

Apparatus locomotorius-  
pohybový aparát  
Systema musculorum-  
soustava svalová

Petr Šifta

# I. Obecná myologie

- V těle je okolo 600 svalů, z nichž většina je párová – tedy 300 svalů v každé polovině
- Hmotnost dosahuje u mužů 36% tělesné hmotnosti, u žen 32%. U trénovaného až 45% tělesné hmotnosti, ale může poklesnout na 30% (*hypotrophia ex inactivitatae*)

# Základní stavba svalu

- Existují tři druhy svaloviny:
  1. Svalová vlákna příčně pruhovaná
  2. Hladká svalovina
  3. Srdeční svalovina
- Rozdíl je popsán ve fyziologii.
- Nás bude zajímat příčně pruhovaná svalovina.

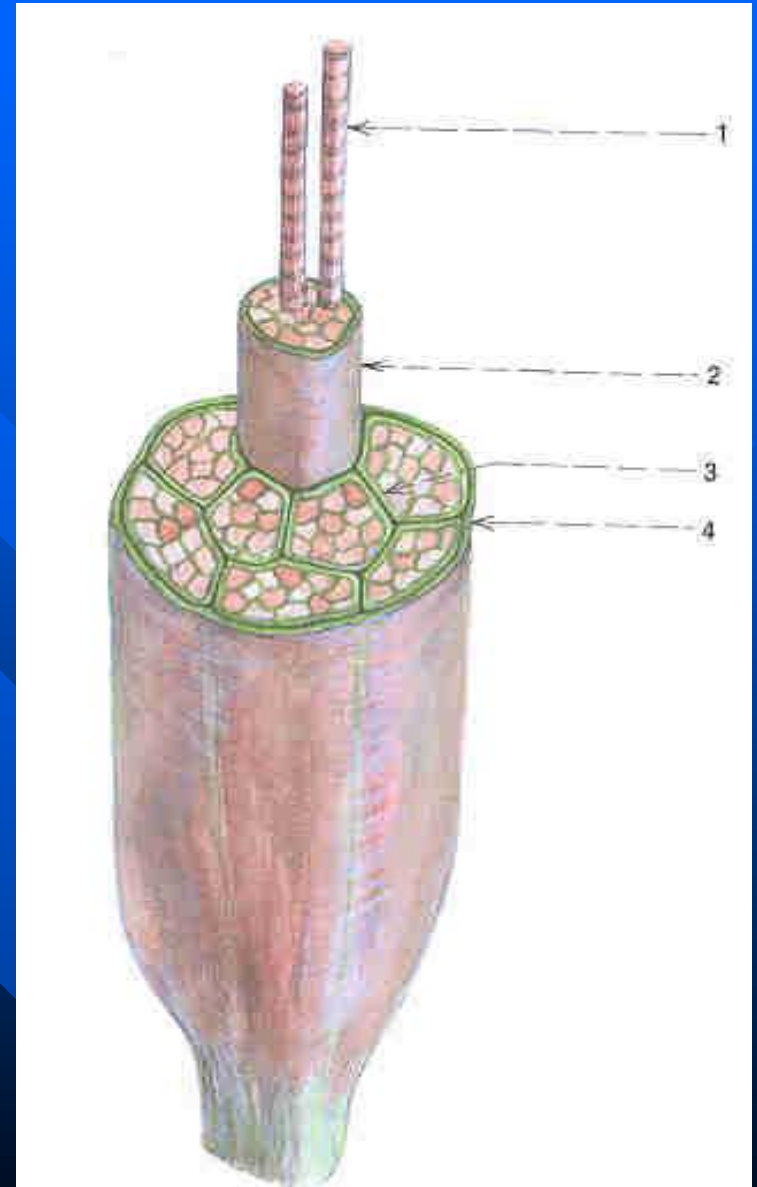
# Příčně pruhovaná svalovina

- Základní stavební jednotkou je **Svalové vlákno**, které je mnohoaderný útvar, silný 10 – 100  $\mu\text{m}$ , s rozdílnou délkou (až několik cm).
- Za vývoje vznikají svalová vlákna splýváním podlouhlých jednojaderných buněk, **myoblastů**. Svalové vlákno má jádra na povrchu a myofibrily uvnitř vlákna.
- Podle morfologických a funkčních vlastností vlastností (tloušťky, barvy, množství mitochondrií, účast enzymů, rychlosti kontrakce, unavitelnosti) se příčně pruhované svaly rozdělují na **Vlákna rychlá (bílá)** a **pomalá (červená)**



