

Kineziologie I.

Mgr. Veronika Málková



Kineziologie I.

Úvod do kineziologie – pohybové chování, pohybová aktivita, vazivo, chrupavka, kost, kostní spoje, klouby, motorická jednotka

Kineziologie I.

- Kineziologie (z řeckého "kinesis" = pohyb) – věda zabývající se studiem pohybu člověka a zvířat (fyziologické, biomechanické, psychologické mechanismy)
- Prostředky: vizuální hodnocením pohybu, měření svalové a mozkové aktivity, monitorování fyziologických, behaviorálních a kognitivních funkcí aj.
- Dělení kineziologie:
 - vývojová
 - speciální: - posturální,
 - prototypových činností (chůze, běh),
 - jemné motoriky (ruka),
 - komunikační (mimika, artikulace),
 - patologická (při nemocech),
 - zvláštní (pracovní, sportovní, umělecká).

Kineziologie I.

- **Základní projevy živé hmoty: dráždivost, látková výměna, rozmnožování a pohyb**
- **Pohyb neživého objektu = působení zevní síly**
- **Pohyb živé hmoty = vlastní vnitřní zdroj síly + dosažení konkrétního zamýšleného cíle (teleologie)**
- **Pohyb: změna polohy v závislosti na prostoru a čase**
- **Aktivní pohyb (účelově řízen CNS) x pasivní pohyb (vyvolán vnější silou)**
- **Klid:**
 - **částečný klid - krátkodobý (regenerace sil)**
 - **dlouhodobý („toxický“, vytváří škody)**
 - **úplný klid – smrt**

Kineziologie I.

➔ **Pohybové chování: souhrnný průběh pohybové činnosti**

- jeho analýza je základem diagnostiky pohybové funkce
- pudové (hlad, nebezpečí, hledání sexuálního partnera) x ideomotorický pohyb
- ovlivňováno i změnami vnitřního prostředí (snížení hladiny glykémie, zvýšení adrenalinu, aj.)
- vede k tvorbě látek ovlivňujících pocity a prožitky člověka (vyplavení endorfinů)

Kineziologie I.

- **Vliv pohybu na životní pochody**
- **Nedostatek pohybu:**
 - **strukturální změny v organismu (atrofie, zkrácení ligament, změna struktury skeletu),**
 - **snížení krevního oběhu (periferní pumpa),**
 - **zpomalení metabolických procesů,**
 - **bolesti, deprese, nespavost,**
 - **poruchy GIT (zácpa), KVS nemoci, rakovina,**
 - **zhoršení koordinace i výkonu řídicích funkcí CNS.**

Celkový projev: zhoršená přizpůsobivost vlivům zevního prostředí a vznik negativních psychických změn.

Kineziologie I.

- **Vliv pohybu na životní pochody**
- **Přiměřená pohybová aktivita:**
 - **přírůstek svalové hmoty,**
 - **zlepšení elasticity vaziva a ligament,**
 - **mírné zvětšení pohybového rozsahu,**
 - **přestavba trámčiny skeletu se zvýšením pevnosti,**
 - **zlepšení výkonu, řízení a koordinace CNS,**
 - **zvýšení celkové úrovně metabolismu a zvýšení funkčních kapacit tělesných systémů.**

Celkový projev: zvýšení odolnosti vůči vnějším vlivům, vznik pozitivních psychických změn.



Kineziologie I.

- **Vliv pohybu na životní pochody:**
- **Přetížení pohybového aparátu:**
 - **poškození svalů, vaziva, svalových úponů a místní cirkulace,**
 - **poškození ligament a kloubních pouzder,**
 - **poškození řídicích mechanismů CNS.**

Celkový projev: pocit nemocnosti, únavy, zhoršení celkové výkonnosti a psychického stavu.

Kineziologie I.

