Praktické důsledky embryonálního vývoje pro regionální anestézii

Daniel Nalos

KAPIM MN Ústí nad Labem

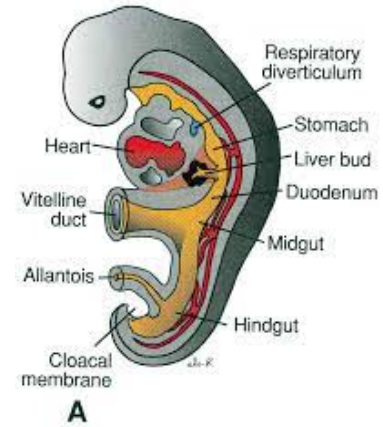
Nejvýznamnější události embryonálního vývoje pro periferní regionální anestezii

I. Kožní somatická inervace, alární linie.

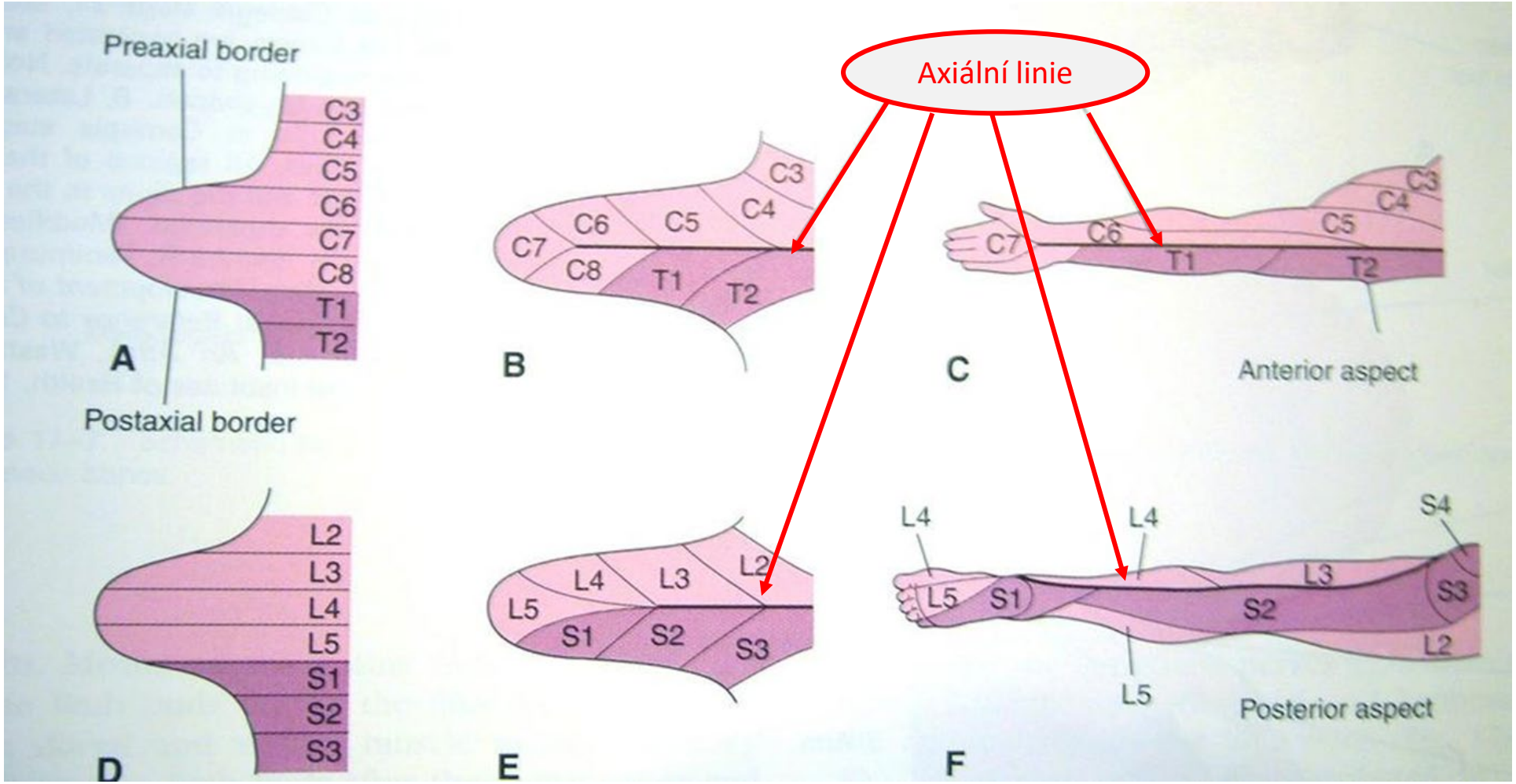
II. Migrace neuromuskulárního aparátu a vývoj fasciálních kompartmentů.

III. Vznik paraneuria – rozmanitost a kontinuita.

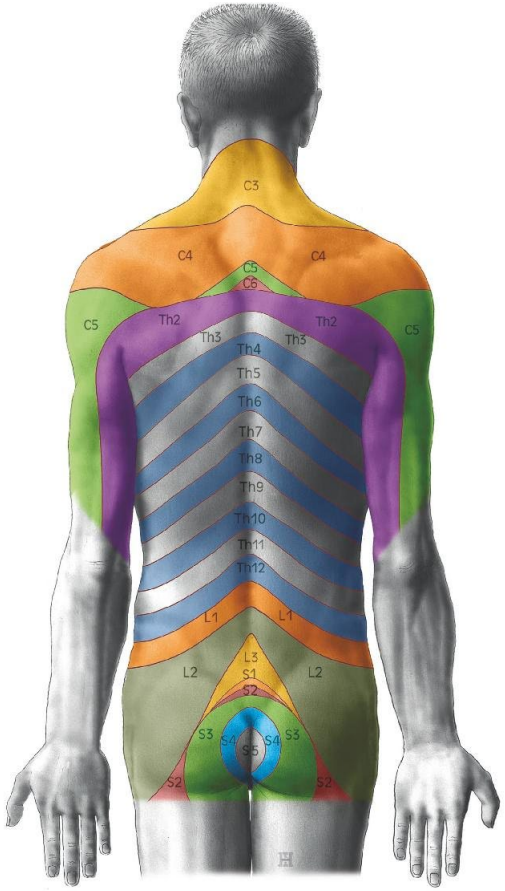
IV. Migrace viscerálních orgánů - vegetativní inervace.

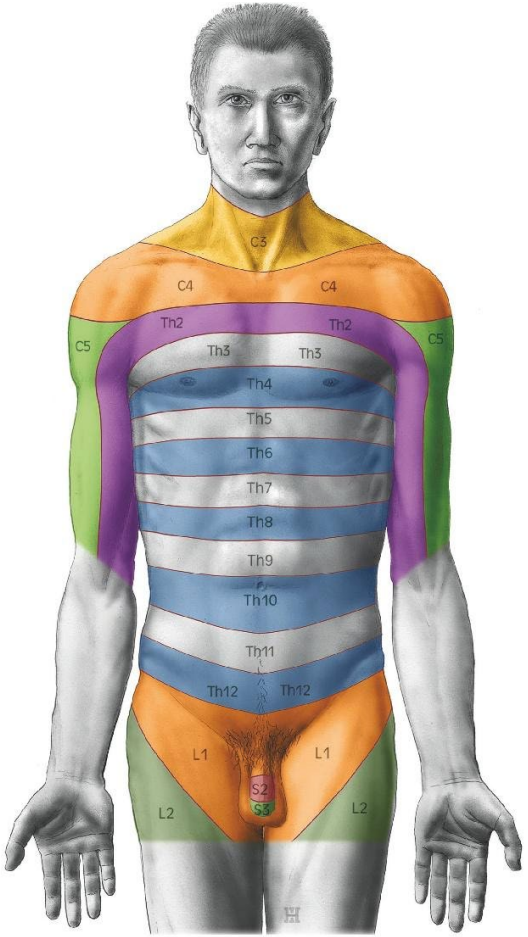


Vývoj kožní inervace končetin.

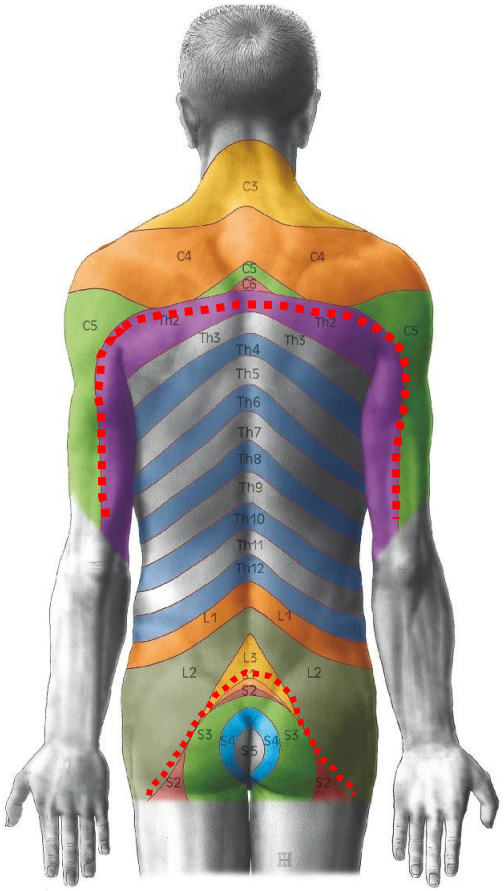


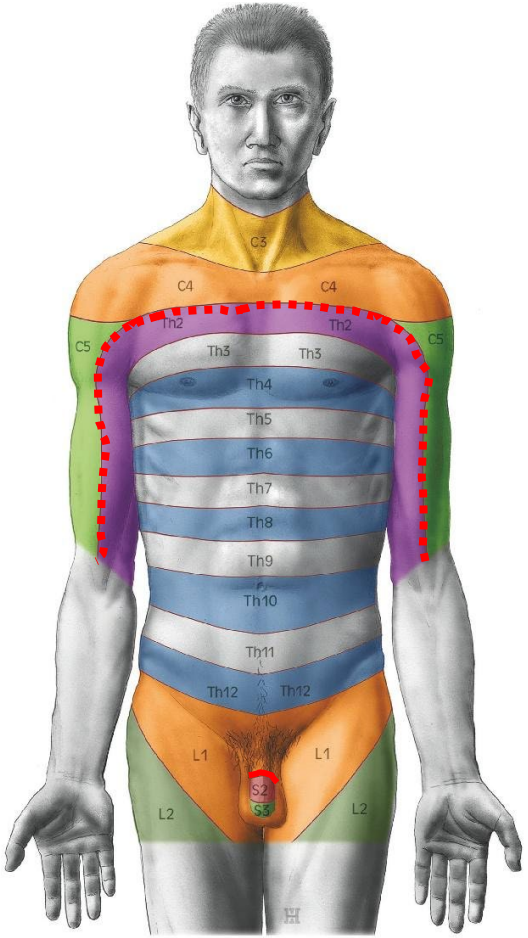
Senzitivní inervace kůže trupu





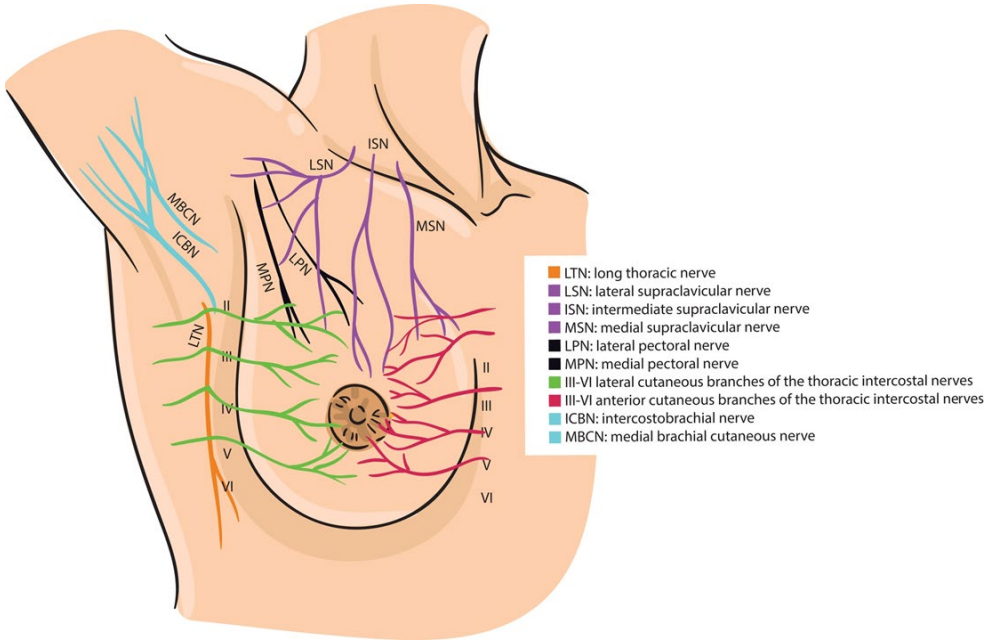
Senzitivní inervace kůže trupu - axiální linie

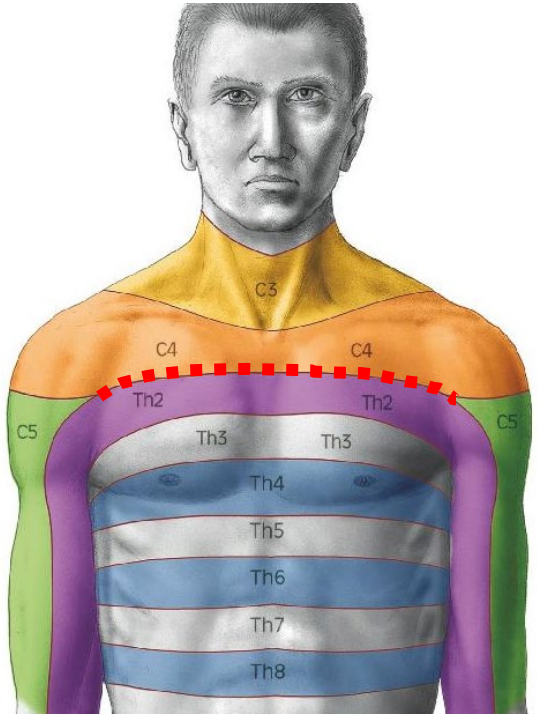




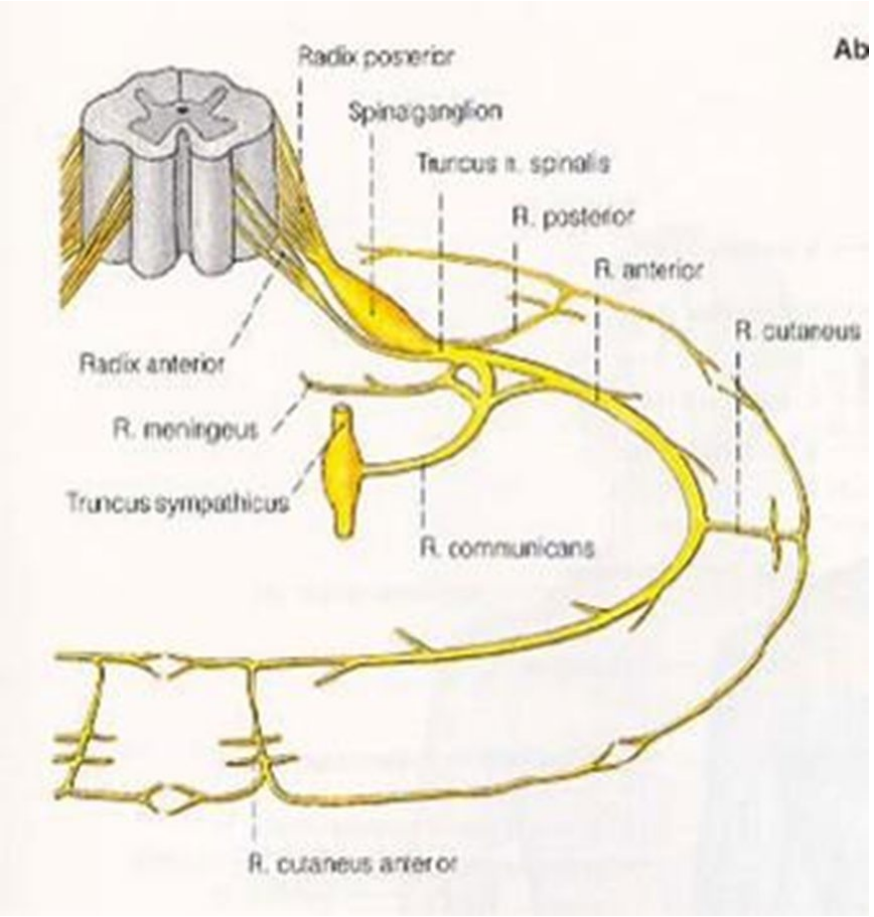
Praktický příklad významu axiální linie

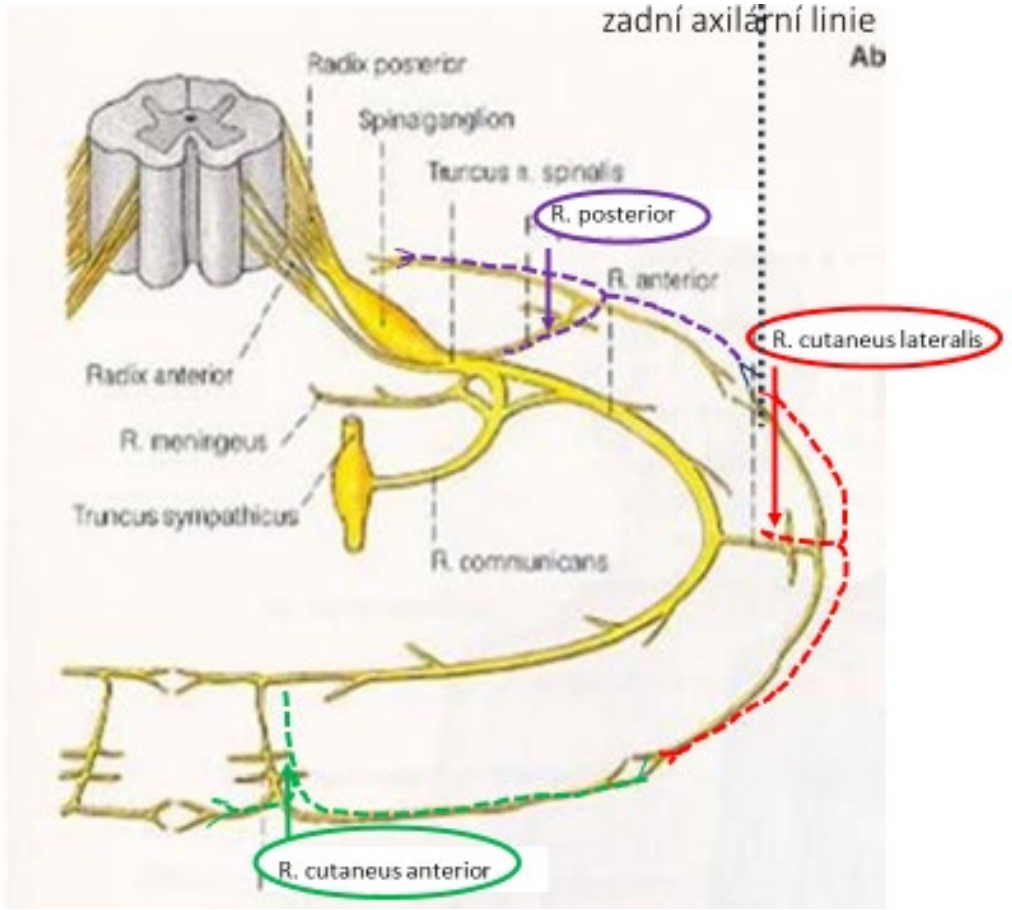
- Regionální anestézie pro operace prsou v horních kvadrantech.
- Anestézii je třeba doplnit blokádou supraklavikulárních nervů z cervikálního plexu.