# Stavba svalových snopců

1. Svalové vlákno
2. Svalový snopec
3. Perimysium internum (endomysium)
4. Perimysium externum, vytvářející na povrchu svalu fascii



# Šlacha – tendo musculi

- Je to zvláště uspořádaný pruh tuhého fibrózního vaziva- připojuje sval ke kosti.
- Je složená ze snopců hustých paralelních kolagenních fibril, mezi nimiž jsou stisknuty buňky šlachy.
- Některé svaly se neupínají ke kosti, ale do kůže (musculi cutanei) nebo do kloubních pouzder (musculi articulares)
- **Pevnost šlachy** je značná- 6-10 kg na 1 mm<sup>2</sup>

# Funkce svalů

- **Stah a kontrakce**
- Rychlost kontrakce proběhne do 25 milisekund, u rychlých vláken, u tzv. pomalých vláken do 75 milisekund.
- **Síla** stahu: 5-12 kg na 1cm<sup>2</sup>
- Typy svalového stahu:
  1. **Kontrakce isotonická:** mění se délka svalu, ale napětí zůstává stejné
  2. **Kontrakce isometrická:** nemění se délka, ale napětí je v čase rozdílné

# Dělení svalů podle rozložení svalů kolem kloubů:

- **Agonisté:** vykonavatelé a iniciátoři pohybu
- **Antagonisté:** působící v protilehlém pohybu
- **Synergisté:** spoluúčastní se na jednom pohybu

# Svalová inervace

- Do každého svalu vstupuje nerv, tj. svazek nervových vláken.
- Místo styku je **motorická ploténka**, je to specializované zakončení motorických nervových vláken příčně pruhovaného svalu.
- Jeden **motoneuron** inervuje více svalových vláken, toto je **Motorická jednotka** (u svalů s jednoduchou funkcí je až 150 svalových vláken a u svalů s jemnou, přesnou funkcí je 8 – 15 svalových vláken)