➤ Vztah pohybu k funkci CNS

- pohyb řízen CNS,
- kalokagathia,
- pohyb závislý na aferentní signalizaci ze senzoričkých receptorů z vnějšího i vnitřního prostředí,
- vliv pohybové aktivity na psychické procesy (relaxace, navození bojové nálady),
- pohyb při léčbě pohybových i duševních poruch.

➤ Obecně pohyb ovlivněn/ovlivňuje:

- vnitřní prostředí (glykémie = hlad, adrenalin = útok)
- zevní prostředí (společnost, komunikace, nástroje)
- psychomotorické vztahy (deprese → vadné držení těla)



Kineziologie I.

➤ **Poruchy pohybu:**

- **poruchy mechaniky,**
- **poruchy řízení (nervy, CNS),**
- **poruchy logistiky,**
- **organické poruchy (strukturální – rtg, CT, MRI, EMG),**
- **funkční poruchy (nestrukturální – 70% všech bolestí pohybového ústrojí).**

Kineziologie I.

- Organizace pohybového systému:
 - *opěrná složka (pasivní)* – skelet, klouby, vazy
 - *výkonná složka (aktivní)* – svaly
 - *řídící složka (regulační)* – nervový aparát (CNS a periferní nervy)
 - *logistická složka (infrastrukturální)* – přísun, přeměna a odpad látek
- Vazivo: pojivová tkáň tvořená vazivovými buňkami (fibroblasty), kolagenními a elastickými vlákny a amorfní mezibuněčnou hmotou
 - fibroblasty: značná regenerační kapacita
 - kolagenní vlákna: tam, kde je požadovaná vysoká pevnost a ohebnost (šlachy a vazy), ale menší pružnost
 - elastická vlákna: méně početná než vlákna kolagenní; tenká, pružná; přimíšena k vláknům kolagenním (v čistší formě pouze v některých vazech páteře)

Kineziologie I.

- **amorfní mezibuněčná hmota: sloučenina proteoglykanů; stabilizuje celou strukturu vaziva**
- **typy vaziva:**
 - **řidké kolagenní vazivo (mechanická odolnost minimální; prostory mezi svalovými vlákny kosterních svalů, nosná kostra pro cévy a nervy svalů)**
 - **tuhé kolagenní vazivo neuspořádané (mechanicky odolné; vazivová vrstva kůže)**
 - **tuhé kolagenní vazivo uspořádané (šlachy, vazy a kloubní pouzdra)**
 - **Šlacha: provazec tuhého uspořádaného vaziva, kterým se svaly upínají ke kosti**
 - **zprostředkovávají pružný přenos svalové síly na skelet**
 - **pevnost šlachy = polovina pevnosti kosti**
 - **mez pevnosti (věk, anatomie konkrétní šlachy, typ cévního zásobení, aj.)**
 - **mez pružnosti (s věkem klesá)**


Kineziologie I.

- **Vaz:** zpevňuje kloubní pouzdro, příp. probíhá mimo pouzdra a spojuje sousedící kosti
- **Chrupavka:** pojivová tkáň složená z chondrocytů, kolagenních a elastických vláken a amorfní mezibuněčné hmoty
 - bezcévná, nemá inervaci; obalena vazivovou vrstvou – perichondriem s cévami a nervy
 - amorfní mezibuněčná hmota: proteoglykanový komplex, hlavní součástí chrupavky v rámci objemu; látková výměna, izolace chondrocytů od vnitřního prostředí organismu
 - 60 % voda, 40 % bílkoviny (60% kolagen, 40% proteoglykany)
 - max. pevnost v tahu = 5% pevnosti kosti
 - pružnost chrupavek závislá na obsahu vody



Kineziologie I.

- Typy chrupavky:

- **hyalinní: nejrozšířenější; konce žeber, kloubní hlavice, skelet hrtanu, průdušnice, průdušek a část podkladu nosu, základ skeletu plodu**
 - **elastická chrupavka: pružná, pružnost klesá s věkem; stěna průdušek, chrupavky hrtanu, podklad ušního boltce a část zevního zvukovodu**
 - **vazivová chrupavka: mechanická odolnost v tahu, tlaku i zkrutu díky kolagenním vláknům; meziobratlové destičky, stydká spona**
- 

Kineziologie I.

