aktivace požadovaného počtu motorických jednotek ve svalu a
2. Řízení frekvence impulsů motorických neuronů v každé motorické jednotce.

Když je pro provedení úkolu nutné zvýšit sílu svalové kontrakce, mozek zvýší počet současně aktivních motorických jednotek ve svalu. Tento proces je známý jako **nábor motorových jednotek**.

Odpočinkové kosterní svaly *in vivo* projevují fenomén známý jako **tonus**, konstantní stav mírného napětí, který slouží k udržení svalu ve stavu připravenosti. Tonus je způsoben střídavou periodickou aktivací malého počtu motorických jednotek ve svalu motorickými centry v mozku a míše. Plynulé řízené pohyby těla (jako je chůze, plavání nebo jogging) jsou produkovány stupňovitými kontrakcemi kosterního svalstva. **Klasifikace** znamená změnu síly svalové kontrakce nebo rozsahu zkrácení úměrně zátěži kladené na sval.

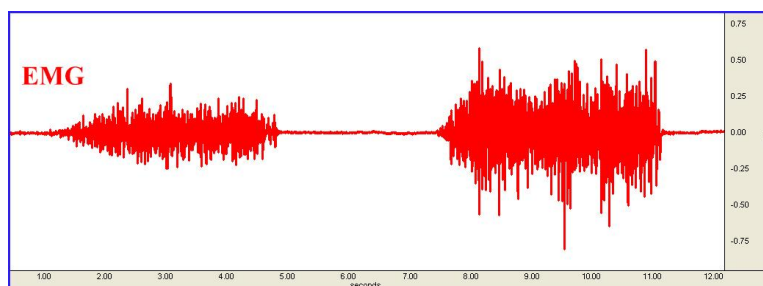
Kosterní svaly jsou tak schopny odpovídajícím způsobem reagovat na různé zatížení. Například úsilí svalů používané při chůzi po rovné zemi je menší než úsilí, které tyto svaly vynakládají při lezení po schodech.



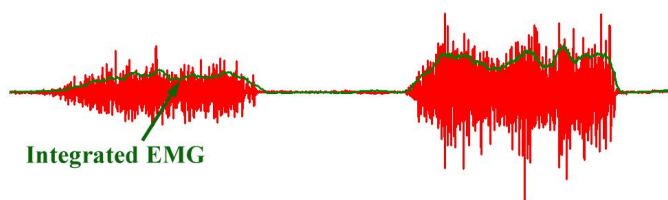
Obr. 1.1 Příklad motorových jednotek

Když je aktivována motorická jednotka, jednotlivá svalová vlákna generují a vedou své vlastní elektrické impulsy, které nakonec vedou ke kontrakci vláken. Ačkoli elektrický impuls generovaný a vedený každým vláknem je velmi slabý (méně než 100 mikrovoltů), mnoho vláken vedených současně indukuje rozdíly napětí v překrývající pokožce, které jsou dostatečně velké na to, aby byly detekovány párem povrchových elektrod. Detekce, zesílení a záznam změn kožního napětí produkovaných kontrakcí kosterního svalstva se nazývá **elektromyografie**. Takto získaný záznam se nazývá an **elektromyogram (EMG)**.

The **EMG signál** je zaznamenaným důsledkem dvou základních bioelektrických aktivit: 1) šíření vzruchů motorických nervů a jejich přenos na neuromuskulárních spojeních motorické jednotky a 2) šíření svalových vzruchů sarkolemou a T-tubulárními systémy, což vede k excitaci-kontrakce spojka. Velikosti akčních potenciálů aktivních motorických jednotek nejsou všechny stejné ani nejsou ve fázi. Kromě toho je proměnná časová sekvence aktivace motorové jednotky. Čistým výsledkem těchto a dalších faktorů je komplexní EMG signál. Pamatujte, že veškerou tuto aktivitu zaznamenáváme tak, jak je detekována povrchovými elektrodami, a šíření svalových a nervových impulsů zahrnuje jak depolarizační, tak repolarizační jevy. "Hroty" proto budou mít zápornou a kladnou složku a amplitudy budou ovlivněny umístěním záznamových elektrod s ohledem na počet aktivních spodních vláken kosterního svalstva a motorických nervových vláken.



Obr. 1.2 EMG



Obr. 1.3 Integrované EMG

Integrovaná EMG je alternativní pohled na EMG signál, který jasně ukazuje vzorec svalové aktivity. Integrovaná EMG „zprůměruje“ šumové špičky v nezpracovaných EMG datech, aby poskytla přesnější indikaci výstupní úrovně EMG. Integrovaná EMG vypočítává klouzavý průměr (průměr) dat EMG tak, že nejprve opraví každý bod v rozsahu vzorků (invertuje všechny záporné hodnoty) a poté vypočítá průměr. V této lekci je každý datový bod integrovaného EMG vypočítán pomocí 100 vzorků dat ze zdroje EMG, takže prvních 100 vzorových bodů by mělo být ignorováno, protože odrážejí počet nulových hodnot zprůměrovaných s několika prvními vzorky dat.