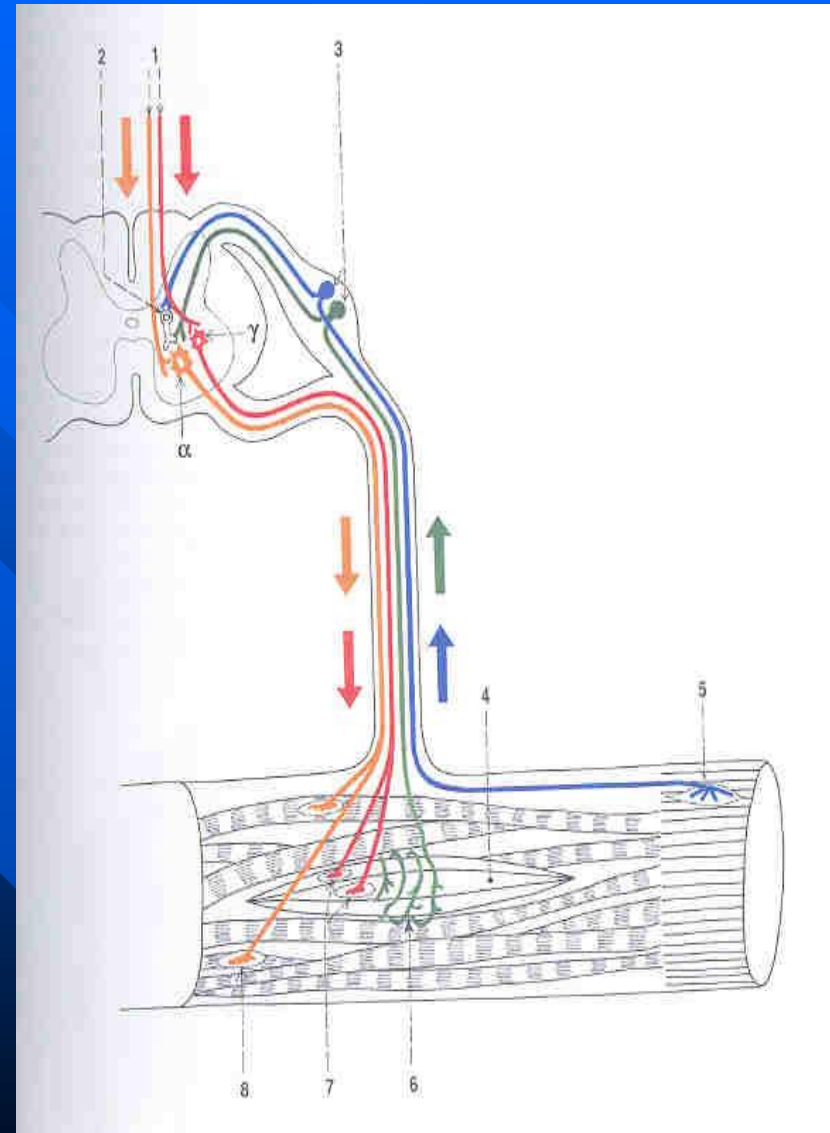
# Svalová inervace-pokračování

1. **Motorická inervace:** svalová vlákna jsou inervována  **$\alpha$ -motoneurony** a svalové vřeténka  **$\gamma$ -motoneurony**.
2. **Senzitivní inervace:** vedou podněty ze svalu do CNS (jsou to výběžky pseudounipolárních buněk)
  - Většina senzitivních vláken vede informace o stupni kontrakce a napětí svalových vláken a snopců šlach.
  - Jedná se o vlákna ze specializovaných receptorů zvaných **Svalová vřeténka** a **Golgiho šlachového tělíska**



# Proprioceptivní elementy svalu

1. Sestupné dráhy pro míšní motoneurony
2. Interneuron
3. Buňky senzitivních vláken
4. Svalové vřeténko
5. Šlachové vřeténko
6. Senzitivní nerv
7. Motorický nerv
8. Motorická zakončení na extrafuzálních vláknech





# Proprioceptivní elementy svalu

- **Svalové receptory:** propriocepce ze svalových snopců.
- 1) **Svalové vřeténko-** je to upravené svalové vlákno, které vazivově souvisí s normálními kontraktilními extrafuzálními vlákny.
- **Snižuje práh dráždivosti (facilituje sval)**
- **Inhibuje aktivitu antagonisty (reciproční inhibice)**
- **Inhibuje druhostranného agonistu a antagonistu  
facilituje**

# Proprioceptivní elementy svalů - pokračování

## 2. Golgiho šlachové tělísko

- Inhibuje vlastní sval, facilituje antagonistu
- Druhostranně agonistu aktivuje, antagonistu inhibuje
- Působí proti funkci svalového vřeténka
- Funguje jako pojistka proti poničení šlachy, celého svalu=Servomechanismus

## 3) Kloubní receptory

- Jsou to elektrické goniometry-určují polohu, rychlost kloubu

# Poznámka č. 1

- Při posilování svalů je nutné počítat s fyziologií proprioceptivních elementů svalu => při posilování musculus biceps brachii se právě díky svalovému vřeténku snižuje napětí v musculus triceps brachii => nutné posilovat oba svaly hned po sobě.
- Při posilování musculus iliopsoas (ve snaze posílit m. rectus abdominis viz. dále) dochází k útlumu musculus gluteus maximus, medius, minimus

# Růst a regenerace svalů

- Růst probíhá do délky => přibývají svalová vlákna na koncích
- Růst probíhá do tloušťky => tloustnutí svalových vláken. Nesmyslné tvrzení, že kulturista má více svalových vláken než nesportující člověk.
- Regenerační schopnost svalů se za normálních okolností neuplatní => počet svalových elementů se od narození prakticky nemění.

