

# *SVALOVÁ SOUSTAVA*

# ÚVOD

- spolu s kostrou tvoří pohybovou soustavu
- zajišťuje pohyb jednotlivých částí těla (hlavy, krku, ...)
- kosterní svalstvo zajišťuje pohyb celého těla (*lokomoce*)
- hladké svalstvo zajišťuje pohybovou aktivitu vnitřních orgánů těla
- kosterní svalstvo tvoří 40 % hmotnosti těla, hladké svalstvo 3 % hmotnosti
- u člověka přibližně 643 svalů
- **u člověka 3 typy svalů:**

## 1. Kosterní (příčně pruhovaný)

- ovládány vůlí
- spolu s kostmi a šlachami odpovídá za všechny formy volního pohybu (chůze, ...)
- zapojuje se též do automatických reakcí (*reflexy*)

## 2. Hladký sval

- způsobuje pohyby vnitřních orgánů
- jeho pohyb nezávisí na činnosti naší vůle, to zn. není pod vědomou kontrolou mozku, ale je odpovědný např. za trávicí procesy, kde např. podmiňuje kontrakce střev (*peristaltiku*), které posouvají potravu, nebo pohyby močového měchýře
- základní stavební jednotkou je jednojaderná vřetenovitá buňka

## 3. Srdeční sval

- tvoří strukturu srdce
- stavba obdobná jako u kosterního svalu, ale svalová vlákna jsou krátká, tlustá a tvoří hustou síť spojenou můstky (*komisury*)
- kontrakce srdce jsou výsledkem impulsů vysílaných z tkání uvnitř srdce, následkem těchto impulsů je krev přečerpávána do krevních cév

## Stavba kosterního svalu

- základní stavební jednotkou kosterního svalu jsou *svalová vlákna (myofibrily)*
- průměr 20–150 mikrometrů, délka 0,5–20 cm
- jsou mnohojaderná, vznikla z více svalových buněk rozpuštěním přepážek
- *snopečky – 10 – 1000 svalových vláken spojených řídkým vazivem (vazivo obsahuje cévy a nervy)*
- *snopce – spojení snopečků*
- *sval (musculus) – soubor všech snopců navzájem spojených vazivem*
- *svalová povázka (fascie) – tenký vazivový obal na povrchu svalu*
- *svalové břicho (svalová hlava) – nejširší část svalu*
- na obou koncích přechází sval ve šlachy (zajišťují pevné připojení svalu ke kostem)

- mezi myofibrilami je glykogen (uhlohydrát, „zásoba svalového paliva“) a mitochondrie (v nich se živiny spalují za přítomnosti kyslíku, vzniká tak energie, která se uskládá v podobě ATP)
- ke každému svalovému vláknu vede nervové vlákno, které v případě potřeby uvádí sval do pohybu
- vůlí ovládaný pohyb je vyvolán vzruchy vysílanými z mozkové kůry k opačné straně těla, míchou dolů a prostřednictvím motorických nervů ke kosterním svalům
- v cytoplazmě svalového vlákna jsou podélně uloženy myofibrily
- jsou tvořeny *myozinem (silný filament - dvojlomná (anisotropní) bílkovina) a aktinem (slabý filament - jednolomná (isotropní) bílkovina) => pod mikroskopem vytvářejí pruhovaný vzhled*
- *sarkomery – válcovité úseky myofibrily, které umožňují smršťování svalů*

## Svalový stah (kontrakce):

- *motorickou jednotku tvoří motorický neuron, nervosvalová ploténka a příslušná svalová vlákna; protože neuron má hodně nervových zakončení, může inervovat více svalových vláken*
- *nervosvalová ploténka – místo, kde se koncová vlákna motorického neuronu připojují ke svalovému vláknu*
  1. Po motorickém nervovém vlákně přichází podnět (elektrický impuls) pro svalový stah
  2. Jakmile nervový vzruch dospěje na konec nervového vlákna, způsobí vylití mediátoru (acetylcholin) do štěrbin nervosvalové ploténky
  3. Dojde ke vzniku akčního potenciálu na svalovém vlákně a k uvolnění  $\text{Ca}^{2+}$  z biomembrán endoplazmatického retikula => svalový stah (zkrácení myofibrily) – myozin se nasouvá na aktin => nastala zvýšená koncentrace  $\text{Ca}^{2+}$  iontů mezi aktinem a myozinem
  4. Dochází ke štěpení molekul ATP za přítomnosti  $\text{Ca}^{2+}$

