

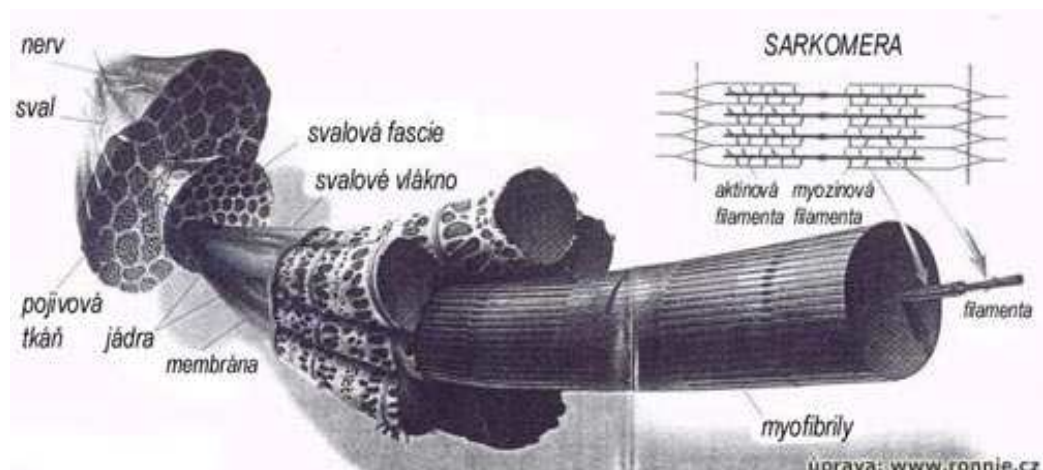
Sval - musculus

- orgán složité vnitřní struktury – je napojen na cévní a nervový systém
- hybná - aktivní část pohybového systému
- v lidském těle je na 600 svalů; většina z nich je párových, na každou polovinu těla cca 300 svalů
- svaly na pravé polovině těla bývají těžší, než na levé polovině
- svaly u dospělého člověka tvoří průměrně 36 - 42% hmotnosti těla

Stavba kosterního svalu

- Na kosterním sv. rozlišujeme **šlachy** a **masitou část** (ozn. také **svalové břicho**, zejm u svalů vřeten. tvaru).
- Základem masité části je PPST (příčně pruhovaná svalová tkáň).
- Skládá se z mnohoaderných svalových vláken (o průměru 10 – 100 μm , délka 0,5 – 20 cm), která jsou řídkým vazivem sdružena ve snopečky.
- Ve snopečku 10 – 100 svalových vláken. Snopečky se spojují ve snopce a ty ve **sval**. Jednotlivé snopečky a snopce jsou obaleny vazivem (endomysium), celý sval je pokryt vazivovým obalem – **fascií** (epimysium). Fascie obaluje i celé skupiny svalů - **fascie povrchová**.

Na obou koncích svalu jsou **šlachy**, které jsou většinou pevně napojeny na kosti (začátky a úpony svalů). Vzhled bělavých, velmi tenkých provázků. Svaly jsou doplněny cévami a nervy.



Chemické složení svalu

- Anorganické látky:
- voda 70-75%
- soli nezbytné pro činnost svalů - 1%: draslík, sodík, vápník, hořčík, železo, fosfor...
- Organické látky: 24%
- glukóza, svalový glykogen, kyselina mléčná, enzymy
- ATP, kreatinfosfát
- bílkoviny: aktin, myozin – stah svalu
myoglobin – zásobování O₂
- V sarkoplasmě svalových vláken jsou albuminy, globuliny, myoglobin.
- Myoglobin je bílkovina, která má podobnou strukturu a fci jako hemoglobin, má však 20x větší schopnost vázat a uvolňovat kyslík. Tím vytváří ve svalech zásobu kyslíku, kt. je potřebná, když vážne přísun kyslíku krví (př. při výdržích, plavání pod vodou...)
- Energií bohaté fosfáty jsou schopné dodávat přímo energii (kreatinfosfát, adenosintrifosfát).

