OBECNÁ MYOLOGIE

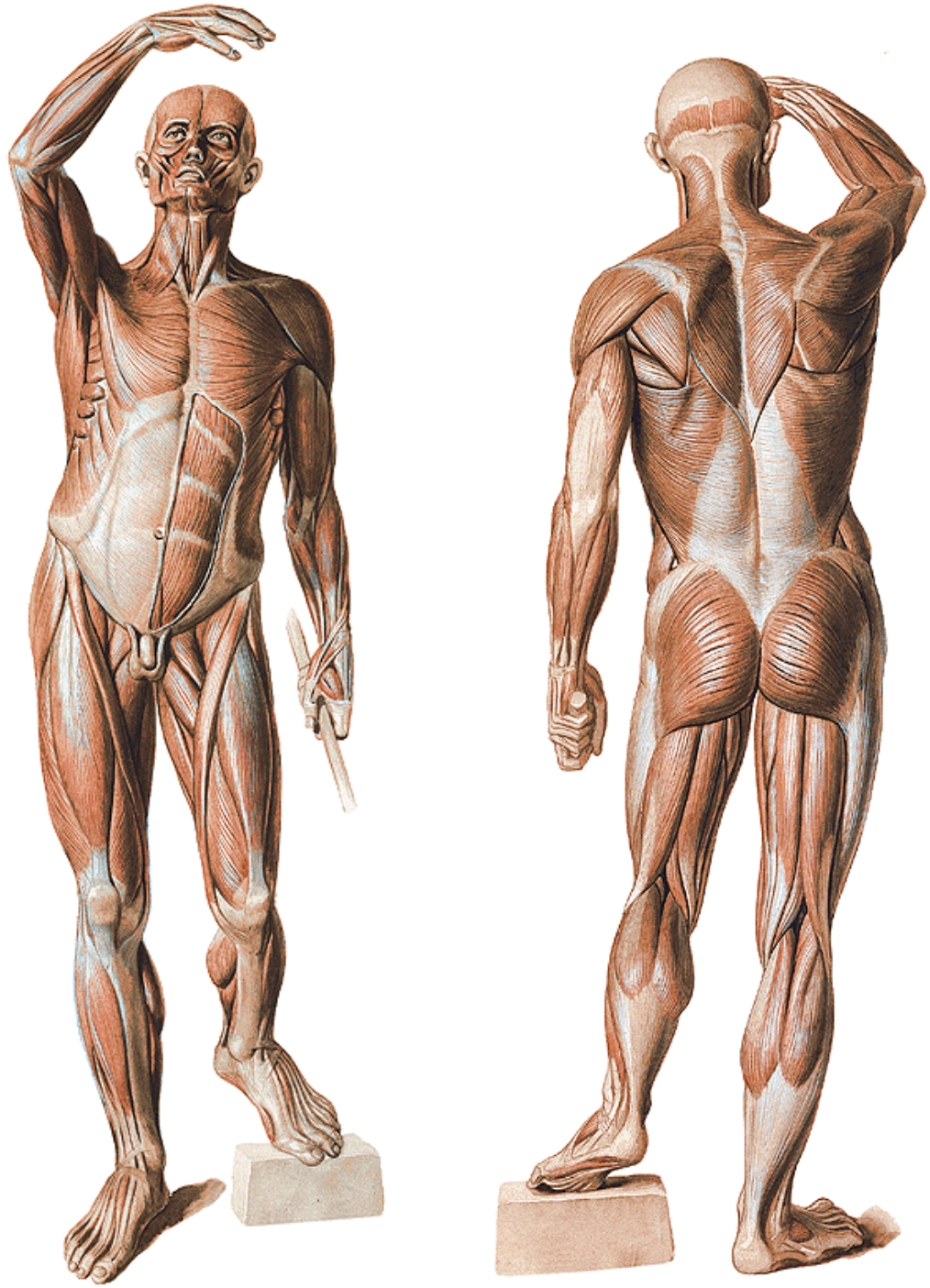
(Svaly – aktivní část pohybového systému)

Aktivní pohybový systém

- Umožňuje pohyb v místě kloubů
- Umožňuje lokomoci
- Mění tvar tělních otvorů a dutin
- Poskytuje informaci o poloze těla v prostoru
- Udržuje základní svalové napětí
- Účastní se termoregulace
- Napomáhá cirkulaci krve a mízy

asi 600 svalů (35%, 32% hmotnosti těla)

56% svaly DK
28 % svaly HK
16 % svaly trupu a hlavy



Svalová soustava

a) **posturální systém** (zajišťuje nastavení a udržování polohy tělních segmentů v gravitačním poli, těžiště)

b) **lokomoční systém** – (hrubá motorika např. chůze)

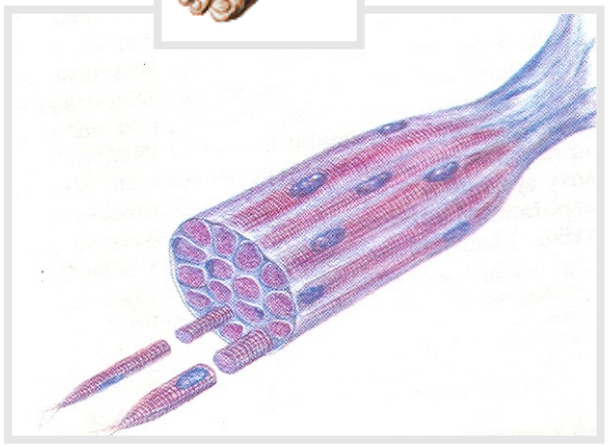
c) **manipulační systém** – (jemná motorika např. psaní)

d) **komunikační systém** – pohyb zaměřený na přenos informací (např. řeč, mimika)

e) **logistické systémy** – (respirace a výživa)

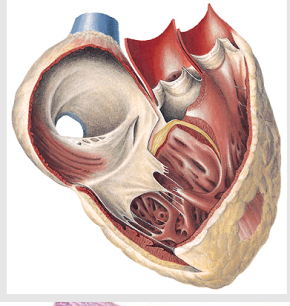
Svalová tkáň

(základem je svalové vlákno, kontraktilita)



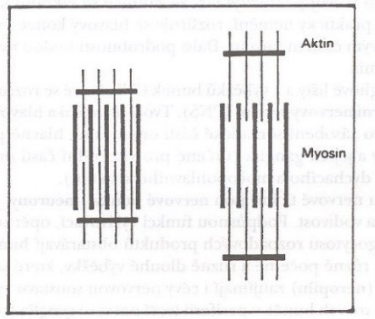
Příčně pruhovaná/kosterní svalovina

Hladká svalovina



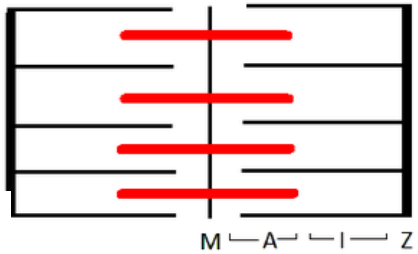
Srdeční svalovina

Příčně pruhovaná svalová tkáň

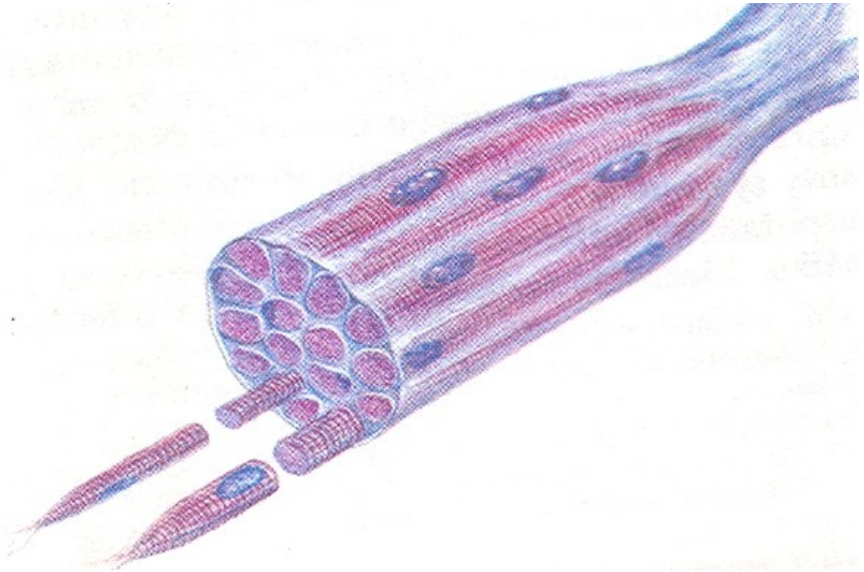


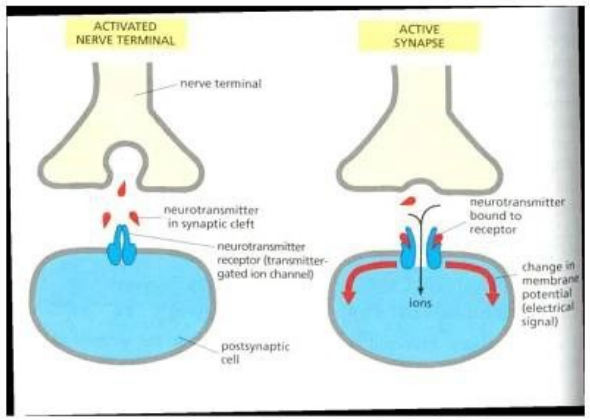
kosterní svalstvo, pracuje v závislosti na naší vůli, snadno se unaví, spotřebuje hodně energie, při práci tvoří teplo, inervace z míšních a některých hlavových nervů

<u>Mnohojaderná</u> svalová vlákna s jedno- a dvojlomnými úseky (kontraktilní bílkoviny aktin a myosin), vlákna červená, bílá a přechodná
inervace - míšní a hlavové nervy



- Při kontrakci dojde k zasunutí obou bílkovin do sebe a dojde ke zkrácení myofibril a tím i celé svalové buňky





Acetylcholin mění v nervosvalové ploténce (synapsi) prostupnost sarkolemy svalového vlákna pro Ca (ten aktivuje aktinová vlákna)

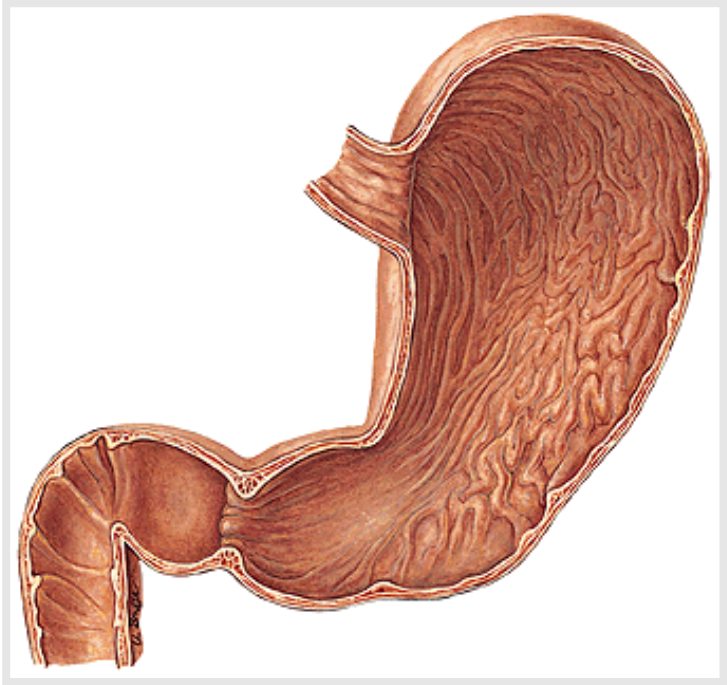
Hladká svalová tkáň

(stěny cév a dutých orgánů, pracuje nezávisle na naší vůli, bez únavy)

Kontrakce hladké svaloviny je založená na reakci aktinu a myozinu, ale myofilamenta se navzájem kříží a vytvářejí tak mřížovitou strukturu

Hladké svaly

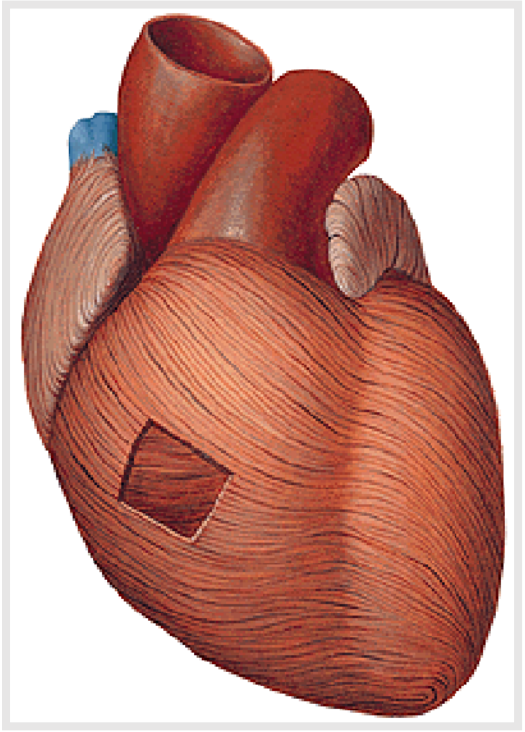
- 3% hmotnosti těla
- žaludek, střeva, močový měchýř, cévy, děloha…
- buňky hladkých svalů – menší, vřetenovitý tvar
-
- kontrakce jsou **pomalé** (20-20 000 krát menší rychlost než kosterní svaly)
- Inervace **vegetativními (autonomními nervy)** – nelze ovládat vůlí
- na jejich činnost působí také hormony



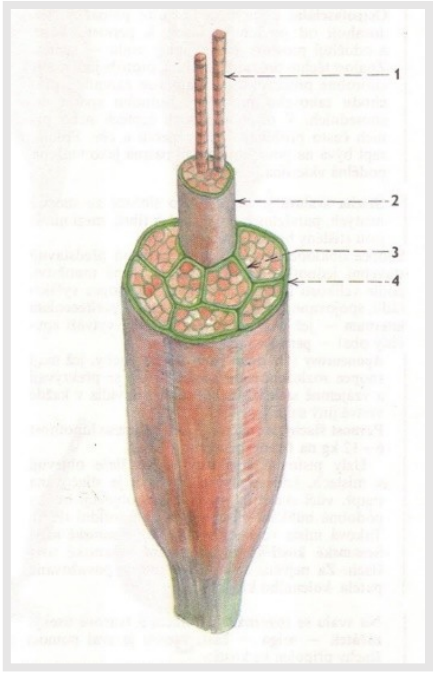
Srdeční svalovina

pracuje nezávisle na naší vůli, po celý život, bez únavy, inervace vlastní + inervace X. hlavový nerv a sympathicus

Svalové buňky jsou těsně spojeny můstky (interkalární disky, soubuní)

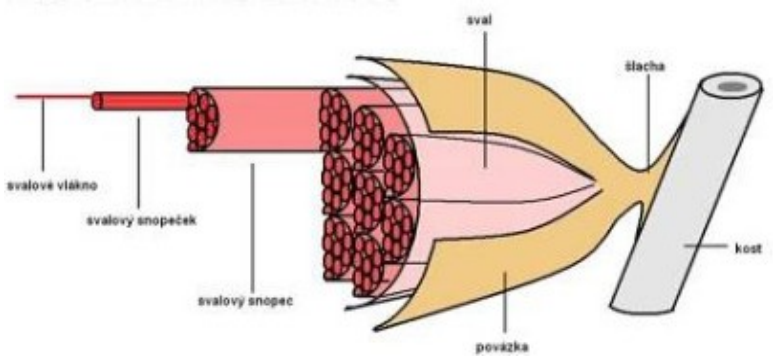


Stavba kosterního svalu

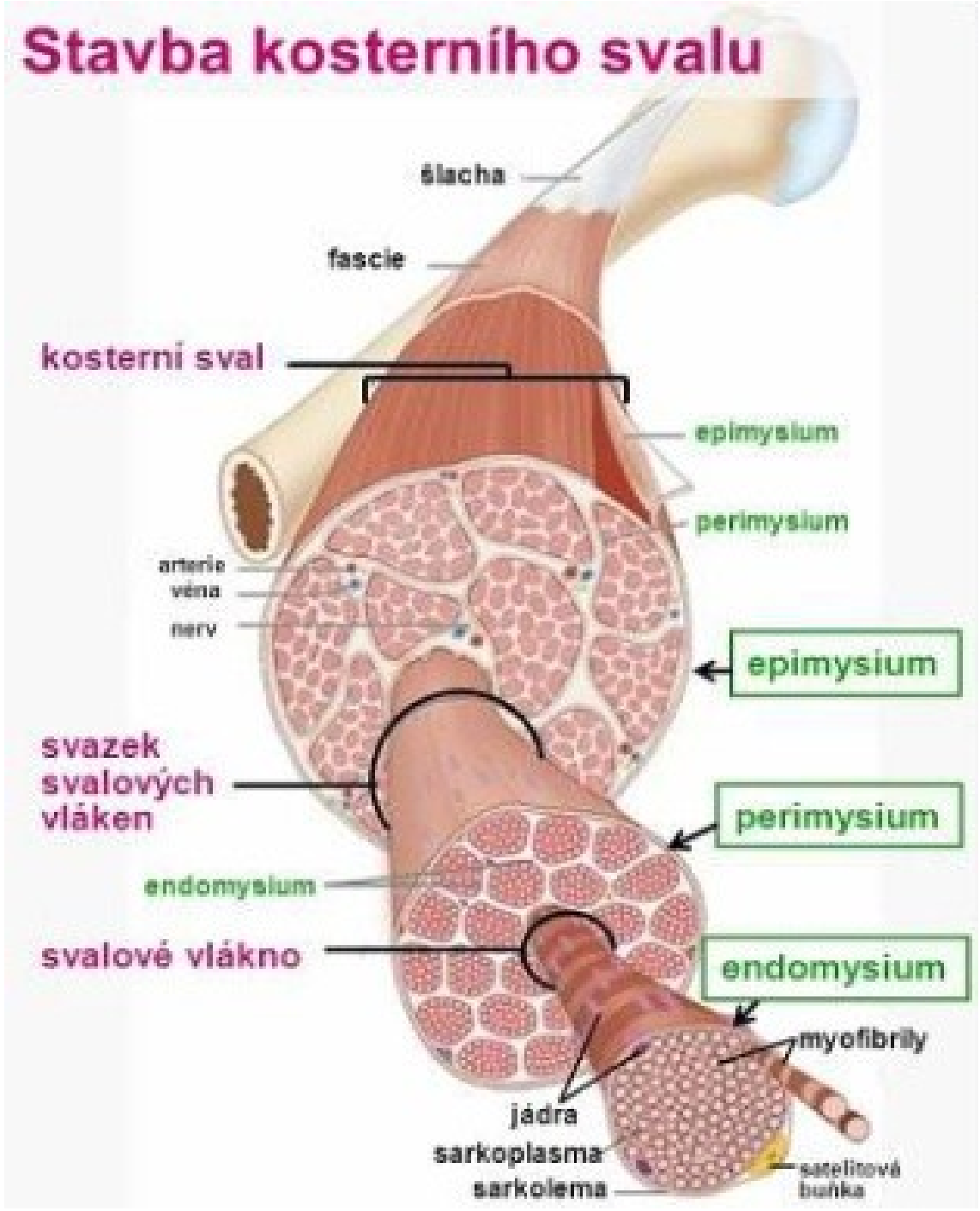


1. Příčně pruhovaná vlákna = základní aktivní složka svalu
2. Vazivo (obal = fascie, šlacha)
3. Pomocná svalová zařízení
4. Cévy a nervy svalové

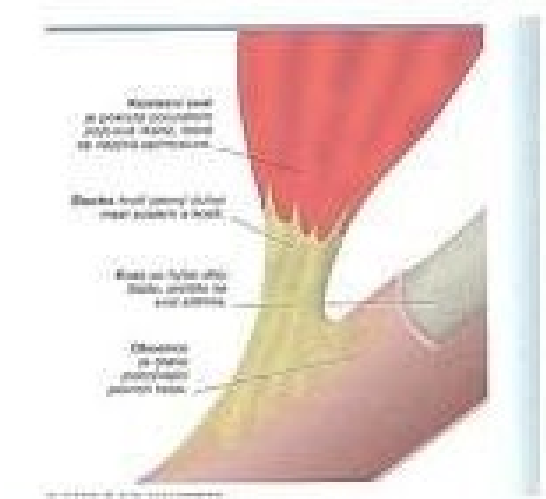
Svalová vlákna jsou pokryta vazivem - endomysiem, na povrchu svalových snopců je vazivové perimysium.
Na povrchu celého svalu je vazivové epimysium
a vazivová membrána - fascia („trubice“, ve které se sval pohybuje)