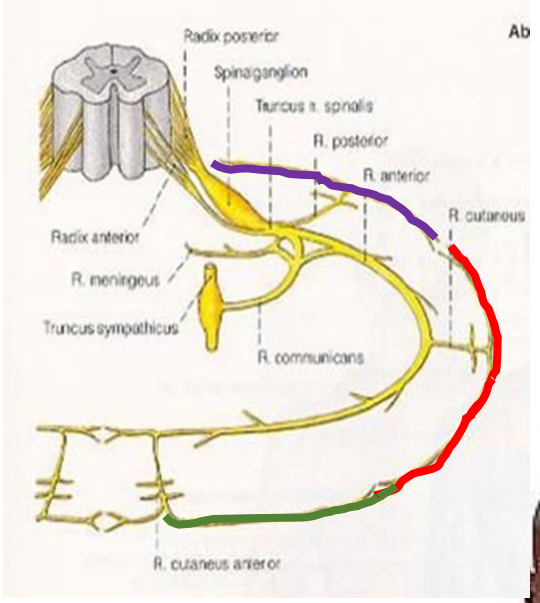


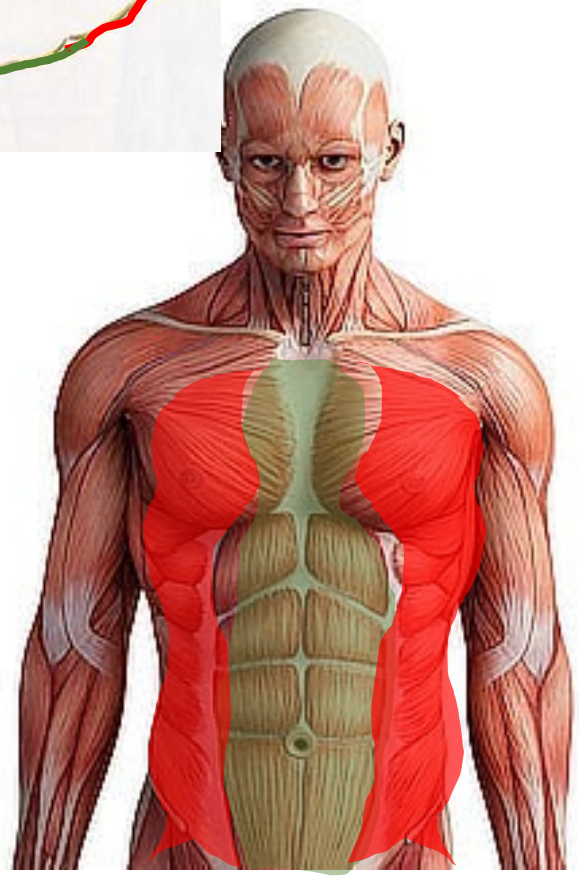
Výsledek vývoje somatické inervace kůže trupu

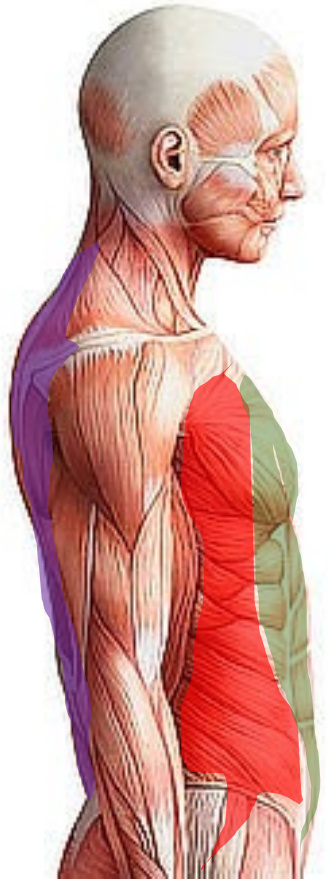




Kožní inervace trupu







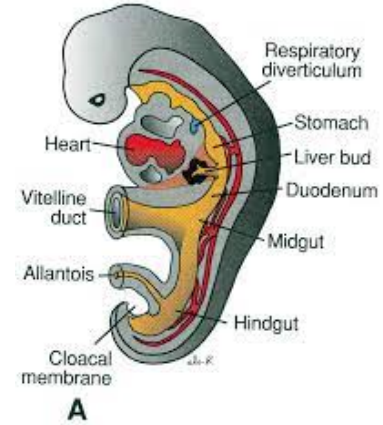
Praktický příklad - Paravertebrální blokáda

- Mezi interkostálními nervy jsou četné spojky.
- Důsledkem je, že například pro uspokojivou blokádu oblasti Th7 je třeba také blokáda, Th6 a Th8.
- Obvyklá dávka LA je 5ml anestetika na 1 segment.
- Obvyklý rozsah paravertebrální aplikace je jedno mezižebří distálně a jedno proximálně.
- Sériovou paravertebrální blokádu provádíme ob jedno mezižebří.

Nejvýznamnější události embryonálního vývoje pro periferní regionální anestezii

I. Kožní somatická inervace, alární linie.

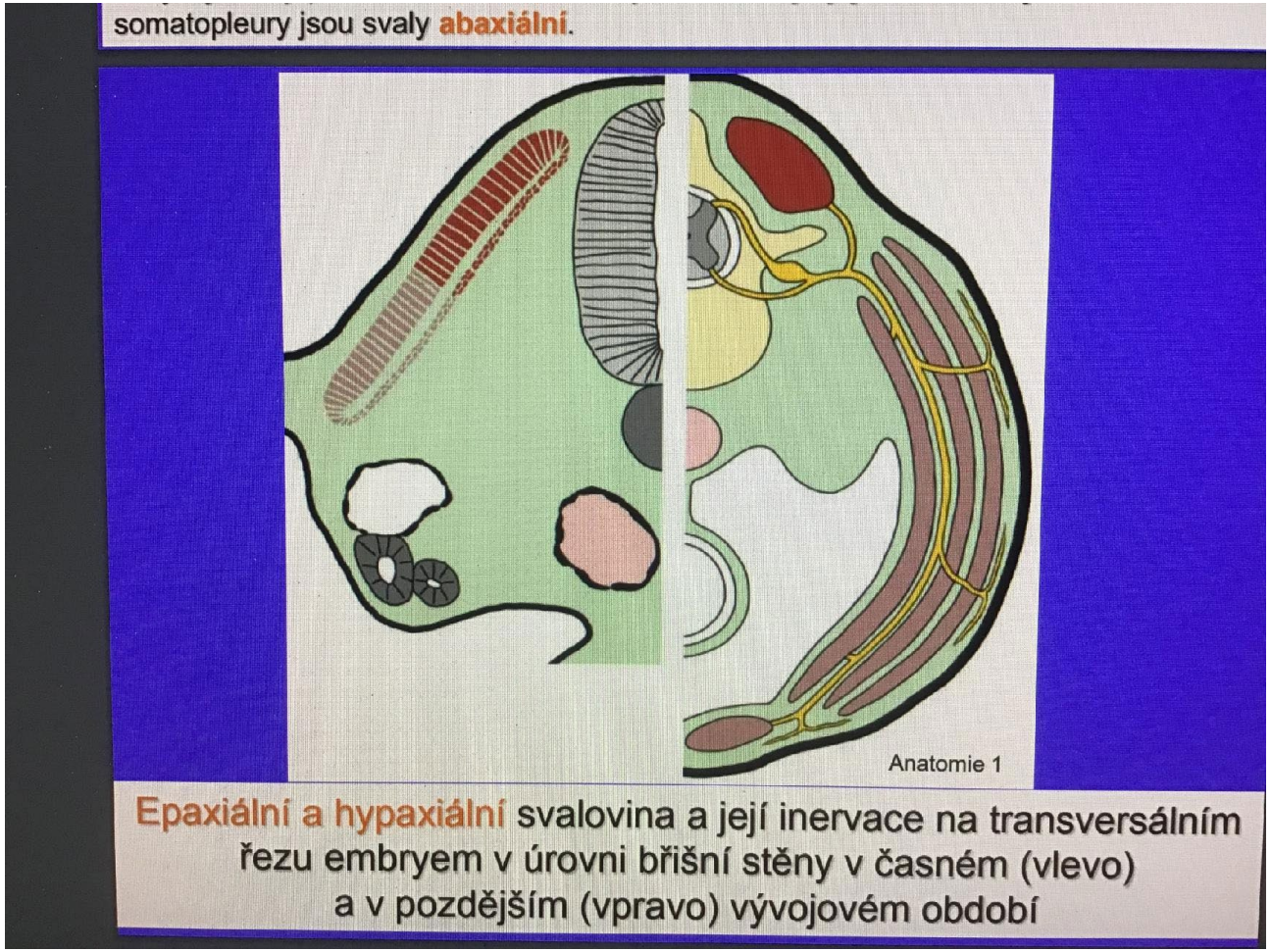
II. Migrace neuromuskulárního aparátu a vývoj fasciálních kompartmentů.



III. Vznik paraneuria – rozmanitost a kontinuita.

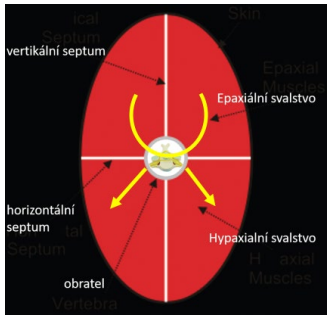
IV. Migrace viscerálních orgánů - vegetativní inervace.

II. Migrace neuromuskulárního aparátu a vývoj kompartmentů.



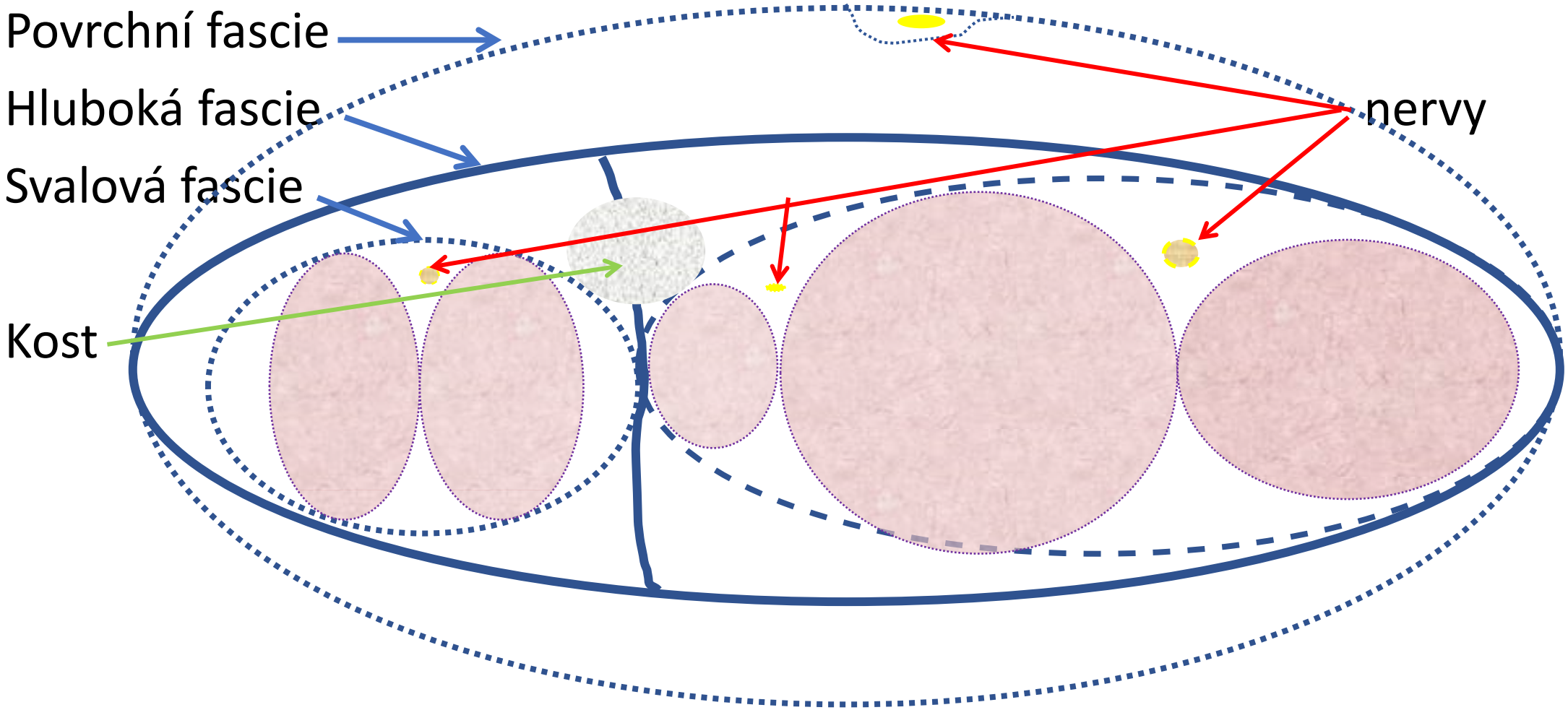
Epaxiální a hypaxiální svalstvo

- Epaxiální svalovina zachovává během embryonálního vývoje segmentální uspořádání a nemigruje

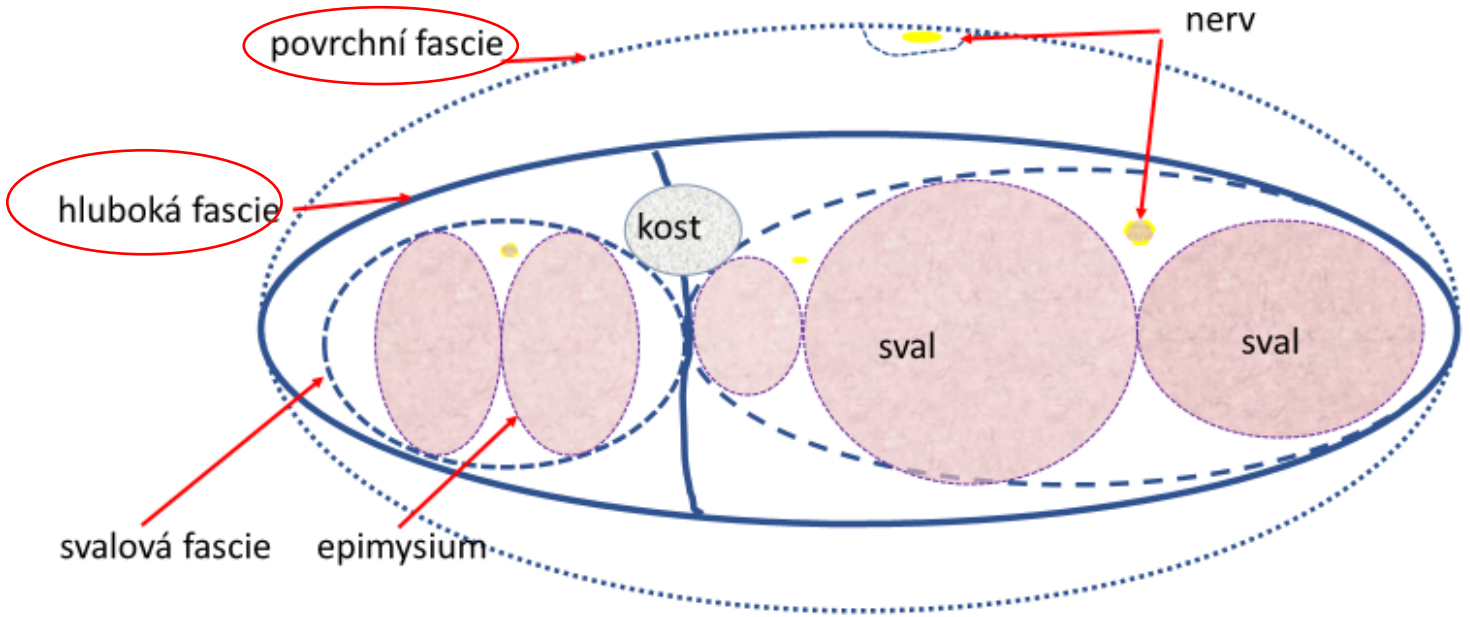


- Hypaxiální svalovina během embryonálního vývoje migruje a segmenty se překrývají a stírají

Obecné uspořádání fascií, svalstva a periferních nervů

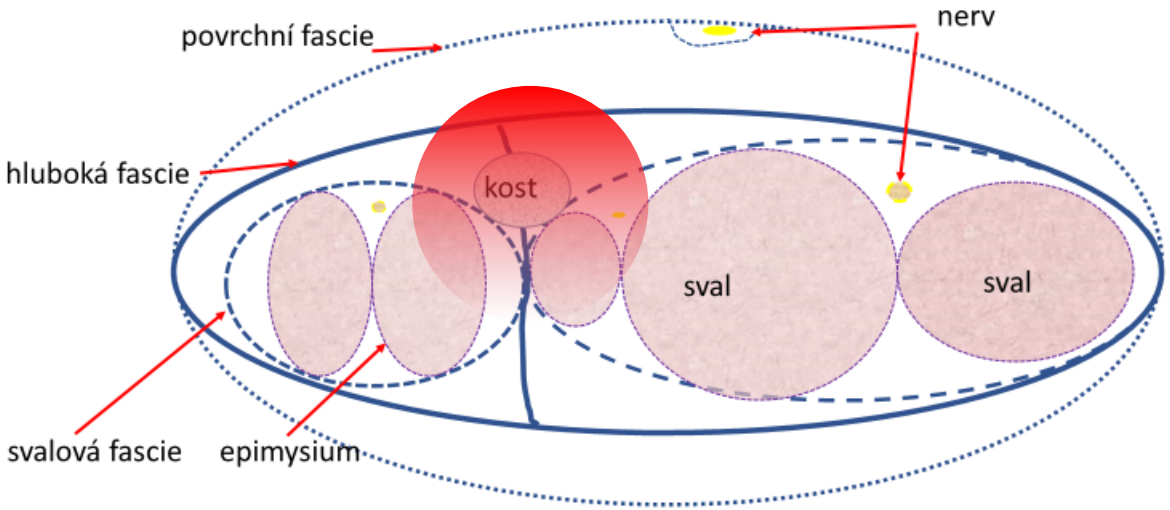


- Kožní inervace si zachovává segmentální charakter a je svázaná s existencí povrchové fascie.
- Hluboká inervace je svázaná s průběhem svalstva a hluboké fascie.
- Expanze svalstva během embryonálního vývoje posouvá inervační zóny svalů oproti inervaci kůže.

