

Kineziologie II.

Mgr. Veronika Málková



Kineziologie II.

Svalový systém

Kineziologie II.

► Svalová tkáň:

• 3 typy:

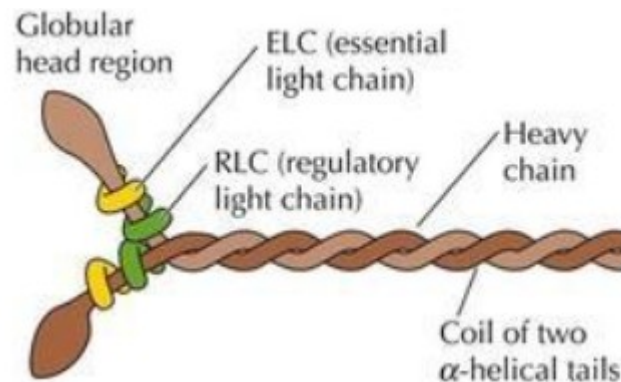
1. **Orgánová, hladká svalovina (svalovina stěny trubicových orgánů a cév) –** vřetenovitá jednojaderná svalová buňka; kontrakce vyvolána autonomním nervovým systémem, hormony, látkovými vlivy, aj.
2. **Košťerní, příčně pruhovaná svalovina –** mnohojaderné svalové vlákno; kontrakce vyvolána podněty vedenými míšními a některými hlavovými nervy.
3. **Srdeční, příčně pruhovaná svalovina –** svalová buňka s příčným pruhováním; kontrakce rytmicky bez zevní inervace díky buňkám pacemakeru.

Kineziologie II.

► Kosterní svaly:

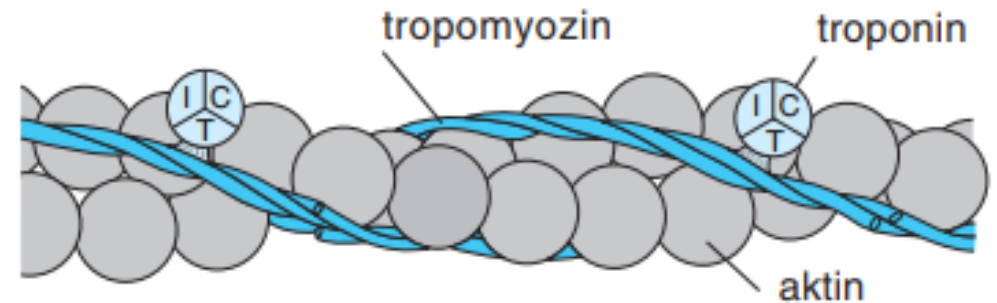
- svalové vlákno: mnohoaderná cylindrická buňka

- Vlákna dlouhá 1 – 40 mm
- Buňka obklopena sarkolemou (T-tubuly pro rychlejší přenos AP dovnitř buněk)
- Sarkoplazmatické retikulum (skladování Ca^{2+} iontů)
- Kontraktilní aparát: myofibrily v sarkoplazmě tvořené aktinem a myosinem
- Myosin II: dvě kulovité hlavy + dlouhý ocas; těžké a lehké řetězce



Kineziologie II.

- **Myosin II:**
 - hlavy – oblast vázající aktin + oblast katalyzující hydrolýzu ATP
- **Aktinové vlákno:**
 - 2 řetězce aktinu, troponin, tropomyosin
 - Tropomyosin – kryje aktivní místa na aktinu
 - Troponin: T – váže se na tropomyosin,
I – vázán na aktin,
C – vazebná místa pro Ca^{2+}