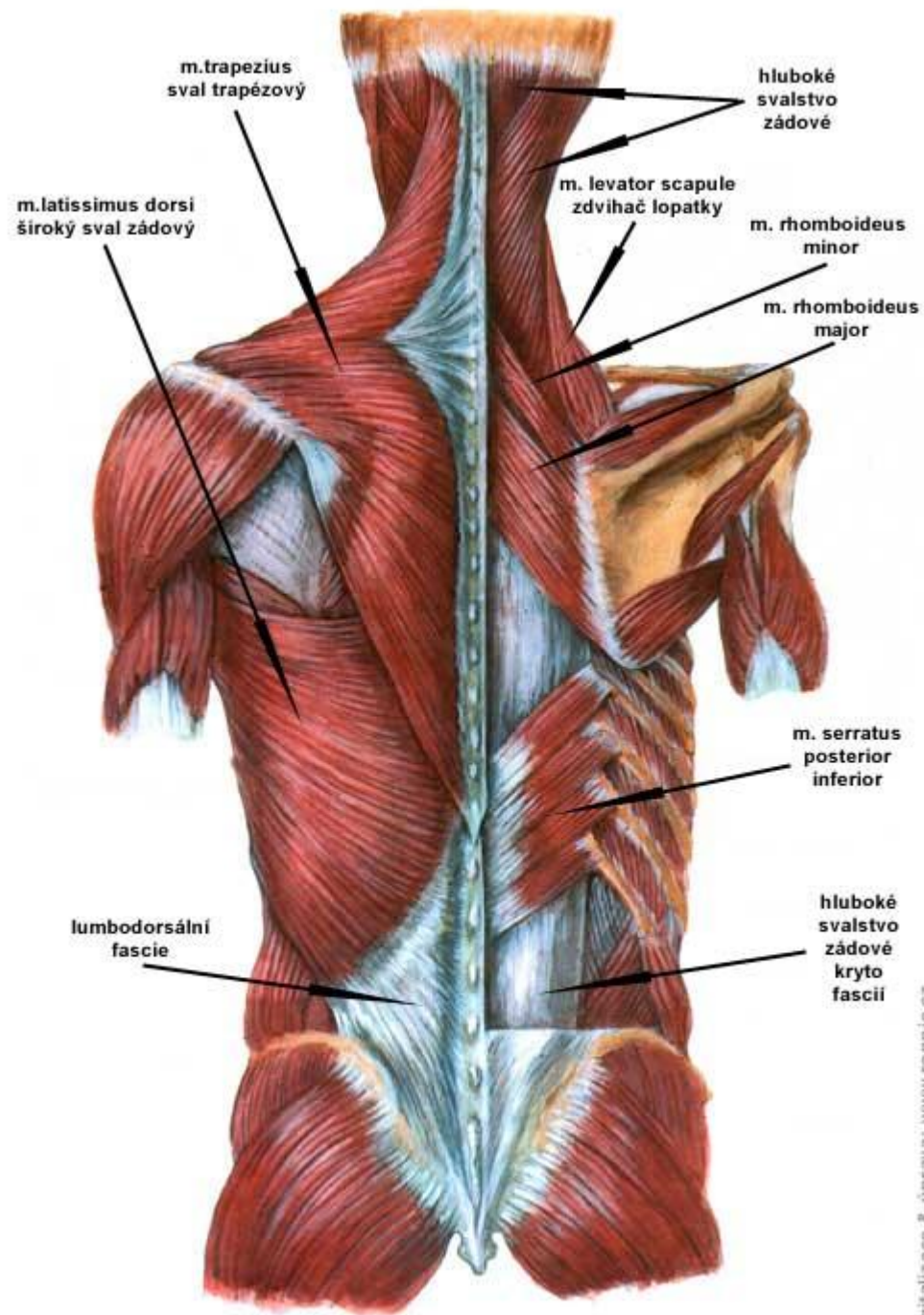
# Jednotlivé svalové oddíly

- Musculi dorsi-svaly zádové
- Musculi thoracis-svaly hrudníku
- Musculi abdominis-svaly břicha
- Diaphragma pelvis-svaly dna pánevního
- Musculi capitis-svaly hlavy
- Musculi colli-svaly krku
- Musculi membri superioris-svaly horní končetiny
- Musculi membri inferioris-svaly dolní končetiny