➤ Kloubní chrupavka:

- pokrývá kontaktní plochy kloubů
- není rovnoměrně silná (cca 0,5 – 6 mm, výjimkou kloubní plocha patelly: 7 – 8 mm)
- bez krevních, mízních cév a nervů
- látkovou výměnu a přísun živin zajišťuje synoviální tekutina
- při zatížení kloubu dochází k pružné deformaci chrupavky a vytlačení synoviální tekutiny z amorfní mezibuněčné hmoty do kloubní štěrbiny; při odlehčení proudí synoviální tekutina zpět do chrupavky

Kineziologie I.

➤ Kloubní chrupavka:

- pružnost kloubních chrupavek: čím silnější chrupavka, tím pružnější (s věkem klesá)
- dlouhodobá imobilizace kloubu → porucha látkové výměny a rozpad buněk
- velmi nízká úroveň látkové výměny a anaerobní typ metabolismu → poraněná chrupavka v kloubní dutině poměrně dlouho přežívá (zvláště v mladším věku) a může i pomalu růst, zároveň důvody špatného hojení chrupavky (větší defekty nereparabilní)
- v dětství: opotřebení chrupavky kompenzováno mírným růstem
- v dospělosti:
 - chrupavka neroste, buněk ubývá → opotřebení částečné, kompenzováno po určitou dobu zmnožením amorfní mezibuněčné hmoty
 - změna složení amorfní hmoty (úbytek chondroitinsulfátu a kys. hyaluronové) → u starších osob ztráta viskozity mezibuněčné hmoty + snížení schopnosti chrupavky vázat vodu → snížení chrupavky, obnažení vazivových vláken povrchových vrstev a jejich vystavení přímému mechanickému tlaku kloubních ploch → iniciální proces artrózy

Kineziologie I.

- **Struktura kosti:**
- **Základní kostní hmota a kostní buňky**
 - organická složka matrix – 35% (kolagen, nekolagenní proteiny, kostní buňky), dodává kosti pružnost
 - anorganická složka matrix – 65% (minerální soli), dodává kosti tvrdost
- **Periost:**
 - kryje povrch kosti (výjimkou kloubní plochy pokryté chrupavkou a nebo místa úponu svalu či kloubního pouzdra)
 - 2 vrstvy:
 - zevní fibrózní (longitudinálně uspořádané svazky vaziva)
 - vnitřní kambiová (vazivové buňky, nepravidelná vazivová vlákna – část do kosti ve formě Sharpeyových vláken; cévy – do kosti Volkmannovými kanálky, tam anastomózují, dále se větví na systém jemných cév a probíhají v Haversových kanálcích; nervová vlákna – z periostu do kosti Haversovými kanálky)

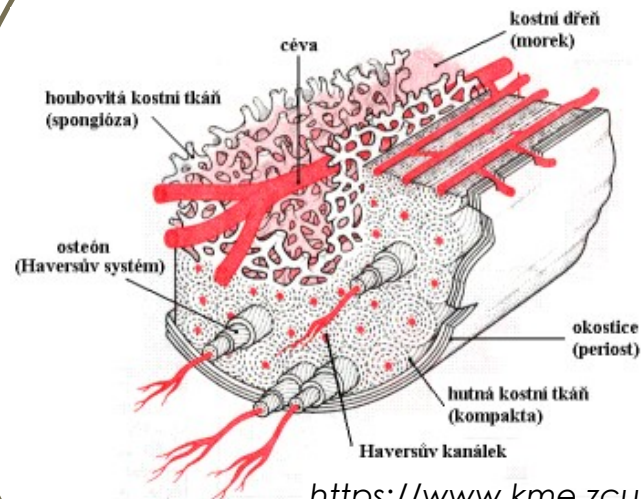
Kineziologie I.