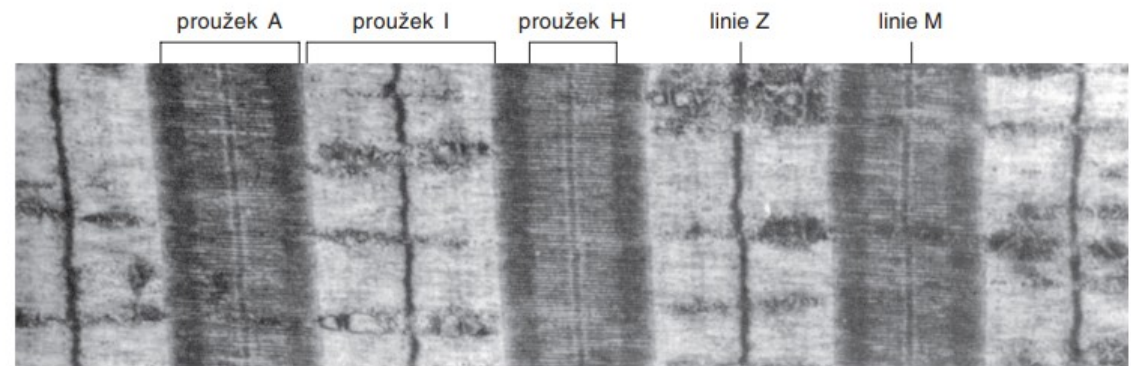


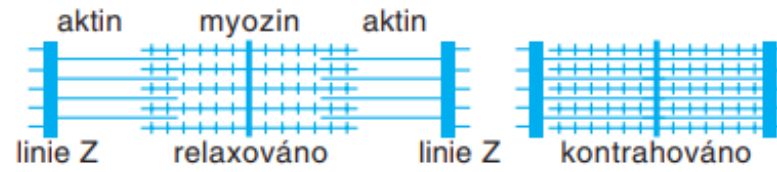
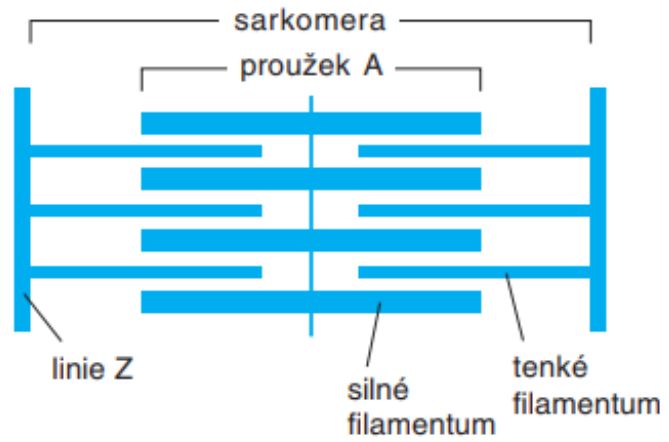
Ganong, 2005

Kineziologie II.

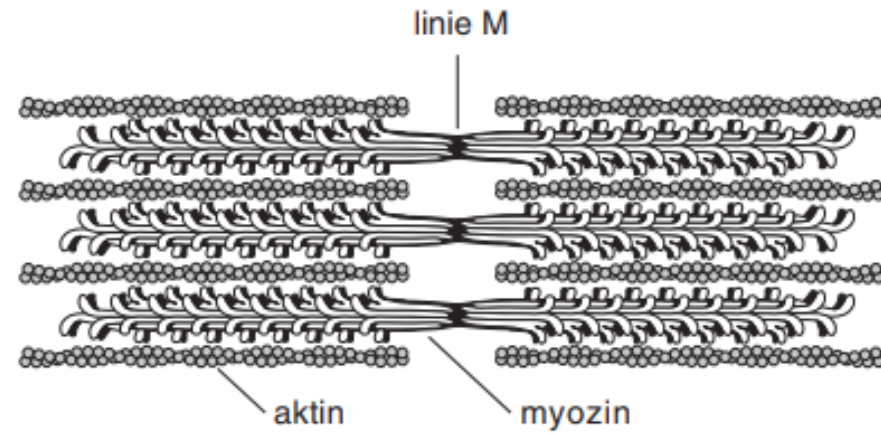
► Pruhování:

- **A – proužek (anizotropní):** překrývají se myozinová a aktinová vlákna
- **I – proužek (izotropní):** pouze aktinová vlákna
- **H – zóna:** místo, kde jsou přítomna pouze myozinová vlákna (součástí A – proužku a rozdělena M – linií)
- **M – linie:** ukotvují myozinová filamenta v jejich středu
- **Z – linie:** ukotvena aktinová filamenta, rozděluje I – proužek
- **Sarkomera:** funkční jednotka svalu, úsek mezi 2 Z – liniemi





Ganong, 2005



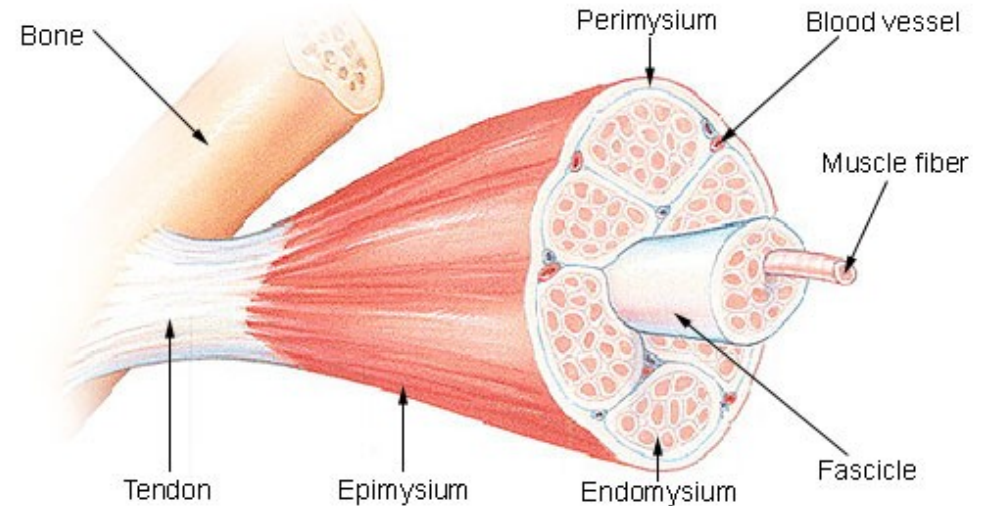
Ganong, 2005

Kineziologie II.

➤ Vazivo ve svalu:

- Endomyzium: obaluje jednotlivá svalová vlákna,
- Perimysium: obklopuje svazky svalových vláken,
- Epimysium: vazivový obal na povrchu svalu,
- zpevňuje sval a vymezuje rozsah jeho pohyblivosti,
- pružnost vaziva udržována rytmickým protahováním; inaktivace → zkrácení (omezení síly svalu a zhoršení cirkulace).