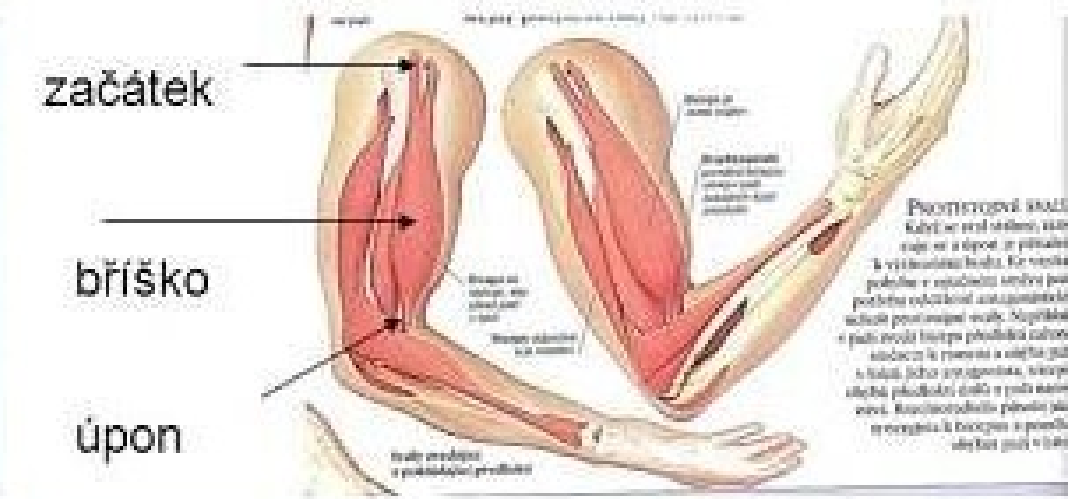


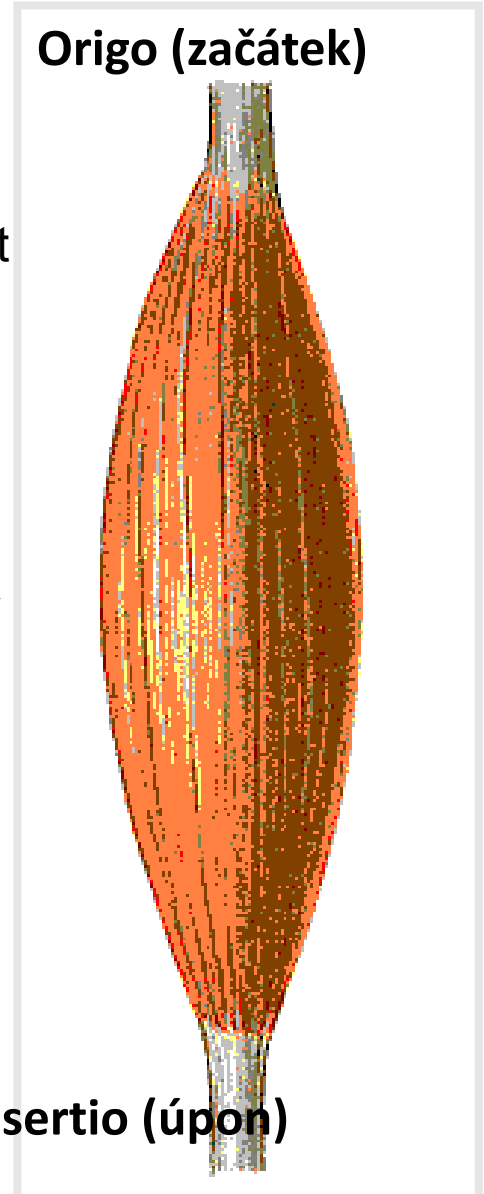
Stavba kosterního svalu



Obecná stavba svalu







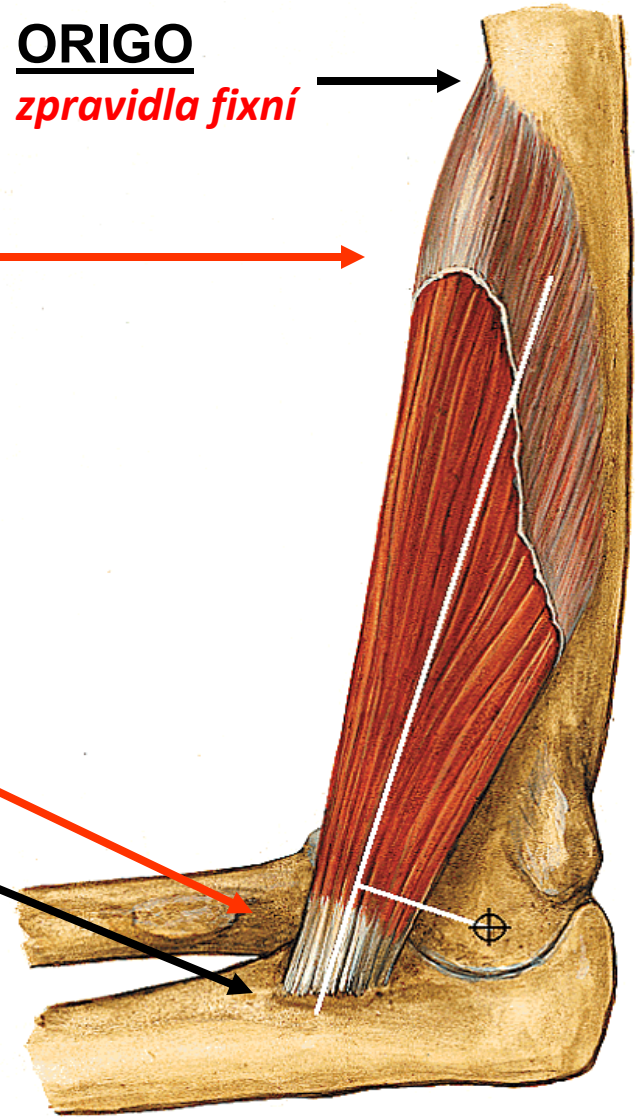
Funkční uspořádání svalu

ORIGO
zpravidla fixní

fascia

tendo

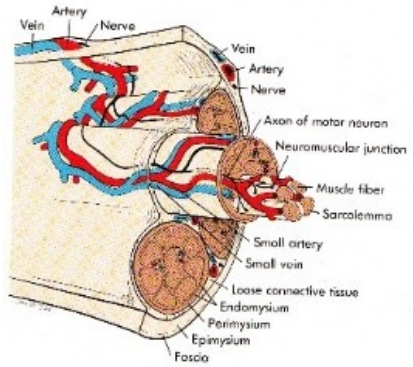
INSERTIO
(zpravidla mobilní)



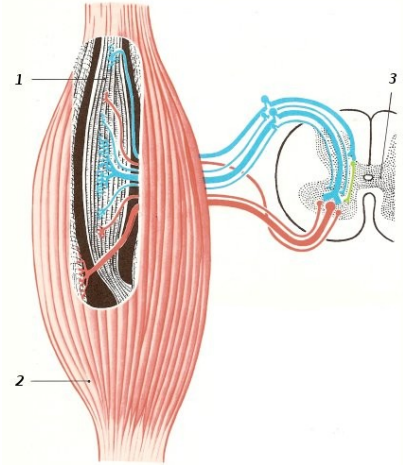
Část: masitá, šlašitá

Krevní a mízní cévy

(skrze hilus)



Nervy: motorická a senzorická vlákna



Šlacha (tendo)

Snopce paralelních zvlněných kolagenních fibril (tahový záběr kontrahujícího svalu je pružný), připojení Sharpeyovými vlákny ke kosti (schodovitě, s věkem klesá elastičnost šlach)

Peritendineum – externum a internum - pokryv

Pevnost šlachy – 6-12 kg na mm^2

Aponeurosa = šlacha plochých svalů !!!

Pomocná svalová zařízení

1) **Fascie** – obalují svaly, ztluštělá tvoří i mezisvalová septa, zajišťují vzájemnou kluznost, elasticitu, propojují funkční pohybové řetězce, podléhají zkracování a tuhnutí
   - pak omezují pohyb, chybí u mimických svalů a zevního svěrače konečníku
   (m. sphincter ani externus)

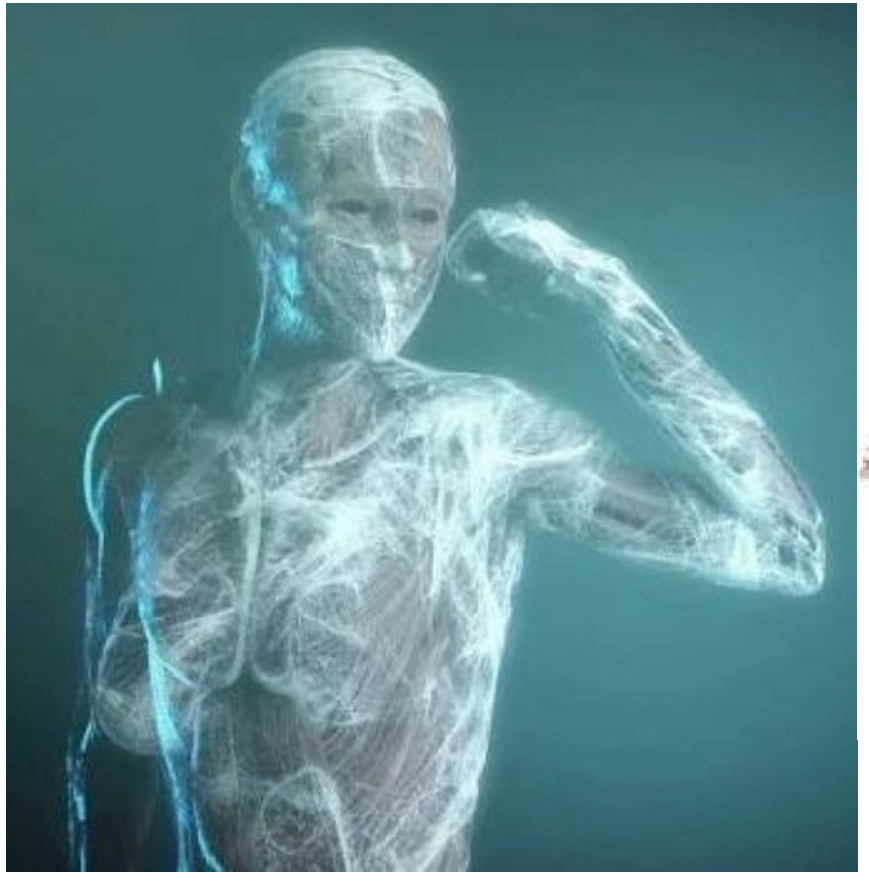
2) **Trochleae musculares** – vazivová poutka přidržující šlachu k podkladu, umožňují změnu směru tahu

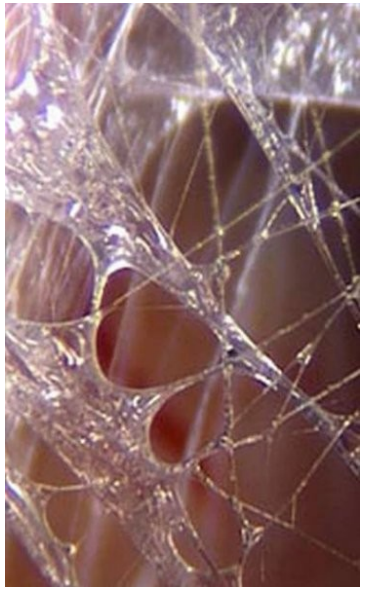
3) **Sesamské kosti**

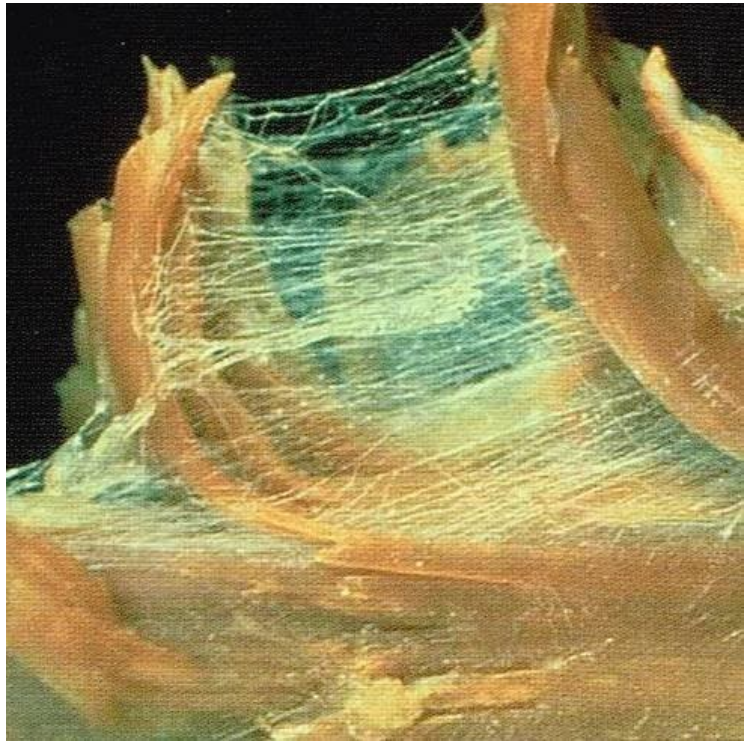
4) **Bursae synoviales** – v místě mechanického zatížení (podkožní, šlachové, některé komunikují s kloubní štěrbinou)

5) **Vaginae tendinum** (šlachové pochvy) – „trubicové burzy“ kolem některých šlach

Ad 1 - Fascie

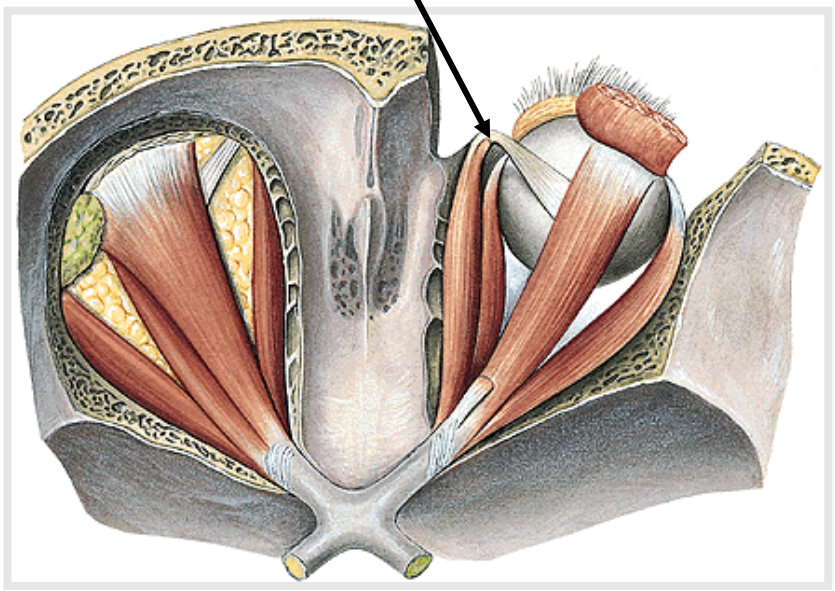




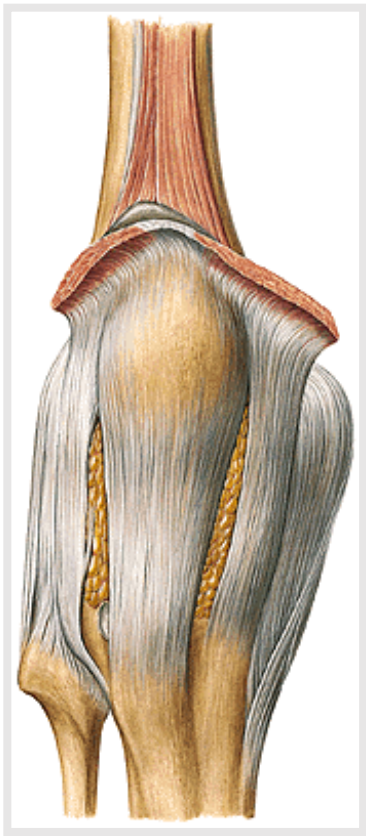


Ad 1) Fascie a intermuskulární septa

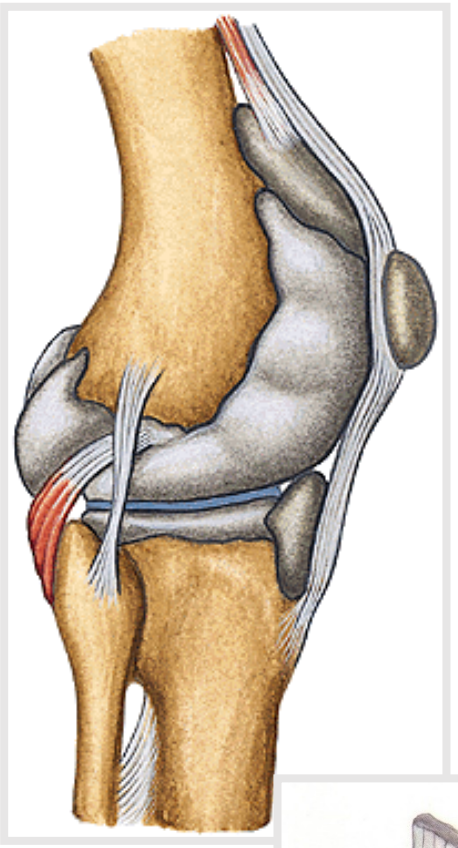
Ad 2) Trochlea

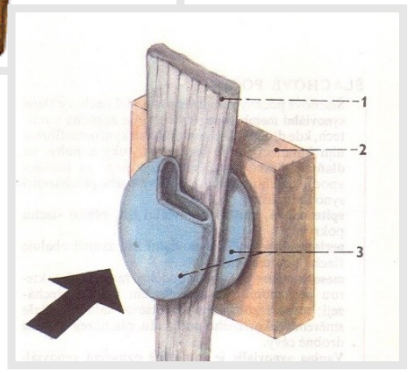


Ad 3) Sesamská kost



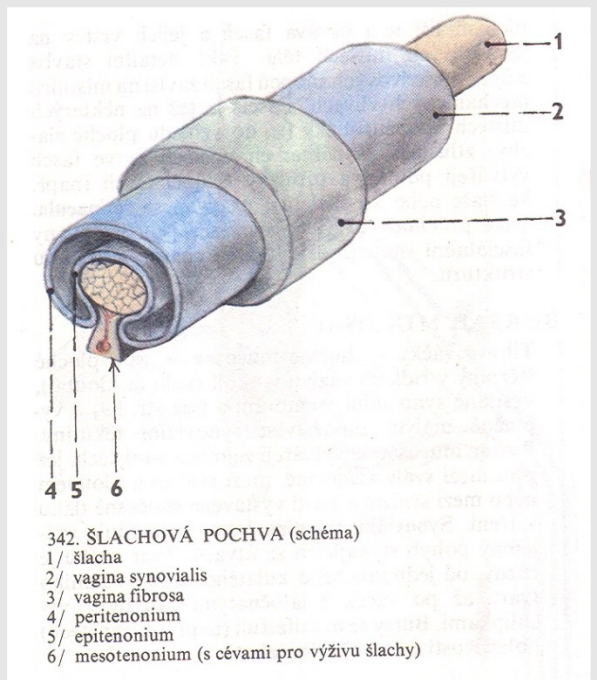
Ad 4) Bursae synoviales



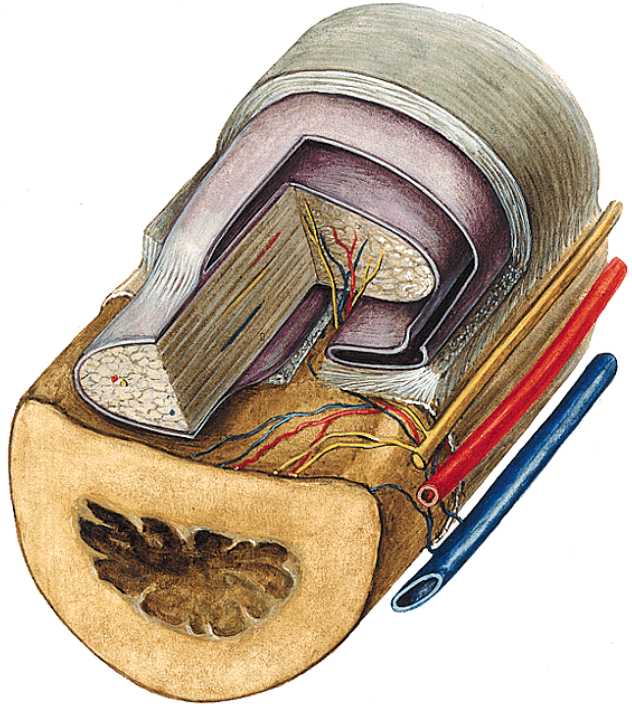


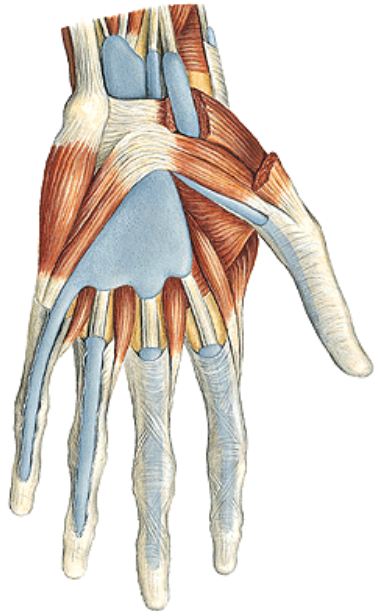
Ad 5) Vaginae tendinum - **šlachové pochvy = trubicovité burzy =prostory podél šlach se synovií - ochrana, výživa, skluz, přidržení k podkladu – šíření hnisavých zánětů!**
Pouze v oblasti ruky, nohy a ramenního kloubu!