- **Endost:** vnitřní vrstva, tenká vnitřní vrstva preosteoblastů + malé množství vazivové tkáně.
- **Kostní tkáň:**
- **Vláknitá** – vzájemně propojené trámce, mezi nimi kostní buňky
 - tvorba ve vývojovém období, nachází se v oblasti úponů vazů a šlach, v lebečních švech, v pouzdře nitroušního labyrintu
 - v prvním roce života nahrazována postupně lamelózní kostí
- **Lamelózní:**
 - Haversovy lamely – tvoří koncentrické vrstvy, v jejich středu longitudinálně probíhají Haversovy kanálky s cévami a nervy = Haversův systém = osteon (základní strukturální stavební jednotka kompaktní kosti), mezi sousedními systémy malé lakuny s osteocyty
 - intersticiální lamely – zbytky Haversových systémů, kolem kterých se vytvořily nové Haversovy lamely, vyplňují prostor mezi osteony

Kineziologie I.

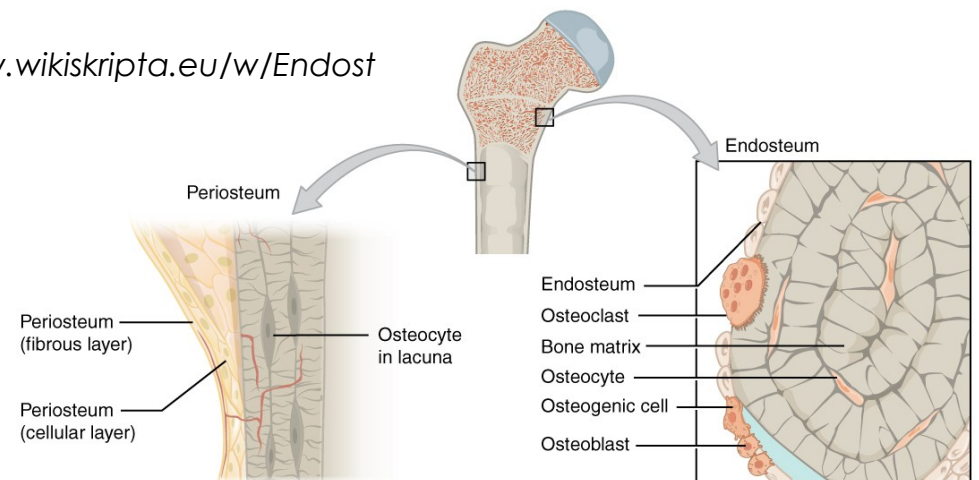
► Lamelózní:

- **substantia spongiosa: z trámčů (trabekul) uspořádaných do prostorové struktury tvarem odpovídající působení mechanických sil na kost**
 - v koncové části dlouhých kostí, diploe kostí klenby lební, krátké kosti
- **substantia compacta: kalcifikovaná z celých 80%, fce mechanická a ochranná**
 - těla dlouhých kostí, povrch koncových částí dlouhých kostí, povrch krátkých kostí, lamina externa et interna kostí klenby lební