Structure of a Skeletal Muscle

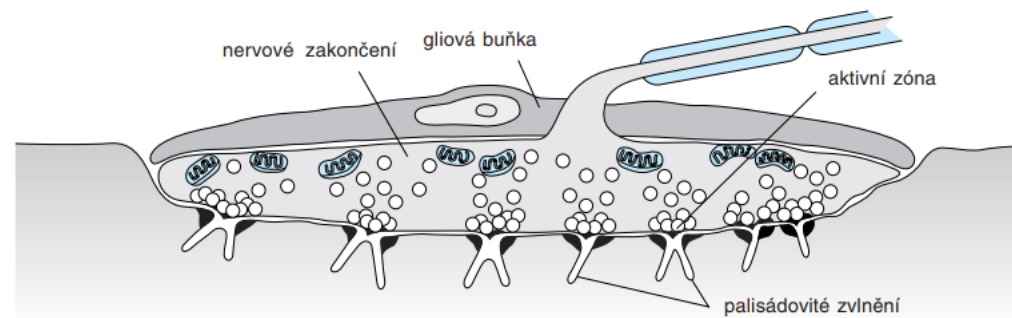


<https://cs.wikipedia.org/wiki/Perimysium>

Kineziologie II.

► Nervosvalový přenos na kosterním svalu:

- Spojení mezi nervovým vláknem a svalovou buňkou kosterního svalu tvoří modifikovaná synapse, tzv. nervosvalová ploténka.
- Distální část axonu ztrácí myelinovou pochvu (kryta jen Schwannovými bb.) a dochází k tzv. terminálnímu větvení (počet tenkých vláken dán velikostí motorické jednotky) s acetylcholinem (mediátor). Každá konečná větévka vytváří kontakt s jedním sv. vláknem.
- Zakončení se zanoří do membrány svalové buňky; pod zakončením membrána svalové buňky zvlněna a tvoří tzv. palisády.
- Prostor mezi nervem a zesílenou membránou svalové buňky srovnatelný se synaptickou štěrbinou.

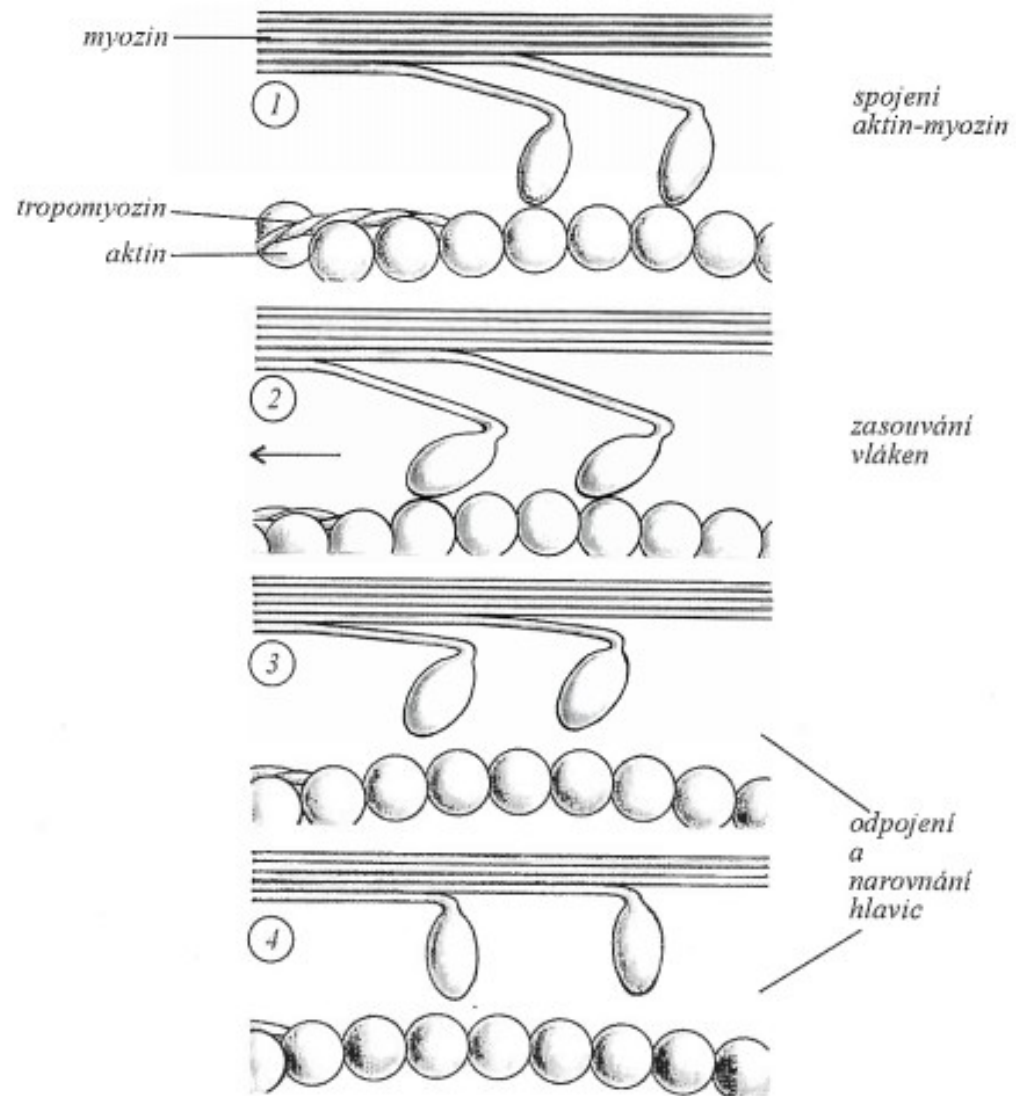


Kineziologie II.