## **Natažení svalu:**

- aby mohl sval relaxovat, musí se uvolnit enzymy, které acetylcholin neutralizuje
- $\text{Ca}^{2+}$  ionty se vážou zpět do biomembrán endoplazmatického retikula
- vazby mezi myozinem a aktinem se uvolní

## **Svalová únava:**

- nastává při namáhavé a dlouhotrvající práci
- možné příčiny:
  - vyčerpání zdrojů energie (ATP)
  - nahromadění zplodin metabolismu (kyseliny mléčné)
  - nedostatek kyslíku (útlum činnosti mozkové kůry) => zmenšování až vymizení stahů
- svalová únava je pro organismus ochranou; objeví se dříve než dojde k vyčerpání energetické rezervy => chrání organismus před poškozením
- odstranění únavy – odpočinek (pasivní – klid, masáž, výživa; aktivní – zaměstnání jiných svalových skupin)
- *atrofie – úbytek svalové hmoty*

## Chemické složení svalu

- anorganické látky - 70–75 % vody, ionty  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Na}^{+}$
- organické látky - bílkoviny – aktin a myozin (stah svalu), *myoglobin* (je svalová bílkovina, která obsahuje složku „hem“ pro vázání kyslíku), glukóza, glykogen (zdroj ATP), ATP, kreatinfosfát (význam pro energetický metabolismus)



# Názvosloví svalů

## 1. Podle funkce:

- ohybače – *flexory*
- natahovače – *extenzory*
- přitahovače – *adduktory*
- odtahovače – *abduktory*
- svěrače – *sfinktery*
- rozvěrače – *dilatátory*

## 2. Podle směru svalových snopců:

- svaly přímé
- svaly šikmé
- svaly příčné

## 3. Podle krajiny, kde leží:

- např. sval spánkový, prsní, čelní

## 4. Podle počtu hlav:

- dvojhlavý, trojhlavý
- čtyřhlavý

## **5. Podle tvaru**

- sval dlouhý, sval krátký, sval plochý, sval okružní (kruhový), deltový, kosočtverečný, pilovitý, trapézový, vřetenovitý

## **Typy svalů**

## **6. Podle vzájemné činnosti**

- svaly se navzájem doplňují => jeden pohyb je způsoben více svaly
- synergisté – svaly, které spolupracují (podílejí se na jednom určitém pohybu)

- antagonisté – svaly, které způsobují opačný pohyb, tj. pracují proti sobě (dvojhlavý, trojhlavý) – např. antagonistické svaly pohybující předloktím

## **Svalová činnost**

- sval plní svou funkci tím, že vyvíjí tažnou sílu => jeden konec musí být pevný (fixovaný) => na druhém konci se pak projeví tah
- často svaly pracují v páru: kontrakce jednoho svalu působí proti kontrakci druhého svalu – kontrakce druhého svalu může vrátet pohybovanou část těla do původní polohy
- např. dvojhlavý sval pažní (biceps) ohýbá při stahu kloub a přitahuje kost loketní ke kosti pažní (přitom se druhý sval pasivně natahuje)
- proto se biceps označuje jako ohybač (*flexor*)
- relaxace (uvolnění) bicepsu dovoluje, aby se předloktí vrátilo do původní polohy (gravitační silou)

- jestliže držíme paži v horizontální poloze, musí se předloktí do původní polohy vrátit silou
- tento pohyb způsobuje jeho antagonista = trojhlavý sval pažní (*triceps*) – natahovač (*extenzor*)

## Šlachy

- spojují aktivní část svalů s částí těla (většinou kostí), kterou má uvést do pohybu
- jsou tvořeny pojivovou tkání, která svazuje snopce svalových vláken dohromady
- spojují se a pokračují mimo sval jako velmi pevné a nepružné provazce
- mají velmi málo nervových zakončení
- na jednom konci se formují ze svalového bříška, na druhém konci jsou pevně spojeny s cílovou kostí
- většinou se nacházejí tam, kde je větší množství kloubů a kde se pohybují na relativně malém prostoru

- šlachy na kotníku a na zápěstí jsou uzavřeny v pochvách, takže se mohou pohybovat hladce a bez tření nebo nebezpečí odírání (*abraze*)
- *šlachová pochva – obal s dvojitou stěnou => izolace, ochrana, mazání šlachy*
- prostor mezi dvěma vrstvami šlachové pochvy je vyplněn tekutinou, po níž tyto vrstvy lehce kloužou

# Přehled kosterního svalstva

## Svaly hlavy

- v obličeji, začínají na kosti nebo v kůži, upínají se do kůže, dávají obličeji výraz