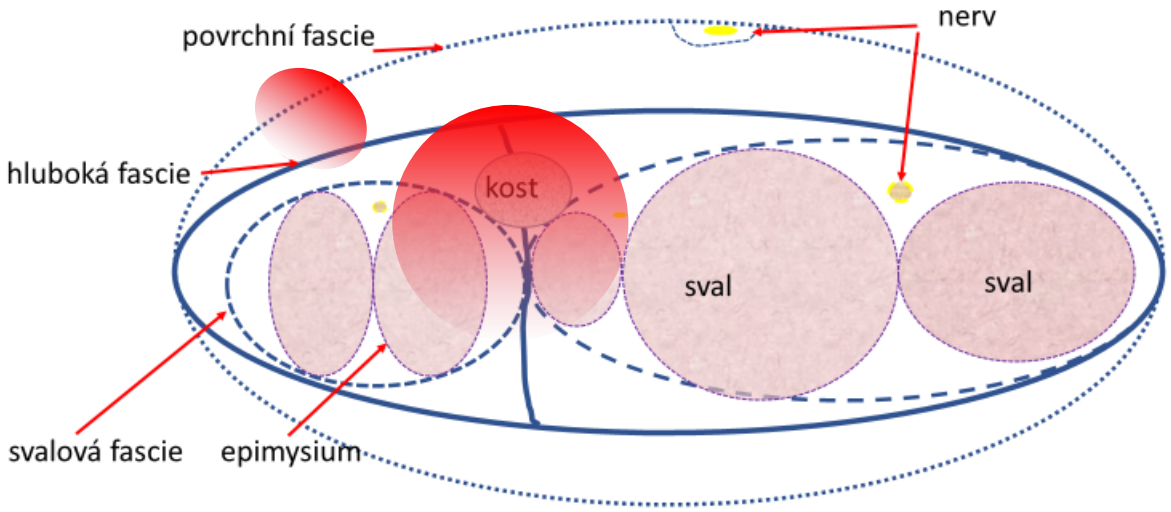


Praktický příklad, zlomenina krčku femuru

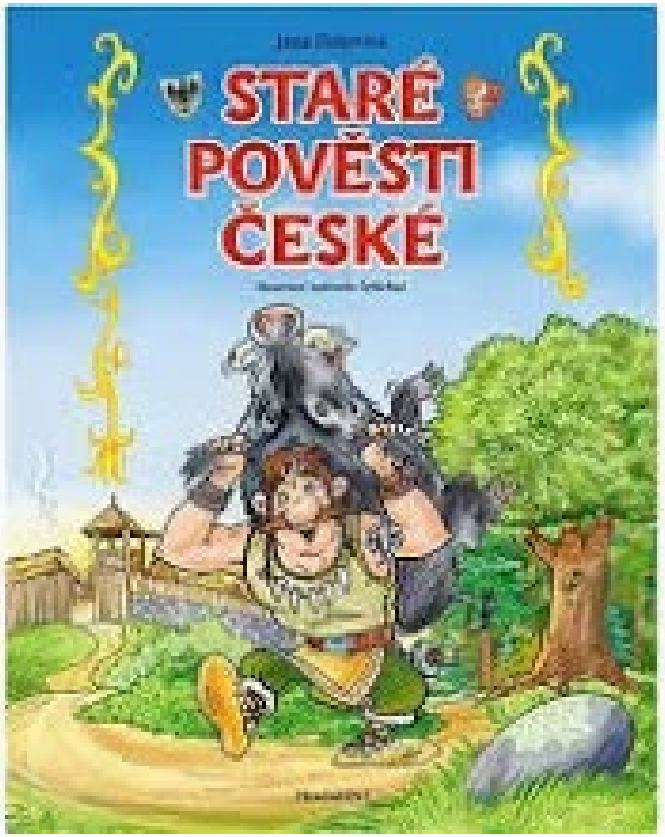
Bezprostředně po úrazu je třeba zajistit analgezii v oblasti zlomeniny. (L3 – L5)



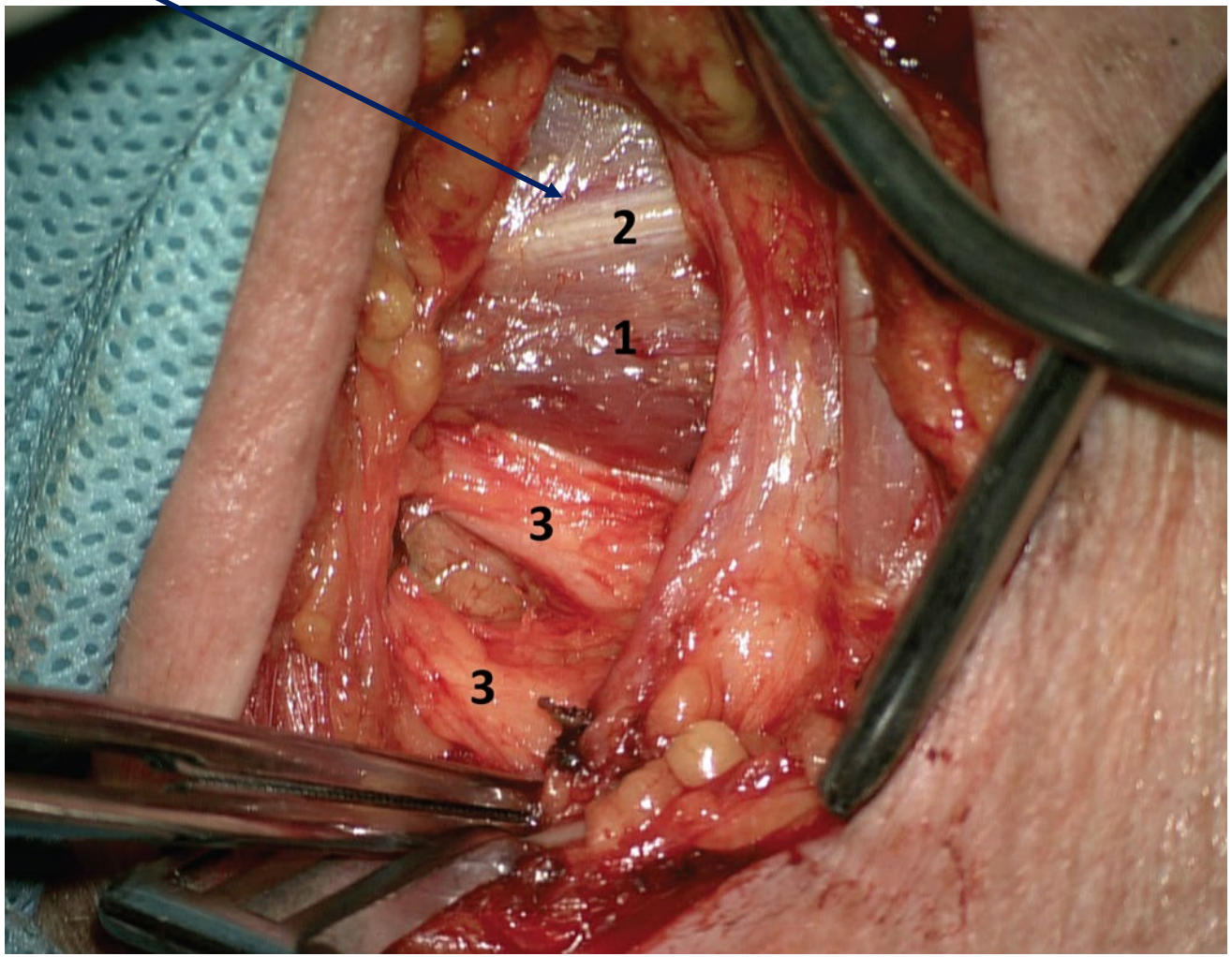
Během operačního řešení zlomeniny bude potřeba doplnit analgezii v oblasti chirurgického přístupu. (L1 - L2)



Vývoj myofasciálního systému a mýty v regionální anestézii



Nervus phrenicus je obsahem skalenické fascie



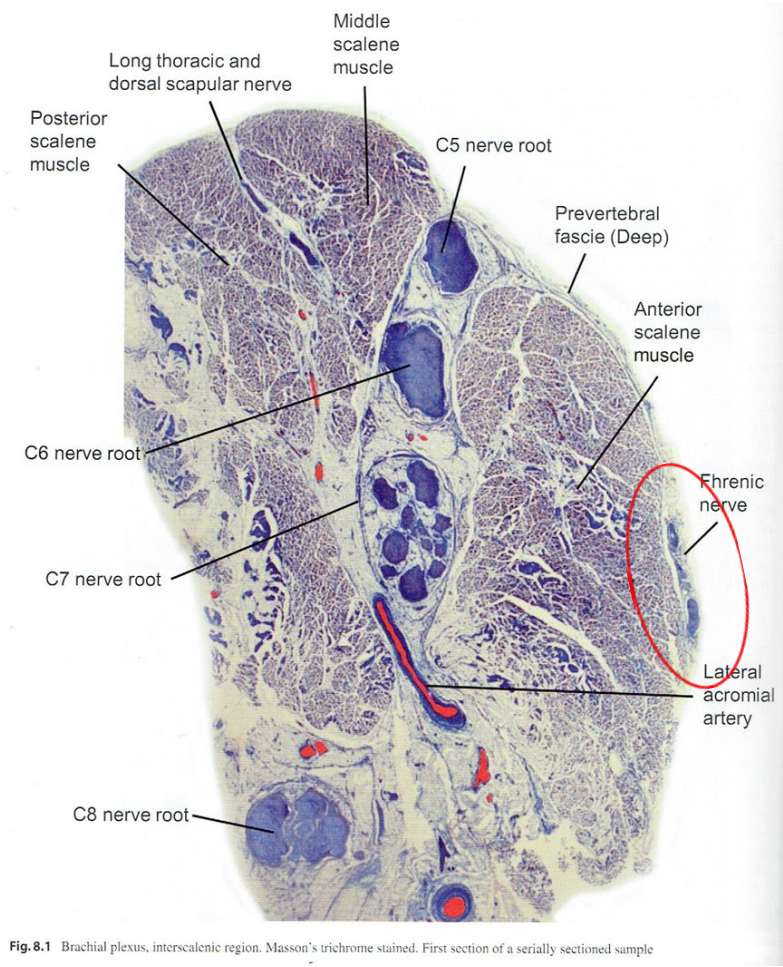
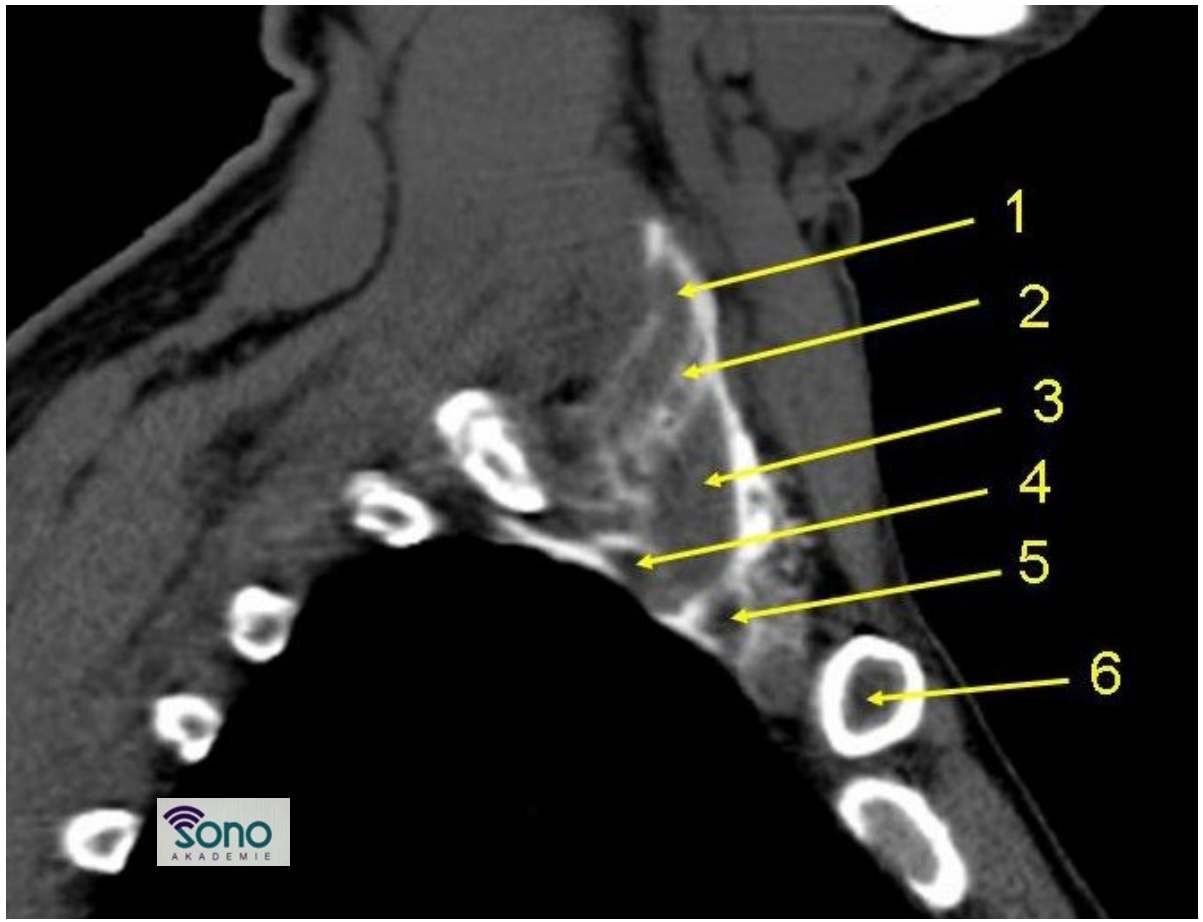
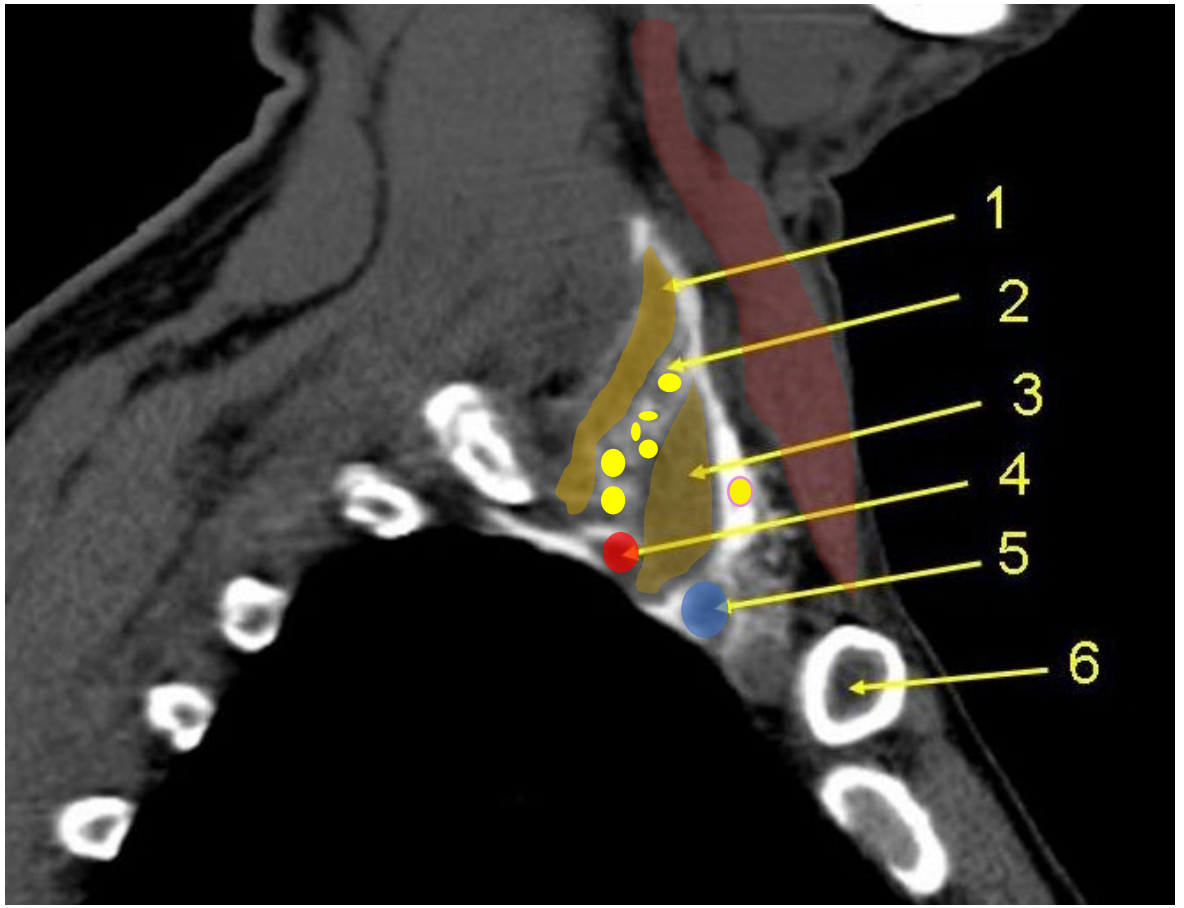


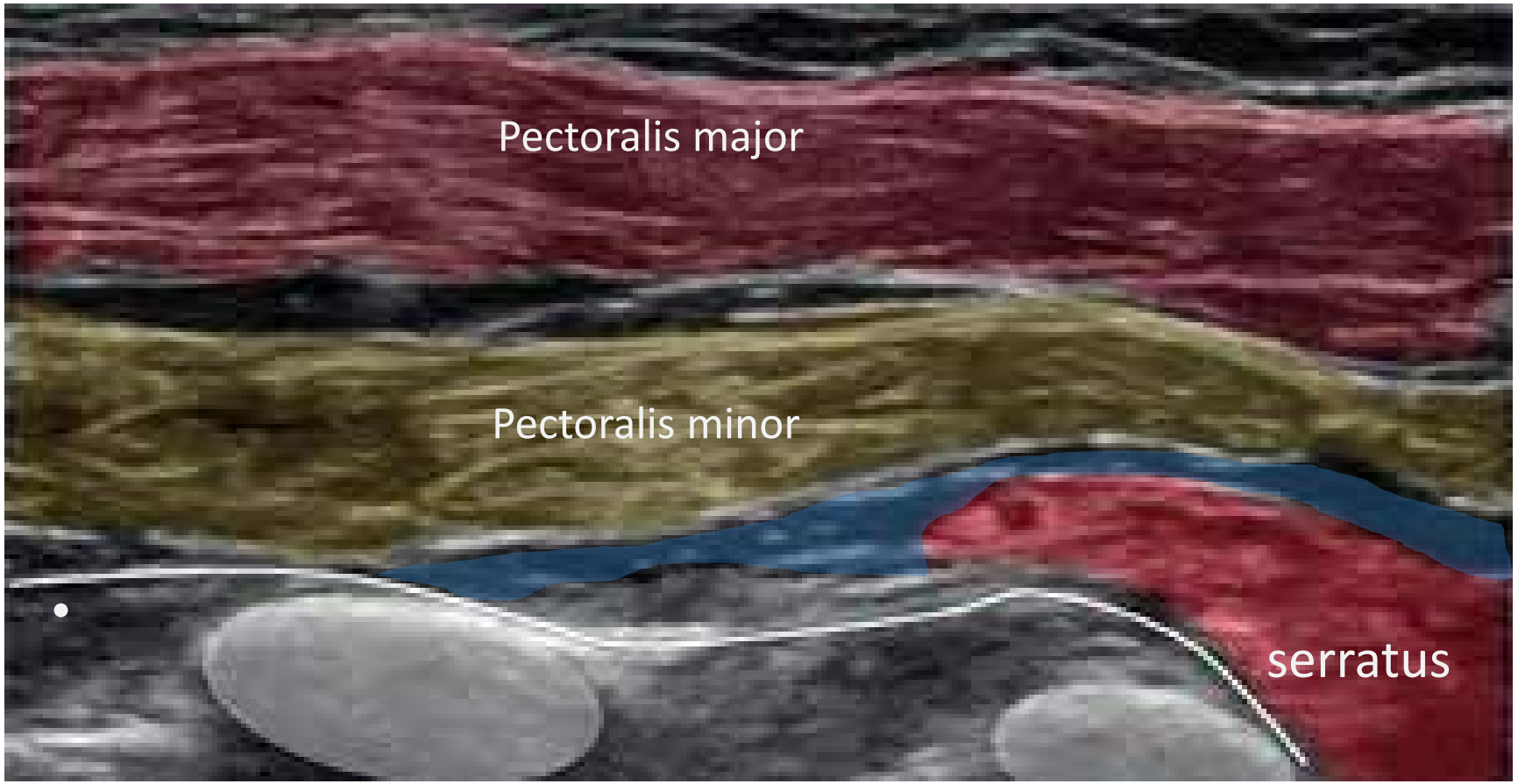
Fig. 8.1 Brachial plexus, interscalenic region. Masson's trichrome stained. First section of a serially sectioned sample