# Musculi dorsi – svaly zádové

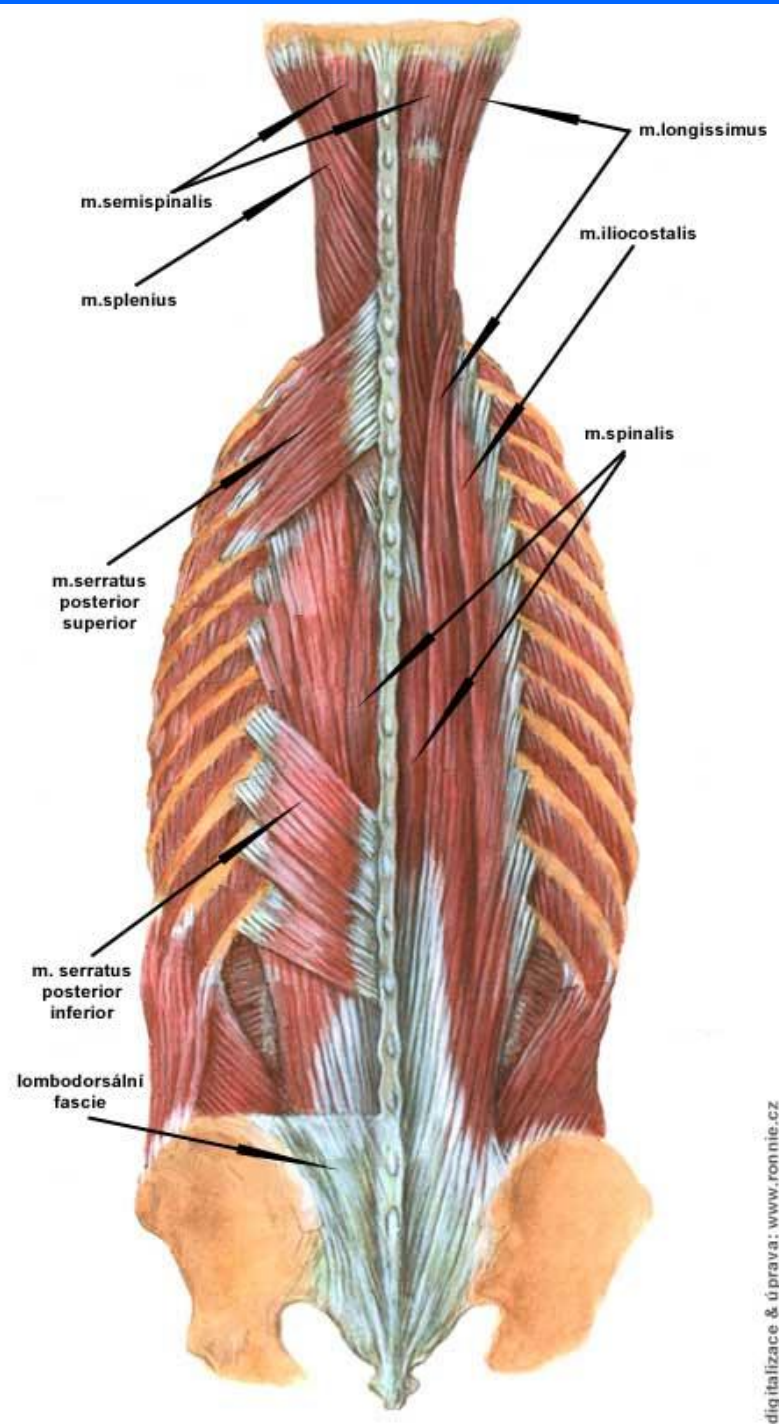
- Zádové svaly jsou rozprostřeny ve čtyřech charakteristických vrstvách
- 1. **Povrchová vrstva:** svaly spinohumerální: **musculus trapezius, musculus latissimus dorsi**
- 2. **Musculus rhomboideus major et minor, musculus levator scapulae**
- 3. Svaly spinokostální, rozepjaté od páteře k žebřům: **musculus serratus posterior superior et inferior**
- 4. Složitý komplex epaxiálního svalstva zádového původu – **hluboké zádové svalstvo**





# Hluboké svalstvo zádové – m. erector trunci

- Rozlišujeme čtyři systémy: každý má jiný průběh snopců => jinou funkci
- 1. **Systém spinotransversální:** jde od trnových výběžků vzhůru k příčným výběžkům, tvoří: **m. splenius, m. longissimus, m. iliocostalis**
- 2. **Systém spinospinální:** spojuje jednotlivé trny
- 3. **Systém transversospinální:** od příčných výběžků vzhůru k trnům kraniálních obratlů
- 4. **Krátké svaly hřbetní:** svaly mezi sousedními obratli, uložené nejhlouběji: **mm. Interspinales, mm. intertransversarii**



