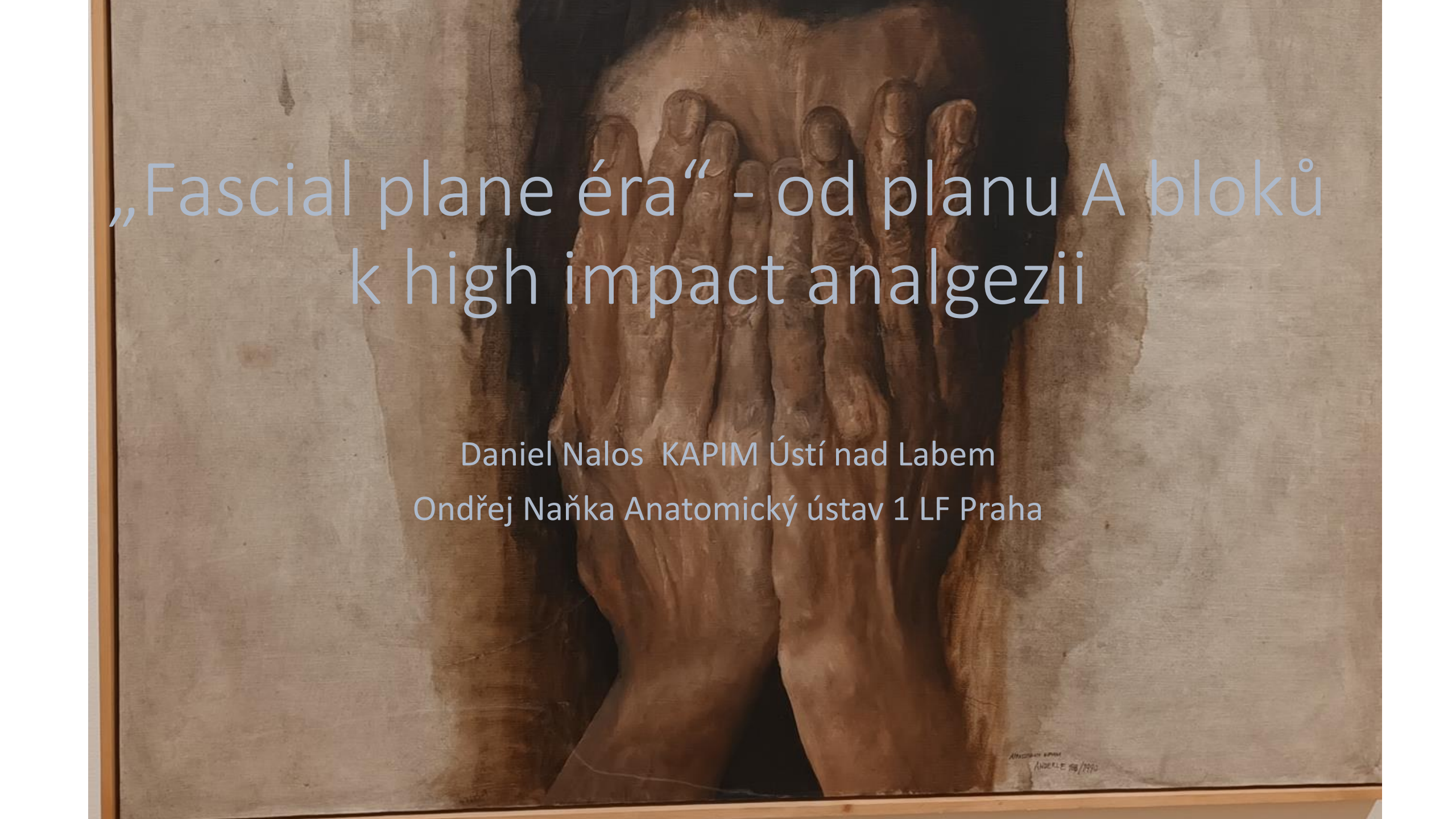


An anatomical drawing of two hands, palms facing each other, with text overlaid. The drawing is in a realistic style, showing the skin texture and bone structure. The hands are positioned centrally, with fingers slightly spread. The background is a light, textured surface.

„Fascial plane éra“ - od planu A bloků k high impact analgezií

Daniel Nalos KAPIM Ústí nad Labem
Ondřej Naňka Anatomický ústav 1 LF Praha

ANATOMICKÝ ÚSTAV
ANDRŠE 198/1990

O čem Vás budu chtít přesvědčit

- Fascial plane koncept - nové paradigma

O čem Vás budu chtít přesvědčit

- Fascial plane koncept - nové paradigma
- Význam fasciálního systému pro regionální anestézii.

O čem Vás budu chtít přesvědčit

- Fascial plane koncept - nové paradigma
- Význam fasciálního systému pro regionální anestézii.
- Co je to paraneurální prostor.