Fyzikální a fyziologické vlastnosti:

- Kosterní svaly jsou pružné a pevné.
- Sval se může protáhnout asi o 40% své klidové délky. Další natažení vede k jeho přetržení.
- Základní fyziologickou vlastností svalových vláken je dráždivost a vodivost.
- Podnětem pro jejich dráždění jsou nervové vzruchy, které do svalů přivádějí motorická nervová vlákna obvodových nervů na nervosvalové ploténky. Odtud je pak po svalových vláknech veden nervový vzruch. Reakcí svalu na podráždění je svalový stah (kontrakce).

Inervace svalu

- Svaly potřebují přívod vzruchů s centrální nervové soustavy, aby mohly být v činnosti. Svaly jsou inervovány mozkovými a míšními nervy motoricky i senzitivně.
- Nervosvalová ploténka (motorická ploténka) má stavbu i vlastnosti jednoduché synapse. Mediátorem přenosu vzruchu je acetylcholin. Vzruch z jednoho sv. vlákna uvádí v činnost více sv. vláken, proto se nerv. vl. před svým zakončením ve svalu větví a inervuje tak větší počet nervosval. plotének.

Nejdůležitější úlohu mají vzruchy přiváděné prostřednictvím pyramidové dráhy z motorické oblasti mozkové kůry, neboť umožňují volní pohyby. Při porušení inervace v kterémkoliv úseku této pro člověka nejvýznamnější motorické dráhy (např. dětská mozková obrna, mozková mrtvice, úraz) ztrácejí svaly schopnost aktivních vědomých pohybů. Svaly, které se nepohybují, se postupně zmenšují (dystrofie).

Senzitivní vlákna jsou dostředivá a vycházejí ze svalových a šlachových proprioreceptorů, tj. ze svalových vřetének a šlachových tělísek. Jejich činnost je základem hybného čítí (propriocepce), která je významná pro udržení vzpřímeného postoje.

Svalová vřeténka jsou jemné 1-5 mm dlouhé svalové snopečky, které jsou od okolních snopeček odděleny vřetenovitým vazivovým pouzdem. Vstupuje do nich svazeček **motorických a senzitivních** nerv. vláken.

Šlachová (Golgiho) tělíska mají obdobnou stavbu jako svalová vřeténka. Jsou drážděna protažením šlachy při zkrácení svalu. Vyskytují se na přechodu svalu do šlachy. Vlákna vegetativních nervů, která také do svalu vstupují, vedou ke svalovým cévám a zprostředkují jejich hybné reakce.

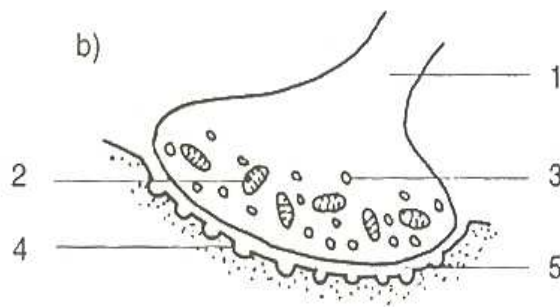
Svalový stah

- Při dráždění svalu nervovými impulsy proběhnou tyto děje:
- Nervový vzruch je v nervosvalové ploténce přenesen pomocí mediátoru (acetylcholin) na membránu svalového vlákna, kde vznikne akční potenciál. Nastane přesun iontů (depolarizace membrány) a vznikne svalový vzruch, který se šíří po svalovém vlákně. Tím se vyvolá stah svalového vlákna.
- Elektrické změny přecházejí v mechanickou kontrakci takto:
- Bílkovina aktin se zasune mezi vlákna myozinu.
- Vznikne komplex aktomyozin a sval se zkrátí. Po skončení kontrakce přechází aktomyozin zpět v aktin a myozin.
- Energie potřebná k těmto dějům, vzniká štěpením ATP za přítomnosti iontů vápníku. Uvolnění energie nastává rychle, proto jsou svaly schopny velkého výkonu na začátku činnosti (rychlý běh). Koncentrace ATP se ve svalech příliš nemění, protože při uvolnění svalu se ATP ihned obnovuje. K této reakci získáváme energii štěpením glukózy ze svalového glykogenu. Při zatížení trvajícím delší dobu se využívá energie obsažená v tucích a bílkovinách.