- **Svalová kontrakce:**
- **Při průchodu vzruchu dojde k vyplavení acetylcholinu z váčků v presynaptické membráně do synaptické štěrbiny → vazba na nikotinové acetylcholinové receptory na vrcholech palisád postsynaptické membrány → zvýšení vodivosti membrány pro Na^+ ionty a vtékání Na^+ iontů dovnitř buňky → depolarizace membrány na spouštěcí úroveň a vznik AP svalové buňky.**
- **AP se šíří po celé buňce a T-tubuly je odváděn k hlubším strukturám → aktivace sarkoplazmatického retikula → vylití Ca^{2+} iontů do sarkoplazmy a jejich navázání na troponin C → změna konfigurace troponinového komplexu → zanoření tropomyosinu mezi vlákna aktinu a odkrytí vazebných míst pro myosinové hlavy.**

Kineziologie II.

- Po navázání hlavy myosinu na aktin → vznik příčných můstků mezi aktinem a myosinem + hydrolýza ATP navázaném na myosinové hlavě → ohnutí myozinového krku a umožnění klouzání tenkých vláken po silných (myosinové vlákno aktivně přitahuje dvě aktinová vlákna) → přiblížení Z-liní, zkrácení sarkomery = svalový stah.
- Po cca 1 sekundě Ca^{2+} ionty pumpovány zpět do sarkoplazmatického retikula pomocí Ca^{2+} - Mg^{2+} ATPázy → uvolnění vazby mezi Ca^{2+} a troponinem C + navázání nové molekuly ATP na hlavu mosinu → přerušení vazby mezi aktinem a myosinem → svalová relaxace.
- Inhibice přenosu Ca^{2+} do retikula → svalová kontraktura

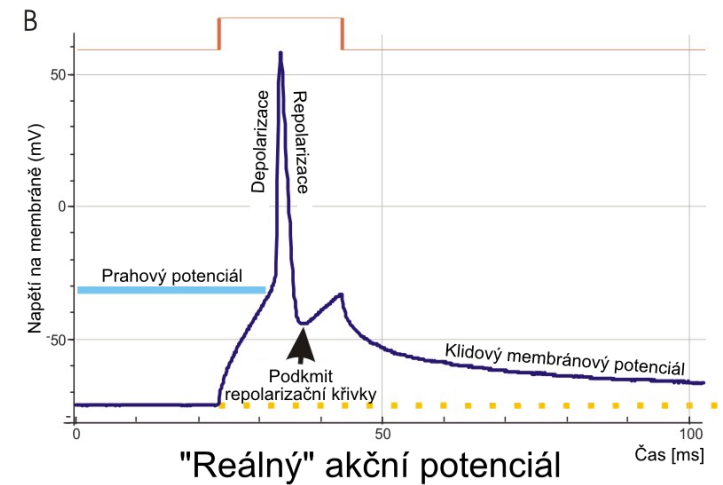
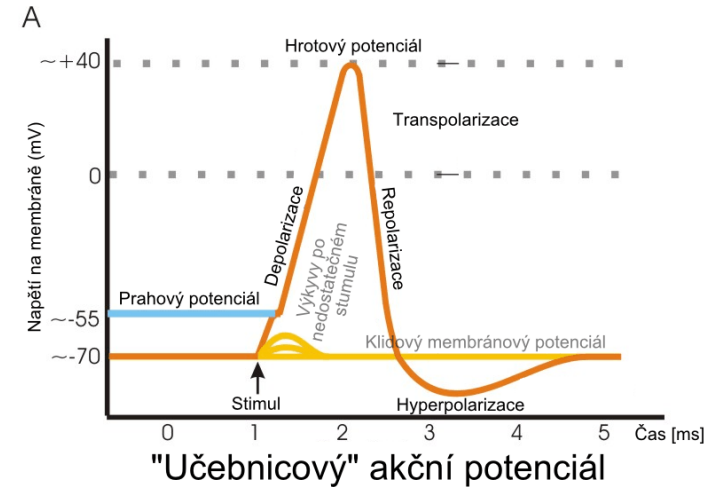


Rokyta, 2008

Kineziologie II.