Složení:
Stratum fibrosum – možnost komprese šlach, cév, nervů v osteofibrózních kanálcích
Stratum synoviale – dva listy spojeny mesotendineem, mezi nimi synovie – klouzavé pohyby

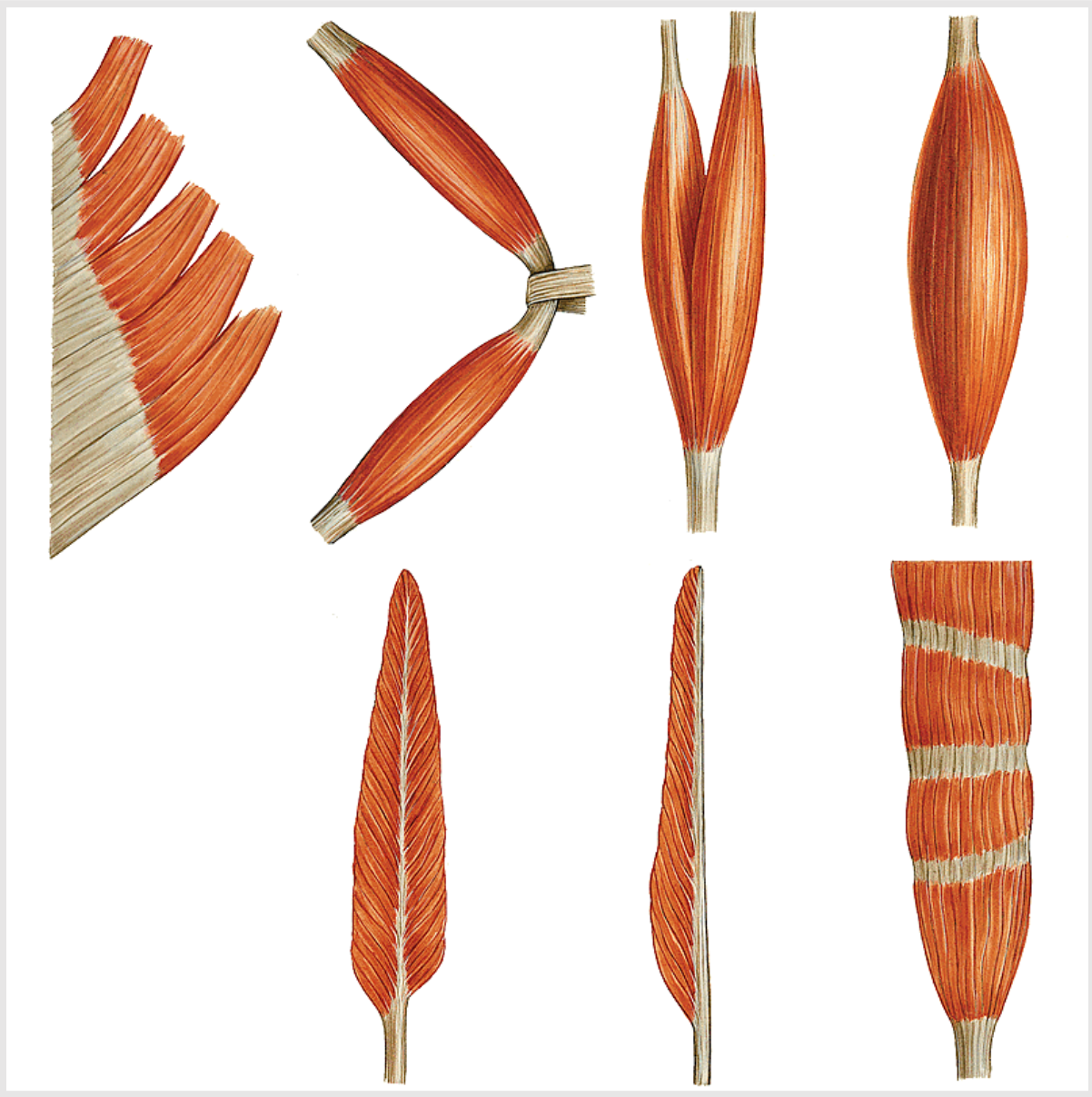


342. ŠLACHOVÁ POCHVA (schéma)
1/ šlacha
2/ vagina synovialis
3/ vagina fibrosa
4/ peritenonium
5/ epitenonium
6/ mesotenonium (s cévami pro výživu šlachy)



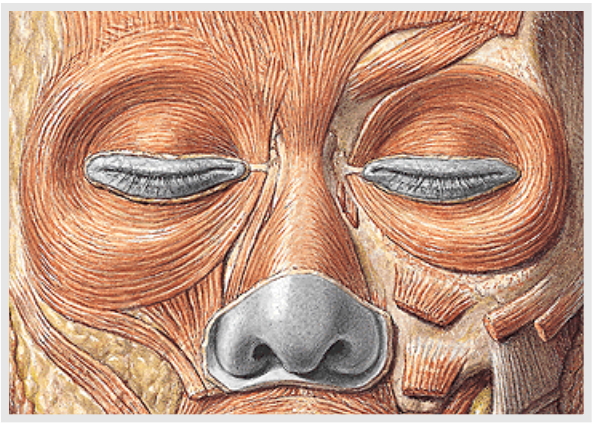


Rozdělení svalů podle tvaru



1) Svaly dlouhé
2) Svaly ploché
3) Svaly krátké
4) Svaly kruhovité (mm. orbiculares)
5) Sfinktery (svěrače)

Svaly jednoduché
Svaly složené (dvojhlavé, dvojbříškové…)
Typ zpeřený

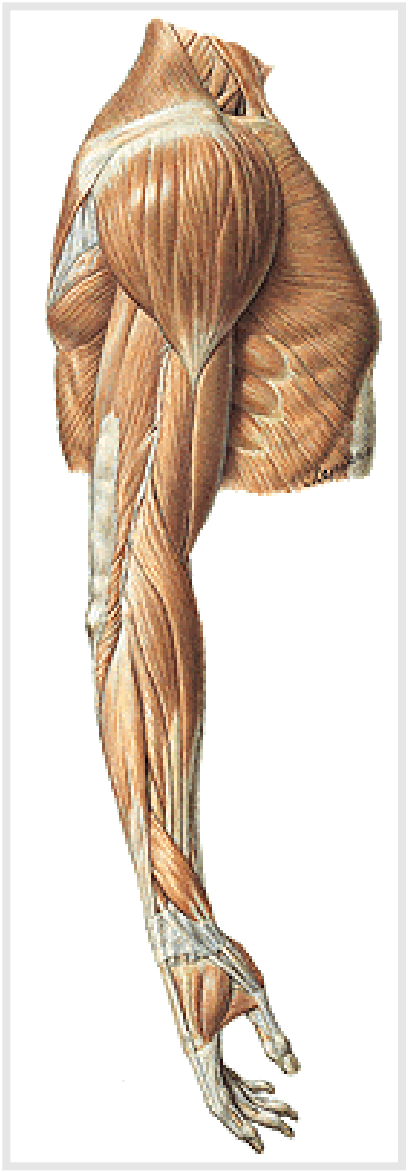


Rozdělení svalů podle funkce (hlavní, vedlejší)

Antagonisté x synergisté

flexory x extenzory

m. biceps brachii x m. triceps brachii



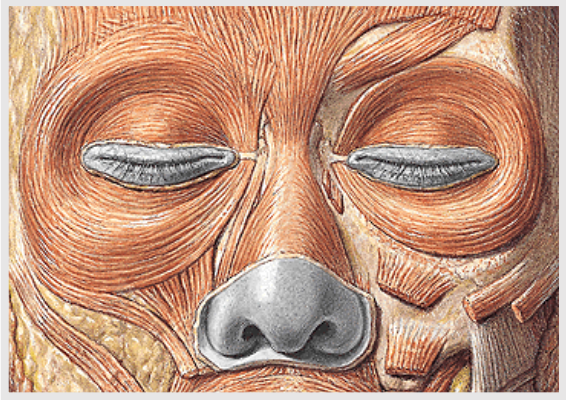
abduktory x adduktory

= m. abductor pollicis brevis x m. adductor pollicis

dilatátory x sfinktery

m. dilatator pupillae x m. sphincter pupillae

Stabilizátory- fixační svaly př. extenze kolene



Kontrakce **izometrické** **(nemění se vzdálenost konce a začátku svalu, jen napětí)**
Kontrakce **izotonická/kinetická** **(je generován pohyb, vzdaluje se začátek a úpon)**

Z hlediska tendence svalů ke zkracování a ochabování lze svaly rozdělit na:

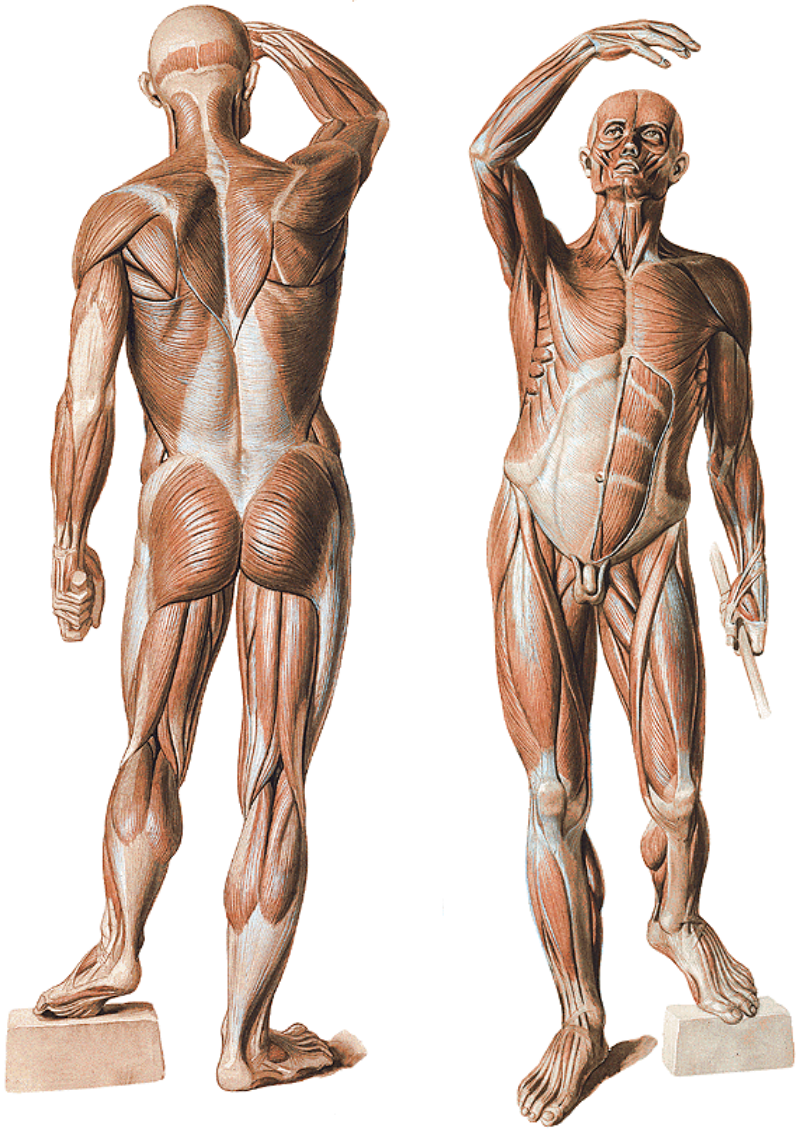
1) tonické svaly – zkracování

(svaly zadní strany DK, zádové, šíjové, prsní a m. iliopsoas)

2) fázické svaly – ochabování

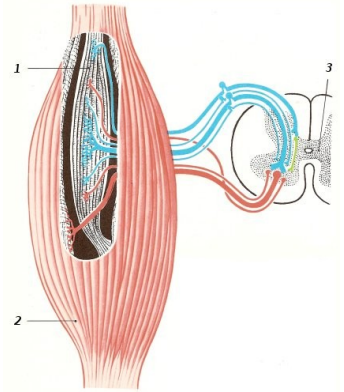
(ohybače krku, mezilopatkové a břišní svaly, svaly hýžďové)

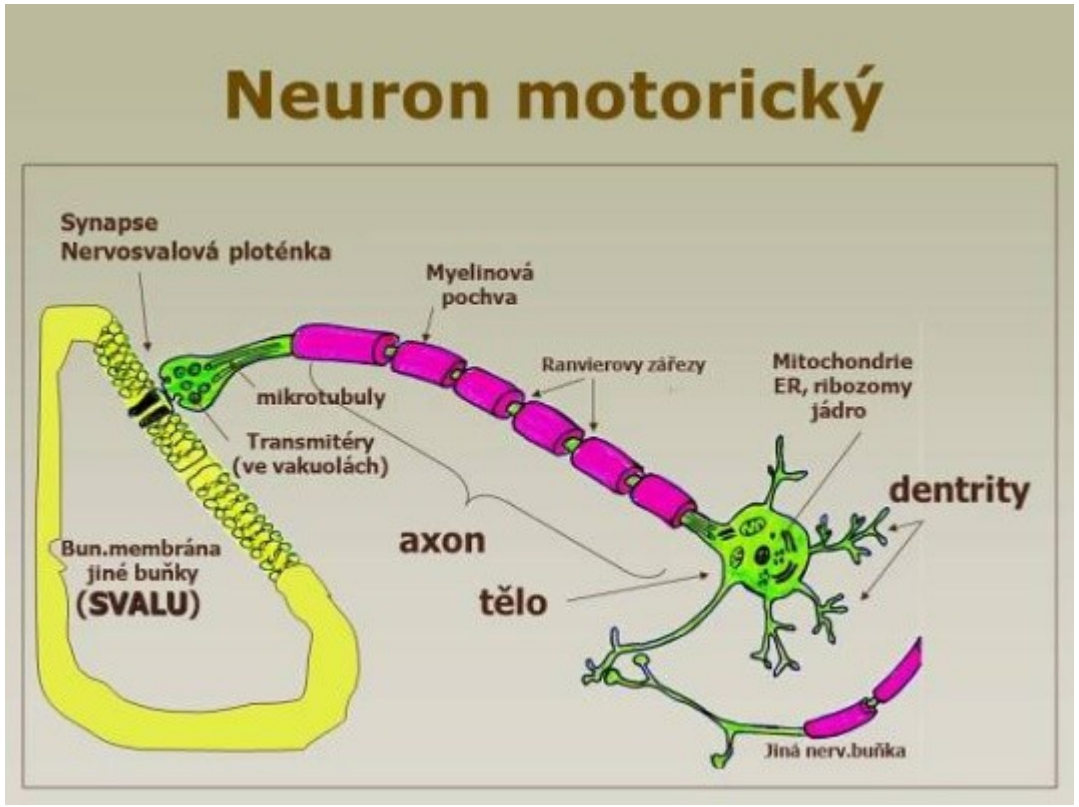
3) smíšené svaly

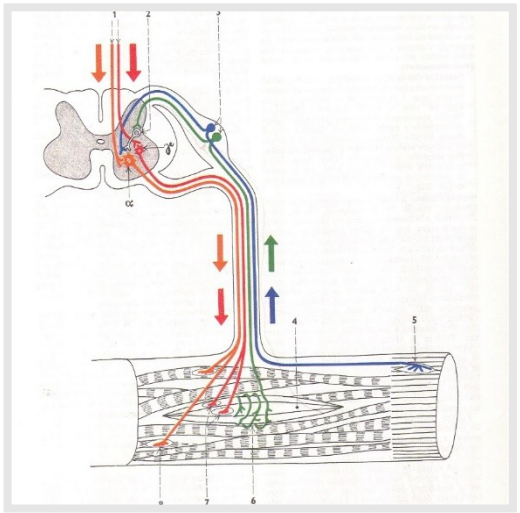


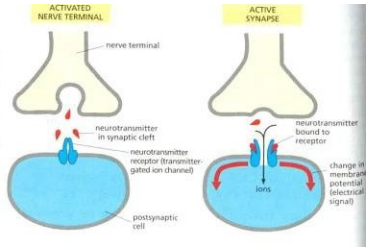
Sval tvoří se svým nervem funkční jednotku (motorická vlákna tzv. α motoneuronů - končí na **motorických ploténkách** ve svalu

O protažení svalu podávají informace sensitivními drahami svalová vřeténka a šlachová tělíska.









NERVOSVALOVÝ PŘENOS

KOSTERNÍ SVAL

NERVOSVALOVÁ PLOTÉNKA

- v nervové části ploténky se hromadí váčky s mediátorem, které se při průchodu akčního potenciálu nervovým vláknem otevřou do synaptické štěrbiny
- mediátor se vyplaví a naváže na postsynaptické receptory
- mediátorem je acetylcholin
- navázání mediátoru na receptor způsobí v postsynaptické membráně otevření kanálů pro sodné ionty, a vyvolá tak vznik akčního potenciálu svalové buňky
- tento potenciál se šíří po celé svalové buňce a T-tubuly je odváděn také k hlubším strukturám
- po aktivaci sarkoplazmatického retikula se do sarkoplazmy vylijí ionty Ca^{2+}, které se navážou na troponin, a tím umožní kontrakci

Neurohumorální řízení organismu

Humorální řízení:

fylogeneticky staré, pomalé, generalizované

Nervové řízení:

fylogeneticky mladé, rychlé, cílené

Nervová soustava

morfologicky a funkčně vysoce specializovaná tkáň

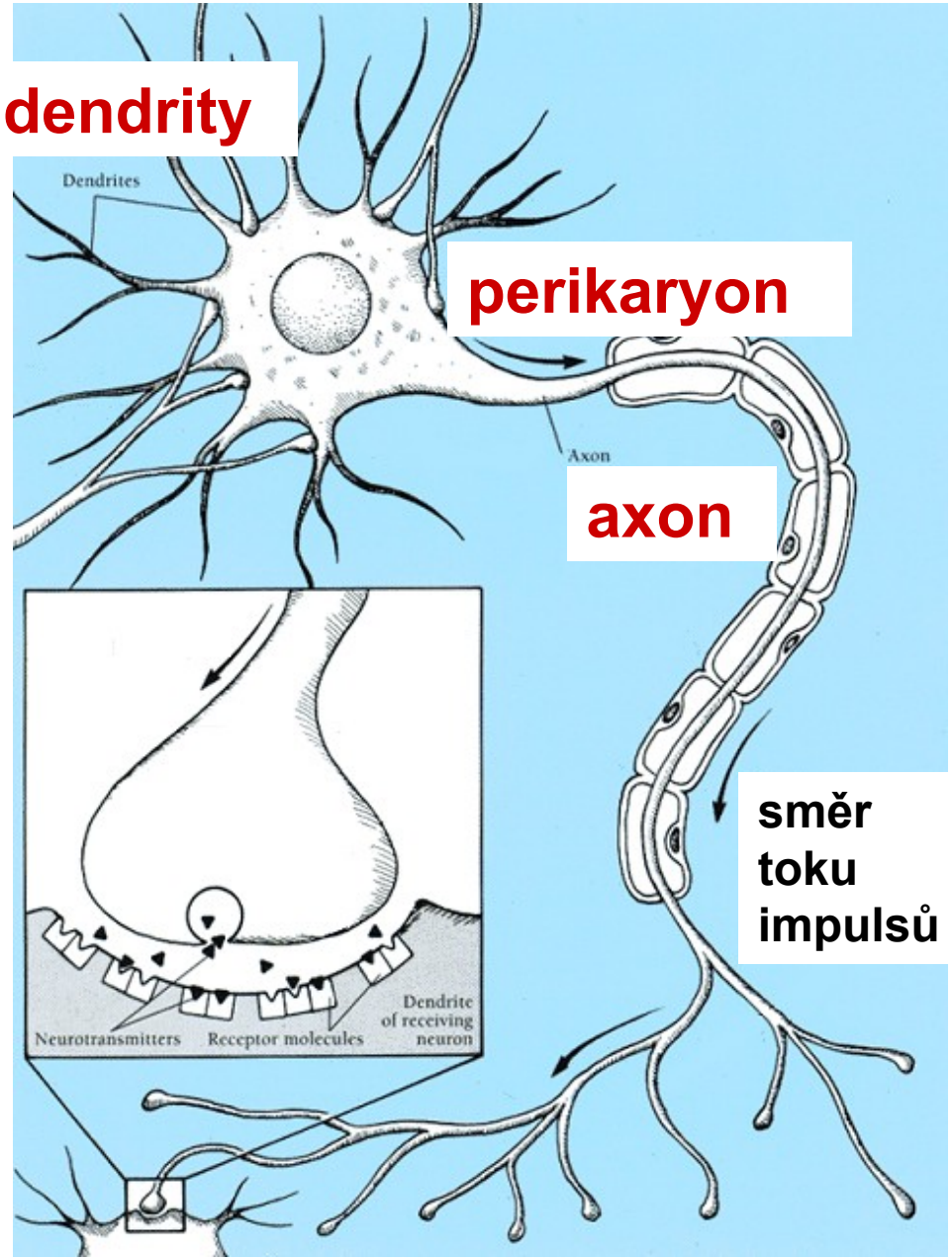
- zprostředkuje vztahy mezi vnějším prostředím a organismem a mezi orgány uvnitř organismu
- přijímá, třídí a vytváří signály - vzrušivost
- zabezpečuje jejich šíření - vodivost
- informace zpracovává a zajišťuje jejich odpověď