Fasciální prostory brachiálního plexu – sagitální řez



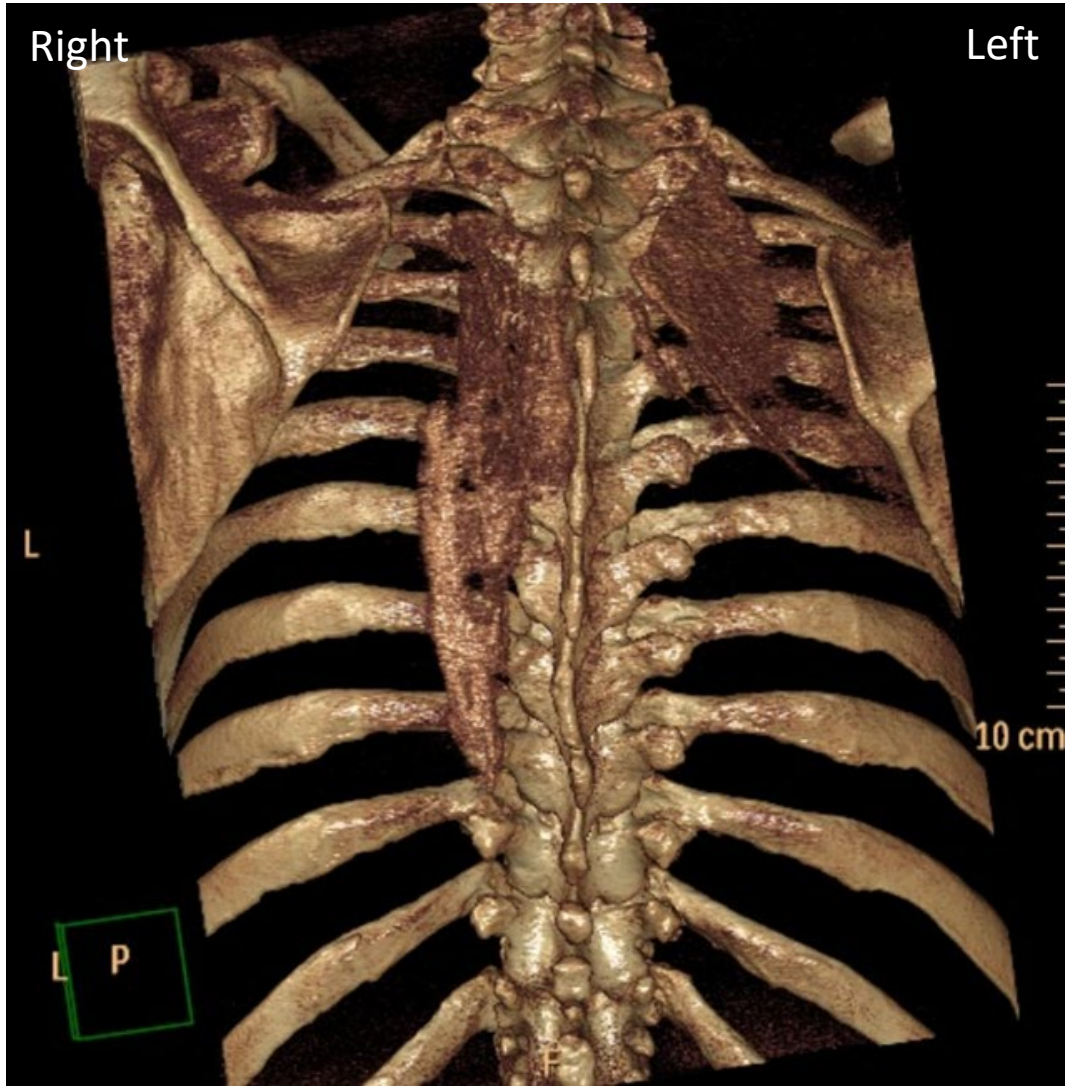


PECS I a PECS II. + serratus block
kožní analgezie je cestou laterálních kožních větví



Erector spinae block
mýtus: náhražka paravertebrální blokády

t



Original research

OPEN ACCESS

Spread of local anesthetics after erector spinae plane block: an MRI study in healthy volunteers

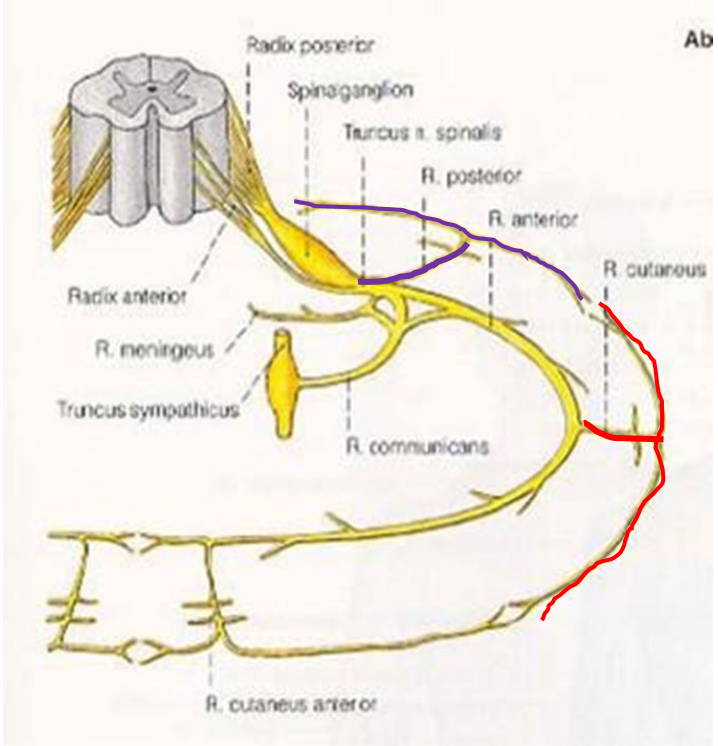
Marie Sørenstua ,[1,2] Nikolaos Zantalis,[3] Johan Raeder,[2] Jan Sverre Vamnes,[4] Ann-Chatrin Linqvist Leonardsen [5,6]

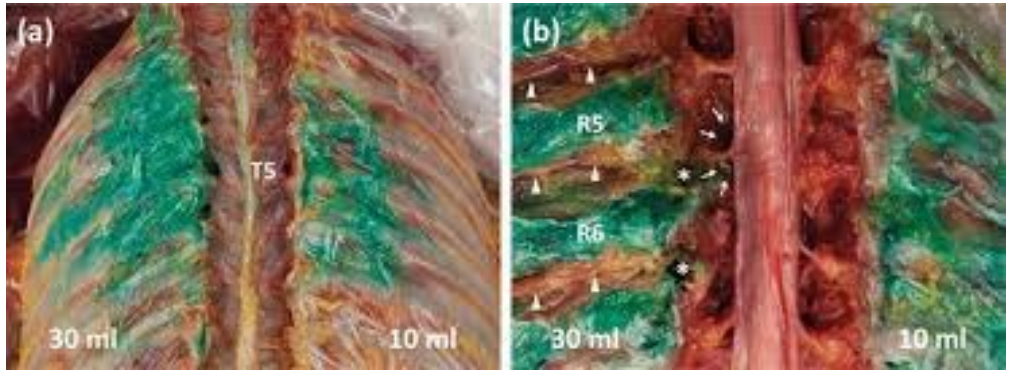
Reg Anesth Pain Med: first pub

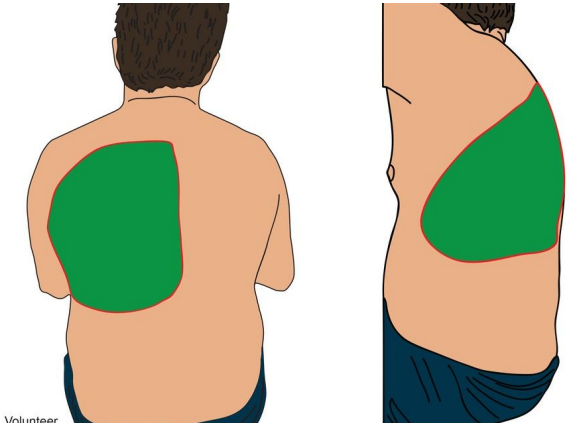
Figure 3 Cutaneous mapping of loss of sensation to cold and pin-prick after an Erector spinae plane block was performed at the level of Th7 using an injectate containing 30 mL of ropivacaine and 0.3 mL gadolinium. Individual photos are marked with volunteer number.

Hlavní mechanismus účinku Erektor spine bloku

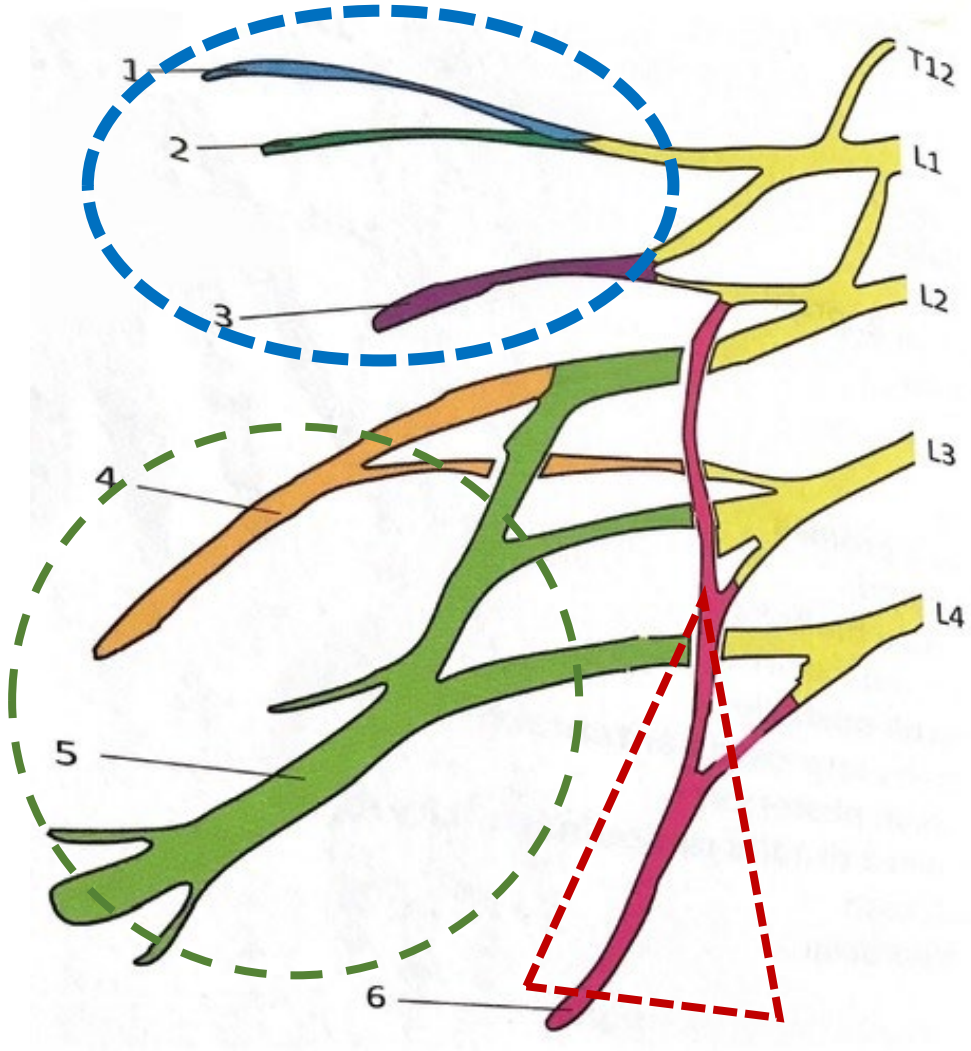
- Blokáda senzitivních nervů zadních (epaxiálních) nervů.
- Blokáda senzitivních nervů z laterální části (hypaxiálních) somatických interkostálních větví.







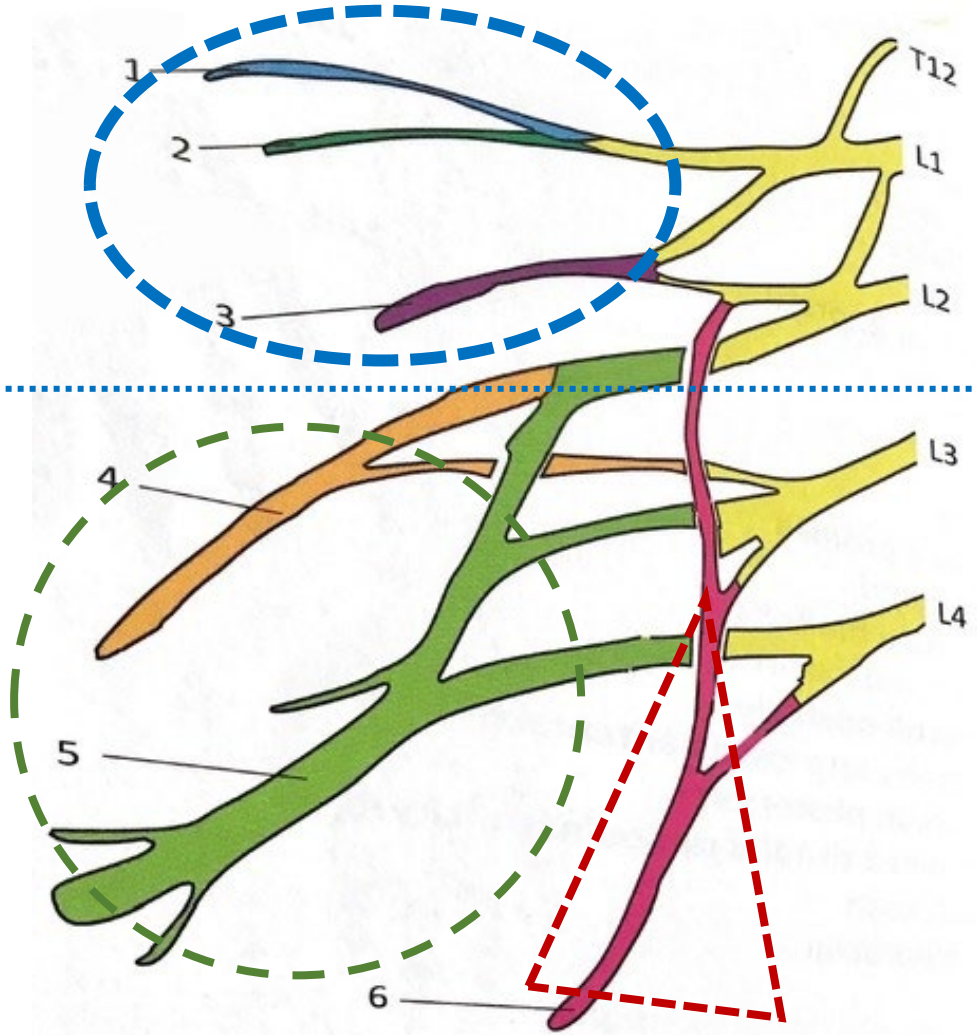
Lumbální Plexus 3 skupiny 3 fasciální prostory