1. Čelní sval – příčné vrásky, svrašťuje čelo, vytahuje obočí nahoru
2. Týlní sval – začíná na šupině týlní kosti; vyrovnává vrásky na čele
3. Kruhový sval oční – zavírá oční štěrbinu (svěrač), tvoří podklad víček
4. Sval tvářový (trubačský) – podklad tváře
5. Velký sval lícní (sval smíchu) – zdvíhá ústní koutek
6. Sval bradový
7. Svaly pohybující rty a nosními křídly
8. Sval smíchový
9. Zevní sval žvýkací
10. Spánkový sval

# Svaly krku

**Zdvihač hlavy** - začíná na rukojeti kosti hrudní a klíční; upíná se na bradavkovém výběžku kosti spánkové; zvedá obličej a otáčí hlavou do stran

**Podkožní sval** - brání tvoření kožních řas při pohybech hlavy

**Nadjazylkové svaly** - tvoří dno dutiny ústní, zvedají hrtan

**Podjazylkové svaly** - tvoří dno dutiny ústní

# Svaly trupu

## Svaly hrudníku

- **Velký sval prsní** - zdvihá žebra; pomocný dýchací sval; přitahuje paži k hrudníku;
- **Malý sval prsní** - pod velkým; účast při vdechu;
- **Sval podklíčkový** - přitahuje ramena;
- **Přední sval pilovitý** - začíná na žebrech, upíná se na lopatce, oddaluje lopatku, zdvihá žebra => dýchací sval;
- **Vnější (zvedají žebra)** a **vnitřní (pokles žeber)** mezižební svaly;
- **Bránice** - plochý sval, odděluje dutinu hrudní a břišní; střed tvoří plochá šlacha; otvory pro aortu, jícen, dolní dutou žílu, dýchací sval



## Svaly břicha

- **Přímý sval břišní** - podélně rozdělen vazivovou přepážkou, vodorovně rozdělen 3 příčkami šlach; umožňuje předklon;
- **Zevní a vnitřní šikmý sval břišní** - účastní se předklonu a rotace trupu;
- **Příčný sval břišní** - v nejhlubší vrstvě svalů;
- **Čtyřhranný bederní sval** - podél páteře, napřimuje páteř; uklání trup

## Svaly zad

- **Sval trapézový** (kápovitý);
- **Sval rombický** - pod kápovitým, přitahuje lopatku
- **Široký sval zádový**
- **Vzpřimovač páteře** - podél páteře ve vnitřní vrstvě => rotace trupu; napřímení páteře

## Svalstvo končetin - Svaly horní končetiny

- **Deltový sval**
  - **Dvojhlavý sval pažní** (biceps) - 2 začátky (hlavy); ohýbá paži v loketním kloubu => flexor
  - **Trojhlavý sval pažní** (triceps) - jedna hlava začíná na lopatce, 2 hlavy na pažní kosti; natahuje paži => extenzor
  - **Svaly předloktí** - více svalů v několika vrstvách => pohyby předloktí, ruky, prstů
- hřbet - natahovače (extenzory) - zápěstí ruky  
dlaňová strana - ohybače (flexory) zápěstí, ruky

### Svaly ruky

leží pouze na dlaňové straně

- **4 svaly palcové** - odtahují, přitahují, ohýbají palec a umožňují jeho opozici
- **Svaly malíkové** - ohyb, odtažení, přitažení malíčku
- **Mezikostní svaly** - mezi zápěstními kostmi (přitahují a odtahují prsty)
- **Červovité svaly** - pohybují prsty

## Svaly dolní končetiny

- **Sval bedrokyčelní** (vnitřní sval) - ohýbá a vytáčí stehna ven, předklání trup
- **Hýžd'ové svaly** - velký, střední, malý - vzpřimují postavu, stoupání, skákání
- **Čtyřhlavý sval stehenní** - 1 hlava začíná na pánvi, 3 hlavy na kosti stehenní; upíná se k drsnatině holenní kosti; jeho šlacha uzavírá čéšku; natahuje koleno
- **Dvojhavý sval stehenní** - upíná se na lýtkovou kost
- **Krejčovský sval** (dlouhý sval stehenní) - nejdelší v těle
- **Sval poloblantý** - ohyb a rotace kolena
- **Sval pološlašitý** - ohyb a rotace kolena

### Svaly bérce

přední strana - natahovače nohy (sval přední holenní)

zadní strana

- ohybače bérce a chodidla
- trojhlavý sval lýtkový - chůze, vzpřímený postoj
- sval chodidlový
- ohybače prstů