- Při svalové činnosti vzniká teplo jako produkt metabolických pochodů, které kryje tepelné ztráty těla.

Nervosvalová ploténka

1: zakončení neuronu, 2: mitochondrie, 3: váčky s mediátorem, 4:biomembrána svalového vlákna, 5: štěrbina ploténky



Druhy svalových kontrakcí

- Dle změn na svalu rozlišujeme dva druhy svalových kontrakcí:
- Kont. **izotonicnou**, kdy se sval smršťuje a zkracuje
- Kont. **izometrickou**, sval nemění svou délku
- Velikost kontrakce závisí na velikosti a frekvenci podnětu, na teplotě a únavě, např. při cvičeních s tělesně postiženými je třeba zajistit optimální teplotu v místnosti, aby svaly byly prohřáté a prokrvené.
- **Kontraktura** je dlouhodobé zkrácení a neschopnost ochabnutí svalu.
- Kontraktury způsobují trvale chorobné držení končetin, např. u mozkové obrny.
- Kontraktura se může objevit i při velké únavě (kontraktura lýtkového svalstva po zátěži), kdy následně při odpočinku vymizí.

Svalové napětí

- Vedle krátkodobých kontrakcí je každý sval i v klidu ve stavu určitého smrštění (slabá izometrická kontrakce).
- Klidový trvalý stah = klidové napětí svalů (**svalový tonus**) a představuje základní nervosvalový reflexní děj.
- Klidové napětí zabezpečuje držení těla a jeho částí (např. spojení kostí v kloubech).
- Svalový tonus nevyvolává únavu svalu a není energeticky náročný.
- Klidový svalový tonus mizí jen po ztrátě inervace nebo smrti.

- Klidové napětí svalů není vždy stejné, snižuje se ve spánku, v bezvědomí, v narkóze.
 - Prochladlé svaly mají vyšší tonus.
 - **Spasticita** je zvýšený svalový tonus, který vzniká z různých příčin (poškození pyramidových drah).
 - **Svalová hypotonie** je snížení svalového napětí (vzniká při poruchách mozečku).
 - **Svalová síla** je vyjádřena hmotností závaží, které sval udrží v rovnováze proti gravitaci (sílu svalových skupin měříme dynamometry).
 - Svalová síla se zvětšuje do 25 let, vrchol je 25-30 let, poté postupně klesá. Ženy mají menší svalovou sílu než muži o 30-50%.
 - Práci svalů se rozumí působení svalové síly po určité dráze. Průběh sval. práce zaznamenávají ergografy a měří ergometry.
 - Ve smyslu fyziologickém rozlišujeme tři druhy svalové práce:
 - **Práce pozitivní** - sval při ní pracuje proti nějakému odporu nebo dodává tělesu energii polohovou či pohybovou.
 - **Práce statická** - výdrže nebo udržování předmětu ve stejné výši.
 - **Práce negativní** - sval povoluje proti odporu, zadržuje pohyb nebo pád tělesa.
 - **Svalová únava** - rychlost nástupu únavy závisí na velikosti práce a na rytmu, v němž sval pracuje. Příčinou únavy je vyčerpání zdrojů energie, zejména ATP a nahromadění zplodin látkové přeměny. Tyto změny znemožňují přenos vzruchů na nervosvalové ploténce.
-
- **Šlacha - tendo**
 - kosterní svaly jsou ke skeletu upnuty pomocí šlach,
 - svazek rovnoběžně uspořádaných **kolagenních vláken**
 - kolagenní vlákna jsou pohromadě držena řídkým vazivem, které ohraničuje jednotlivé svazky a pokrývá povrch šlachy,
 - kolagenní vlákna probíhají lehce šroubovitě - měkký a pružný záběr svalu,
 - přechod **svalová vlákna / šlacha** - vmezežené vazivo kosterního svalu přechází do vmezeženého vaziva šlachy - velká mechanická pevnost úponu (spíše dojde k přetržení svalu, nežli k vytržení šlachy v místě úponu)
 - **Svalový úpon**
 - spojení šlachy a kosti prostřednictvím **periostu** (na velké ploše se vlákna šlachy upínají krátkými vazivovými vlákny k periostu),