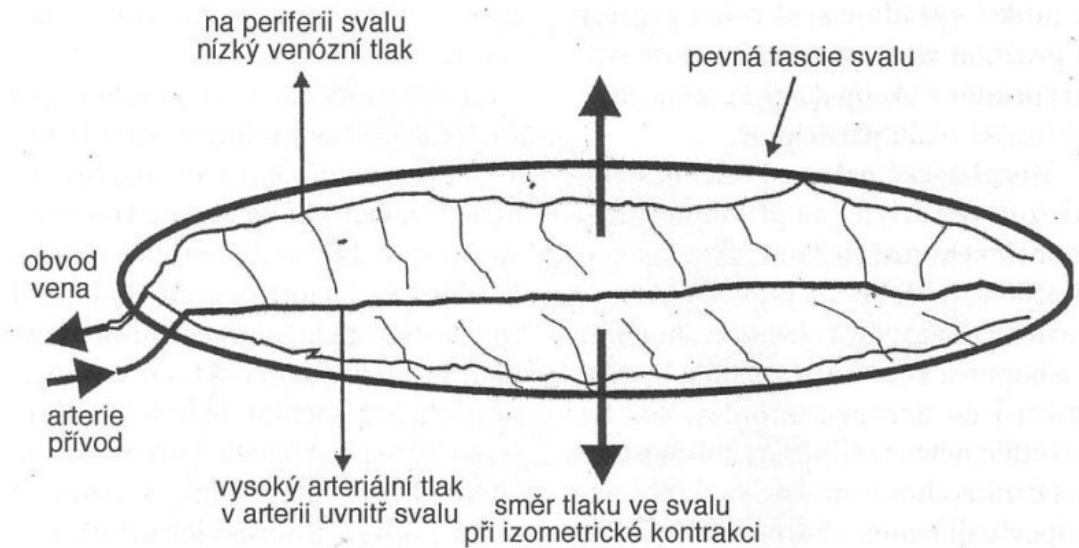
- klidový membránový potenciál kosterního svalu: -90 (50) mV
- AP trvá cca 10 ms

Zjednodušeně: po příchodu impulzu dojde k otevření kanálů pro Na⁺ ionty, které proudí dovnitř buňky → depolarizace membrány. Před dosažením peaku dochází pomalu k otevření kanálů pro K⁺ ionty, které vystupují z buňky ven a dochází k repolarizaci mebrány. Mediátor acetylcholin je v synaptické štěrbině odbouráván acetylcholinesterázou.



Kineziologie II.

- **Cirkulace a sval:**
- **Prolongovaná izometrická kontrakce svalu:**
 - nevhodná, dochází ke zhoršení venózního a lymfatického odvodu → únava, pokles síly, pocit tlaku, bolest až úplné selhání svalu (podíl na tom má také vyčerpání neuronů);
 - pro správnou činnost svalů nutné rytmické střídání kontrakce a relaxace.



Obr. 2.9 Cévní zásobení uvnitř svalu

Velé, 2006

Kineziologie II.

- **Typy vláken kosterního svalu (Dylevský, 2021): motoneuron určuje typ svalového vlákna:**

1. Vlákná I. typu (SO – slow oxidative, slow-twitch fibres)

- Tenká, méně myofibril, hodně mitochondrií, oxidační enzymy, velké množství myoglobinu.
- Bohatě kapilarizovaná.
- Enzymaticky vybavená k pomalejší, tonické kontrakci.
- Vhodná pro vytrvalostní, protrahovanou činnost.

2. Vlákná II. typu (FOG - fast oxidative IIA & glycolytic IIB, IIX, fast-twitch fibres)

- Objemnější, více myofibril, méně mitochondrií, střední až malé množství kapilár.
- Podskupina IIA – rychlá oxidativní vlákna: zátěž střední intenzity.
- Podskupina IIB – rychlá glykolytické vlákna: zátěž maximální intenzity.
- Vhodná pro rychlé kontrakce prováděné velkou silou po krátkou dobu.



Kineziologie II.

3. Přejídná vlákna, nediferencovaná (typ III)

- Potenciální zdroj předchozích typů vláken



Kineziologie II.

Trigger point (Dylevský 2021)

- *Hyperiritační místo ve tkáni svalu související s palpačně hypersenzitivním uzlem v kontrahované svalové tkáni; způsobuje distanční bolest, motorickou dysfunkci a přidružené fenomény vyvolané poruchou autonomní inervace.*
- **TrP důsledkem lokální svalové kontrakce vláken svalu → komprimace cév → lokální hypoxie, snížená látková výměna daného svalu.**
- **Iritace nociceptorů.**
- **Twitch response.**



Kineziologie II.

Trigger point

- **TrPs vzniká abnormální depolarizací motorických plotének (defekt acetylcholinesterázy, nadměrná produkce acetylcholinu, zvýšený počet receptorů acetylcholinu).**

Kineziologie II.

- Sval se může aktivovat samostatně nebo v rámci řetězců či segmentů
- Mm. multifidy:
 - jejich vlastnosti se začínají blížit vlastnosti ligament (dynamická ligamenta),
 - aktivace při pouhé představě pohybu (vhodné v rámci atitudy),
 - vysoký počet proprioceptivních receptorů v těchto svaích hlavně v cervikální oblasti (citlivost na změnu postavení obratlů),
 - funkce segmentově omezena (segmenty spolupracují).
- Periartikulární svaly ramenního a kyčelního kloubu – podobná funkce, nastavují výchozí polohu daných kloubů a mají vliv na držení těla.
- Dlouhé bříškové svaly: dodávají pohybu hlavní podíl energie.

Kineziologie II.

► Funkce svalů:

- Agonista
- Antagonista
- Synergista
- Svaly fixační (stabilizační)
- Neutralizační svaly (ruší nežádoucí složky pohybu)
- Svaly posturální (antigravitační)

Kineziologie II.