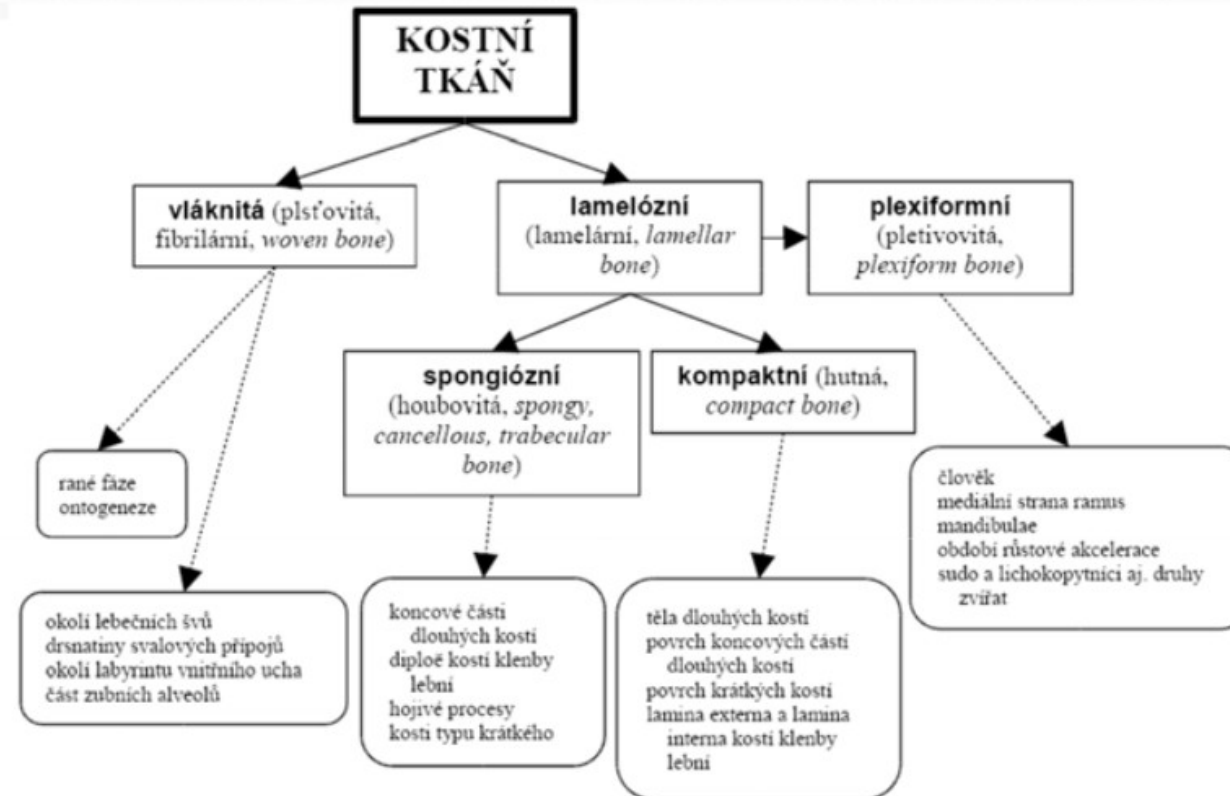


<https://www.kme.zcu.cz/kmet/bio/ksstavba.php>

<https://www.wikiskripta.eu/w/Endost>



Základní typy kostní tkáně



Kineziologie I.

- **Kostní buňky:**
 - **osteoblasty (nevyvinuté kostní buňky):** jednojaderné buňky vzniklé z mezenchymálních kmenových buněk; syntéza a mineralizace mezibuněčné hmoty
 - **osteocyty (vyvinuté kostní buňky):** osteoblasty začleněné do nově vytvořené mezibuněčné hmoty a později uzavřeny mineralizovanou kostí; syntéza a obnova mezibuněčné hmoty, mechanoreceptory (čidla tlaku a tahu)
 - **osteoklasty:** velké mnohoaderné buňky; hlavní funkce je resorpce kostní hmoty

Kineziologie I.

- ▶ **Kostní architektonika: uspořádání průběhu trámců spongiózy v kosti**
 - ▶ **uspořádání trámců odpovídá působení silokřivek, v jejichž směrech je kost namáhána; systémy trámců probíhajících v určitých směrem se nazývají kostní trajektorie**
 - ▶ **vnitřní síly (svalová kontrakce) x vnější síly (tíhová síla)**
 - ▶ **mechanická zátěž → mohutnější trámce; nezatížené trámce → ztenčování a odbourávání**
 - ▶ **namáhání kosti: tah, tlak, ohyb, smyk, krut, kombinované, cyklické**

Kineziologie I.