- **Šlachové pochvy** - trubicovité útvary v místech kde šlacha přechází přes kostěný podklad - chrání povrch šlach před mechanickým poškozením.
- **Svaly hlavy**
 - dělíme do dvou skupin - svaly **žvýkací** a **mimické** (výrazové)
 - **žvýkací svaly** přitahují spodní čelist k horní čelisti; začínají na kostech mozkové části lebky, překlenují čelistní kloub a upínají se dolní čelist; sval spánkový - **m. temporalis**, sval žvýkací - **m. masseter**, dva křídlaté svaly - **mm. pterygoidei**
 - **mimické svaly** - většinou drobné svaly převážně umístěné při otvorech obličejové části hlavy (očnice, ústa, nos, uši); svými stahy mění tvar těchto otvorů a tím i výraz obličeje; kruhové oční svěrače uzavírají vchod do očnice - pohybují víčky; ústní svěrač pohybuje rty a podílí se na funkci mluvidel
- **Svaly krku**
 - jsou rozloženy před krční páteří mezi lebkou a hrudníkem a to v několika vrstvách
 - před páteří leží dlouhý sval krku - **m. longus colli** a dlouhý sval hlavy - **m. longus capitis**; umožňují úklony a předklony hlavy
 - po stranách krční páteře jsou kloněné svaly - **mm. scaleni**; pomocné vdechové svaly a svaly pohybující páteří
 - bočně je uložen zdvihač hlavy - **m. stercleidomastoideus**; uklání hlavu na svou stranu a otáčí jí na stranu opačnou
 - nadjazykové svaly vytvářejí dno ústní dutiny; zvedají hrtan a stahují dolní čelist
 - podjazykové svaly; táhnou hrtan a jazyku dolů
- **Svaly hrudníku**
 - svaly úplně, nebo částečně připojené na hrudník
 - dělí se na tři skupiny:
 - vlastní svaly hrudníku**
 - končetinové svaly hrudníku**
 - bránici**
 - vlastní svaly hrudníku tvoří mezižeberní výplně; mezižeberní vnitřní a zevní svaly - **mm. intercostales interni a externi**; zevní (externi) - rozšiřují hrudník a tím pomáhají vdechu - inspiraci; vnitřní (interni) - stahují hrudník a tím pomáhají výdechu - expiraci

- končetinové svaly hrudníku jsou připojeny na hrudník jen jedním koncem, druhý se upíná na kostru horní končetiny; patří sem velký sval prsní - **m. pectoralis major**, malý sval prsní - **m. pectoralis minor**, pilovitý sval přední - **m. serratus anterior**, podklíčkový sval - **m. subclavius**
- bránice - **diaphragma**; plochý sval vyklenutý do dutiny hrudní; důležitý dýchací sval
- **břišní svaly**
- jsou ploché deskovité svaly
- rozepjaté mezi dolním okrajem hrudníku a horním okrajem pánevních kostí
- dle uložení rozeznáváme skupinu **přední, zadní a boční**
- **přední skupina**
 - přímý sval břišní - **m. rectus abdominis**; dlouhý sval uložený po obou stranách střední čáry; rozděluje ho vazivový pruh tzv. bílá čára - **linea alba** (uprostřed její délky je pupeční jizva - **umbilicus**)
 - horizontálně přímý sval břišní předělují šlašité přepážky - zpevňují ho a rozdělují ho na 4 - 5 částí, které mohou izolovaně kontrahovat
- **zadní skupina**
 - čtyřhranný sval bederní - **m. quadratus lumborum**; rozepjatý při páteři bederní mezi dvanáctým žebrem a zadní částí hřebene kosti kyčelní, část snopců i od zadní části hřebene kosti kyčelní k příčným výběžkům obratlů bederních; při oboustranné akci vyvolává extenzi bederní páteře, při jednostranné akci uklání trup; fixací dvanáctého žebra zvyšuje účinnost stahu bránice při vdechu
- **boční skupina**
 - zevní šikmý sval břišní - **m. obliquus externus abdominis**; šikmý plochý sval; při oboustranné akci trup předklání, při jednostranné akci uklání a otáčí trup na opačnou stranu
 - vnitřní šikmý sval břišní - **m. obliquus internus abdominis**; leží pod zevním šikmým svalem břišním; při jednostranné akci uklání a otáčí trup na svou stranu - spolupracuje se zevním šikmým svalem opačné strany