- **Agonista a antagonistista:**
 - dvojice s fungováním na bázi reciproční inhibice,
 - **CAVE!** Při vyšší aktivitě agonisty (nad 3 stupeň svalové síly) je už v antagonistovi určité napětí,
 - současná aktivita: kokontrakce (koaktivace),
 - pomalý pohyb (ramp movement): koaktivace vždy,
 - rychlý balistický pohyb: převaha aktivace agonisty a inhibice antagonisty, ke koaktivaci obou svalů dochází ke konci pohybu (zabránění poškození kloubu),
 - v rané fázi ontogeneze: převaha reciproční inhibice na míšní úrovni,
 - kokontrakce nutná pro udržení vertikální polohy: až po nastolení převahy kortikální řídicí funkce.

Kineziologie II.

- **Stupeň excitability motoneuronů:**
 - **vestoje a inspiriu – excitabilita vyšší,**
 - **vleže a expiriu – excitabilita nižší,**
 - **vliv také psychického stavu a limbického systému.**

Kineziologie II.

➤ Svalová práce (aktivace svalu):

- definice: svalová síla působící po určité dráze, [J]
- pozitivní práce (zvedání břemene, skok, běh),
- negativní práce (svaly pohyb brzdí),
- statická práce (udržení tělesa v rovnováze).

• Aktivace svalu (svalová kontrakce) dle Véleho (2006):

- Izotonická, izokinetická aktivace – délka svalu se mění, ale vnitřní napětí zůstává zachované.
 - Koncentrická aktivace: zkrácení svalu a zvětšení objemu svalového břicha → pohyb prováděný stálou rychlostí i akcelerace pohybu = pozitivní práce
 - Excentrická aktivace: sval se prodlužuje (protahuje), svalové úpony se vzdalují → pohyb decelerační (brzdící) (negativní práce)

Kineziologie II.

- Izometrická aktivace – není generován pohyb a délka svalu se nemění (vzdálenost začátku a úponu se nemění).
- Pozn. Dlouhodobá izometrická aktivita je nežádoucí, stejně tak dlouhodobá inaktivace svalu – atrofie.

Kineziologie II.

- **Statická činnost svalu (minimální změna délky svalu) x dynamická činnost svalu (rytmické střídání kontrakce a relaxace).**
- **Doba práce svalu: omezená, fyziologické rytmické střídání kontrakce a relaxace**
- **Funkční řetězce (svalové smyčky): sdružení svalů a svalových skupin do funkčních celků v rámci vykonávání složitějších pohybů.**
- **Svalová síla: maximální hmotnost, kterou sval udrží v rovnováze proti gravitaci, měření dynamometrem [kg/cm^2], vyšetření svalovým testem. Závisí:**
 - **na počtu svalových vláken (čím více vláken, tím větší sílu může sval vyvinout),**
 - **na délce svalu (čím delší sval, tím větší sílu je schopen vyvinout),**
 - **na počtu aktivovaných MJ,**
 - **na působení elastické složky svalu a šlachy.**

Kineziologie II.

► Svalová únava vzniká:

- rychlými vyčerpávajícími pohyby,
- dlouhotrvajícím svalovým napětím (hypoxie),
- nervovým výpadkem (porucha nervových okruhů),
- je signálem pro přerušeni práce před úplným vyčerpáním a poškozením svalu (značná rezerva), vystupňovaná únava může vést až ke kontraktuře,
- odolnost vůči únavě jde zvyšovat tréninkem (přizpůsobení metabolismu svalu zátěži)

► Regenerace svalu:

- postup hojení svalového defektu podobný vývoji příčně pruhované svaloviny,
- výchozí buňkou pro vznik svalových vláken – myoblast (bez myofibril),
- splýváním myoblastů vznikají myotuby, které se postupně diferencují až ve svalové vlákno,

Kineziologie II.

► Regenerace svalu:

- z myotub se diferencuje pouze první generace svalových vláken (není jich mnoho), vlákna druhé generace příčně pruhovaných svalů vznikají ze satelitních svalových buněk (ve vazivové tkáni kosterního svalu),
- zralé svalové vlákno už není schopné dělení,
- poraněný sval se hojí vazivovou jizvou; průběh hojení ovlivňuje inervace svalu, rozsah jizvy a množství nepoškozené svalové tkáně,
- důležité také včasná motorická inervace nově vzniklých svalových vláken (pokud se tak nestane, svaly atrofují).

Kineziologie II.

► Energie svalu:

- bezprostředním zdrojem pro sval: ATP (pouze na 1 – 2 s práce svalu),
- CP (7 – 8 s práce svalu),
- glukóza ze svalového glykogenu (aerobní či anaerobní glykolýza),
- vznik ATP z glukózy anaerobně je 2,5x rychlejší, ale ze stejného množství glukózy vznikne méně molekul ATP než za aerobních podmínek,
- nevýhodou anaerobního metabolismu také vznik laktátu (při hromadění dochází k poklesu pH a svalové únavě),
- MK,
- při dlouhodobém hladovění také AMK z bílkovin.

Kineziologie II.

► Sval za abnormálních stavů:

- **Fascikulace:** záškuby svalových vláken, náhodná synchronní aktivace skupin MJ, nejspíš výsledek kolísání excitability v míšní neuronové síti, kdy dochází k současnému podráždění celých skupin motoneuronů (myoklonus je kortikálního nebo subkortikálního původu).
- **Spontánní pohyby:** při iritaci struktur CNS (tik, dystonie, atetóza, chorea, epileptický paroxysmus), nejsou volně říditelné.
- **Spasticita:** patologické zvýšení svalového tonu s narůstajícím odporem při pasivním protahování svalu (zvýšené šlachové reflexy, flexorové a extenzorové spasmy a klonus).