- **V organismu tvoří nervová soustava:**

  centrální nervový systém – CNS (telencephalon, mozkový kmen, mícha)
  periferní nervový systém - PNS (hlavové, míšní a vegetativní / autonomní nervy)

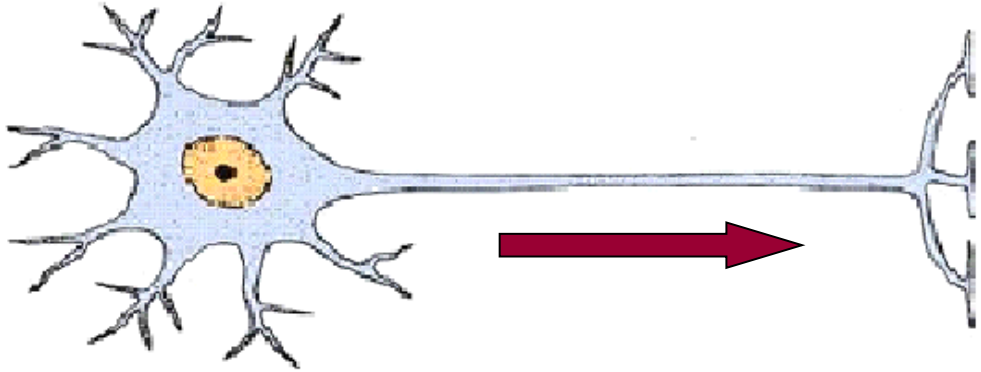
- **základní morfologická a funkční jednotka = neuron**
- **buňky pomocné = gliové buňky**

Neuron

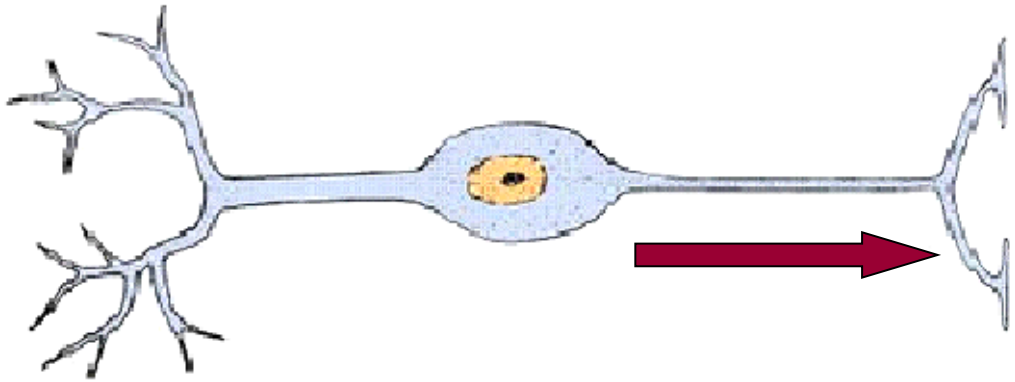


Schwannova pochva (jednoduchý obal)
Myelinová pochva spirálovité obtočené Schwannovy buňky s tukem - PNS
Oligodendroglie v CNS
Ranvierovy zářezy
internodální segmenty

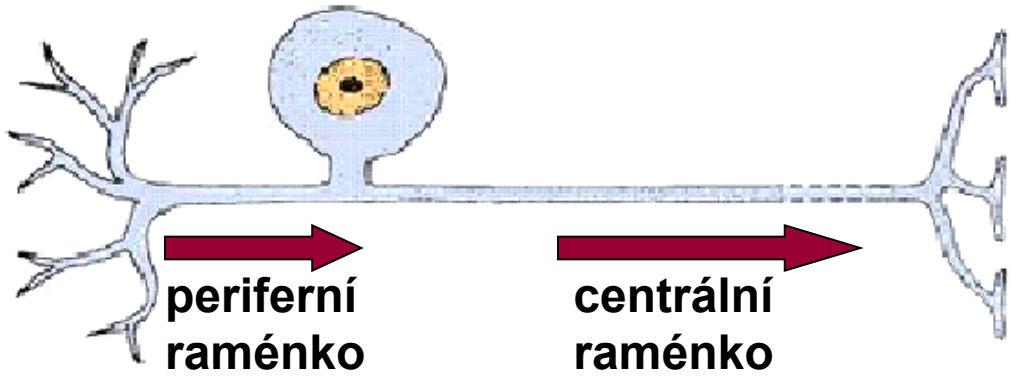
TYPY NEURONŮ (morfologické dělení)



Multipolární
(motorické, eferentní)



Bipolární



Pseudounipolární
(senzitivní, aferentní)

TYPY NEURONŮ (funkční dělení)

1. **SENZITIVNÍ/SENZORICKÉ** (cítivé, ascendentní, aferentní, centripetální)
   - Somatosenzitivní (propriocepce, exterocepce)
   - Viscerosenzitivní (interocepce)

2. **MOTORICKÉ** (odstředivé-centrifugální, eferentní, descendentní)
   - Somatomotorické a branchiomotorické (k příčně pruhované svalovině)
   - Visceromotorické = autonomní NS (k hladké a srdeční svalovině, ke žlázám) (sympaticus, parasympaticus)

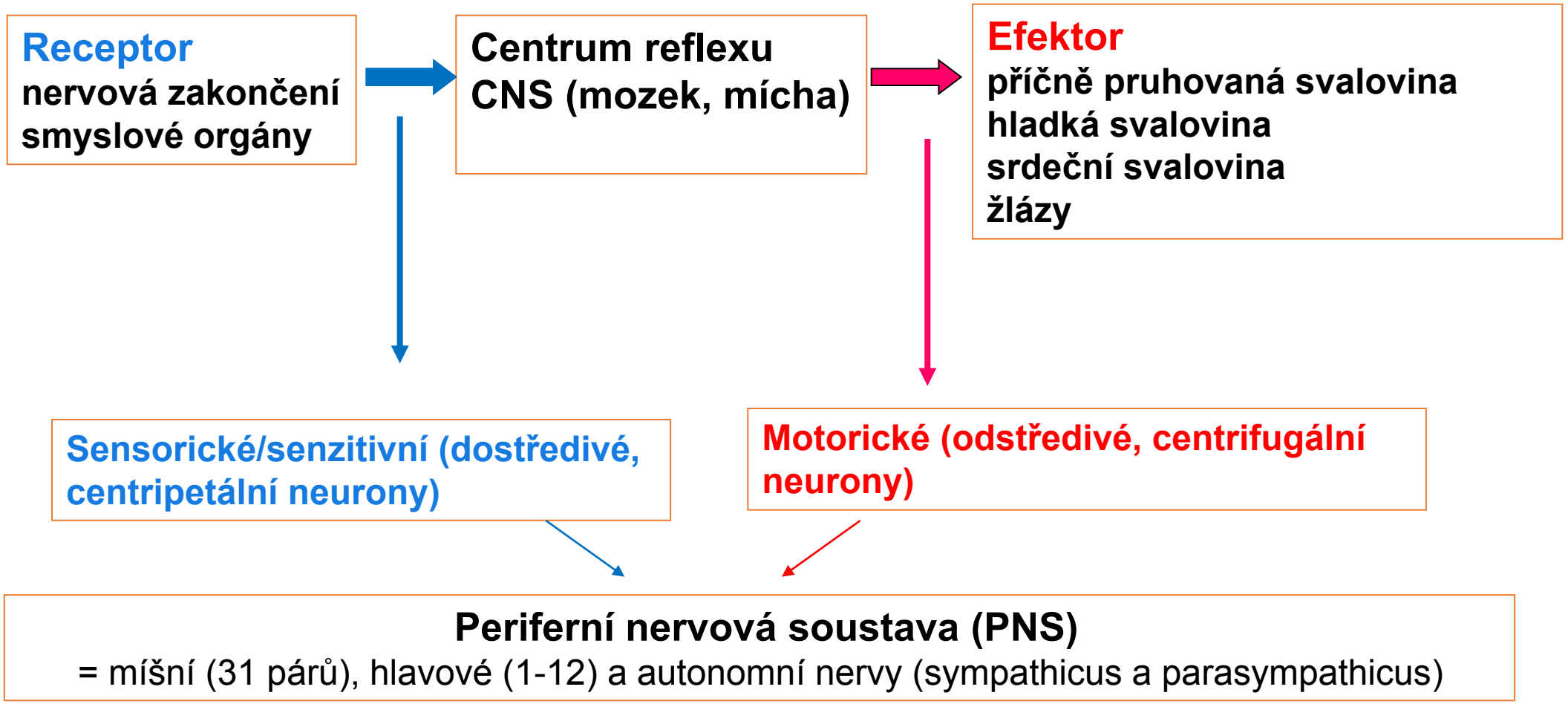
3. **INTERNEURONY**

Princip nervového řízení

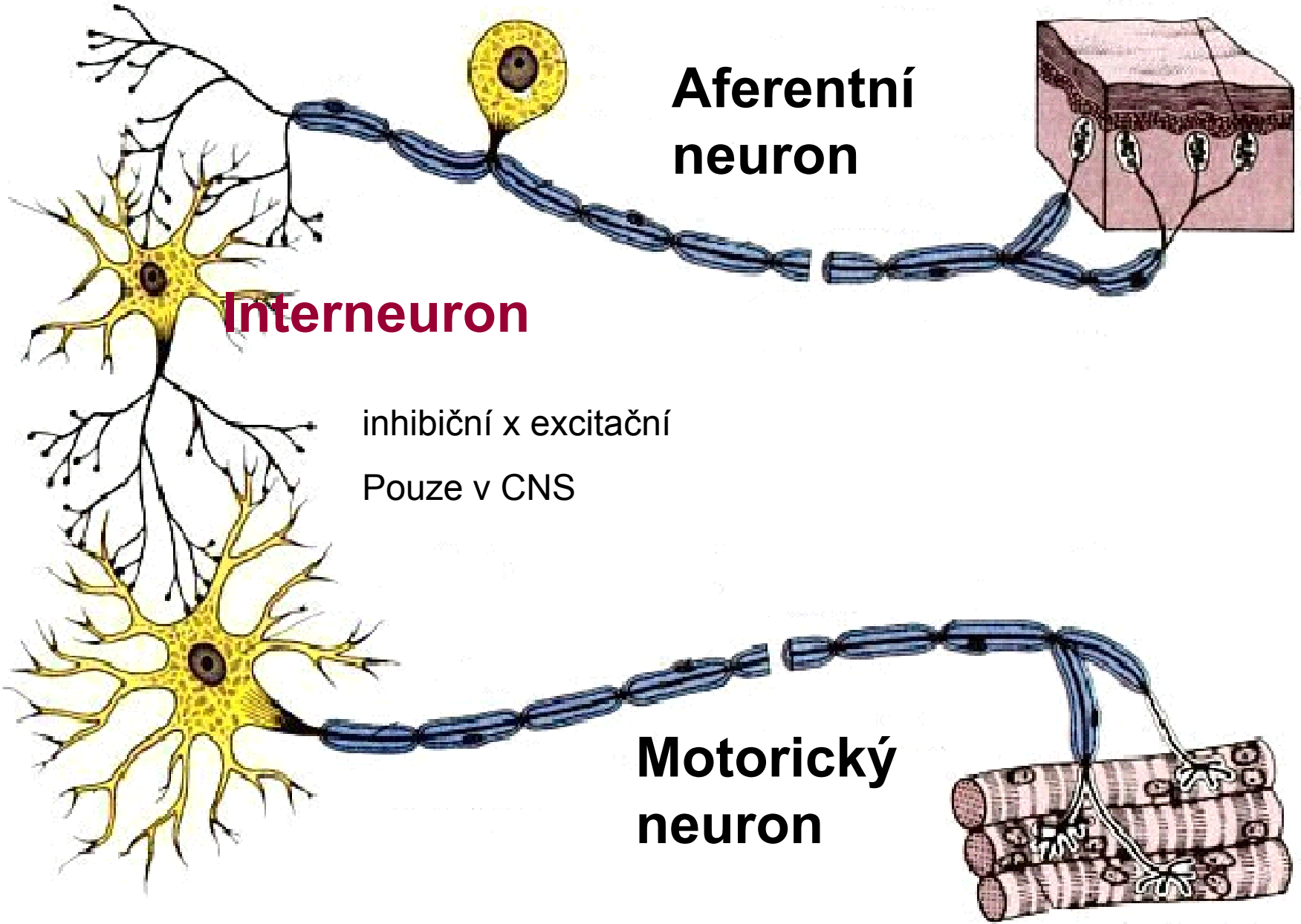
Základní funkční prvek NS je reflex

1. **příjem informací** (pomocí smyslových orgánů - nervových zakončení, smyslových orgánů - zachycování a zaznamenávání podnětů z okolí – teplo, tlak, hluk)
2. **zajištění přenosu podnětů do CNS** – dostředivými (senzitivními nervy)
3. **vyhodnocení a vytvoření výstupní informace** (v CNS)
4. **přenos informace k výkonným orgánům** (pro svalové buňky hladké, příčně pruhované a srdeční svaloviny a žlázy) odstředivými (motorickými nervy)

ZÁKLADNÍ SCHÉMA ČINNOSTI NERVOVÉ SOUSTAVY



Míšní reflex



Aferentní neuron

Interneuron

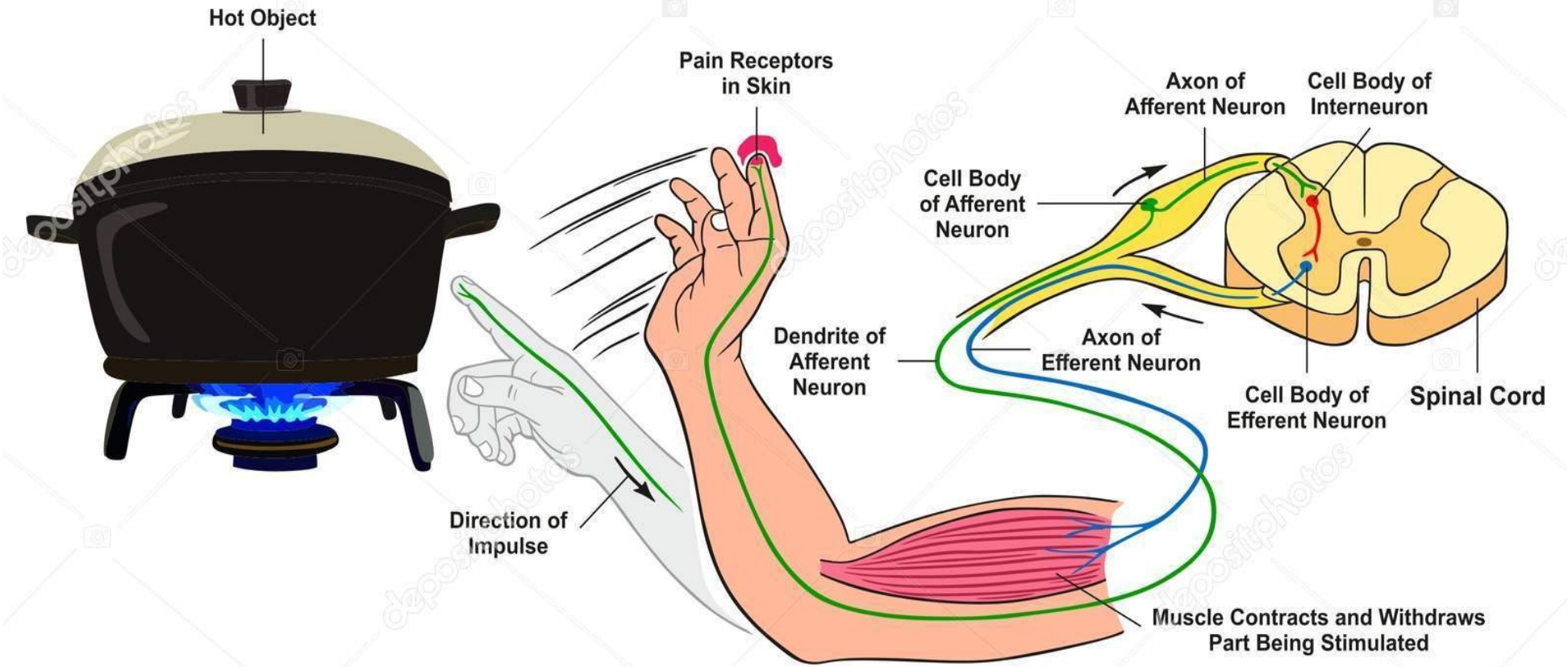
inhibiční x excitační

Pouze v CNS

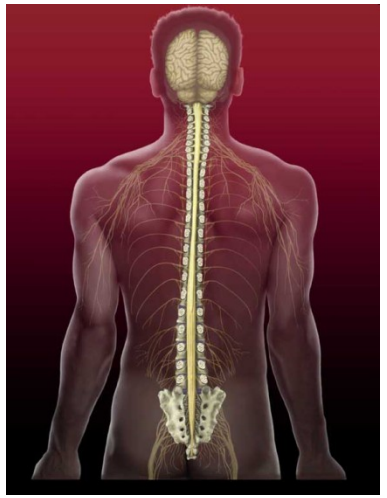
Motorický neuron

Reflex Arc

(Polysynaptic Reflex)



ROZDĚLENÍ NERVOVÉHO SYSTÉMU

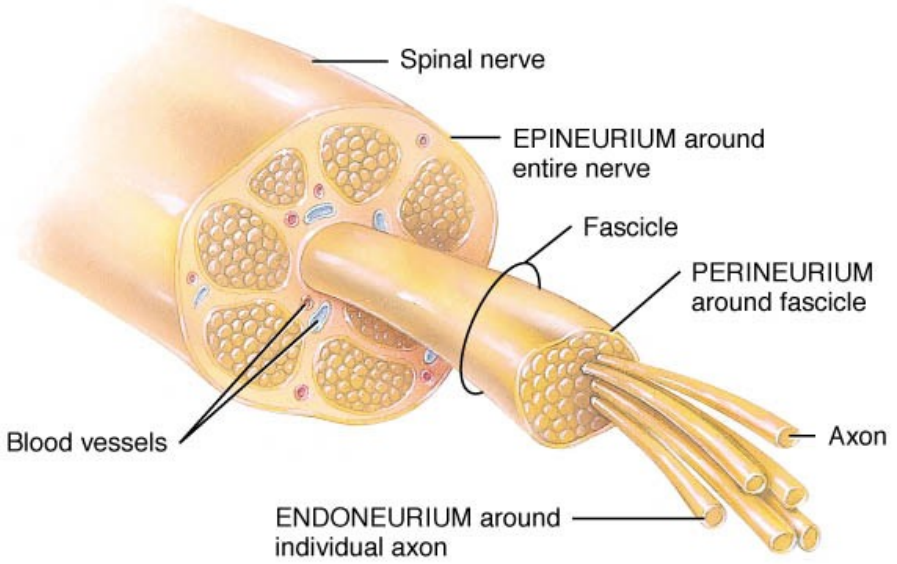


1. **Centrální (CNS)** – mícha, mozek

   Substantia grisea **(šedá hmota)** - perikaryony a neuropil (cortex, nuclei)
   Substantia alba **(bílá hmota)** – myelinizovaná nervová vlákna