- příčný sval břišní - **m. transversus abdominis**; široký plochý sval z bočních šikmých svalů uložen nejhlouběji; spolupůsobí při lisu břišním
- **zádové a šíjové svaly**
- široký sval zádový - **m. latissimus dorsi**; plochý sval tvaru pravoúhlého trojúhelníka; pravý úhel leží ve výši Th7; připažuje, zapažuje a rotuje paži dovnitř, při fixaci horních končetin zdvihá trup, prostřednictvím kosti pažní stahuje rameno dozadu dolů, žeberní část napomáhá dýchání
- sval trapézový - **m. trapezius**; rozsáhlý plochý sval ležící ze zádočných svalů nejvýše; zabezpečuje stažení ramen dozadu, zvedá rameno, zaklání a uklání hlavu
- **svaly ramene**
- mezi svaly ramene patří svaly, které sice systematická anatomie řadí mezi **svaly hrudníku**, případně **zad**, ale které s přihlédnutím k hlavní funkci patří ke svalům horní končetiny; do této skupiny řadíme:
 - velký sval prsní - **m. pectoralis major**
 - malý sval prsní - **m. pectoralis minor**
 - pilovitý sval přední - **m. serratus anterior**
 - sval podklíčkový - **m. subclavius**
 - zdvihač lopatky - **m. levator scapulae**
 - sval rombický - **m. rhomboideus**
 - široký sval zádový - **m. latissimus dorsi**
 - sval trapézový - **m. trapezius**
- **vlastní svaly ramene** začínají na kostře pletence horní končetiny a upínají se na konec kosti pažní
- bez těchto svalů by každý větší pohyb ramene ohrožoval kloub ramenní vykloubením - tonická funkce
- tyto svaly zabezpečují všechny základní pohyby v kloubu ramenním
- patří mezi ně tyto svaly:
 - sval hákový - **m. coracobrachialis**
 - sval podlopatkový - **m. subscapularis**

- sval nadhřebenový - **m. supraspinatus**
- sval podhřebenový - **m. infraspinatus**
- malý sval oblý - **m. teres minor**
- velký sval oblý - **m. teres major**
- sval deltový - **m. deltoideus**; jediný abduktor (odtahovač) horní končetiny, při fixovaných pažích zvedá trup, klidovým napětím udržuje kloubní hlavici kosti pažní v kontaktu s jamkou lopatky

- **svaly paže**

- tvoří dvě skupiny:

- **přední skupina**

- ohybače předloktí tj. ohybače loketního a ramenního kloubu
- dvojhlavý sval pažní - **m. biceps brachii**
- hluboký sval pažní - **m. brachialis**

- **zadní skupina**

- trojhlavý sval pažní - **m. triceps brachii**

- **předloketní svaly**

- dělíme do tří skupin

- **přední skupina**

- ohybače prstů a ruky

- **boční - laterální skupina**

- extenze zápěstí

- **zadní skupina**

natahovače prstů a ruky

- **svaly ruky**

- slouží k vykonávání jemných pohybů ruky
- rozdělujeme do tří skupin

- **svaly palce**

- vytvářejí objemný val
- sval oponující - **m. opponens pollicis**; umožňuje opozici palce