## Poznámka č. 2

- Při „funkční“ poruše zad (bolestivost) jsou postiženy právě hluboké svaly zad.
- Jsou pouze takto anatomicky děleny, neleze jednotlivé části od sebe oddělit.
- Obsahují velké množství proprioceptivních elementů => umožňují přednastavení systému ještě než je pohyb vůbec vykonán.
- Na tyto svaly by se mělo dbát nejvíce při posílování né!!! první tři systémy



# Musculi Thoracis–svaly hrudníku

- Obsahují v povrchových vrstvách končetinové svaly, upnuté na pletenec nebo humerus: svaly thorakohumerální, dále vlastní svaly hrudníku a jako poslední je to bránice – diaphragma
- Svaly thorakohumerální: m. pectoralis major et minor, m. subclavius, m. serratus anterior
- Vlastní svaly hrudníku: muscoli intercostales externi, interni, intimi

# Bránice - diaphragma

- Plochý sval, který odděluje hrudní dutinu od břišní, utvářený jako dvojité kopulovitá klenba vyklenutá vysoko do hrudníku.
- Má šlašitý střed **Centrum tendineum** k němuž se paprscitě sbíhají svalové snopce, od bederní páteře **pars lumbalis**, od žeber **pars costalis** a od sternu **pars sternalis**
- Otvory: Hiatus aorticus, hiatus oesophageus, foramen venae cavae
- Je to hlavní vdechový sval



# Musculi abdominis – svaly břicha

- Svaly ventrální: m.rectus abdominis, m. pyramidalis-leží před m.rectus abdominis
- Svaly laterální: m. obliquus externus abdominis, m.obliquus internus abdominis, m. transversus abdominis.

Tyto svaly se podílejí na tvorbě **břišního listu**, a jsou pomocné **výdechové-expirační svaly**

- Svaly dorsální: m.quadratus lumborum- od zádočných hlubokých svalů je oddělen **thoracolumbální fascií**

# Zeslabená místa stěny břišní

- **Canalis inguinalis** - tříselný kanál: má tři vrstvy – 1. aponeuroza m. obliqui ext., 2. Svalové snpce m. obliquus int. a m. transversus abd., 3. Vrstva je fascia transversalis.
- **Jizva pupeční- pupek, umbilicus**, zeslabené místo těsně pod polovinou **linea alba** – místo vzniku kýly – **hernia umbilicalis**
- **Trigonum lumbale (Petiti)**, má tvar trojúhelníku uzavřeného mezi: m. obliquus ext. Abdominis, m. latissimus dorsi a crista iliaca. Dno tvoří m. obliquus int. Abdominis- místo vzniku **lumbálních hernií**

## Poznámka č.3

- Jakým způsobem se posiluje m. rectus abdominis?
- Nikdy pokrčené dolní končetiny a dorzální flexe nohou. Toto postavení vyvolává trojflexi dolní končetiny => neposilujeme pouze m. rectus abdominis, ale hlavně m. iliopsoas => reflexní útlum m. gluteus maximus, medius, minimus (viz. poznámka č. 1)

# Diaphragma pelvis – svaly dna pánevního

- Dno pánevní má tvar mělké nálevky, která začíná na stěnách malé pánve a sbíhá se kaudálně ke konečníku. Na stavbě diaphragma pelvis se podílejí **m. levator ani** a **m.coccygeus**.
- 1. **Musculus levator ani** se skládá z pubické části (**pars pubica**) – **m. pubococcygeus** (obsahuje otvor – **hiatus urogenitalis**, kudy prochází močová trubice a u ženy vagina a **otvor pro rectum**) a ze širší iliacké části (**pars iliaca**) – **m. iliococcygeus**, který jde až na kostrč.
- 2. **Musculus coccygeus** – jsou to svalové snopce přiložené k vnitřní ploše lig. sacrospinale

# Funkce diaphragma pelvis

- Je pružnou spodinou pánve.
- Podpírá orgány skrze diaphragma pelvis prostupující – **podpůrný aparát dělohy**
- Snopce obemykající vaginu fungují jako m. compresor vaginae a jako pubovaginalis, zdvihající zadní stěnu poševní.
- M. puborectalis je svým tahem hlavním uzavíracím svaem konečníku.