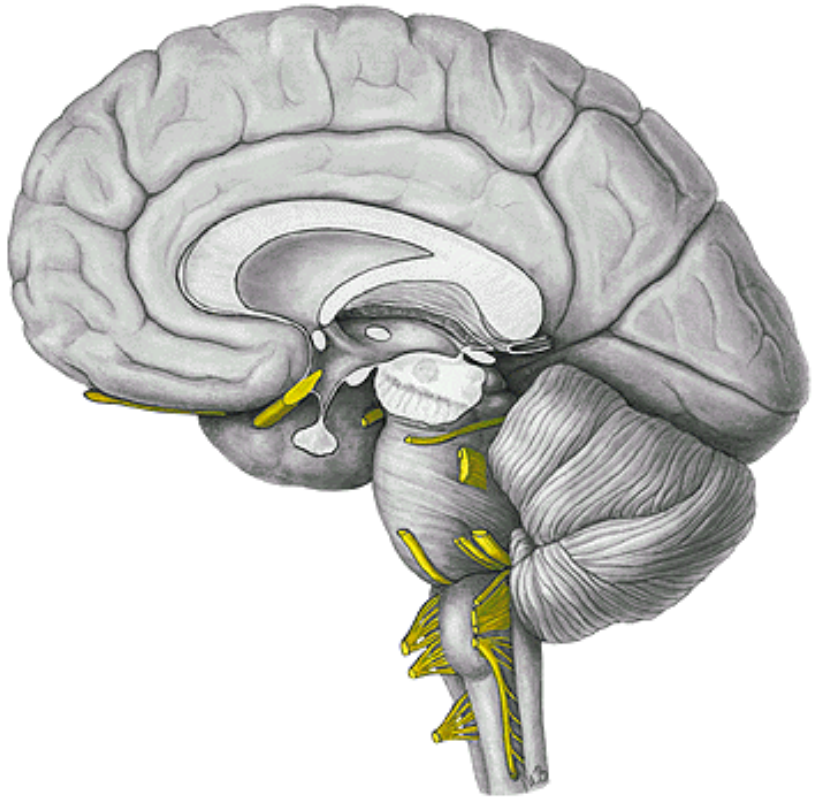
2. **Periferní NS** – míšní, hlavové a autonomní nervy (senzitivní, motorické, smíšené)

   svazky nervových vláken

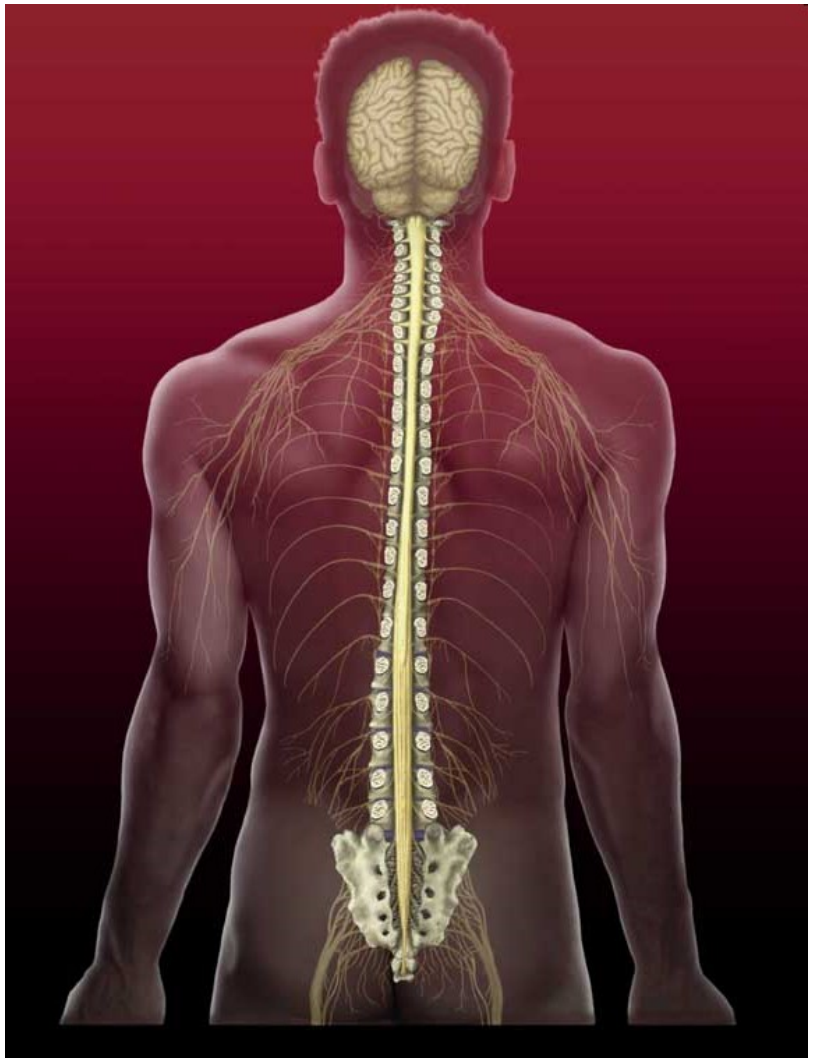


PERIFERNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

hlavové nervy - 12 párů

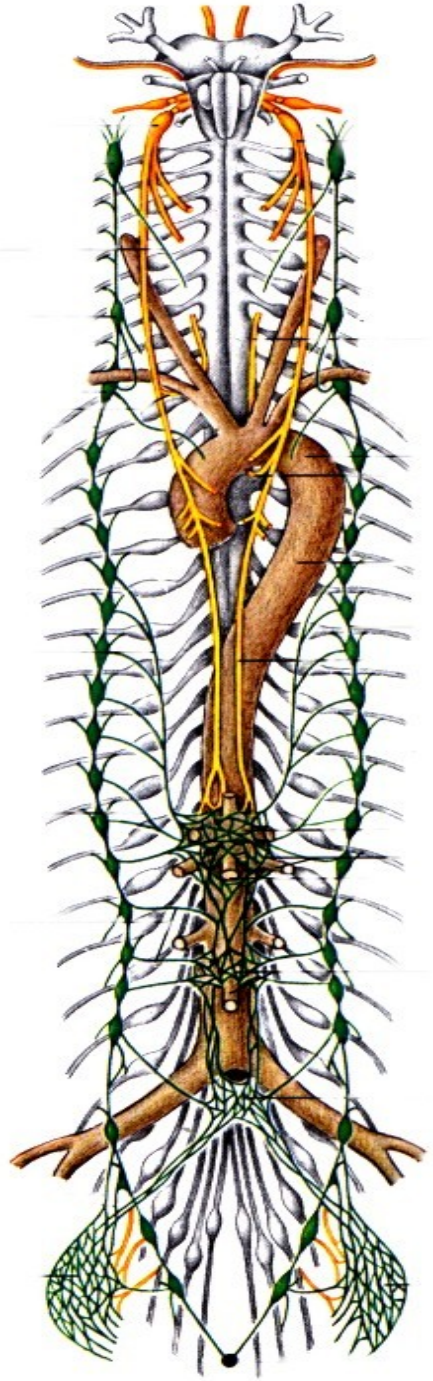


míšní nervy - 31 párů



Vegetativní (autonomní) nervy (sympaticus a parasympaticus)

Aby mohl autonomní nerv ovlivnit cílový orgán (žlázu, hladkou nebo srdeční svalovinu) , musí se na periferii přepojit v příslušném autonomním gangliu!



Míšní nerv (nervus spinalis)

Mícha na řezu:

Substantia grisea (šedá hmota - uvnitř) - perikaryony a neuropil (jádra) - přední roh (cornu anterius), pars intermedia a zadní roh (cornu posterius)

Substantia alba (bílá hmota – po obvodu) – myelinizovaná nervová vlákna

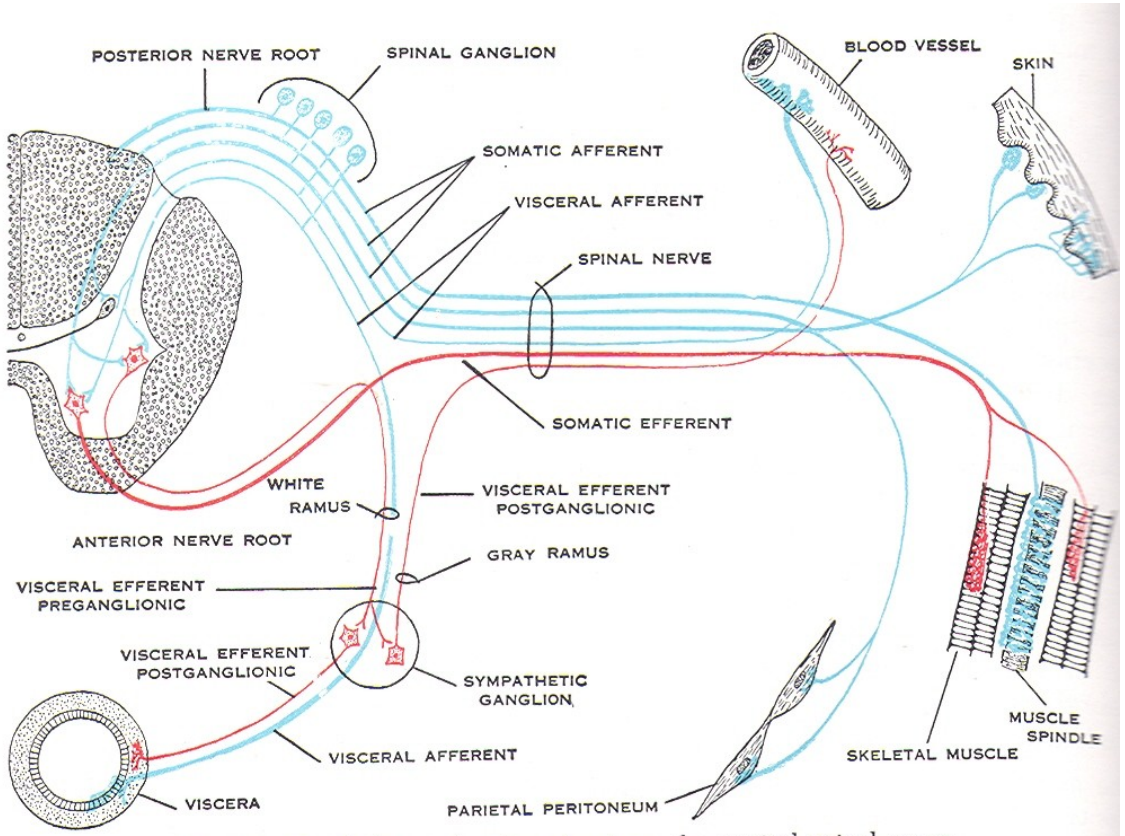
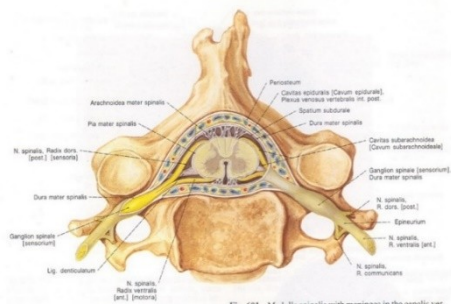


FIG. 12–27.—Scheme showing structure of a typical spinal nerve.

Míšní nerv (nervus spinalis)

Přední roh míšní (cornu anterius) s motorickými jádry (nakupení těl nervových buněk)
Zadní roh míšní (cornu posterius) senzitivní jádra k přepojení do vyšších etáží CNS



Do zadního rohu vstupují senzitivní vlákna a tvoří radix dorsalis

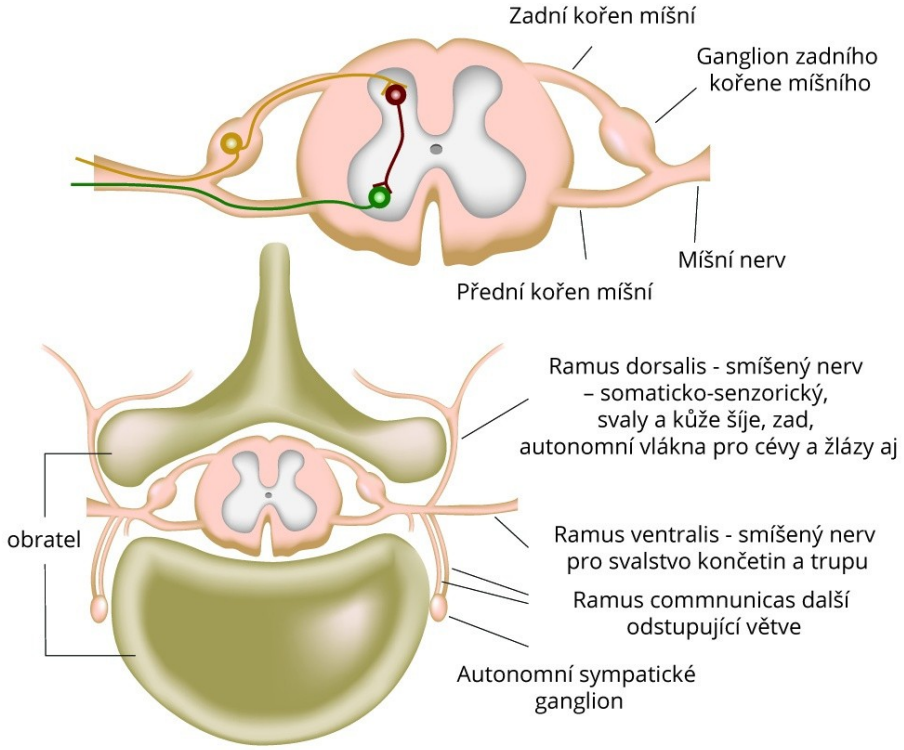
Z předního rohu vystupují motorická vlákna a tvoří radix ventralis

vně foramen intervertebrale jsou vlákna smíšena a tvoří:

Ramus dorsalis (smíšený)
Ramus ventralis (smíšený)
Obou rami se účastní ramus communicans griseus

Ramus communicans albus
Ramus communicans griseus } sympatikus

Mícha, příčný řez



Rozdíl radix anterior x ramus ventralis !!!
radix posterior x ramus dorsalis !!!

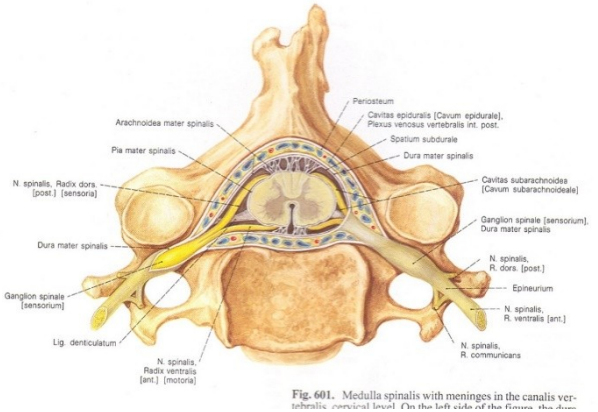


Fig. 601. Medulla spinalis with meninges in the canalis ver-

31 párů míšních nervů:

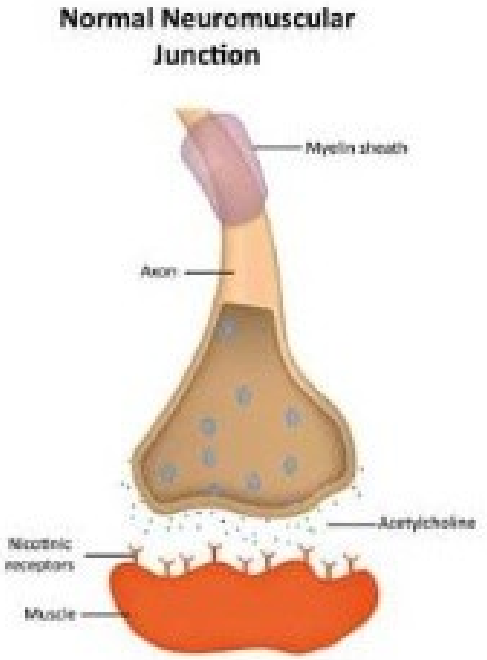
krční spinální nervy C1-8 (první vystupuje mezi atlasem a týlní kostí, poslední mezi C7 a Th1)

hrudní Th – 12

bederní L – 5

křížové S – 5

kostrční Co – 1



Nervosvalová ploténka(motorická ploténka - mediátorem je acetylcholin) – impulzy z nervového vlákna se přenášejí na svalové vlákno, které reaguje stahem.

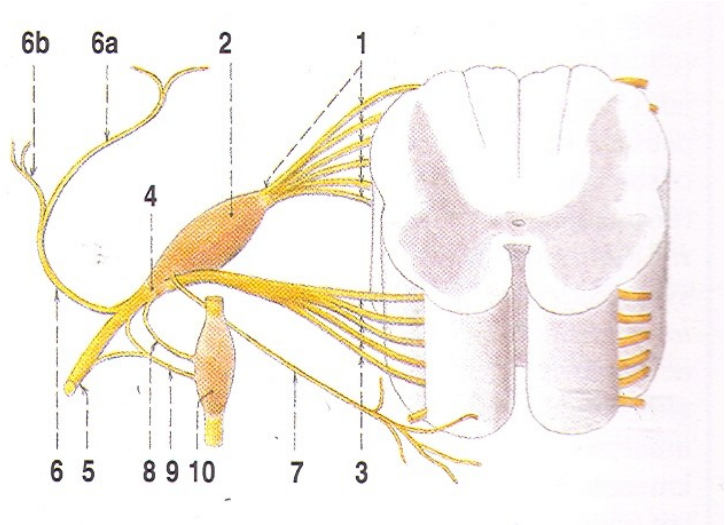
Míšní nerv

31 párů – po spojení zadních (sensitivních) a předních (motorických) kořenů vystupují z páteřního kanálu ve foramina intervertebralia míšní nervy (smíšené)

Míšní nervy obsahují tato nervová vlákna (axony, neurity):

1) Dostředivá (aferentní, sensitivní) nervová vlákna začínají na periferii organismu svými zakončeními = receptory- exteroreceptory, interoreceptory, proprioreceptory /sbírají informace z pohybového aparátu/.

V receptorech se podněty z vnějšího i vnitřního prostředí mění na nervové vzruchy, které jsou periferním nervem vedeny do buněk spinálního ganglia a z nich zadním kořenem do míchy. Jádra v míše převádí impulsy do vyšších ústředí.



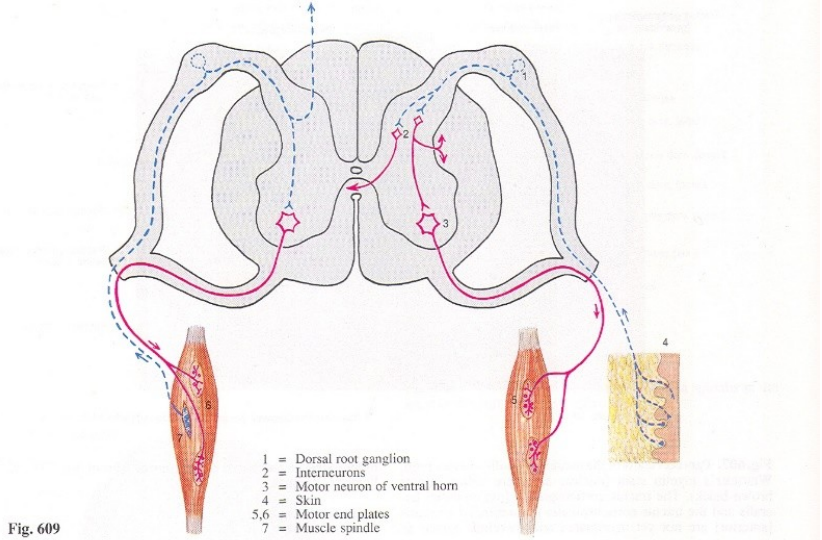


Fig. 609

2) Odstředivá (eferentní, motorická) začínají v motoneuronech předních rohů míšních, jako jejich axony vystupují předními míšními kořeny – somatomotorické nervy.

Visceromotorická vlákna jdou z viscerálních motoneuronů postranních rohů míšních a vystupují jako rami communicantes albi také předními kořeny, po přepojení v příslušných vegetativních gangliích se vrací do míšního nervu jako rr. communicantes grisei (slouží k inervaci cév, hladkého a srdečního svalstva a žláz).

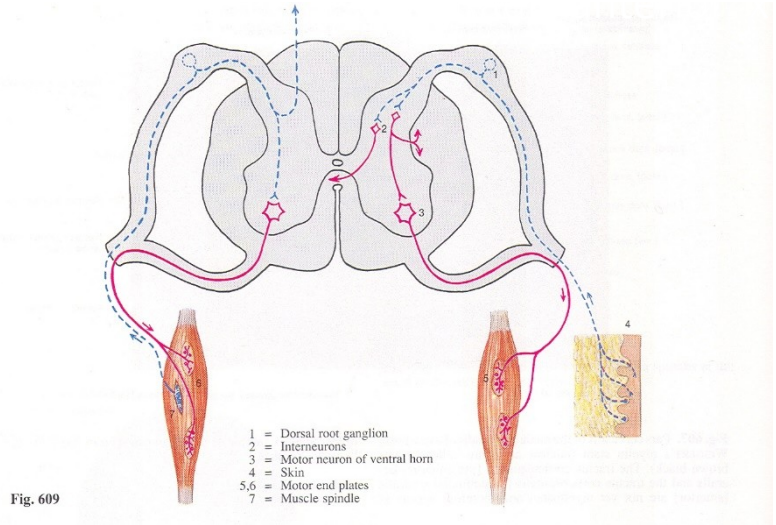


Fig. 609

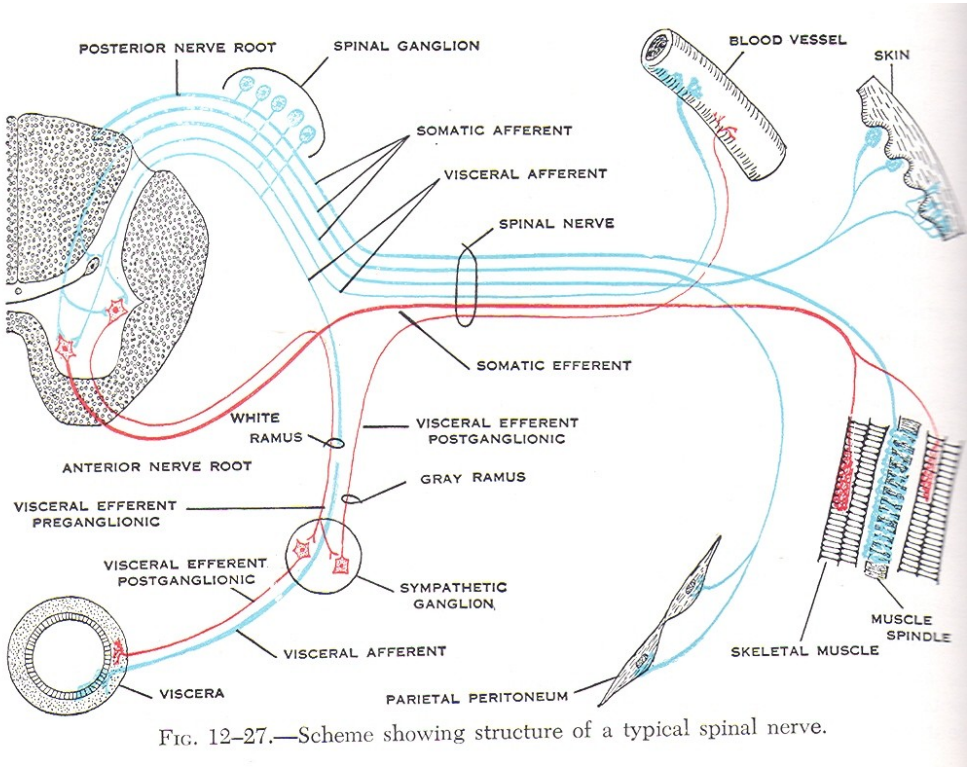


FIG. 12–27.—Scheme showing structure of a typical spinal nerve.