- **Wolffův zákon:** zevní tvar, vnitřní struktura i funkční zatížení kosti jsou ve vzájemné harmonii. Při jakékoliv změně dochází k přestavbě kosti, jejímž cílem je dosažení původního stavu rovnováhy.
- **Osteogenní stimul:** dynamická intermitentní zátěž generovaná tahem svalů, gravitace.
- **Úroveň pohybové aktivity, věk, zdravotní stav, výživa.**
- **Osteoporóza.**

Kineziologie I.

- ▶ **Kostní spoje**
- **Vazivové:**
 - kostní spoje tvořené vazivovými pruhy
 - okraje takto spojených kostí nejsou pokryty kloubní chrupavkou (lebeční kosti u novorozence, některé spoje na páteři, spojení mezi kostmi předloktí a bérce, fixační zubní aparát)
 - dovolují drobné vzájemné posuny sousedních kostí
- **Chrupavčité (synchrondrózy):**
 - hyalinní (synchrondrózy jednotlivých úseků hrudní kosti) x vazivová chrupavka (stydké kosti, tvoří hlavní část meziobratlových destiček)
 - prakticky nepohyblivé, ale pružné spoje
- **Kostěné (synostózy):** druhotné spoje vznikající z původně vazivového nebo chrupavčitého spojení (křížová kost)
 - nepohyblivé

Kineziologie I.

- **Kloub: pohyblivé spojení dvou nebo více kostí (kloubní hlavice a jamka)**
 - kontaktní plochy pokryty chrupavkou
 - štěrbina mezi naléhajícími kostmi vymezena synoviální výstelkou
 - konce kostí spojeny kloubním pouzdem
- **Typy kloubů: elipsový, sedlový, kladkový, kulový, plochý**
- **Pohyby v kloubech z hlediska kinematiky:**
 - Úhlový pohyb: všechny body pohybujícího se útvaru opisují kruhové oblouky se středem v ose otáčení (kulovité, válcovité, elipsovité, kladkové klouby)
 - Translační pohyb: všechny body pohybujícího se útvaru urazí stejnou dráhu (ploché klouby a klouby s nepravidelným zakřivením (sedlovité či válcovité klouby)
 - V kinematice kloubů kombinace obou pohybů

Kineziologie I.

➤ Discus et meniscus articularis:

- útvary z vazivové chrupavky mezi kloubními konci kostí, které na své periferii přechází do vaziva kloubního pouzdra
- discus: plná stejně tlustá destička rozdělující vnitřní prostor kloubu na 2 štěrbiny
- meniscus: tvar srpů, na okrajích vysoký a směrem ke středu kloubní plochy se snižuje, neodděluje artikulující kloubní plochy úplně

• Fce:

1. vyrovnávají inkongruenci kloubních ploch (femur – tibie)
2. zvyšují pohybové možnosti kloubu
3. shock absorber (pružná deformace při zatížení kloubu a pohlcení části energie)
4. zabránění turbulence

Kineziologie I.

- **Labrum articulare:** chrupavčitý lem obkružující okraje kloubní jamky kořenových kloubů horní a dolní končetiny; zvětšuje kloubní jamku a zlepšuje stabilitu kloubů (ramenní a kyčelní kloub)
- **Kloubní pouzdro:** spojuje artikulující kosti po obvodu styčných ploch
 - různě volné dle rozsahu pohybů
 - 2 vrstvy:
 - **fibrózní membrána (zevní):** mechanická funkce (stabilita a pohyblivost kloubů); tvořena vrstvou kolagenního vaziva a na některých místech zpevněna vazy; další zesílení KP zajištěno mimokloubními vazy a úpony nebo začátky svalů
 - **vnitřní synoviální membrána (ohraničuje kloubní dutinu):** základem nesouvislá vrstva plochých až kubických buněk, tzv. synovialocitů – na povrchu mikroklky pro aktivní transport látek mezi kloubní dutinou a okolní tkání + vrstva kolagenních vláken; nekryje kloubní chrupavky, discy ani menisky; v některých kloubech vybíhá do výrazné řasy, tukové polštáře, klky či přepážky

Kineziologie I.