- **svaly malíku**

- oproti palcovým jsou útlejší => malíkový sval je méně zřetelný

- **hluboké svaly dlaně**

- vyplňují prostory mezi kostmi záprstními
- **svaly dolní končetiny**
- dělíme do čtyř hlavních skupin:
 - svaly kloubu kyčelního
 - svaly stehenní
 - svaly bérce
 - svaly nohy
- **svaly kloubu kyčelního**
- převážně začínají na kostech pánevních a upínají se na kost stehenní; zajišťují především pohyb v kloubu kyčelním
- rozdělujeme na:
- **přední skupinu**
 - provádí flexi v kloubu kyčelním
 - sval bedrokyčlostehenní - **m. iliopsoas**
 - napínač povázky stehenní - **m. tensor fasciae latae**
- **zadní skupinu**
 - provádí extenzi a zevní rotaci stehna
 - velký sval hýžd'ový - **m. gluteus maximus**
 - sval hruškovitý - **m. piriformis**
 - vnitřní ucpávač - **m. obturatorius internus**
 - svaly dvojčecí - **mm. gemelli**
 - čtyřhranný sval stehenní - **m. quadratus femoris**
- **zevní skupinu**
 - provádí abdukcii stehna
 - střední sval hýžd'ový - **m. gluteus medius**
 - malý sval hýžd'ový - **m. gluteus minimus**
- **vnitřní skupinu**
 - provádí addukci stehna
 - sval hřebenový - **m. pectineus**
 - dlouhý přitahovač - **m. adductor longus**
 - štíhlý sval stehenní - **m. gracilis**
 - krátký přitahovač - **m. adductor brevis**
 - velký přitahovač - **m. adductor magnus**

– zevní ucpávač - **m. obturatorius externus**

- **svaly stehenní**

- můžeme také označit jako svaly kloubu kolenního; jejich hlavní působení je především v kloubu kolenním

- dělíme na dvě skupiny:

- **přední skupina**

- čtyřhlavý sval stehenní - **m. quadriceps femoris**

- sval krejčovský - **m. sartorius**

- **zadní skupina**

- dvojhlavý sval stehenní - **m. biceps femoris**

- sval pološlašitý - **m. semitendinosus**

- sval poloblanitý - **m. semimembranosus**

- sval zákolenní - **m. popliteus**

- **svaly bércevé**

- je možné označit jako svaly kloubů nohy

- podle uložení a funkce je rozdělujeme na tři skupiny:

- **skupinu přední**; provádí extenzi (natažení) nohy

- přední sval holenní - **m. tibialis anterior**

- dlouhý natahovač prstů - **m. extensor digitorum longus**

- dlouhý natahovač palce - **m. extensor hallucis longus**

- **skupinu zadní**; skupina flexorů - ohybačů

- **skupina povrchová**

- trojhlavý sval lýtkový - **m. triceps surae**

- sval chodidlový - **m. plantaris**

- **skupina hluboká**

- zadní sval holenní - **m. tibialis posterior**

- dlouhý ohybač prstů - **m. flexor digitorum longus**

- dlouhý ohybač palce - **m. flexor hallucis longus**

- **skupinu zevní**; skupina pronátorů

- dlouhý sval lýtkový - **m. peroneus longus**

- krátký sval lýtkový - **m. peroneus brevis**

- jsou rozloženy na straně hřbetní a na straně chodidlové

- **strana hřbetní**

- krátký natahovač palce - **m. extensor hallucis brevis**
- krátký natahovač prstů - **m. extensor digitorum brevis**
- **strana chodidlová**; tvoří tři skupiny:
 - **skupina palcová**
 - odtahovač palce - **m. abductor hallucis**
 - přitahovač palce - **m. adductor hallucis**
 - krátký ohybač palce - **m. flexor hallucis brevis**
 - **skupina malíková**
 - odtahovač malíku - **m. abductor digiti minimi V.**
 - krátký ohybač malíku - **m. flexor digiti minimi brevis V.**
 - **skupina střední**
 - mezikostní svaly hřbetní - **mm. interossei dorsales I. - IV.**
 - mezikostní svaly chodidlové - **mm. interossei plantares I. - III.**
 - svaly červovité - **mm. lumbricales I. - IV.**
 - krátký ohybač prstů - **m. flexor digitorum brevis**

čtyřhranný sval chodidlový - **m. quadratus plantae**