Lumbální Plexus 3 skupiny 3 fasciální prostory

trup

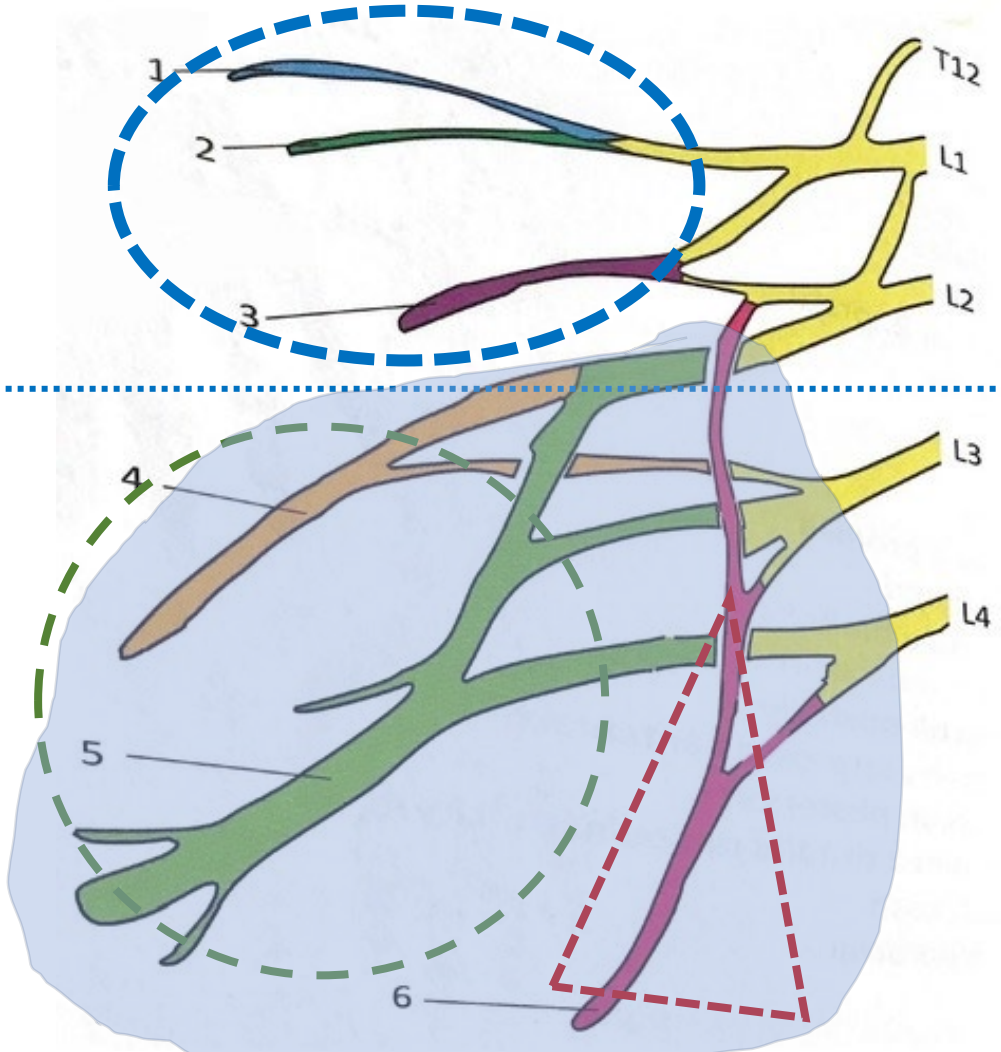
dolní končetina



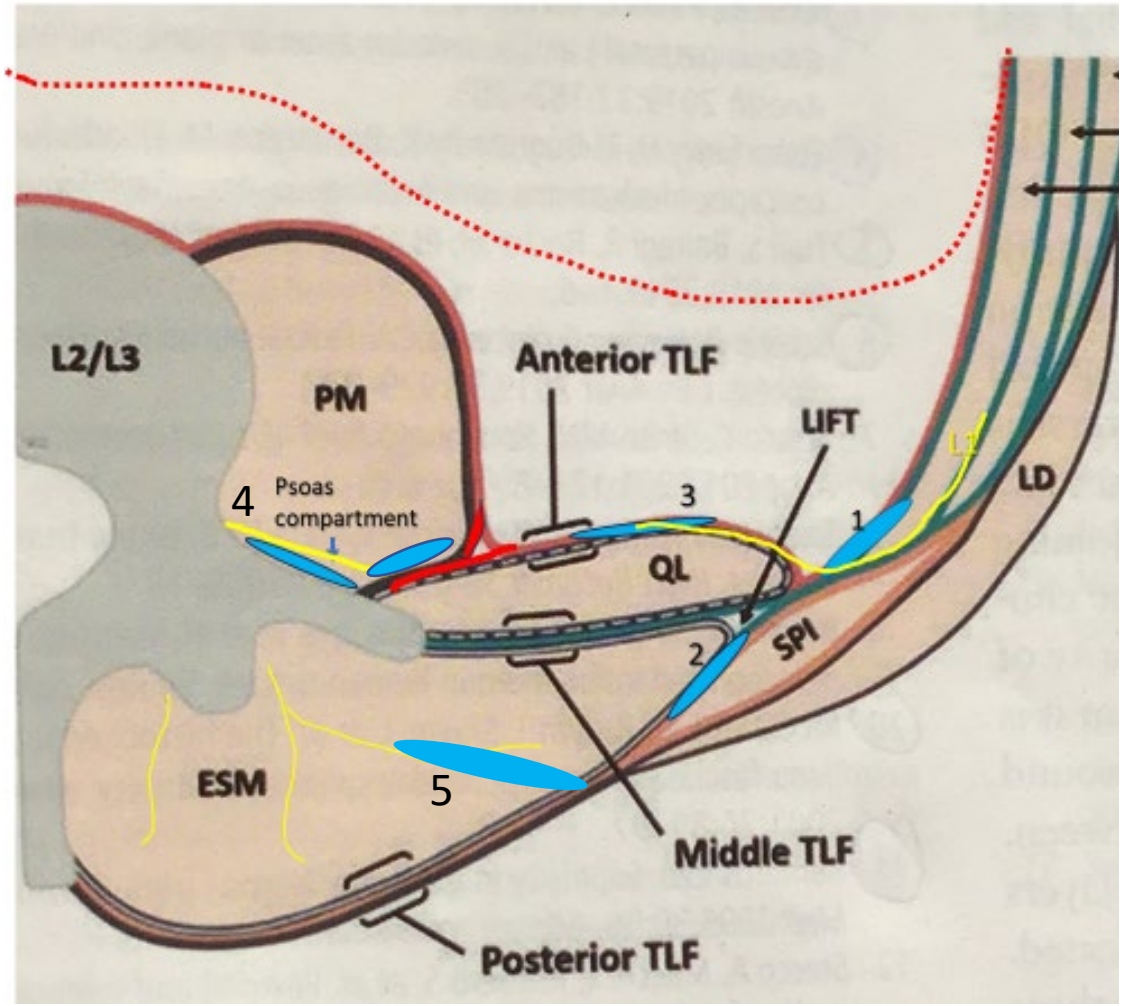
Lumbální Plexus 3 skupiny 3 fasciální prostory

trup

dolní končetina

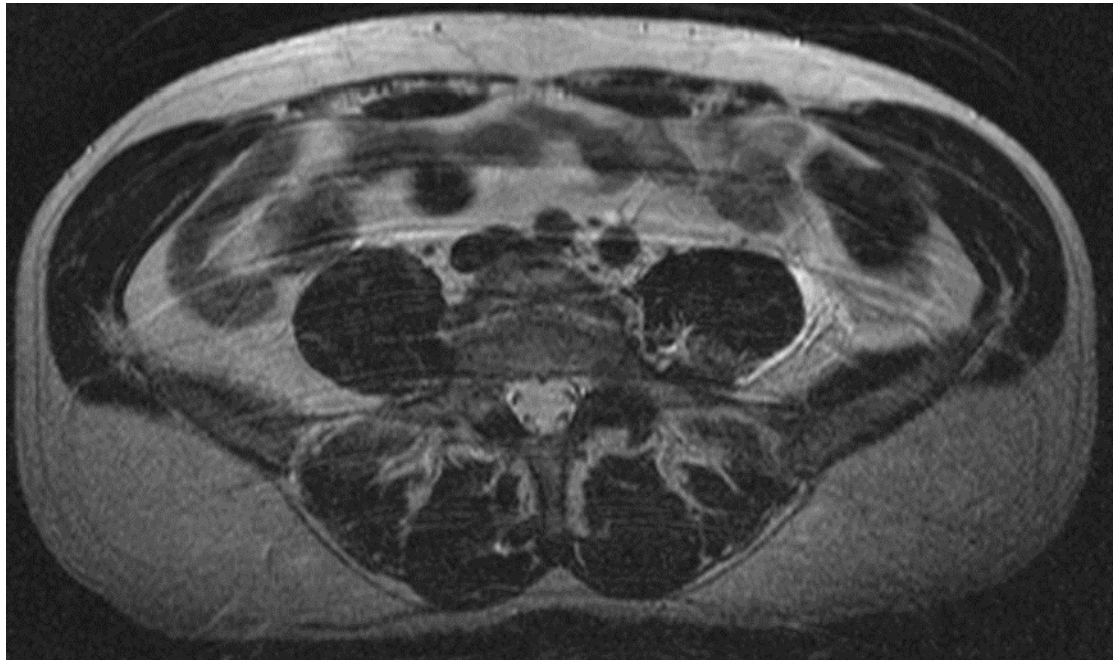


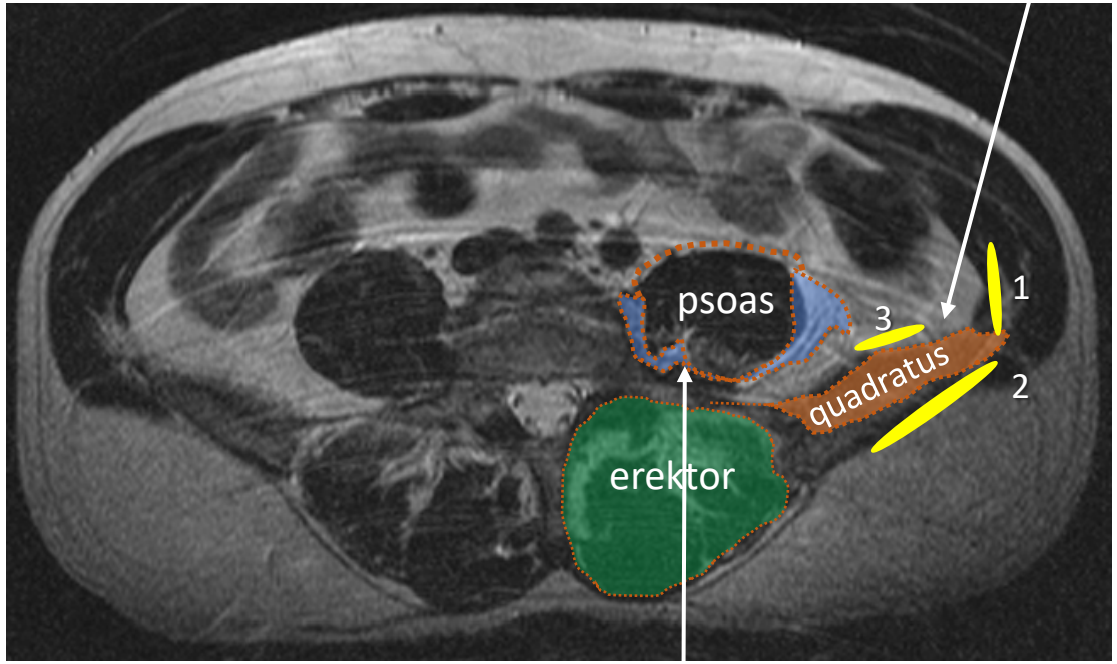
Fasciální prostory thorako - lumbálního přechodu



- 1. . Spojení transversální fascie a fascie QLB I. - laterální TAP
- 2. Prostor mezi erektory a transversální fascii QLB II, zadní, LA proniká podél erectorů kraniálně
- 3. Vnitřní list QLB fascie III. Přední zasáhne proximální část lumbálního plexu
- 4. Psoatická fascie – Psoas kompartment blok ovlivní distální část lumbálního plexu
- 5. Fasciální prostor epaxiálních svalů m. erectores.

MRI - náplň psoatického kompartmentu L4



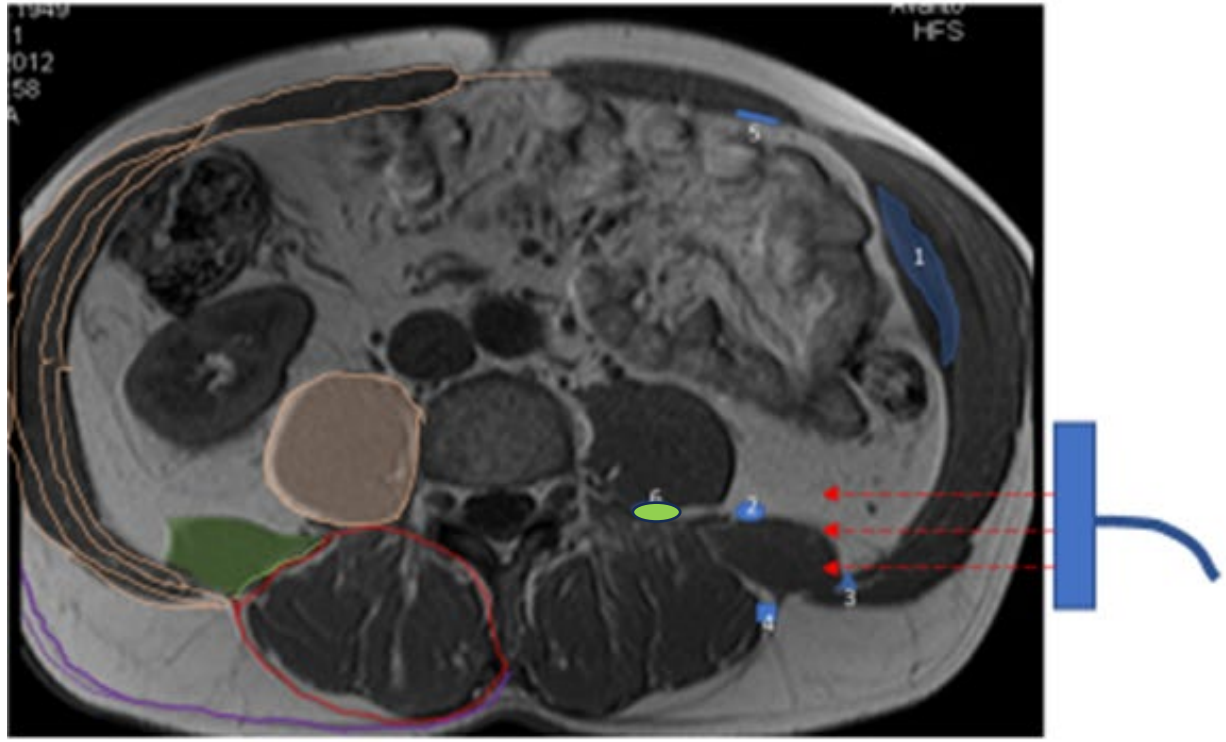


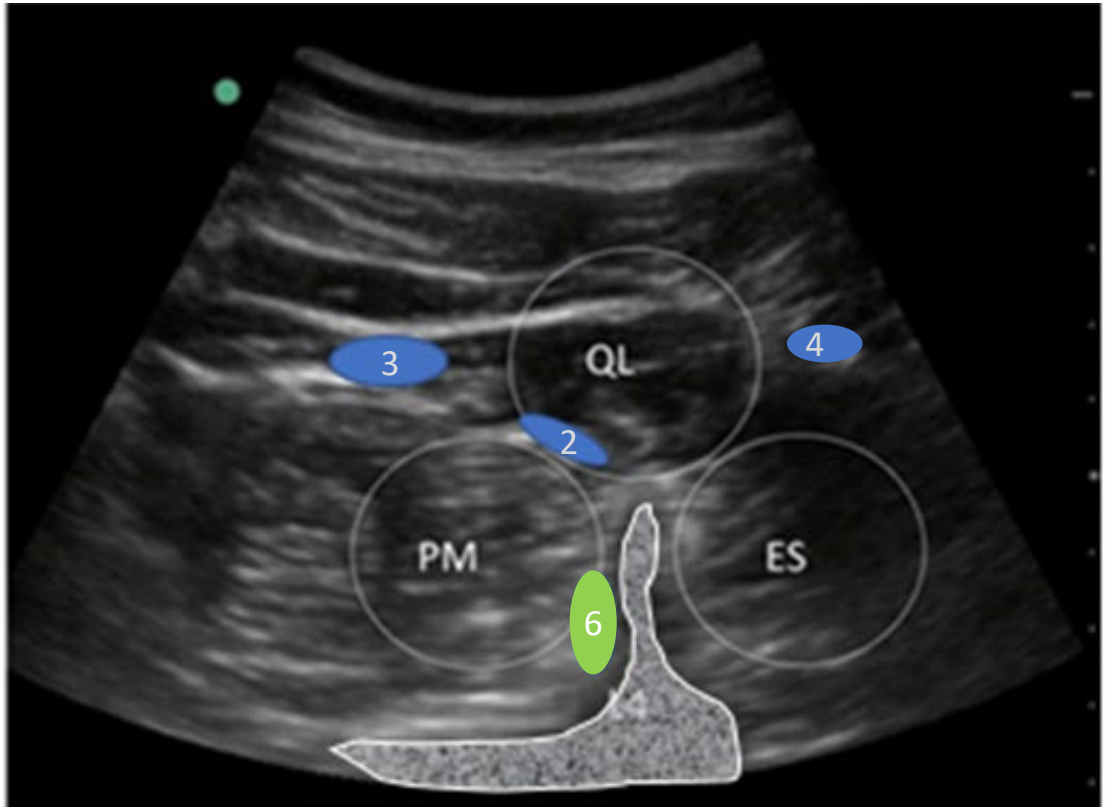
Psoas kompartment blok

Důsledky uspořádání thorakolumbálních fascii

- Odlišný rozsah analgezie a indikací u QLB blokád.
- Kompletní blokáda flexorové a adduktorové části stehna je možná aplikací LA do oblasti Psoas kompartmentu.
- Distálnější blokády v iliopsoatické fascii (FIB a SFIB) standardně nezasahují do oblasti n. obturatorius.

Shamrock view a blokády v lumbální oblasti





Důsledky vývoje jednotlivých svalových skupin

1.Hypaxiální svaly během embryonálního vývoje migrují a spolu s nimi hluboká i svalové fascie, což vede k rozdílné místní inervaci dermatomů ve vztahu k myotomům a osteotomům.

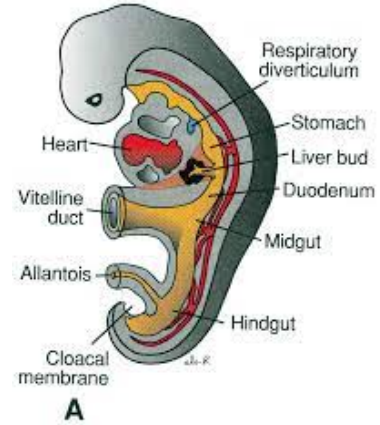
2.Fascie jednotlivých svalových skupin, omezují až zamezují pronikání LA mezi kompartmenty.

3. Senzitivní inervace periostu a kostní dřeně je retrográdně vedena cestou nervů ke svalovým a vazivovým úponům a cestou vegetativních nervů provázejících cévy.

Nejvýznamnější události embryonálního vývoje pro periferní regionální anestezii

I. Kožní somatická inervace, alární linie.

II. Migrace neuromuskulárního aparátu a vývoj fasciálních kompartmentů.

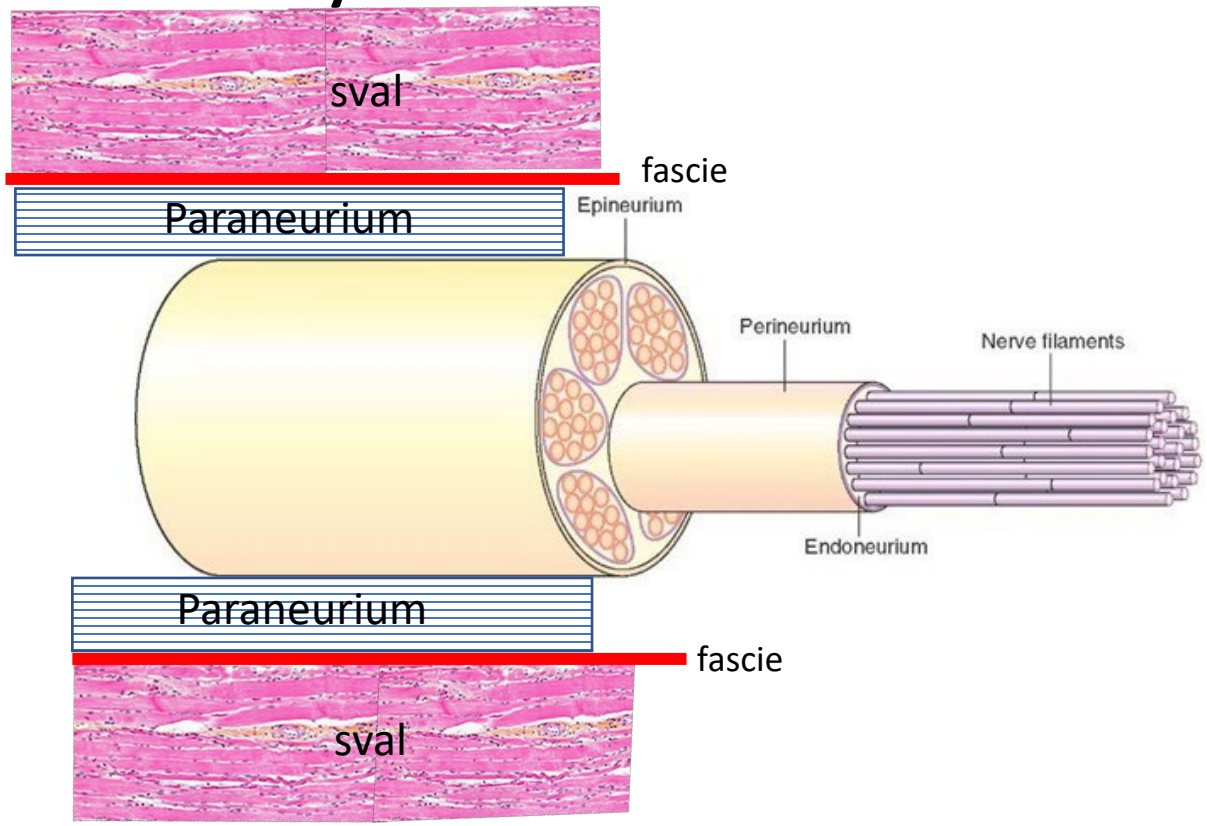


III. Vznik paraneuria – rozmanitost a kontinuita.

IV. Migrace viscerálních orgánů - vegetativní inervace.

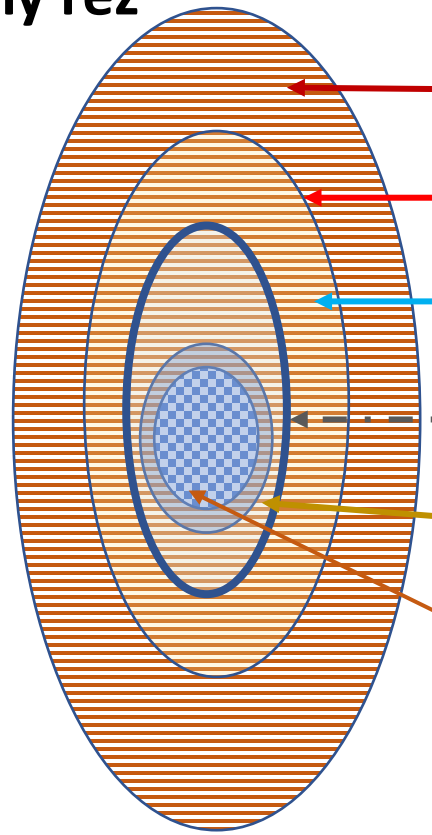
Paraneurium - součástí fasciálního systému
Usnadňuje pochopení pojmu „intraneurální“podání LA