Kineziologie II.

► Sval za abnormálních stavů:

- **Kontraktura:** fibróza kosterního svalu nebo pojivové tkáně, která způsobí zkrácení a deformitu kloubu.
- **Svalová x kloubní**
 - **Kloubní:** při trvalém postavení kloubu v určité poloze a poruše jeho přirozené pohyblivosti.
 - **Svalová:** při chorobném stažení svalu na podkladě jeho dráždění z okolí
 - zaujímání stejné pozice → zkracování měkkých tkání v okolí flektovaných kloubů,
 - involuční změny vedou k převaze tonických svalů nad fazickými a vzniká svalová dysbalance; časté v okolí nemocných kloubů a páteře (artróza, artritida, spondylartróza)

Kineziologie II.

► Sval za abnormálních stavů:

- **Kontraktura:**
- **Véle (2006):**
 - **Fyziologická:** vznik z biochemických, mechanických a jiných příčin, které přímo působí na kontraktilní mechanismus, aniž by vznikaly akční potenciály (v místech, kde sval nemůže relaxovat mezi stimuly nebo je dlouhodobě výrazně aktivní; většinou při únavě, svalová kocovina).
 - **Myotatická:** dochází k reaktivním změnám fibrózní tkáně svalu, vzniká při dlouhodobém přetěžování (vznik i při sádrovém dlahování nebo ochrnutí antagonisty, kdy zmizí pružné napětí partnerského svalu).

Kineziologie II.

- **Sval za abnormálních stavů:**
 - **Kontraktura:**
 - **Véle (2006):**
 - **Antalgická: nepovažována za pravou kontrakturu,**
 - **aktivní obranná činnost svalu,**
 - **přítomnost akčních potenciálů v EMG = aktivní činnost svalu (na rozdíl od klasických kontraktur).**

Kineziologie II.


- **Sval za abnormálních stavů**
- **Poškození přívodního nervu:**
 - **Neurapraxie:** porušení vedení vzruchů periferním nervem po povrch axonu; porucha motorické funkce (někdy i ztráta citlivosti); rychle reverzibilní po odstranění tlaku na nerv (obrna milenců).
 - **Axonotméza:** přerušení určitého počtu nervových vláken v periferním nervu při traumatu; provázena částečnou parézou i poruchou cití (částečná denervace); regenerace nervových vláken v rozsahu ccca 1 – 3 mm za den; reverzibilní stav za dlouhou dobu, příp. při vážném poškození částečně trvalá porucha; nutná rehabilitace.
 - **Neurotméza:** úplné přerušení nervu; prucha motorická i senzitivní; reinervace možná jen chirurgickým zásahem (sešití nervu, transplantace); restituce funkcí vždy jen částečná; nutná dlouhodobá rehabilitace.

Kineziologie II.

- **Dělení pohybu podle vyvolávající síly:**
 - **pasivní (pomocí druhé osoby či síly),**
 - **aktivní (zapojení vlastní síly, agonisté, antagonisté, synergisté),**
 - **aktivní s dopomocí,**
 - **aktivní s odlehčením (závěsy, cviky ve vodě),**
 - **odporové (pružiny, therabandy).**



Kineziologie II.

- **Dělení pohybu podle svalového stahu:**
 - **izomerické**
 - **koncentrické, excentrické**
- 

Kineziologie II.

➤ Dělení pohybu podle časového průběhu:

- kyvadlové,
- švihové,
- tahové.

➤ Dělení pohybu podle vynaložené energie:

- aerobní – odbourávání glukózy v Krebsově cyklu, základ dlouhodobého pohybu
- anaerobní (na „kyslíkový dluh“, dynamické a silové pohyby v trvání do 3 min)

Kineziologie II.

Dělení pohybu podle charakteristiky:

- **vytrvalostní,**
- **intervalový,**
- **rychlostní,**
- **silový,**
- **obratný.**

Kineziologie II.

- **Dělení pohybového systému dle účelu pohybu:**
- **Respirační systém:**
 - ovládán autonomním nervovým systémem i cerebrospinálním nervovým systémem (volní ovládání dechu při řeči, zpěvu, hře na dechový nástroj, aj.).
 - dechové pohyby ovlivňují utváření hrudníku, břišní stěny i páteře → vliv na konfiguraci pohybových segmentů a držení těla a současně taky na průběh pohybu.
 - inspirium zvyšuje dráždivost motoneuronů, expirium snižuje.
- **Posturální systém (ereismatický):**
 - nastavuje a udržuje konfiguraci jednotlivých segmentů těla v klidové i výchozí účelově orientované poloze (atitudě), ze které vychází pohyb.
 - tonická aktivita posturálních svalů se hodnotí jako statický pohyb (udržuje zaujatou polohu těla).
 - udržování polohy těla: krátké svaly stabilizující polohy jednotlivých segmentů + aktivita delších svalů, které integrují jednotlivé segmenty do stabilizovaného celku.

Kineziologie II.