Po výstupu z **foramen intervertebrale** se spinální nerv dělí:

1. r. ventralis – smíšený, vytváří pleteně *(plexus cervicalis, brachialis, lumbalis, sacralis + mezižeberní nervy)*

2. r. dorsalis je slabší než ventralis, smíšený, proráží na zadní stranu těla a inervuje hluboké zádové svaly a kůži zad

3. r. meningeus se vrací do páteřního kanálu a inervuje tvrdou plenu míšní, periost, *disci intervertebrales* a vazy páteře

4. ramus communicans griseus (nemyelinizovaná vlákna jsou součástí míšního nervu) pro žlázy, cévy a hladkou a srdeční svalovinu (v míšním nervu)

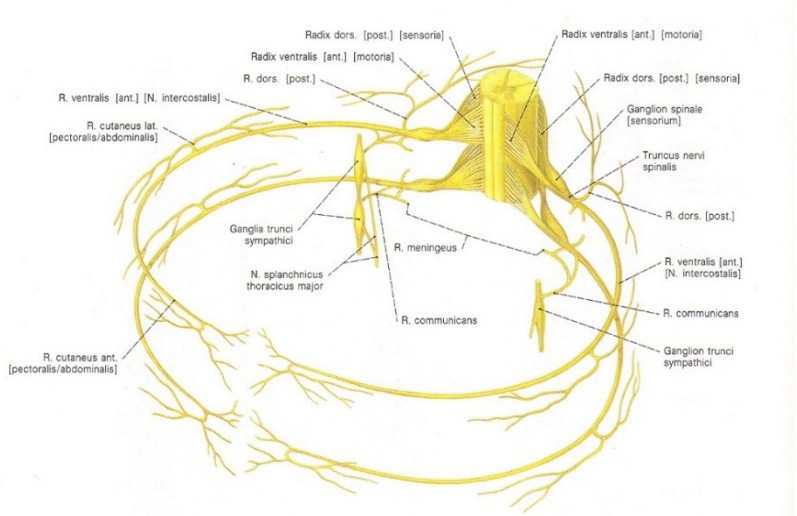


Fig. 599. Representation of two thoracic segments of the medulla spinalis with corresponding segmental nervi spinales (nervi thoracici) and their branches.

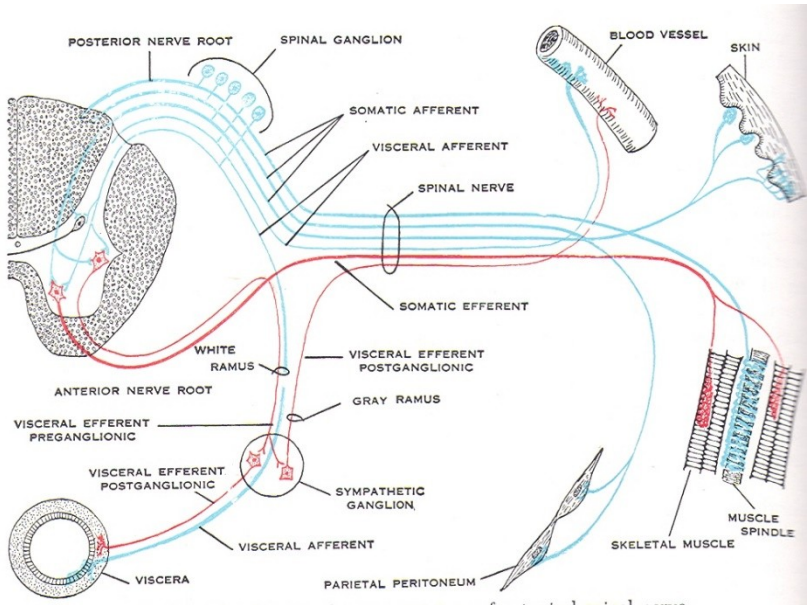
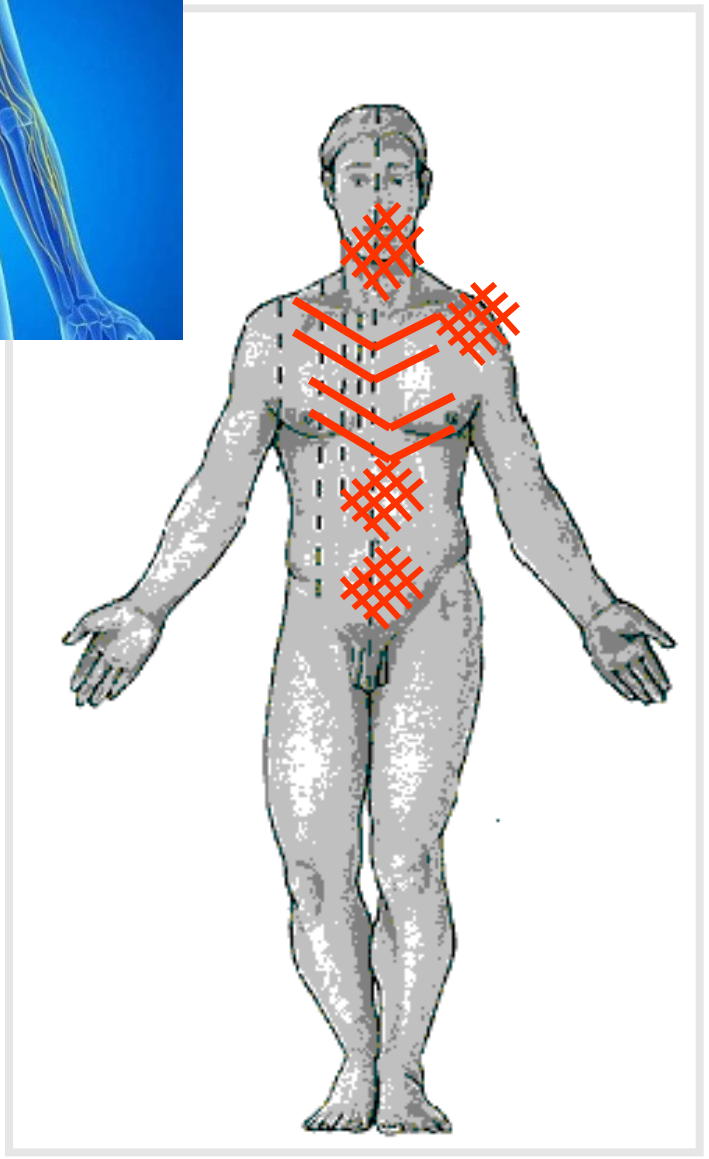


Fig. 12–27.—Scheme showing structure of a typical spinal nerve.

Inervace kosterních svalů

Epaxiální, hypaxiální svalstvo



Hlavové nervy (III. – XII.)

Míšní nervy (31)

- zadní větve
  epaxiální svalstvo
- přední větve
  hypaxiální svalstvo

plexus cervicalis

plexus brachialis

nn. intercostales

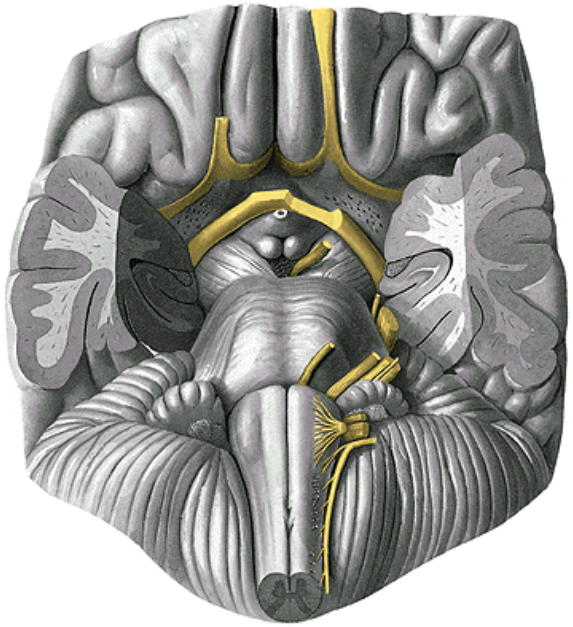
plexus lumbalis

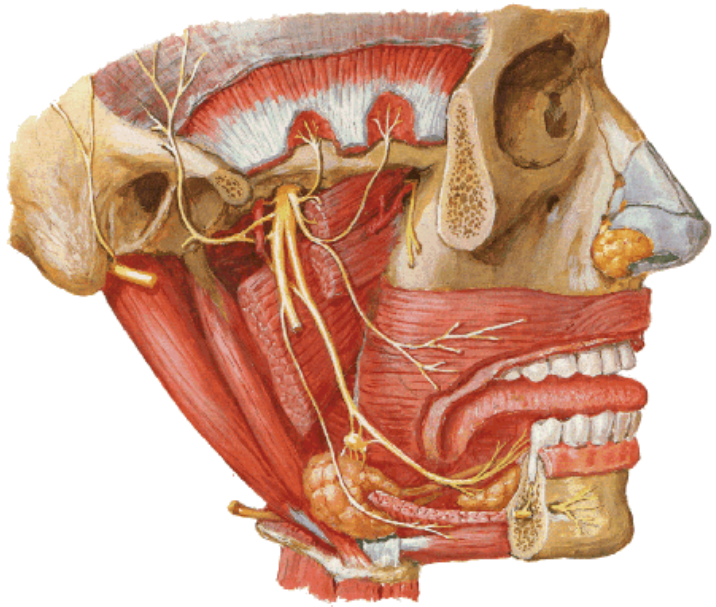
plexus sacralis

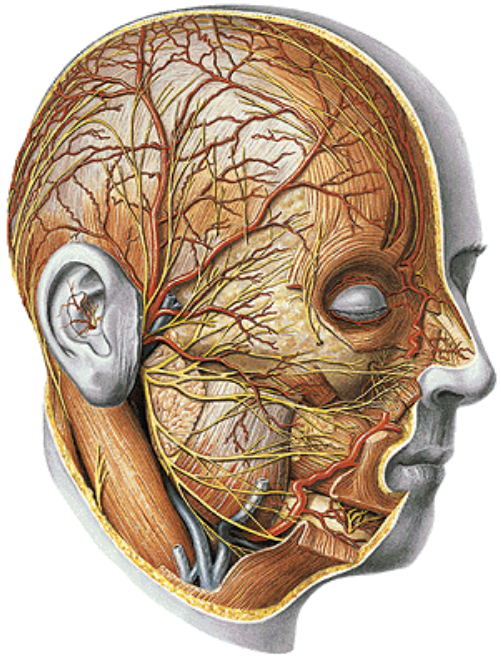
Hlavové nervy

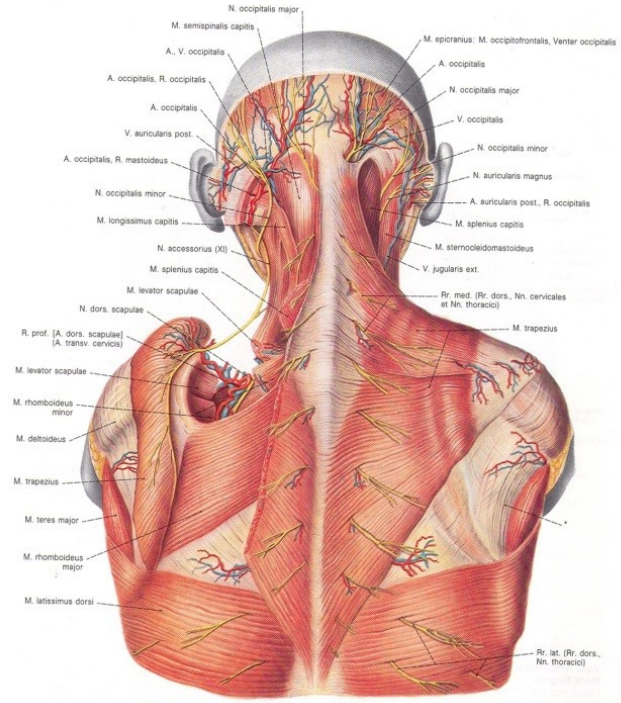
(nn. craniales)

I. N. olfactorius (čichový)
II. N. opticus (zrakový)
III. N. oculomotorius (okohybný)
IV. N. trochlearis (kladkový)
V. N. trigeminus (trojklanný)
VI. N. abducens (odtažitý)
VII. N. facialis (lícní)
VIII. N. vestibulocochlearis (rovnovážně-sluchový)
IX. N. glossopharyngeus (jazykohltanový)
X. N. vagus (bloudivý)
XI. N. accessorius (přídatný)
XII. N. hypoglossus (podjazykový)









Příklad míšních nervů (ventrální větve) – podrobně se budete učit ve druhém semestru!

Plexus brachialis C4/5 – C8/Th1

Pars supraclavicularis

1. Nervus dorsalis scapulae (C5-C6)
(m. levator scapulae, mm. rhomboidei)

2. Nervus thoracicus longus C5-C6 (m. serratus anterior)

3. Nervus subclavius C5-C6 (m. subclavius)

4. Nervus suprascapularis C4-C6
(m. supraspinatus, m. infraspinatus)

5. Nervi pectorales C5-C6 (mm. pectorales)

6. Nervus subscapularis C5-C7 (m. subscapularis, m. teres major)

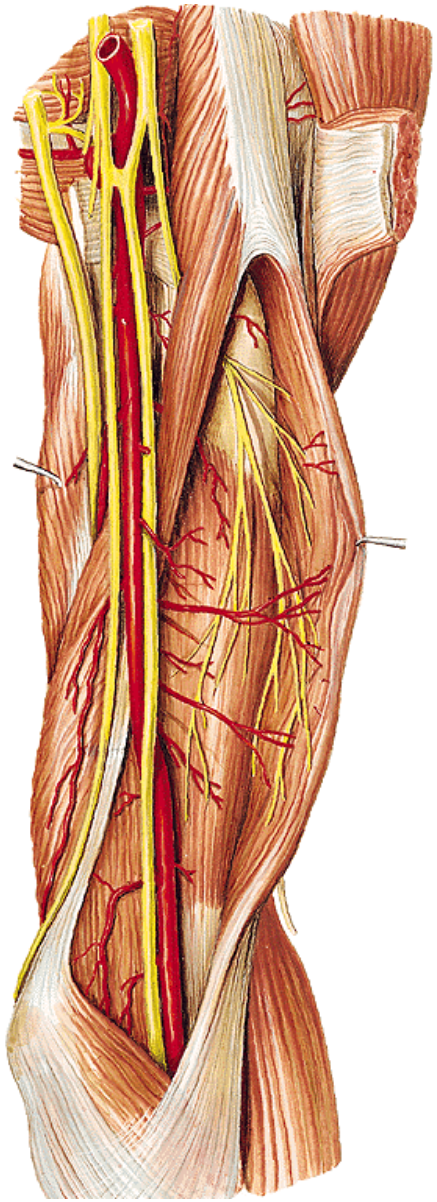
7. Nervus thoracodorsalis C5-C6 (m. latissimus dorsi)

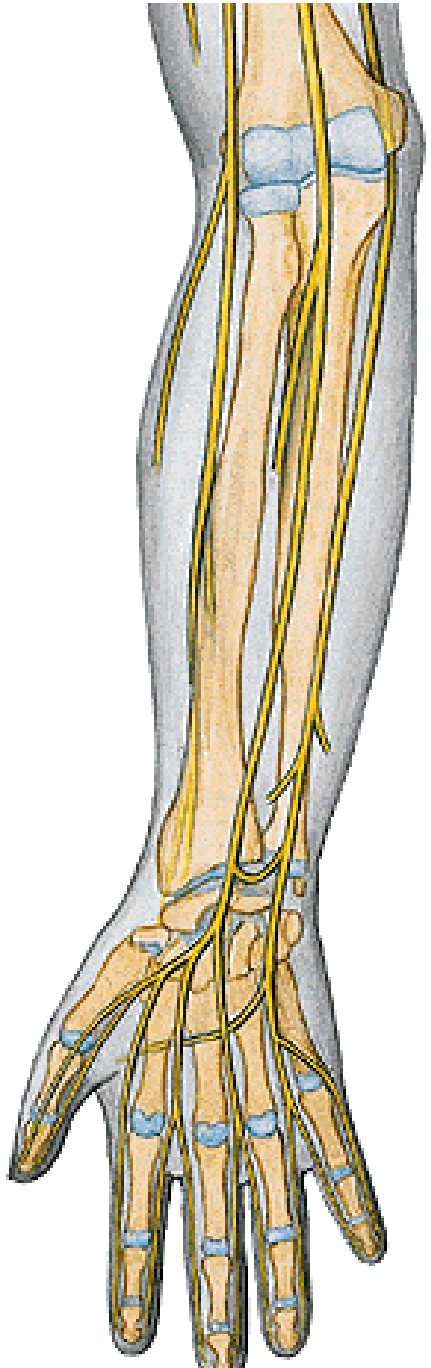
Pars infraclavicularis

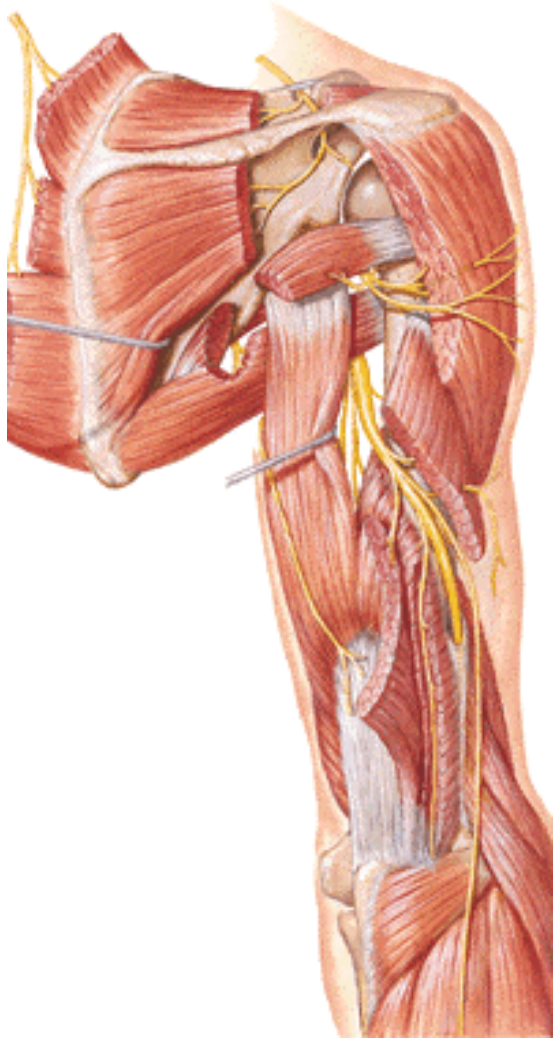
Fasciculus lateralis
- **Nervus musculocutaneus** C5-C7
- **Radix lateralis nervi mediani** C5-Th1

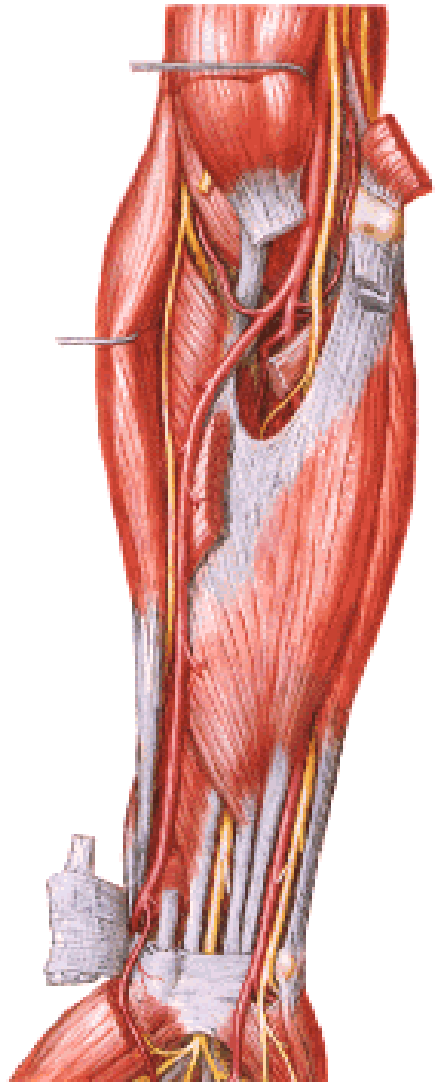
B) Fasciculus medialis
- **Nervus cutaneus brachii medialis**
- **Nervus cutaneus antebrachii medialis**
- **Nervus ulnaris** C8-Th1
- **Radix lateralis nervi mediani** C5-Th1

C) Fasciculus posterior
- **Nervus axillaris** C5-C6
- **Nervus radialis** C5-C8









SPECIÁLNÍ MYOLOGIE

Popis svalu:

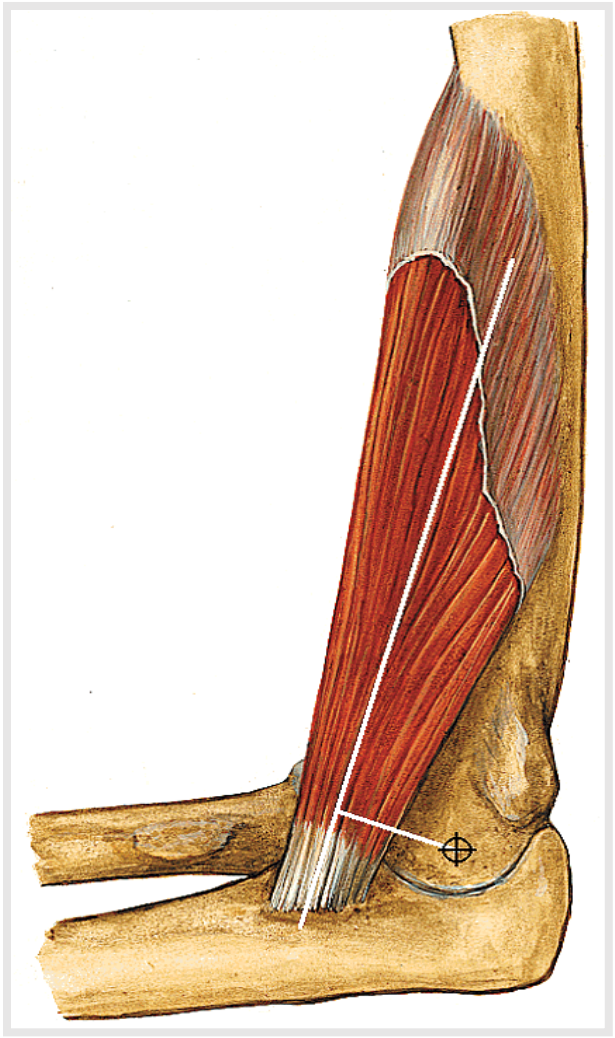
1. **Jméno**
2. **Skupina svalů**

Origo (začátek)

Insertio (úpon)

Functio

Innervatio



Rozdělení svalů podle krajin těla

Svaly hlavy

Svaly krku

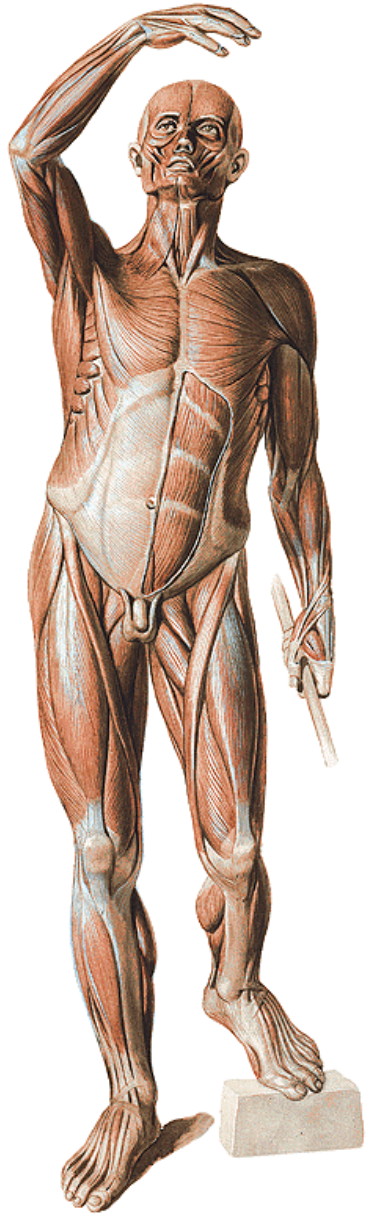
Svaly hrudníku

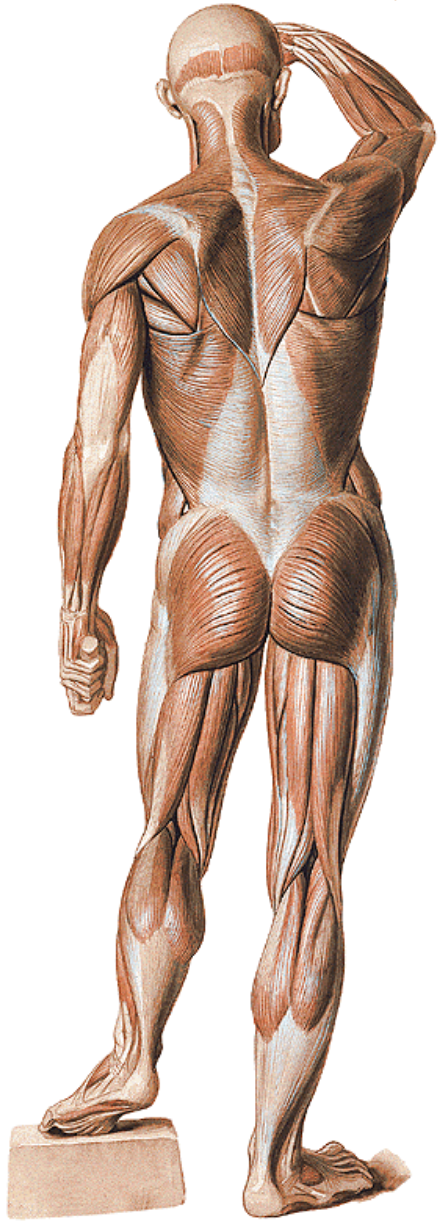
Svaly břicha

Svaly pánevního dna

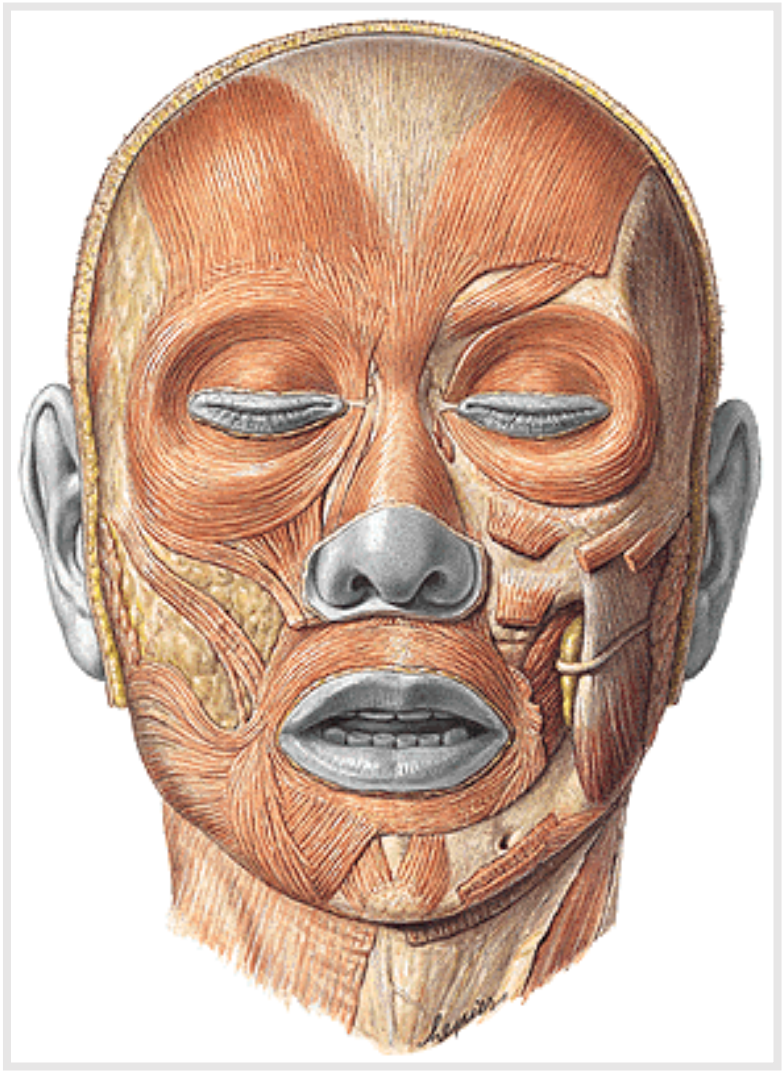
Svaly zad

Svaly horní končetiny
Svaly dolní končetiny



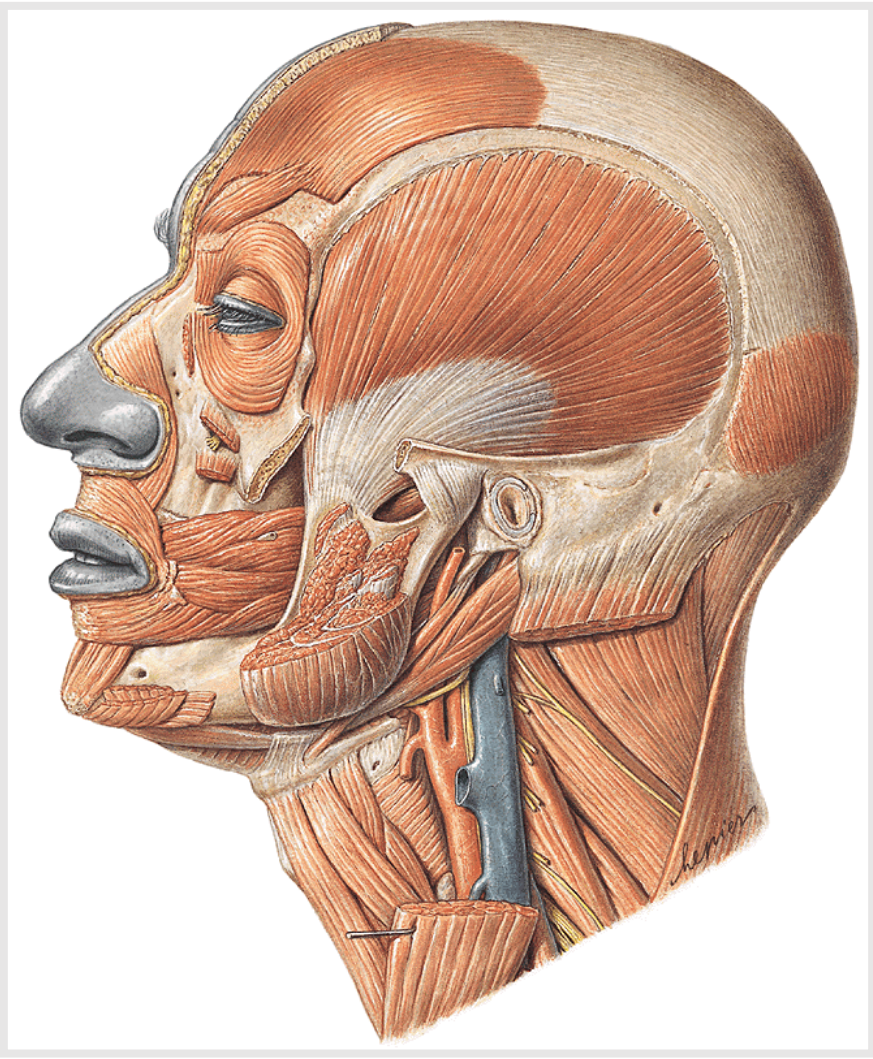


Přehled svalů hlavy *(mm. capitis)*



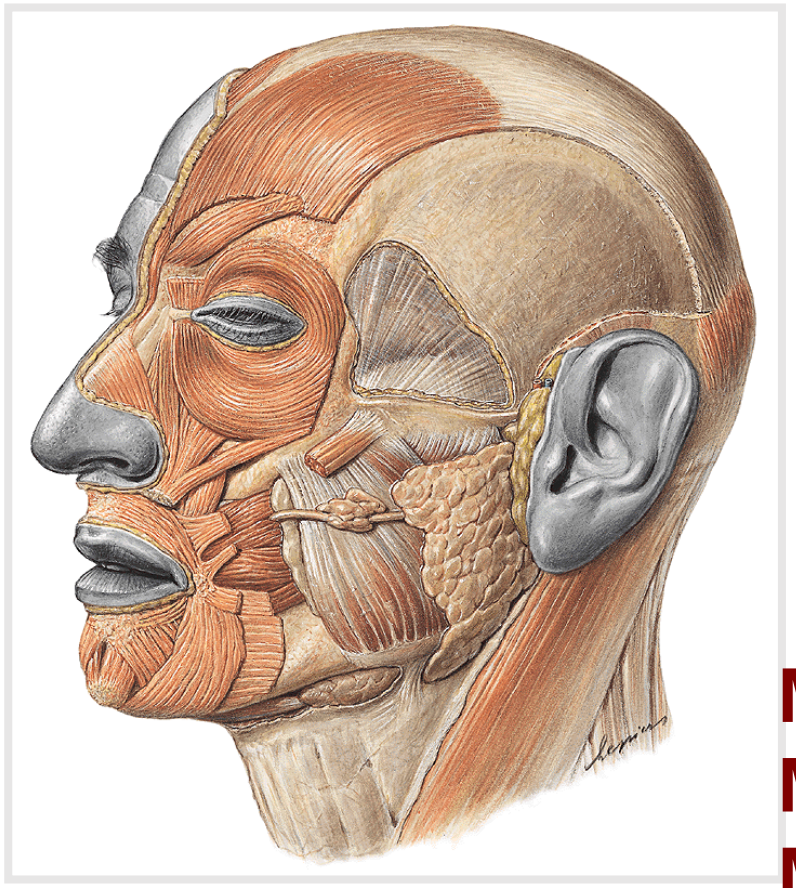
1) Svaly žvýkací *(mm. masticatorii)*

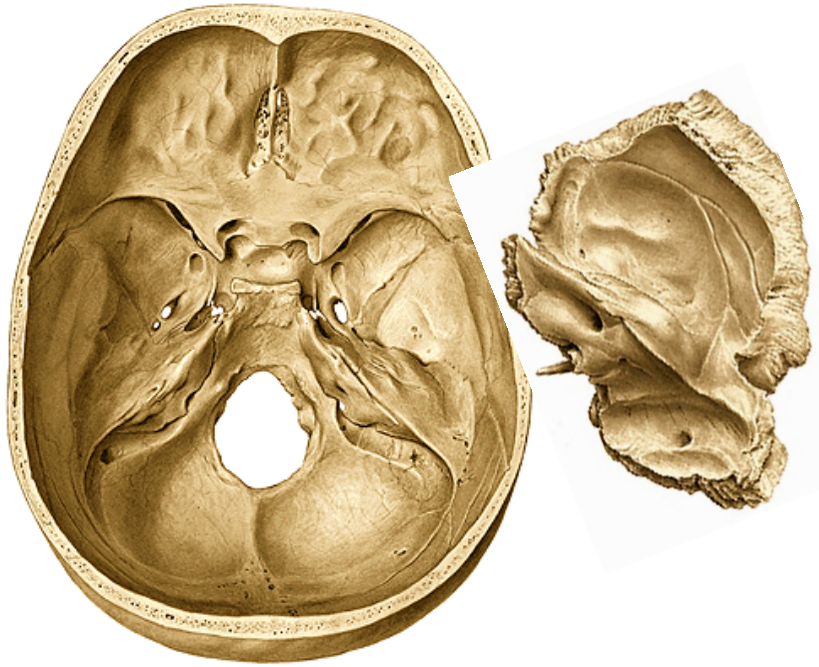
2) Svaly mimické *(mm. faciales)*

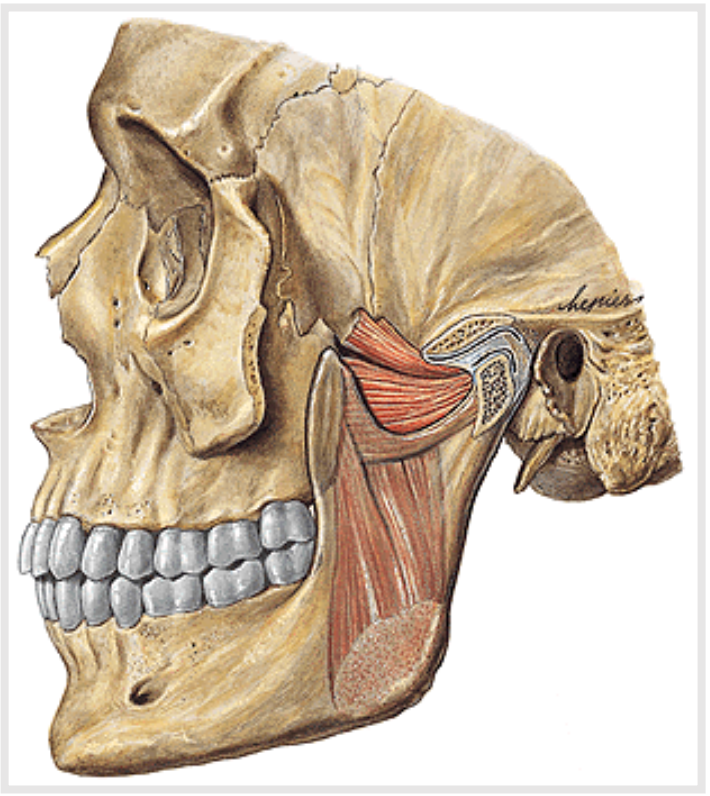


Ad 1) Svaly hlavy – žvýkací *(mm. masticatorii)*

vznik z 1. žaberního oblouku – inervace větvemi V. hlavového nervu - n. trigeminus!





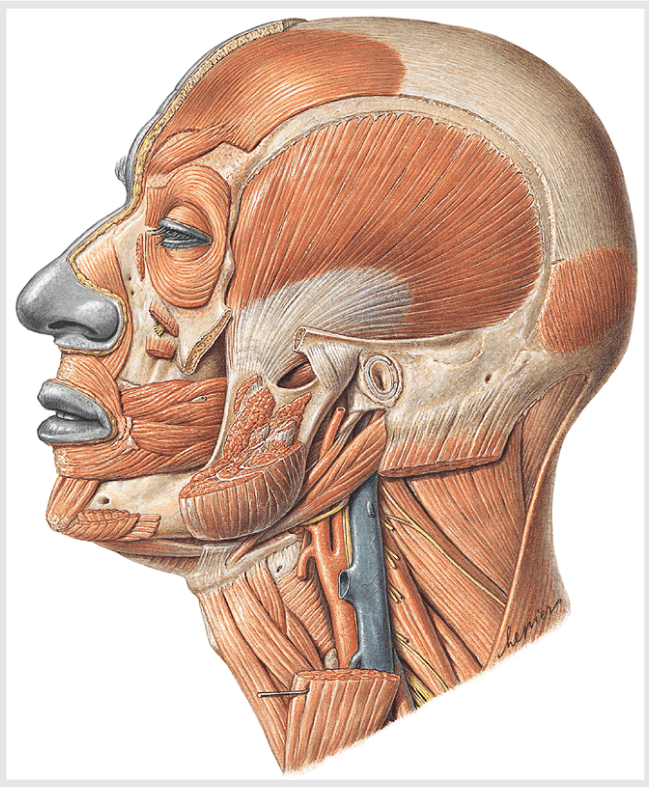


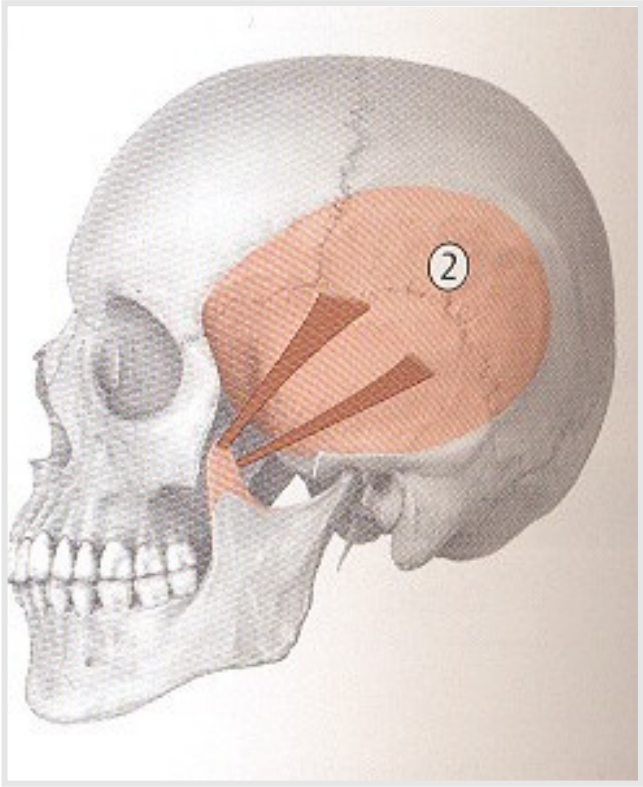
M. temporalis
M. masseter
M. pterygoideus medialis
M. pterygoideus lateralis

1. Název svalu (zařazení do skupiny)
2. Začátek (origo)
3. Úpon (insertio)
4. Funkce (functio)
5. Nervové zásobení (innervatio)

M. temporalis

trvale aktivován v bdělém stavu, udržuje mandibulu v klidové poloze, posturální sval