- **Synoviální tekutina: filtrát plazmy + produkt synovialocytů (kys. hyaluronová)**
 - množství proměnlivé (větší u velkých kloubů)
- **3 funkce:**
 1. Zabezpečuje výživu kloubních chrupavek
 2. Zvyšuje a udržuje pružnost chrupavek
 3. Snižuje tření kloubních ploch (zabránění opotřebení)

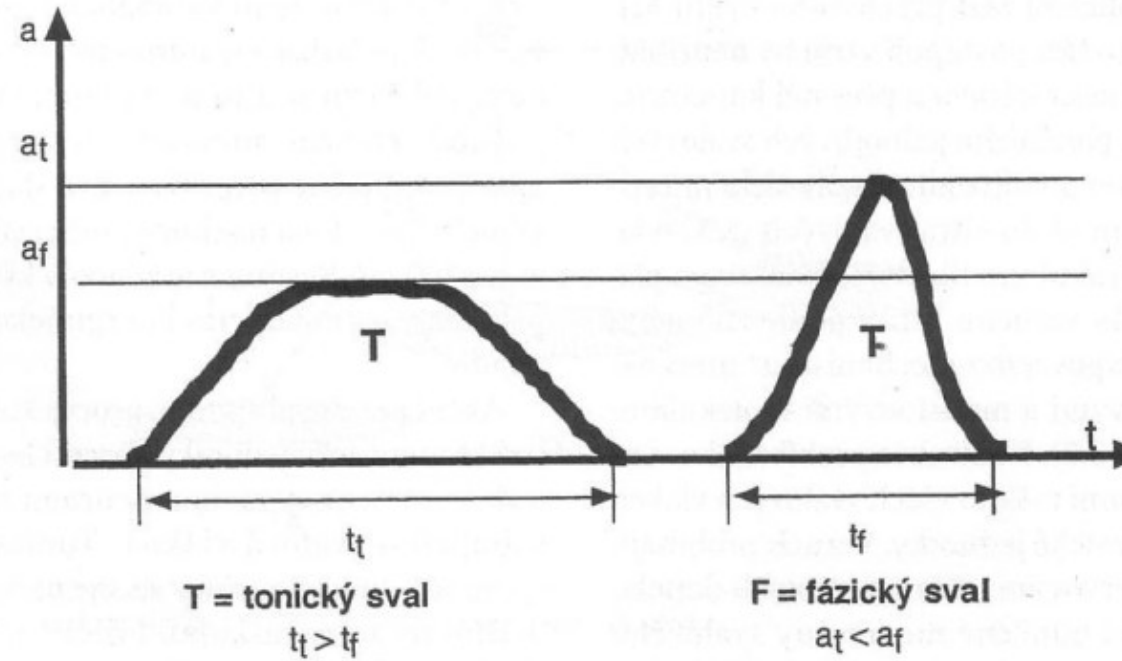
Kineziologie I.

- **Motorická jednotka (MJ) – základní funkční a strukturální prvek motoriky**
- **motoneuron v předním rohu míšním + kontraktilní svalová vlákna**
- **Pracovní cyklus motorické jednotky („vše nebo nic“):**
 - 1. aktivní stav (vše) – zkrácení svalu**
 - 2. klidový stav (nic) – normální délka svalu**

Kineziologie I.

- ▶ **Zkrácení svalu:**
 - při podráždění MJ,
 - při vzniku AP dojde k depolarizaci membrány motoneuronu → vznik vzruchu (energie se odevzdává pro šíření vzruchu, katabolický proces),
 - po depolarizaci nutná repolarizace membrány (čerpání energie pro další vzruch, anabolický proces), tzv. doba restituce, trvání 100 ms,
 - trvání kontrakce: tonické (pomalé) motoneurony mají delší svalový záškub, fázické (rychlé) motoneurony mají kratší trvání záškubu.