Podélný řez okolím nervu

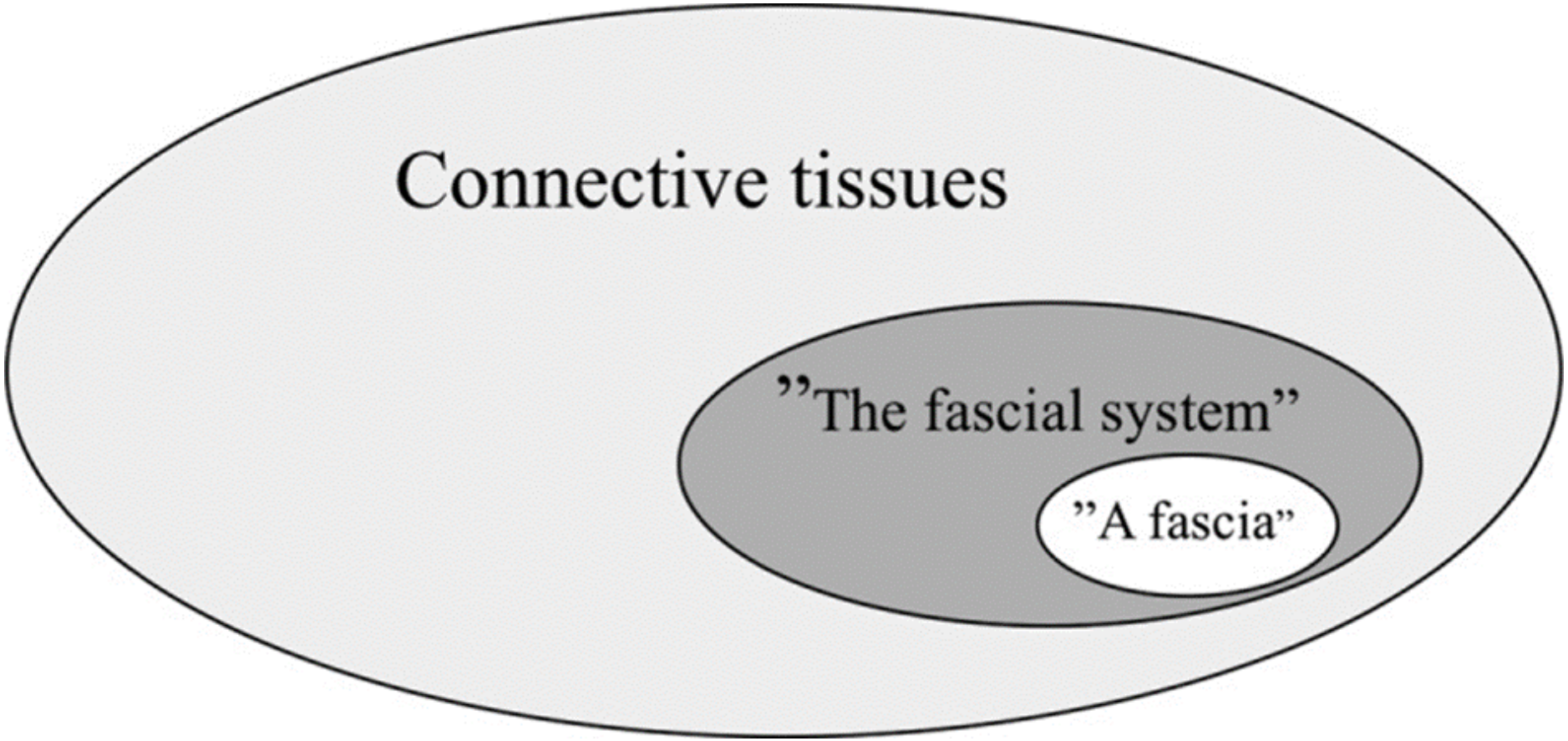


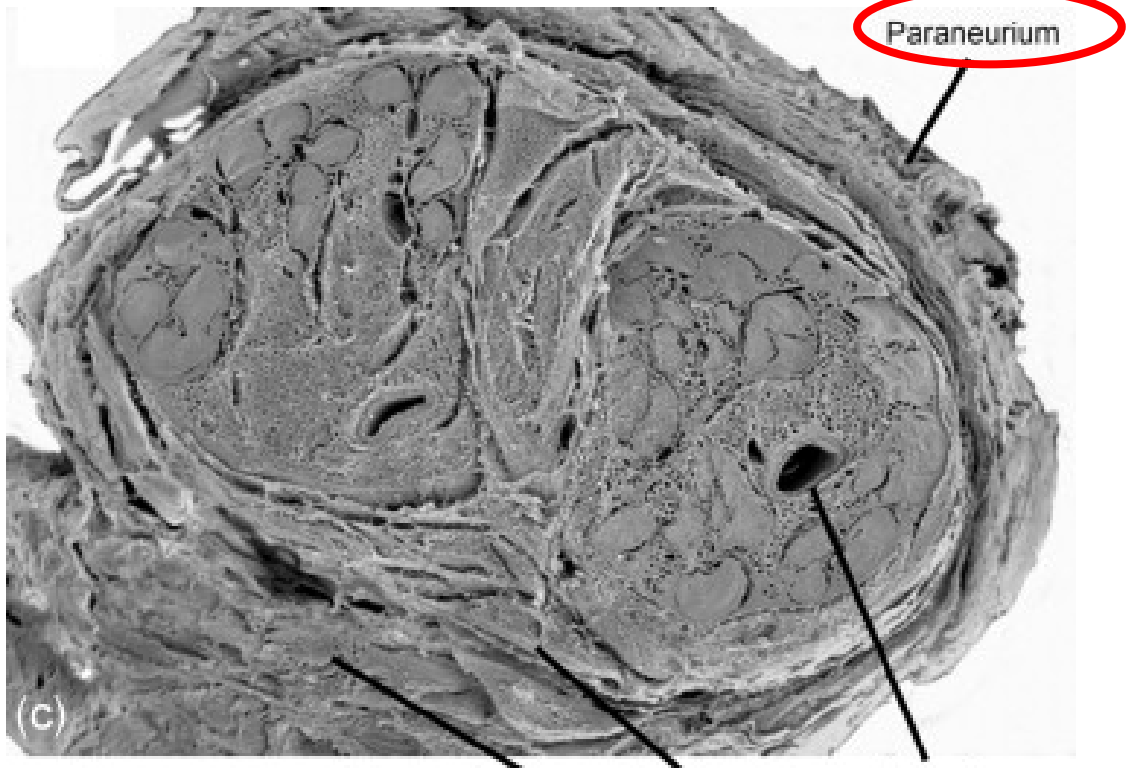
Příčný řez

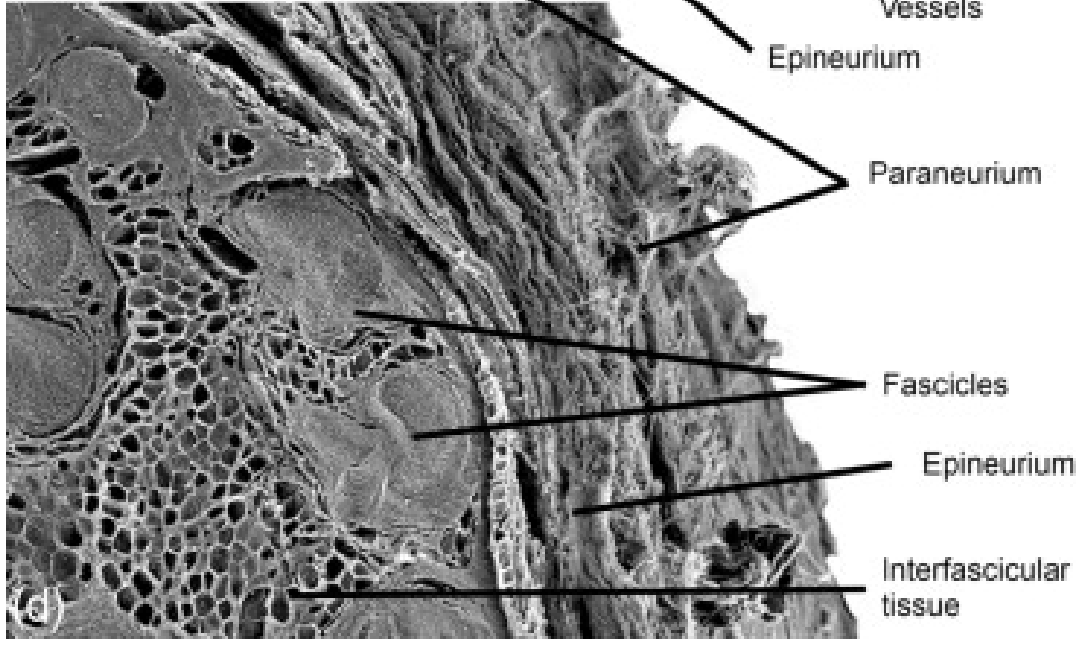
- Sval
- Svalová fascie
- Paraneurium
- Epineurium
- Perineurium
- Endoneurium

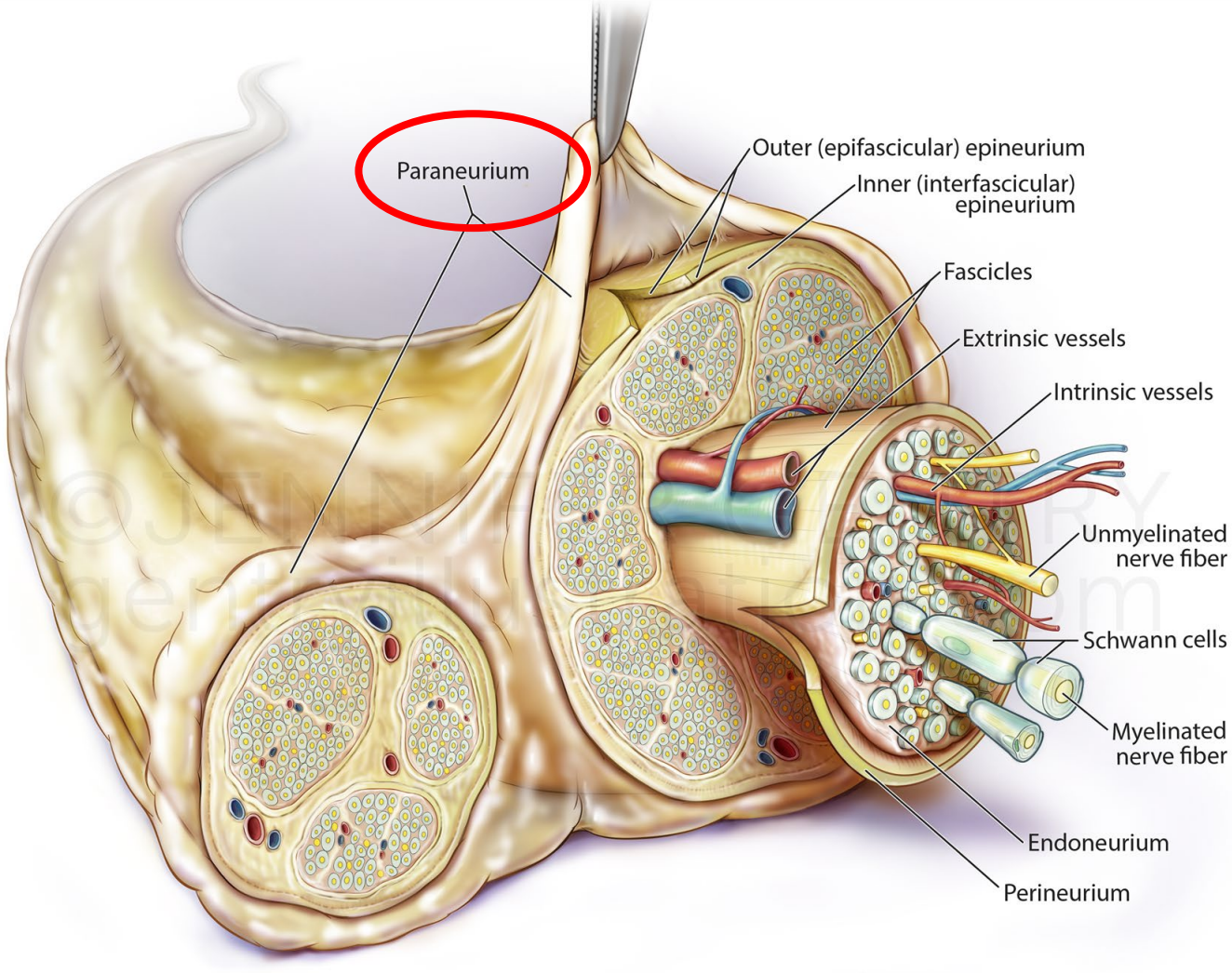


Paraneurium je integrální součást pojivové tkáně

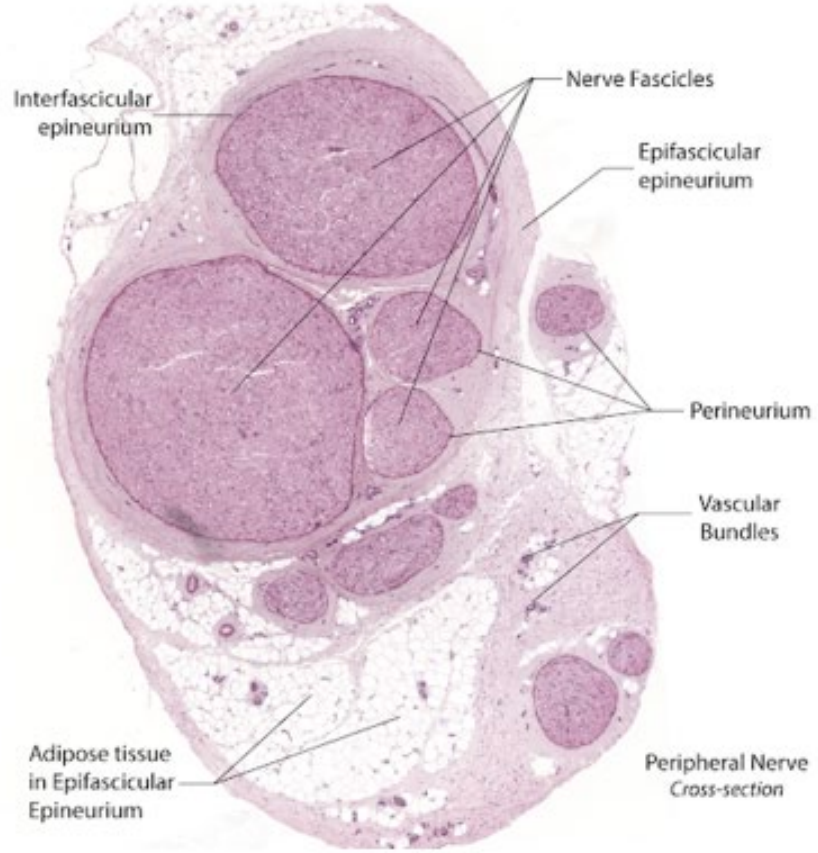


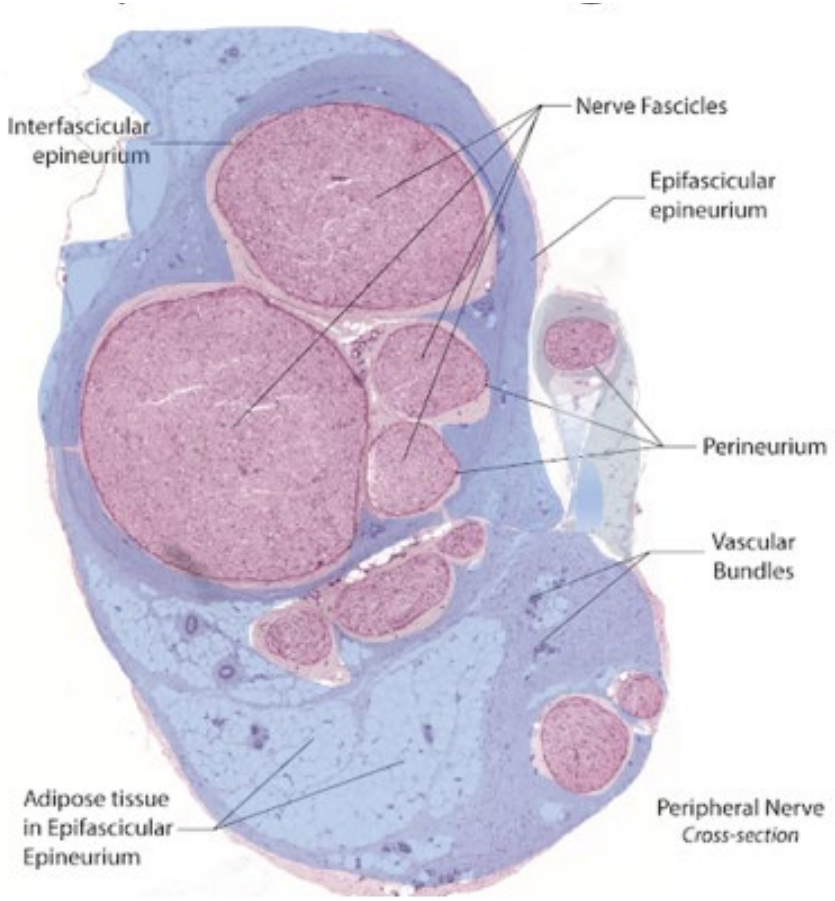

Paraneurium
(c)
Vessels
Epineurium


Paraneurium
Fascicles
Epineurium
Interfascicular tissue
(d)


Paraneurium
Outer (epifascicular) epineurium
Inner (interfascicular) epineurium
Fascicles
Extrinsic vessels
Intrinsic vessels
Unmyelinated nerve fiber
Schwann cells
Myelinated nerve fiber
Endoneurium
Perineurium

Paraneurium brachiálního plexu - histologie





Fasciální teorie - paraneurium

- Okolí všech periferních nervů tvoří paraneurium, které je součástí fasciálního systému těla.
- Paraneurium je tvořeno jemným síťovitým vazivem uspořádaným do teleskopických vrstev. V paraneuriu lze nalézt volné buňky, cévy a shluky tukových buněk.
- Prostory mezi pevnými částmi vyplňuje polotekutá hmota, jejíž základ tvoří kyselina hyaluronová.
- Jemné vazivo je prostupné pro lokální anestetika. Hutnější okrajové vazivo, zpravidla svalové fascie a tukové shluky, tvoří překážku pro mechanické šíření LA.