- **Dělení pohybového systému dle účelu pohybu:**
 - řízen automaticky i volným rozhodováním.
- **Lokomoční systém (teleokinetický):**
 - mění fázickým pohybem polohu segmentů těla i polohu celé pohybové soustavy.
 - fázické programově řízené pohyby: druhově specifické a rozšiřitelné učením.
 - pohybový program spuštěn vědomě, řízení lokomoce jinak probíhá automaticky podvědomě, nebo na okraji vědomí.
 - lokomoce aktivuje: pohybový aparát, metabolické a cirkulační funkce → pohyb důležitý pro udržení a podporu základních životních funkcí.

Lokomoční i posturální systém patří do oblasti hrubé motoriky a tvoří podpůrnou bázi jemné motoriky.

Kineziologie II.

- **Dělení pohybového systému dle účelu pohybu:**
- **Manipulační systém (ideokinetický):**
 - provádí obratné (ideomotorické pohyby) = účelová aktivita směřující k cílenému zásahu na vlastním těle (sebeobsluha) i v zevním prostředí.
 - používá vědomých pohybů vyžadujících plánované volní rozhodování na základě získaných zkušeností.
 - obratná motorika se nabývá a zdokonaluje učením.
 - manipulační výkony patří do oblasti jemné motoriky, posturálně zajišťovány hrubou motorikou.
- **Komunikační systém (řeč, mimika, gesta)**

Kineziologie II.

► Vliv CNS na řízení pohybu

- 2 hlavní oddělené řídicí systémy:

- **systém pyramidový (volní hybnost):** z Betzových buněk primární motorické kůry skrze tractus corticospinalis pyramidalis až k míšním motoneuronům a následně ke svalům – vývojově mladší.
- **systém extrapyramidový (mimovolní hybnost):** ze širších korových oblastí k míšním motoneuronům skrze komplex subkortikálních struktur (bazální ganglia, ncl. ruber, substantia nigra, RF) – vývojově starší.

Kineziologie II.

➤ Vliv CNS na řízení pohybu

- Dělení motorického systému dle motorických drah:
 - gama – systém: připravuje a nastavuje podmínky pro realizaci pohybu (předchází aktivitu alfa – systému)
 - alfa – systém: spouští volní pohyb a řídí jeho průběh

➤ Vliv bolesti na průběh pohybu:

- Bolest: v rámci pohybu zahrnuje 2 složky:
 - Nociceptivní podnět: může a nemusí být vnímán, avšak vždy vyvolá změnu průběhu pohybu.
 - Interpretace podnětu: vyvolá změnu chování a nepříjemné pocity spojené s bolestivým podnětem.
- V rámci bolesti vzniká náhradní pohybový program, který, pokud bolest přetrvává, se může stát programem trvalým → přetěžování zdravé části, vznik asymetrií a sekundárních změn pohybu. **CAVE!** Nadměrné flumení bolesti může vést k odstranění varovného účinku nocicepce jako ochrany v rámci reparačního procesu.

Kineziologie II.

- **Možnosti ovlivnění bolesti:**
 - **V rámci vrátkové teorie (aktivace tlustých nervových vláken vedoucích taktilní, motorické nebo jiné podněty do míšních neuronů, např. pohlazení).**
 - **Wall-Melzackova vrátková teorie řízení bolesti předpokládá, že nocicepční neurony v zadním rohu míšním jsou ovlivňovány inhibičními interneurony v substantia gelatinosa Rolandi, které fungují jako vrátka. Jejich prostřednictvím jsou nocicepční neurony tlumeny vzručovou aktivitou tlustých vláken, které vedou taktilní informace (vrátka jsou uzavřena), a to mechanismem presynaptické inhibice. Vzruchová aktivita tenčích nocicepčních vláken A δ a C tuto inhibici ruší.**
 - **Otvíráním a zavíráním vrátek je podle této představy buď usnadňován, anebo blokován přístup informací o působení bolesti do podkorových center a do mozkové kůry, a tím regulováno i vnímání bolesti.**

Kineziologie II.

- **Možnosti ovlivnění bolesti:**
 - Významný tlumivý vliv na nocicepci mají endogenní opioidní peptidy a biogenní aminy (noradrenalin, serotonin a dopamin) uvolňované z descendentních inhibičních drah, které vedou z mezimozku a mozkového kmene do zadních rohů míšních, kde inhibují přenos bolestivého vzruchu na druhý neuron dráhy bolesti.
 - Zablokování synapsí vedoucích nocicepci endorfinem vznikajícím v těle při námaze.
 - Cílená fyzikální terapie (ET, balneoterapie, mechanoterapie, aj.).
 - Psychoterapie.

Seznam literatury

- **DYLEVSKÝ, Ivan.** *Kineziologie : základy strukturální kineziologie.* Vyd. 1. Praha: Triton, 2009. 235 s. ISBN 9788073873240.
- **GANONG, William.** *Přehled lékařské fyziologie.* Praha: Galén, 2005, 890 s. ISBN 80-7262-311-7.
- **KOLÁŘ, P.** *Rehabilitace v klinické praxi.* 1. vyd. Praha: Galén, 2009, 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1
- **ROKYTA, Richard.** *Fyziologie pro bakalářská studia.* Praha: ISV nakladatelství, 2008, ISBN 80-86642-47-X.
- **VÉLE, František.** *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy.* Vyd. 2. Praha: Triton, 2006, 375 s. ISBN 80-725-4837-9



Děkuji za pozornost