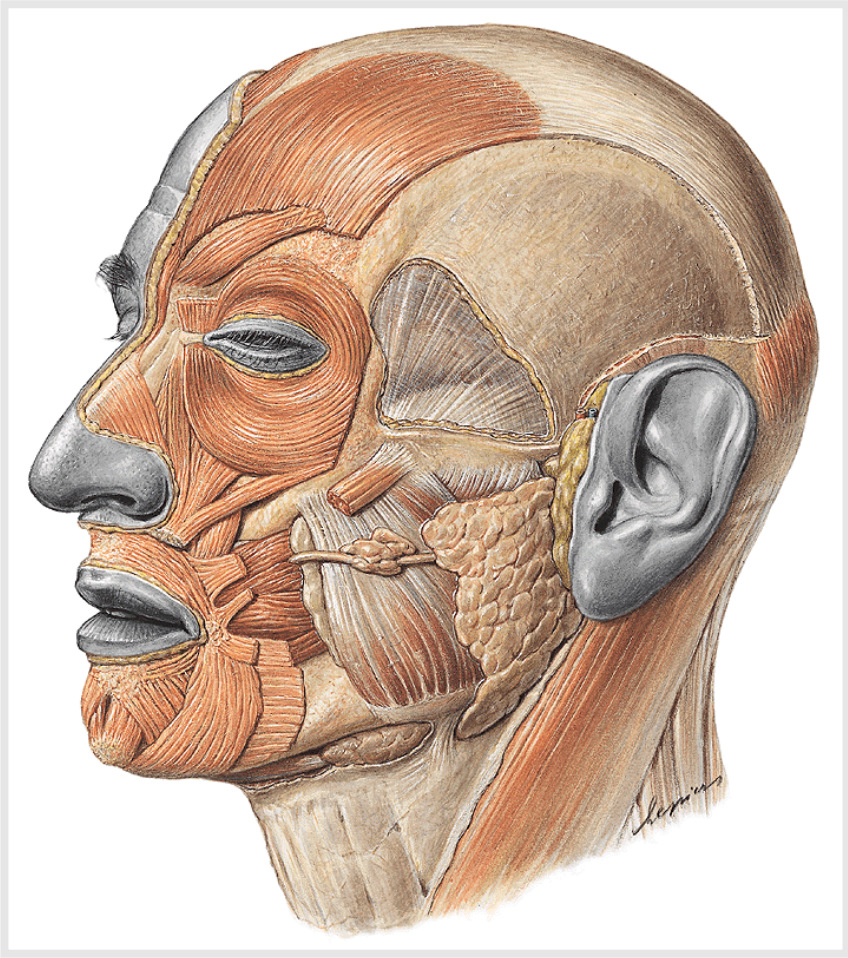


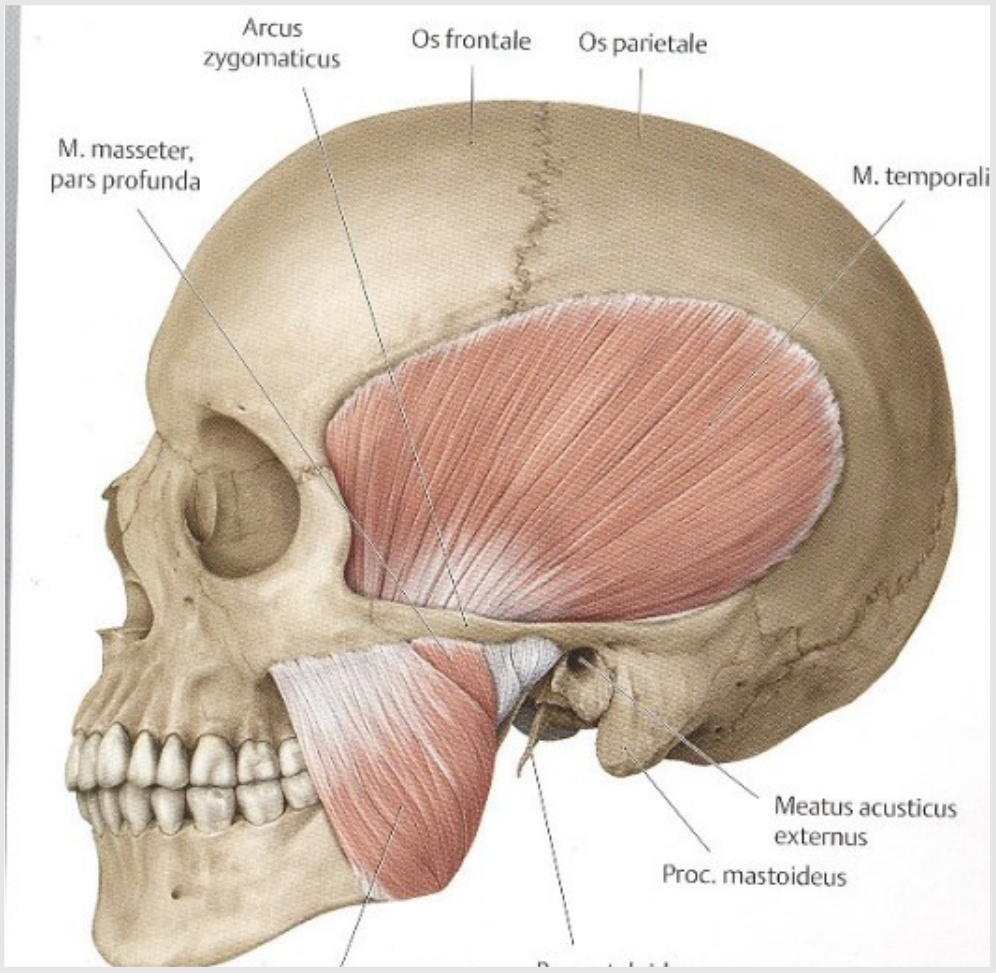


<u>Funkce:</u> Elevace a retrakce mandibuly

1. Název svalu (zařazení do skupiny)
2. Začátek (origo)
3. Úpon (insertio)
4. Funkce (functio)
5. Nervové zásobení (innervatio)

M. masseter

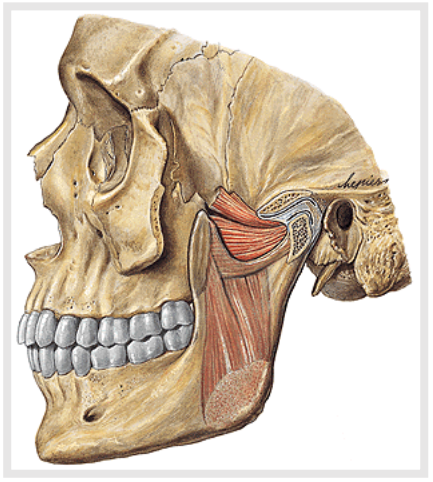




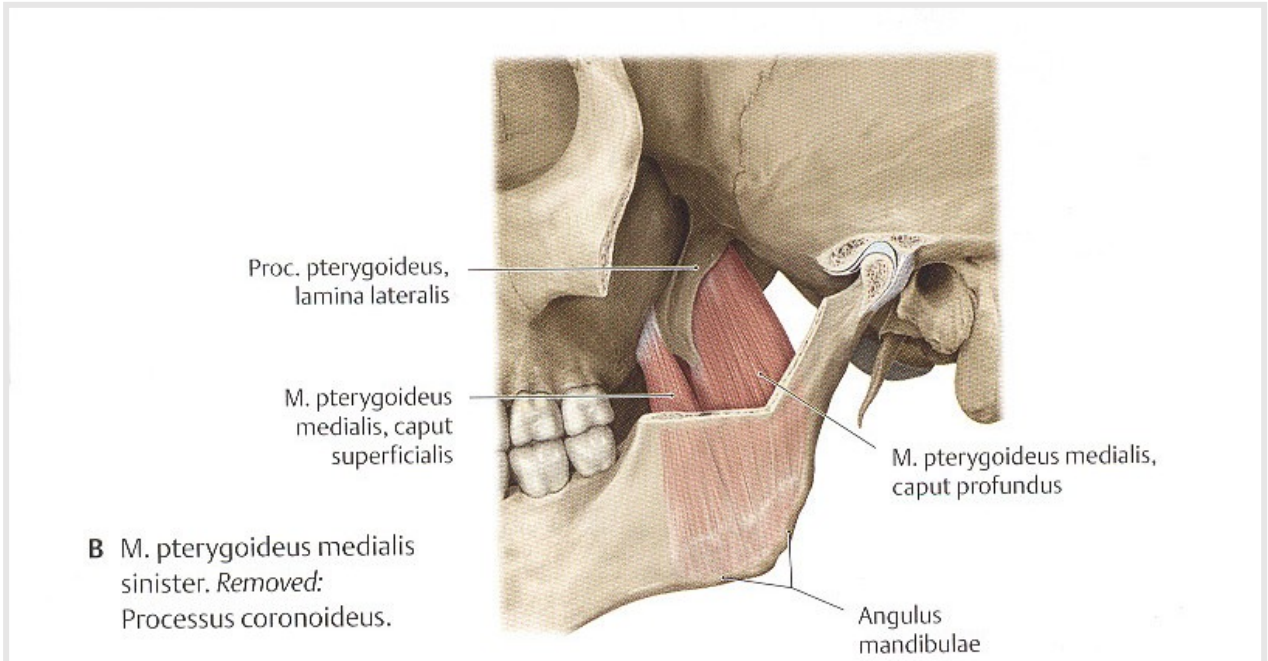
f: elevace; povrchová část - protrakce mandibuly

M. pterygoideus medialis

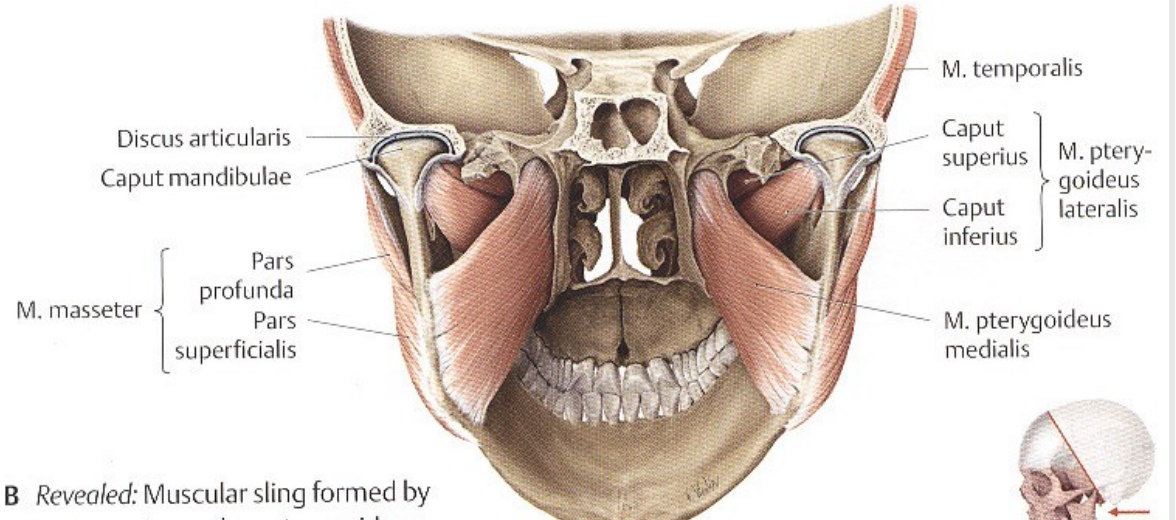
1. Název svalu (zařazení do skupiny)
2. Začátek (origo)
3. Úpon (insertio)
4. Funkce (functio)
5. Nervové zásobení (innervatio)



f: elevace mandibuly a posuny do stran



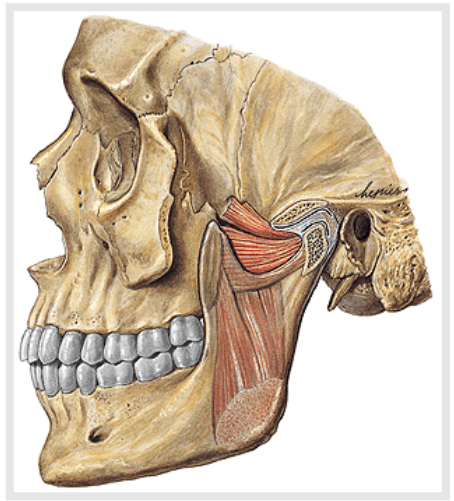
B M. pterygoideus medialis sinister. *Removed:* Processus coronoideus.

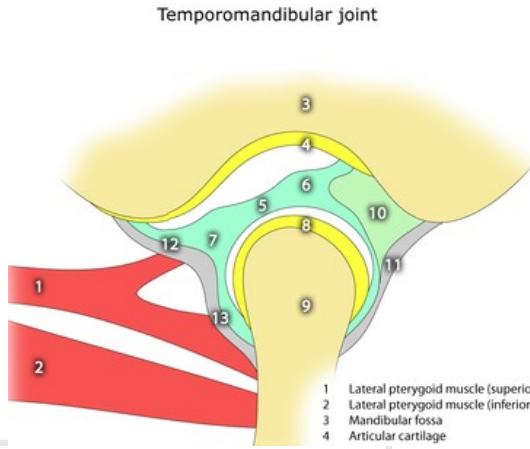


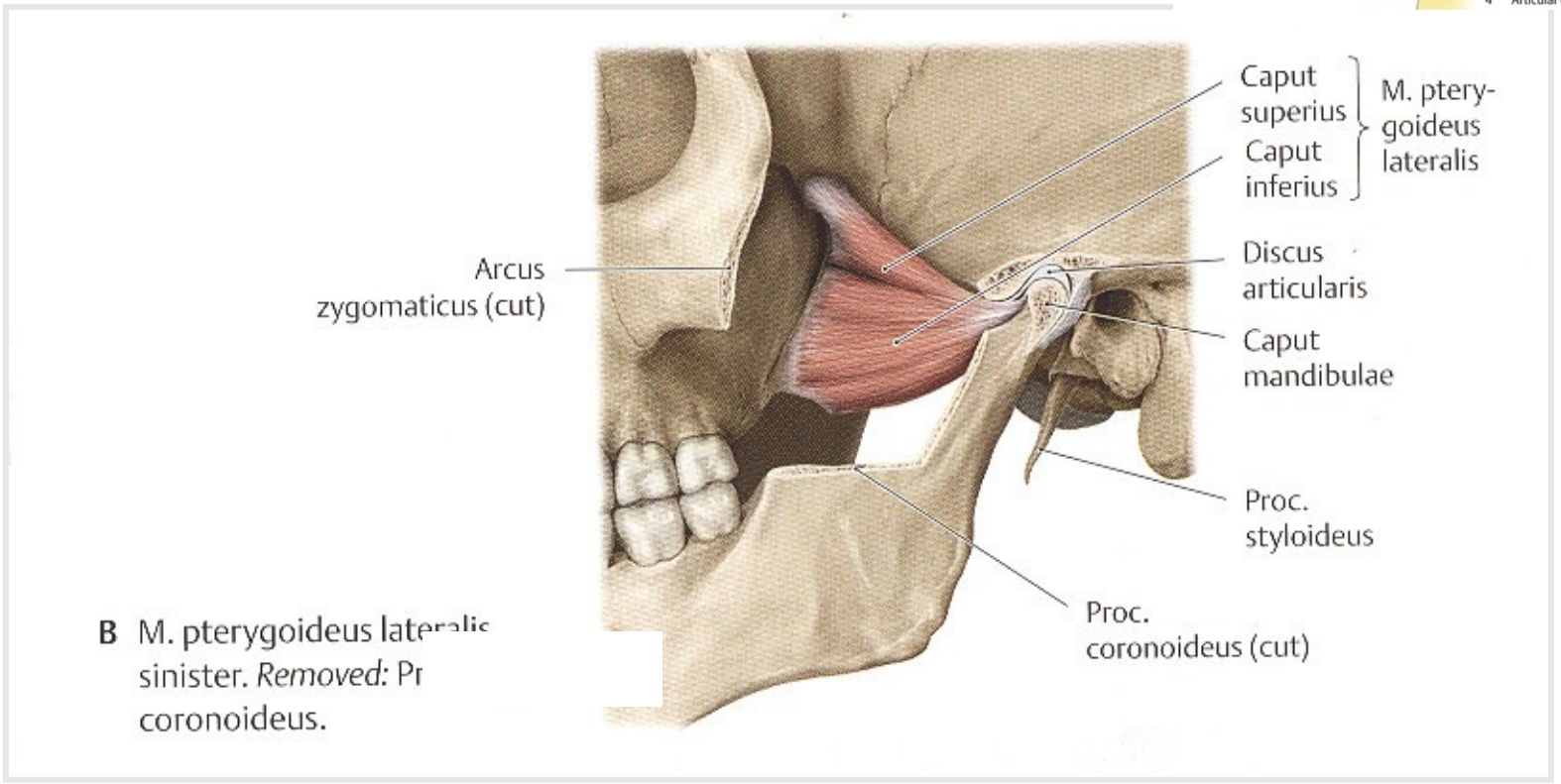
B *Revealed:* Muscular sling formed by

M. pterygoideus lateralis

1. Název svalu (zařazení do skupiny)
2. Začátek (origo)
3. Úpon (insertio)
4. Funkce (functio)
5. Nervové zásobení (innervatio)





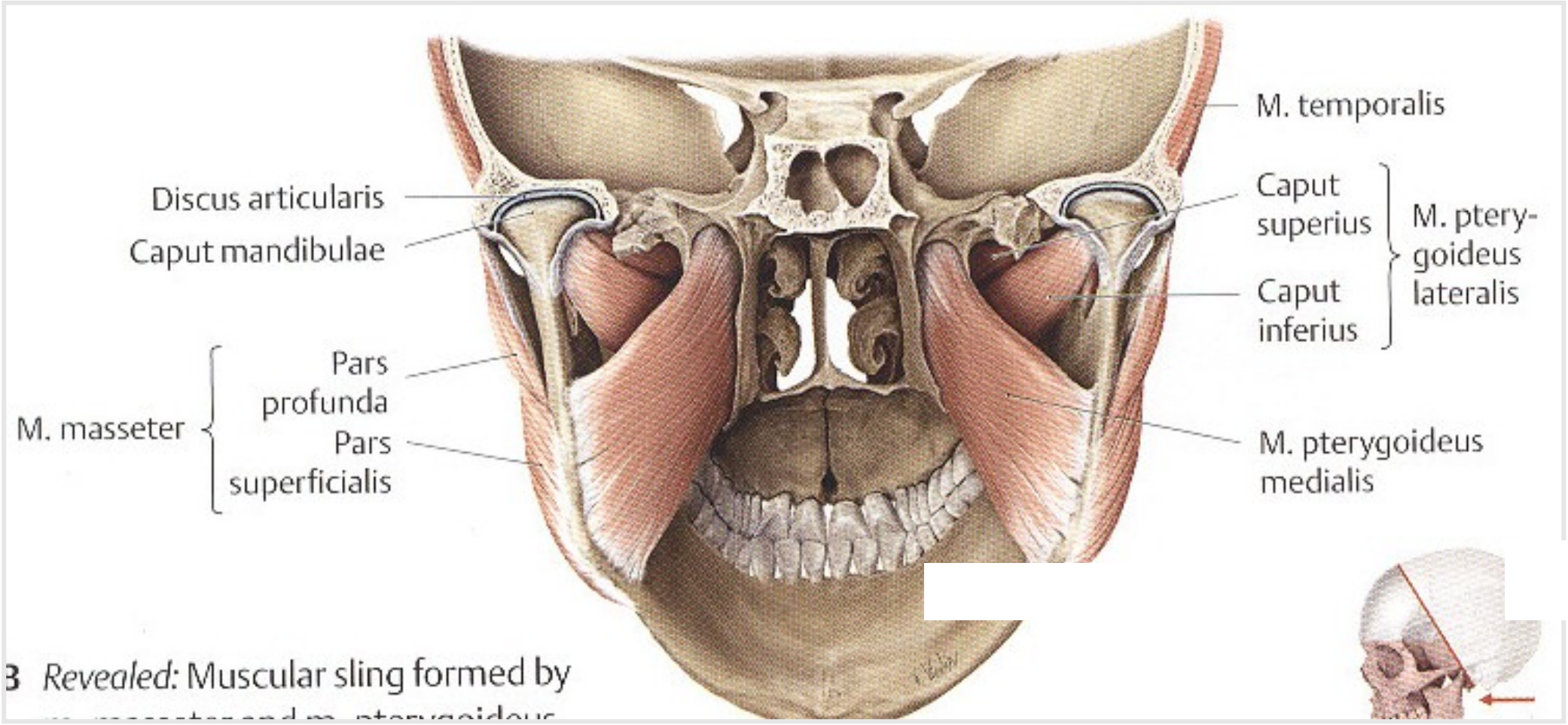


f: protrakce mandibuly a posuny do stran

Žvýkací svaly (inervace CN V. – n. trigeminus)

(mm. masticatorii)

M. masseter a m. pterygoideus medialis tvoří „smyčku“ kolem mandibuly



Použité obrázky:

Čihák, R. (1987): Anatomie 1. Avicenum, Zdravotnické nakladatelství.

Gilroy, A. M. et al. (2009): Atlas of Anatomy. Thieme New York, Stuttgart.

Moore, K. L. (1992): Clinical oriented anatomy. Third edition. Williams&Wilkins, A Waverly Company.

Putz, R. (2008): Atlas of Human Anatomy Sobotta. Elsevier Books.

Rohen, J.W., Yokochi, Ch. (1988): Anatómia človeka. Schattauer Stuttgart- New York.