Fasciální teorie - paraneurium

- Paraneurium je místem, kam se snažíme aplikovat lokální anestetikum.
- Paraneurium svým teleskopickým uspořádáním vytváří mechanické podmínky pro šíření lokálního anestetika podél průběhu nervu, bez ohledu na jeho mohutnost.
- Efekt „fasciálních blokád“ je přítomen na všech úrovních periferního nervového systému.

Paraneurium je v průběhu nervů souvislé

Oblast plexů

oblast velkých nervů

oblast drobných nervů

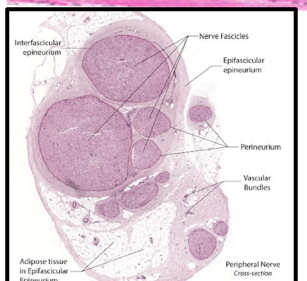
kůže

podkoží

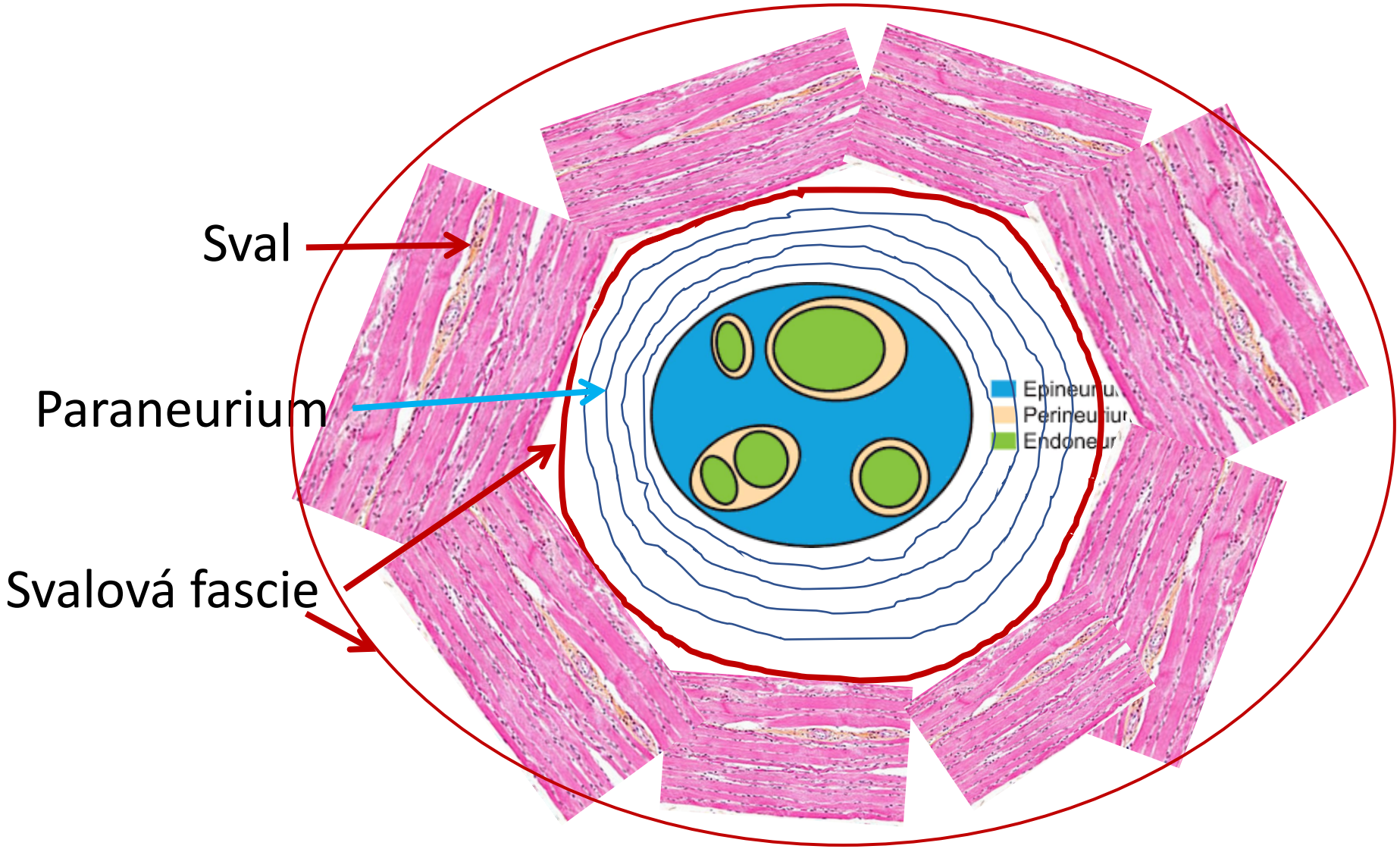
sval

paraneurium

nerv

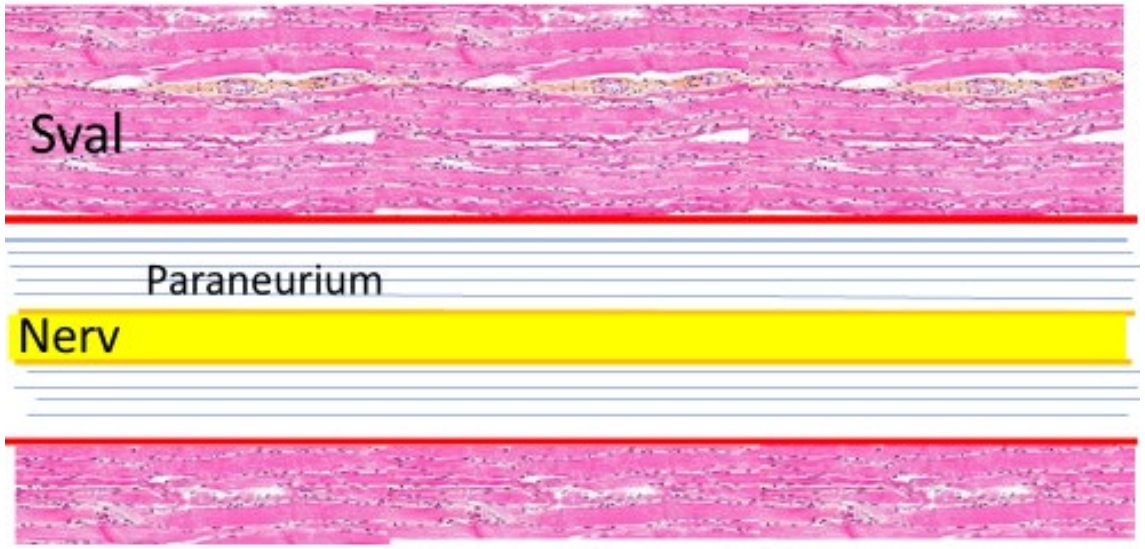


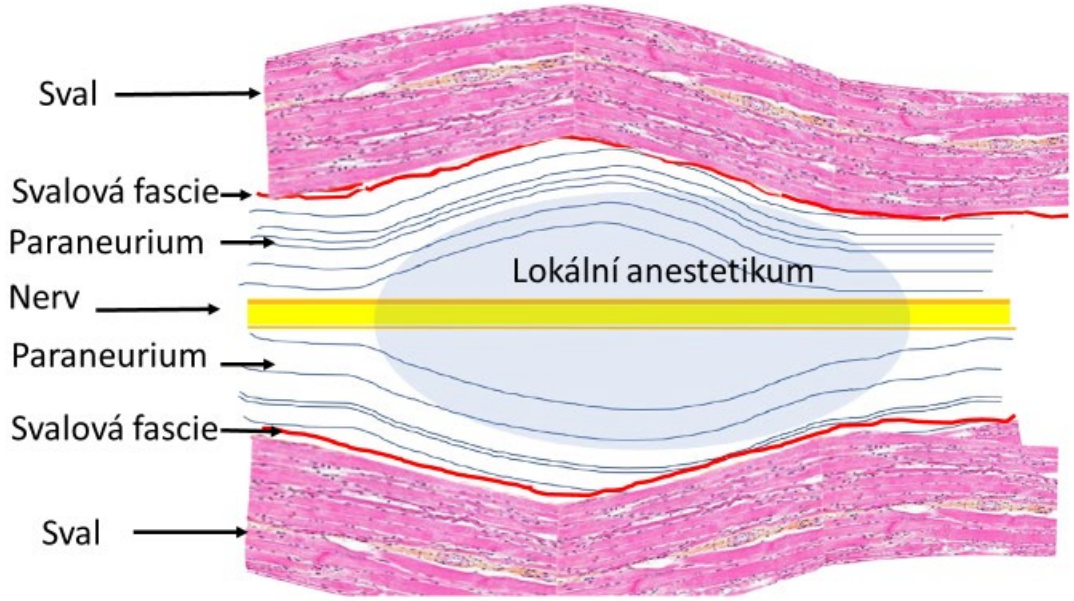
Paraneurium, příčný řez svalovým sendvičem



Reakce paraneuria na objemové přetížení po aplikaci lokálního anestetika do tkáně.

- Pružné odolné epineurium a svalové fascie odolají tlaku. Pouze se dislokují.
- Jemná fibrózní síťovina paraneuria se dislokuje, prosákne a částečně se potrhá.





Dvě fáze podání roztoku anestetika do svalového sendviče.

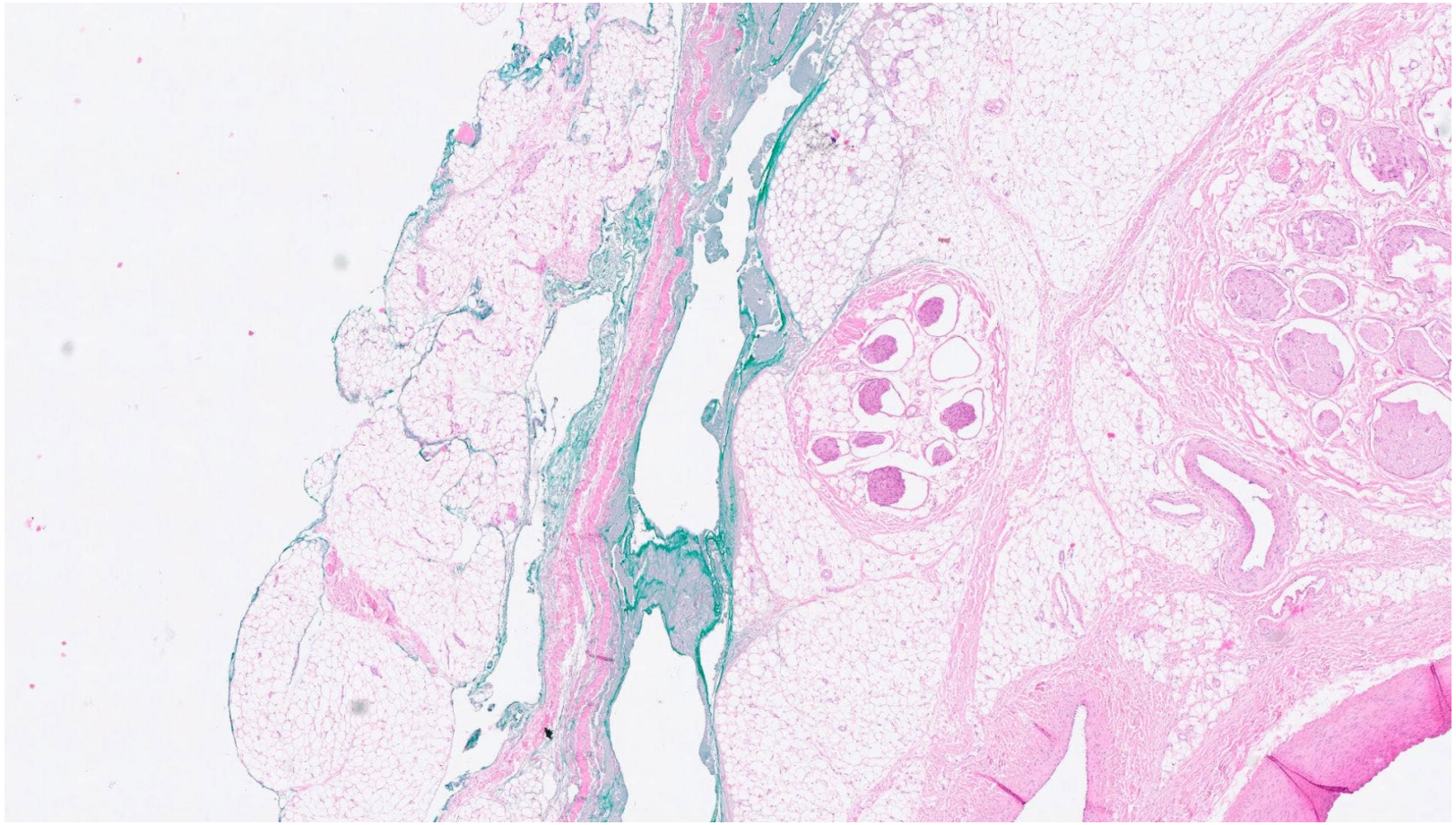
- Efekt aplikace lokálního anestetika lze rozdělit na fázi mechanickou, kdy dochází k tlakovému šíření a destrukci jemné vazivové tkáně a dislokaci pevné vazivové tkáně. Pevná tkáň LA mechanicky nepustí.
- Druhá fáze je farmakodynamický proces závislý:

pasivně na Fickovo principu difuse,

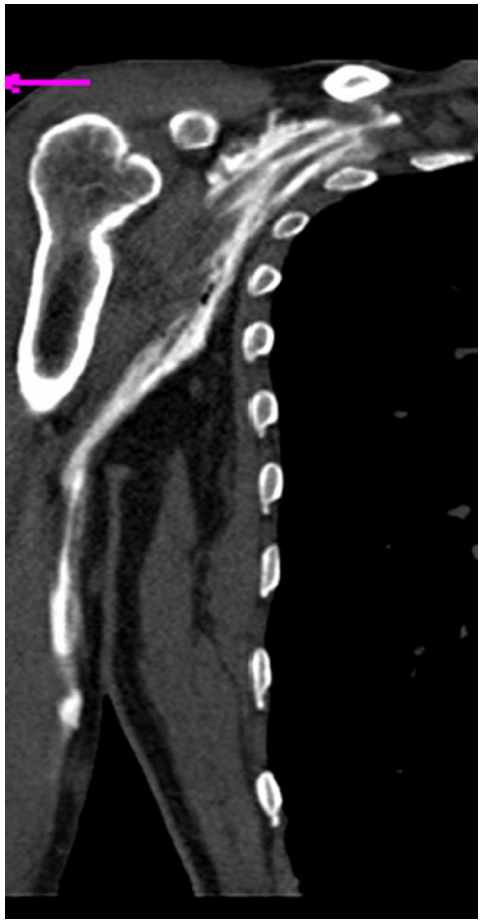
aktivně na membránovém vybavení pevné tkáně (epineuria, svalových fascii, tukové tkáně, lymfatických a krevních cév)

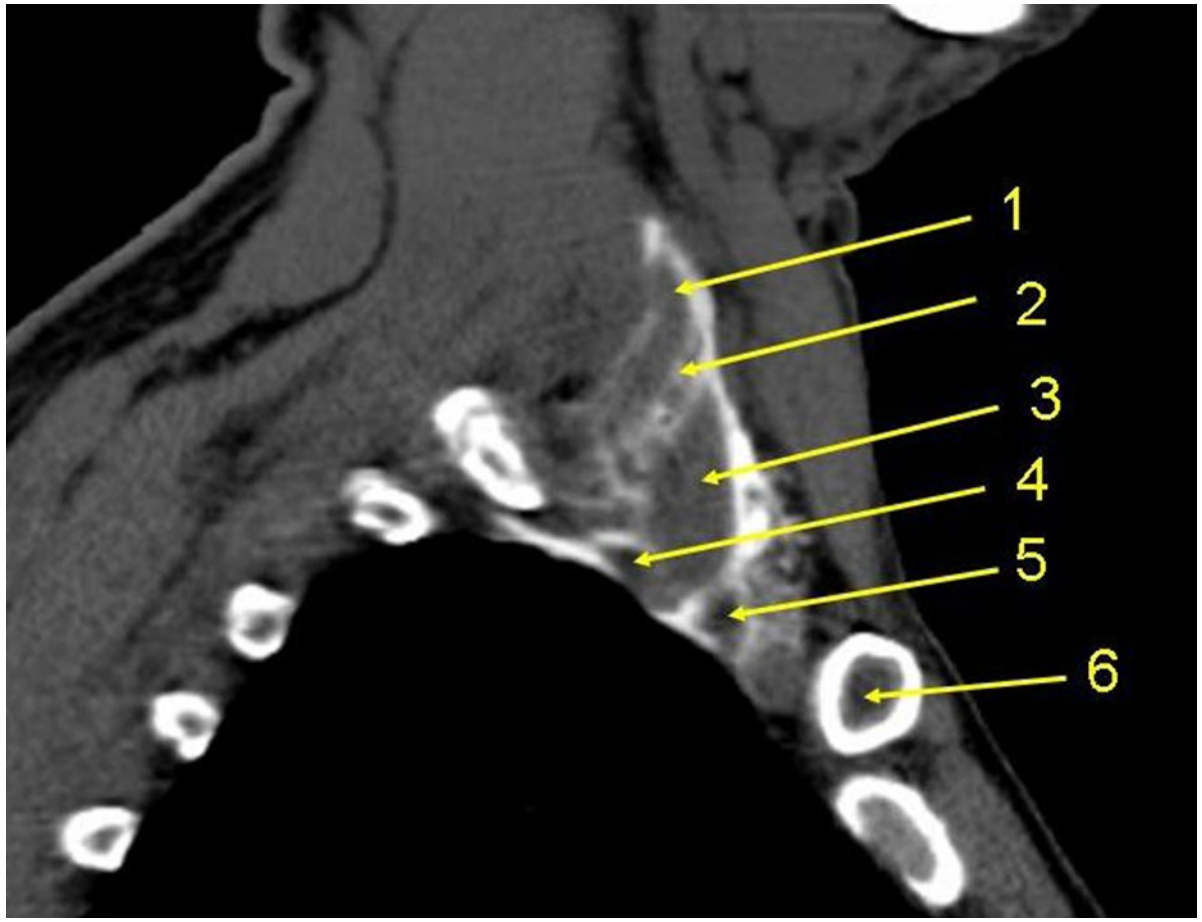
pasivně na fyzikálně-chemických vlastnostech LA .