# Musculi capitis – svaly hlavy

- Jde je několik skupin svalů různého původu a funkce:
  1. Svaly oční koule – mm. Bulbi – pocházejí z hlavových segmentů zárodku a jsou inervovány z N.III, N. IV, VI.
  2. Svaly jazyka vznikají z okcipitálních segmentů zárodku a jsou inervovány z N.XII
  3. Svaly původu brachiálního, původně svaly žaberních oblouků a patří sem: Svaly žvýkací (mm. masticatores) a svaly mimické (mm. faciales)



# Musculi masticatores – svaly žvýkácí

- Všechny jsou motoricky inervovány **nervus trigeminus**
- 1. **Musculus temporalis** zavírá ústa-elevace mandibuly
- 2. **Musculus masseter** elevace mandibuly, **protrakce** (táhne čelist dopředu), **retrakce mandibuly** ((táhne čelist dozadu)
- 3. **Musculus pterygoideus medialis** při jednostranné akci táhne čelist na druhou stranu- důležitý při žvýkacích, třecích pohybech
- 4. **Musculus pterygoideus lateralis** účastní se třecích pohybů čelisti, zahajuje otevření úst, táhne čelist dopředu

# Musculi faciales – svaly mimické

- Leží povrchně a upínají se do kůže, kterou pohybují => vytváří výraz obličeje – **mimiku**
- Mimické svalstvo vytváří tyto funkční celky:
  1. Svaly okolo štěrbiny ústní
  2. Svaly okolo štěrbiny očních víček
  3. Svaly na nose
  4. Svaly na klenbě lebeční
  5. Svaly boltce ušního
  6. M. buccinator – jako hluboká vrstva svalstva.

1. M. orbicularis oris – tvoří pohyblivou výplň rtů
2. M. levator labii superioris, m. levator anguli oris – táhnou rty vzhůru
3. M. zygomaticus major et minor – tvoří „umělý“ úsměv
4. M. depressor anguli oris, m. depressor labii inferioris – táhnou rty dolů
5. M. orbicularis oculi
6. M. procerus – tvoří příčnou rýhu na kořenu nosu
7. M. corrugator supercilii- tvoří svislé vrásky
8. M. frontalis- tvoří příčné vrásky
9. M. nasalis- mění průsvit nozder
10. M. levator labii superioris alaeque naší- táhne nosní křídla
11. M. buccinator – tvoří svalový podklad tváří

# Musculi colli – svaly krku

1. **Platysma** – vznikl z mimického svalstva
2. **M. sternocleidomastoideus**
3. **Musculi suprahyoidei** – jsou to svaly mezi mandibulou a jazykou a patří sem: **m. mylohyoideus** – tvoří pružné dno úst, **m. digastricus**, **m. stylohyoideus**, **m. geniohyoideus**
4. **Musculi infrahyoidei** – jsou to svaly mezi zadní plochou manubrium sterni a jazykou a patří sem tyto svaly: **m. sternohyoideus**, **m. sternothyroideus**, **m. thyrohyoideus**, **m. omohyoideus**.

5. Musculi scaleny – kam patří tyto svaly: m. scalenus anterior, m. scalenus medius, m. scalenus posterior.
6. Hluboké svaly krční - patří sem tyto svaly: m. longus capitis, m. longus colli, m. rectus capitis anterior, m. rectus capitis lateralis

## Poznámka č. 4

- Štěrbina mezi m. scalenus anterior a medius se nazývá **Fissura scalenorum**. Touto štěrbinou prochází **arteria subclavia** spolu s **plexus brachialis**. Toto je klinicky důležité místo



# Musculi membri superioris – svaly horní končetiny

- Ke svalům horní končetiny patří:
  1. svaly spinohumerální (viz. svaly zad)
  2. svaly thorakohumerální
  3. Svaly vlastní končetiny

# Svaly ramenní a lopatkové

1. Musculus deltoideus
2. Musculus supraspinatus
3. Musculus infraspinatus
4. Musculus teres minor
5. Musculus teres major
6. Musculus subscapularis

# Musculi brachii – svaly paže

- Musculi brachii vytvářejí přední a zadní skupinu
- V přední skupině jsou tyto svaly:
  1. **Musculus biceps brachii** (caput longum a caput breve)
  2. **Musculus coracobrachialis**
  3. **Musculus brachialis**
- V zadní skupině jsou tyto svaly:
  1. **Musculus triceps brachii** (caput longum, caput mediale, caput laterale)
  2. **Musculus anconeus**