Kineziologie I.



a – amplituda; t – čas

Tonický sval vyvine nižší sílu po delší dobu
Fázický sval vyvine větší sílu po kratší dobu

Obr. 2.4 Časový průběh kontrakce

Véle, 2006

Kineziologie I.

► Nábor MJ:

• prostorová sumace:

- postupné zapojování motorických jednotek dle požadavků na velikost svalové síly (od malých po velké MJ), tzv. asynchronní aktivace → plynulý nárůst svalové síly
- nově napojená MJ zůstává aktivní do doby poklesu svalové síly. Inaktivace probíhá v opačném pořadí než nábor. Nelze tímto dosáhnout maximálního momentu síly, k tomu nutná časová sumace.

• časová sumace:

- zvýšení frekvence vzruchů směrem k aktivovaným MJ → krátkodobé zvýšení síly na úroveň maxima za cenu rychlého nástupu únavy.
- v nouzových situacích při potřebě vyvinout krátkodobě velmi silný silový moment → výboje se synchronizují, stoupne velikost okamžitého silového momentu; současně klesá plynulost kontrakce a objevuje se až sakadovaný pohyb, vznikají záškuby, které mohou způsobit mikrotraumata → entezopatie!

Kineziologie I.

- **synchronizace se objevuje jen na konci maximálního úsilí a krátkodobě!!! (za normálních situací)**
- **za patologických situací: už při nižším úsilí nebo při poruše řízení**
- ▶ **Klidová fáze (pasivní):**
- **výchozí stav MJ před příchodem vzruchu i konečný stav po záškubu**
- **nikoliv elektrická aktivita, ale chemický proces (relaxační faktor)**

Kineziologie I.

- **Trofická funkce MJ**
- **přerušeni nervu či zničení motoneuronu vede k atrofii svalu; kontraktilní vlákna se mění na tukovou nebo vazivovou tkáň → zánik motorické funkce i přes zachování krevního zásobení**

Závěr: motoneuron vedle vzruchů také zdrojem látek udržujících kontraktilitu vláken

- **Vlastnosti svalových vláken určují příslušné motoneurony.**

Seznam literatury

- ČÁPOVÁ, Jarmila. *Od posturální ontogeneze k terapeutickému konceptu*. 1. vyd. Repronis, 2016. 200 s. ISBN 978-80-7329-418-2.
- BERNHARD, Reichert. *Palpační techniky – povrchová anatomie pro fyzioterapeuty*. 1. vyd. Praha: Grada, 2021. 408 s. ISBN 978-80-271-0670-7.
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Obecná kineziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 190 s. ISBN 9788024716497.
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 180 s. ISBN 9788024716480.
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Klinická kineziologie a patokineziologie, 1.díl, 2. díl*. 1. vyd. Praha: Grada, 2021. 845 s. ISBN 978-80-271-0230-3.
- KAPANDJI, A.I. *The Physiology Of The Joints: The Upper Limb, The Lower Limb, The Spinal Column, Pelvic Girdle and Head*. Handspring Publishing Limited.
- KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1

Seznam literatury

- SKALIČKOVÁ – KOVÁČIKOVÁ, Věra. *Diagnostika a fyzioterapie hybných poruch dle Vojty*. 1. vyd. Olomouc: RL – CORPUS, s.r.o., 2017. 223 s. ISBN 978-80-270-2292-2.
- ŠVESTKOVÁ, Olga. *Rehabilitace motoriky člověka - Fyziologie a léčebné postupy*. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-271-0084-2.
- VÉLE, František. *Kineziologie : přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006. 375 s. ISBN 8072548379.
- www.muscleandmotion.com



Děkuji za pozornost