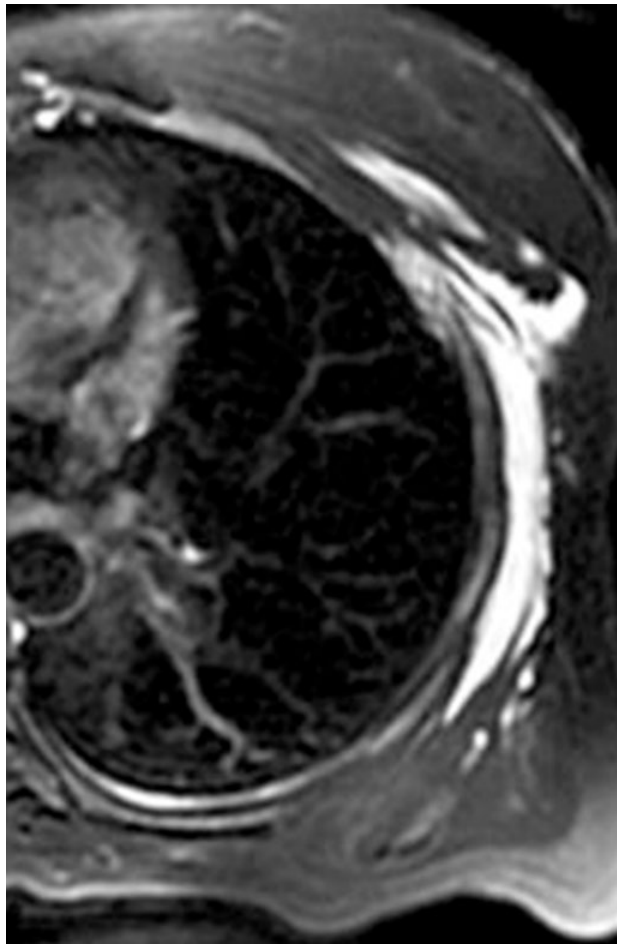
Blok axilárního plexu prase (Bio Marking Dye Green, Bio Aplica)



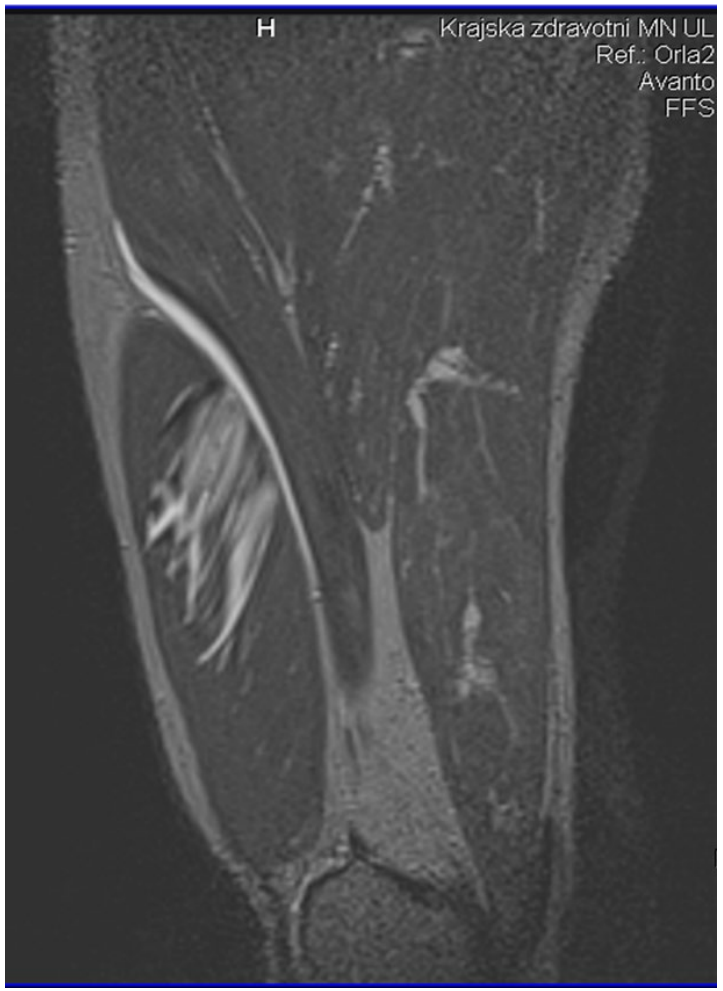
Příklady šíření tekutin v oblasti brachiálního plexu







Příklady šíření tekutin v oblasti lumbálního plexu



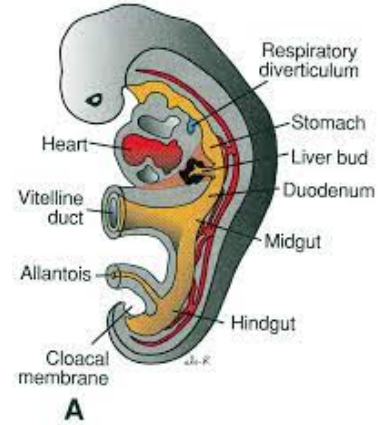
Nejvýznamnější události embryonálního vývoje pro periferní regionální anestezii

I. Kožní somatická inervace, alární linie.

II. Migrace neuromuskulárního aparátu a vývoj fasciálních kompartmentů.

III. Vznik paraneuria – rozmanitost a kontinuita.

IV. Migrace viscerálních orgánů - vegetativní inervace.



Reakce autonomního systému na bolest.

- Zvýšená aktivita sympatiku.
- Smíšená aktivita parasympatiku.

Akutní viscerální bolest

- Viscerální bolest má jiný charakter než somatická bolest. Popisuje se jako tupá a difuzní a hůře lokalizovatelná.
- Autonomní nervový systém se vyvíjí z mediálních struktur. Bolest může být vnímána z jiného místa než je její původ. Stranová lokalizace je omezená.
- Vnímaná viscerální bolest bývá nepříjemnější a evokuje strach.
- Ischemická a periostální bolest má spíše charakter viscerální než somatické bolesti.

Aferentní vedení autonomního systému.

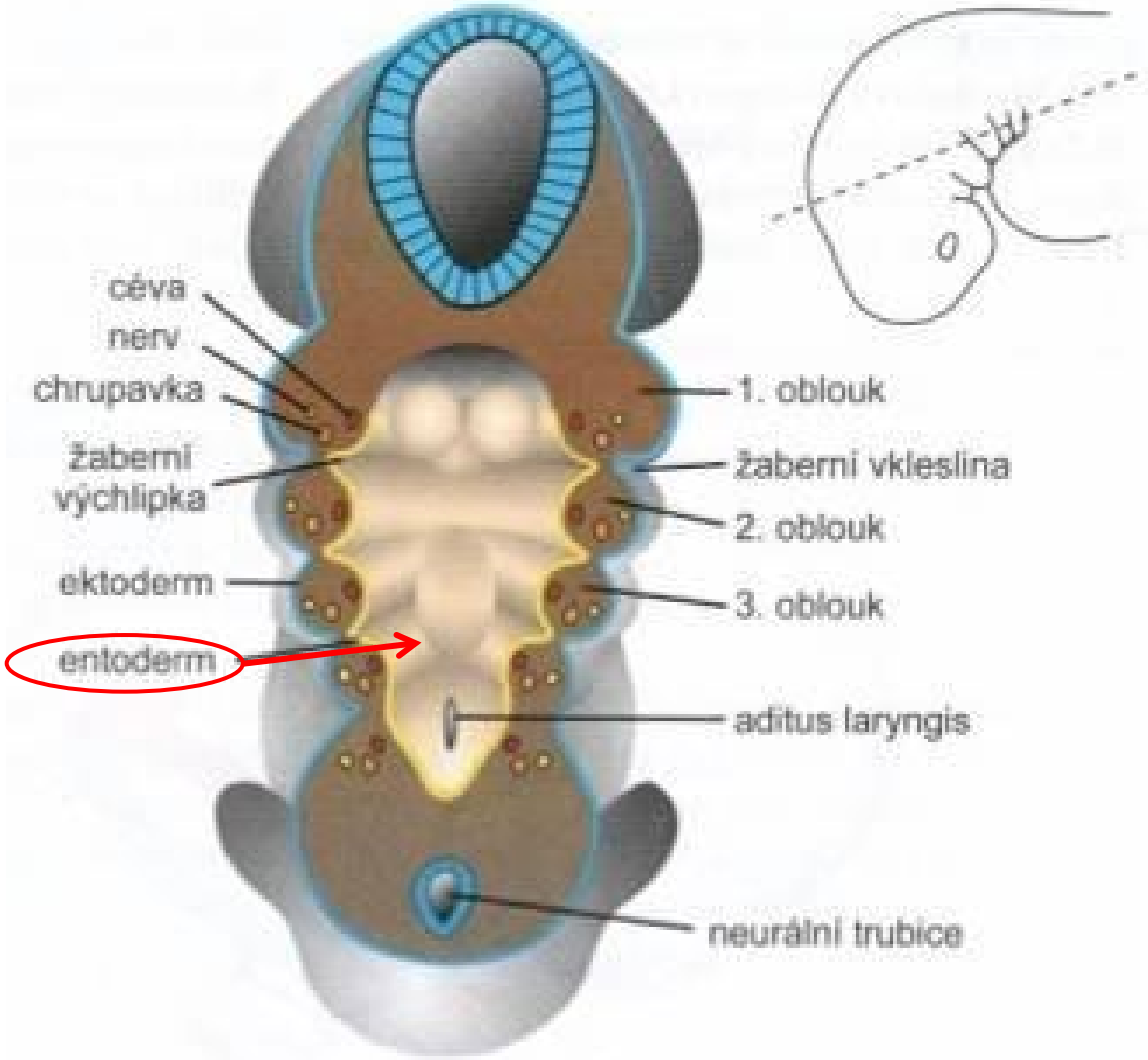
Fáze vzniku, přenosu a vnímání bolesti

- **Transdukce***:* primární senzorický aparát pro zaznamenávaní bolesti je napojen na nervová vlákna
- **Transmise**: přenos signálu do CNS
- **Modulace**: přenos do druhého neurónu
- **Percepce**: zpracování signálu v retikulární formaci

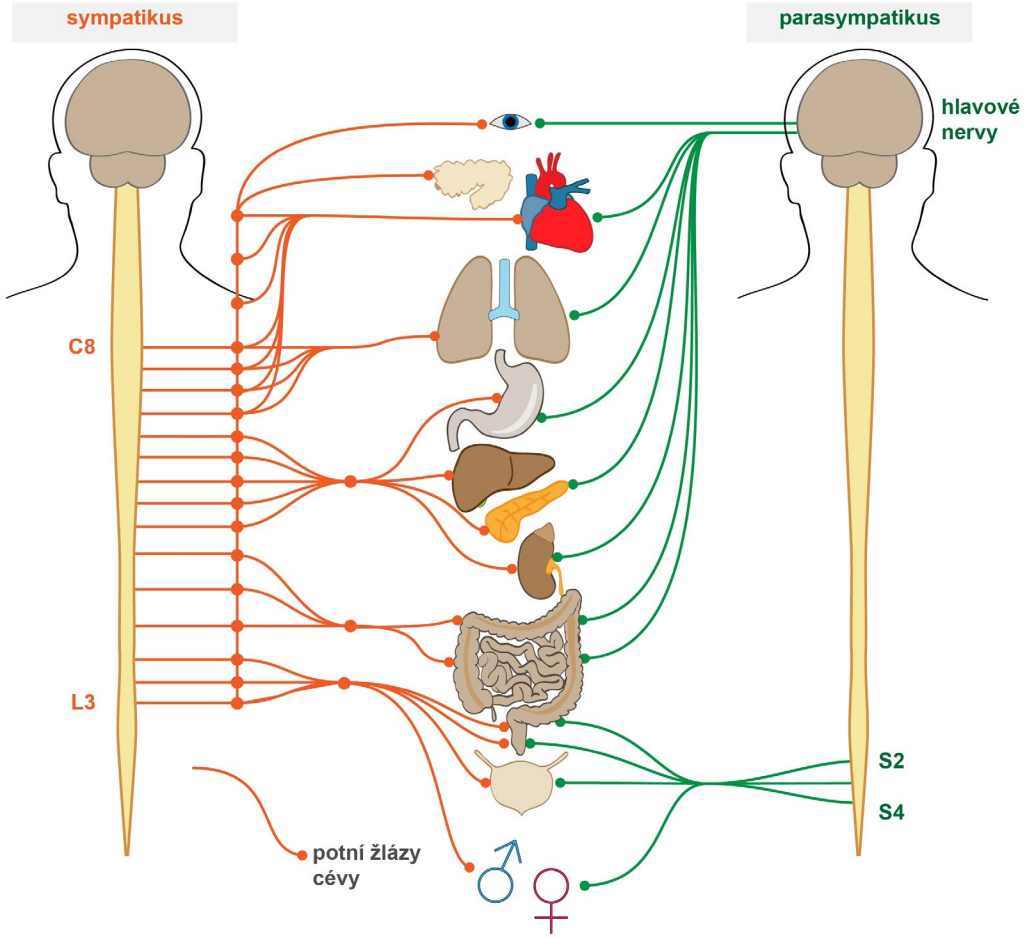
Fáze vzniku, přenosu a vnímání bolesti

- **Transdukce**: primární senzorický aparát pro zaznamenávaní bolesti je napojen na nervová vlákna
- **Transmise**: přenos signálu do CNS
- **Modulace**: přenos do druhého neurónu
- **Percepce**: zpracování signálu v retikulární formaci

Viscerální bolest se šíří aferentní částí autonomního nervového systému.



Sympatikus vede aferentními vlákny bolest
Parasympatikus působí vedlejší účinky bolesti



Sympatikus - ganglia vytváří síť mimo míchu

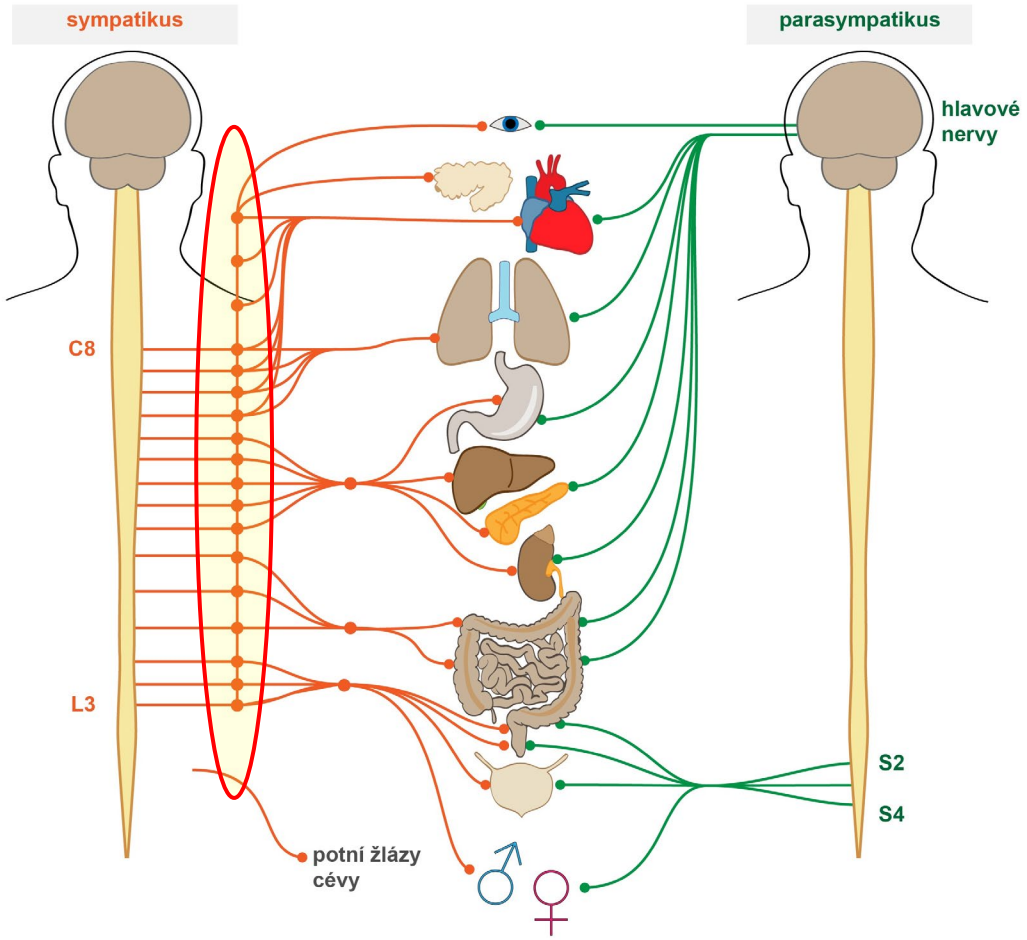
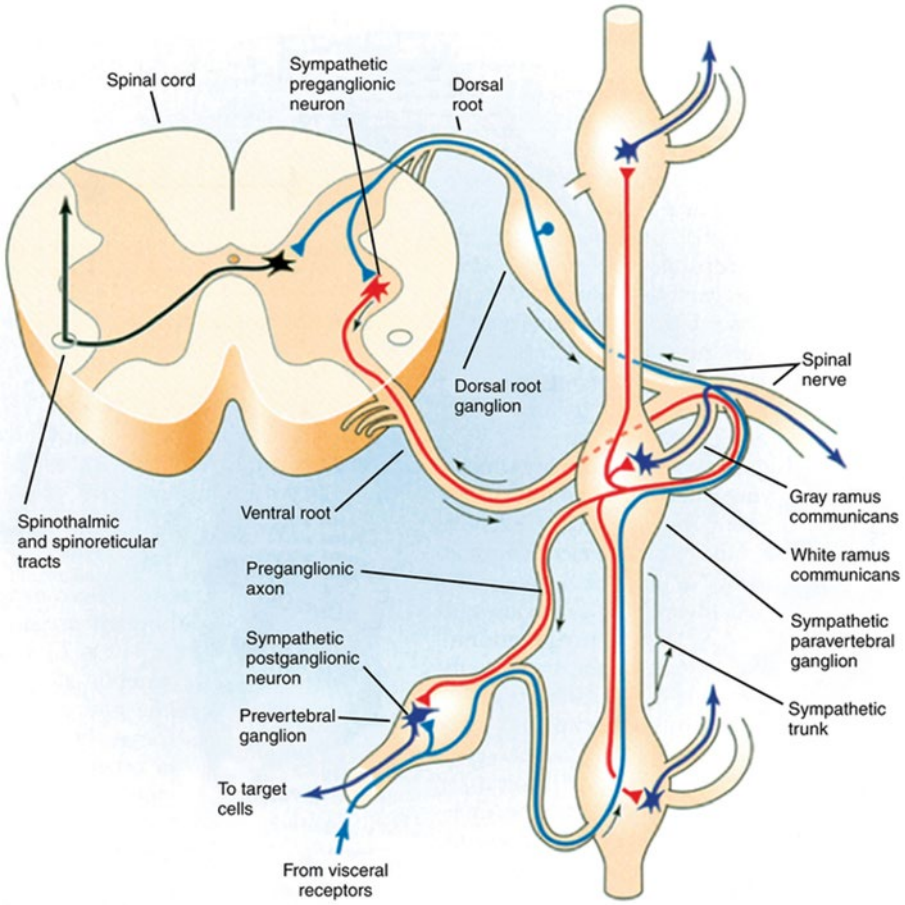


Schéma somatických a viscerálních aferentních impulsů



Take home massage

- Expanze svalstva během embryonálního vývoje posouvá inervační zóny svalů oproti inervaci kůže.
- Existence axiálních linií tvoří ostré hranice inervace na kůži.
- Fasciální kompartmenty mají zásadní vliv na šíření a limitaci účinnosti lokálních anestetik.

  Paraneurální prostor je cílovým místem pro aplikaci lokálního anestetika.
- Rozdíl v transmisi aferentní inervaci mezi somatickým a vegetativním systémem je zásadním omezením pro analgetickou účinnost fasciálních blokád trupu.

Děkuji za pozornost