# Musculi antebrachii – svaly předloktí

- Musculi antebrachii zahrnuje tři skupiny svalů, oddělené osteofasciálními septy:
  1. **Přední skupinu**, kde rozlišujeme čtyři vrstvy
  2. **Laterální skupinu** uspořádanou do dvou vrstev
  3. **Dorsální skupinu** s povrchovou a hlubokou vrstvou

# Přední skupina předloketních svalů

1. **Vrstva:** m. pronator teres, m. flexor carpi radialis, m. palmaris longus, m. flexor carpi ulnaris
2. **Vrstva:** m. flexor digitorum superficialis
3. **Vrstva:** m. flexor digitorum profundus, m. flexor pollicis longus
4. **Vrstva:** m. pronator quadratus

# Laterální skupina předloketních svalů

1. **Povrchová vrstva:** m. brachioradialis, m. extensor carpi radialis longus a m. extensor carpi radialis brevis
2. **Hluboká vrstva:** m. supinator



# Dorsální skupina ředloketních svalů

1. **Povrchová vrstva:** m. extensor digitorum, m. extensor digiti minimi a m. extensor carpi ulnaris
2. **Hluboká vrstva:** m. abductor pollicis longus, m. extensor pollicis brevis, m. extensor pollicis longus a m. extensor indicis

# Musculi manus – svaly ruky

1. **Skupina palcová:** m. abductor pollicis brevis, m. flexor pollicis brevis, m. opponens pollicis a m. adductor pollicis
2. **Svaly hypothenaru:** m. palmaris brevis, m. abductor digiti minimi, m. flexor digiti minimi brevis, m. opponens digiti minimi
3. **Musculi lumbricales I.-IV.**
4. **Musculi interossei palmares I-III**
5. **Musculi interossei dorsales I-IV**

# Musculi membri inferioris – svaly dolní končetiny

- Svaly dolní končetiny vytvářejí skupiny podle vztahu k velkým kloubům
  1. Skupina svalů kyčelního kloubu
  2. Skupina svalů stehenních
  3. Svaly bérce
  4. Svaly nohy

# Musculi coxae – svaly kyčelního kloubu

1. Přední svaly kyčelního kloubu: m. iliopsoas
2. Zadní svaly kyčelního kloubu: m. gluteus maximus, m. gluteus medius, m. gluteus minimus, m. tensor fasciae latae
3. Pelvitrochanterické svaly: m. piriformis, m. gemellus superior, m. gemellus inferior, m. obturatorius internus, m. quadratus femoris
4. Mm. Femoris: vytvářejí tři skupiny
  - a) ventrální
  - b) mediální
  - c) dorsální

# Mm. femoris

1. **Ventrální skupina svalů stehna:** m. sartorius, m. quadriceps femoris
2. **Mediální skupina svalů stehna:** m. pectineus, m. adductor longus, m. adductor brevis, m. adductor magnus, m. obturatorius externus
3. **Dorsální skupina svalů stehna:** m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus

# Musculi cruris – svaly bérce

- Opět jsou rozděleny do tří skupin:
  1. **Přední skupina svalů bérce:** m. tibialis anterior, m. extensor hallucis longus, m. extensor digitorum longus
  2. **Laterální skupina svalů bérce:** m. peroneus longus, m. peroneus brevis
  3. **Zadní skupina svalů bérce:** A) Povrchová vrstva m. triceps suare – m. gastrocnemius, caput mediale et caput laterale, m. soleus – celý sval se připojuje do Achillovy šlachy – **Tendo calcaneus (Achillis)**. B) Hluboká vrstva m. popliteus, m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus



# Musculi pedis – svaly nohy

- Svaly na hřbetu nohy, jsou funkčně extenzory palce a prstů: m. extensor digitorum brevis, m. extensor hallucis brevis
- Svaly v plantě:
  1. Svaly palce: m. abductor hallucis, m. flexor hallucis brevis, m. adductor hallucis
  2. Svaly malíku: m. abductor digiti minimi, m. flexor digiti minimi brevis
  3. Svaly střední skupiny: m. flexor digitorum brevis a mm. Lumbricales
  4. Musculi interossei plantares et dorsales