O čem Vás budu chtít přesvědčit

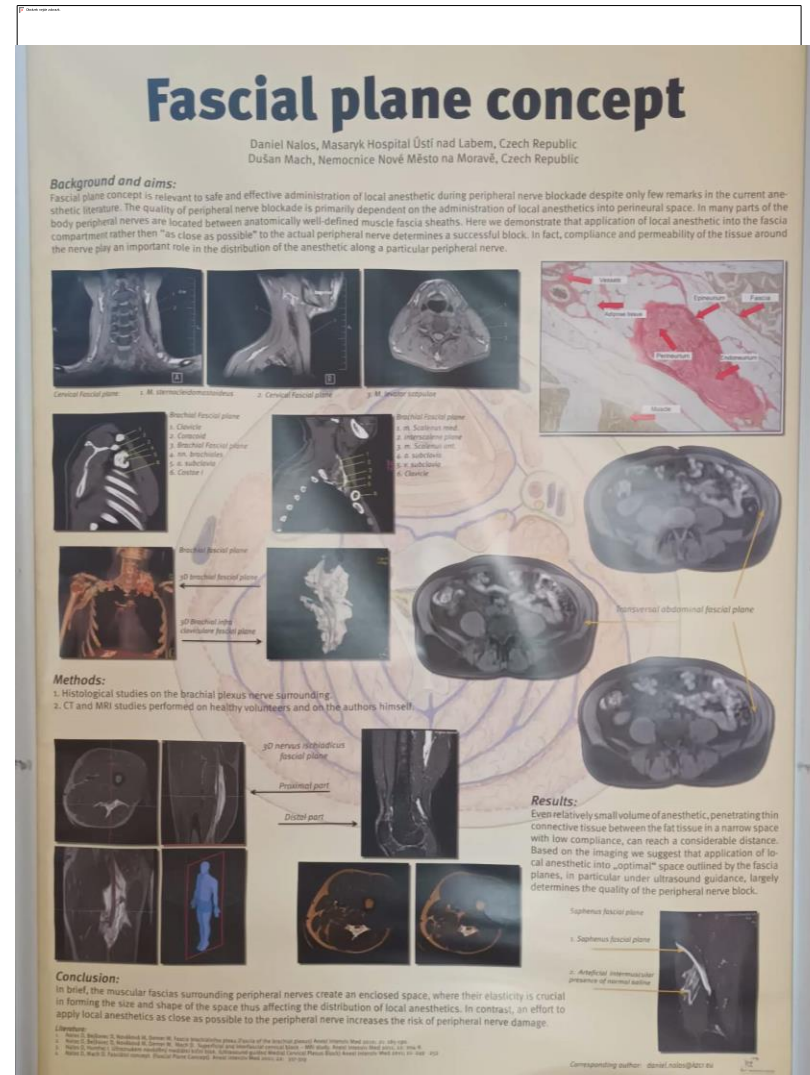
- Fascial plane koncept - nové paradigma
- Význam fasciálního systému pro regionální anestézii.
- Co je to paraneurální prostor
- Šíření anestetika v paraneurálního prostoru.

O čem Vás budu chtít přesvědčit

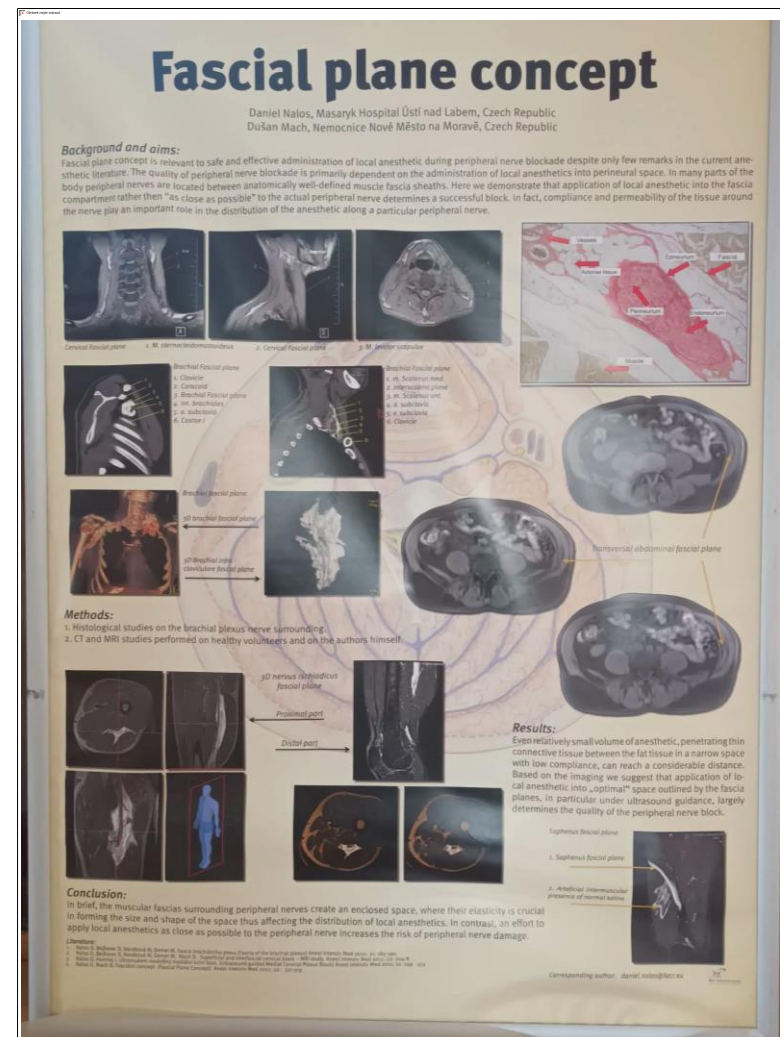
- Fascial plane koncept - nové paradigma
- Význam fasciálního systému pro regionální anestézii.
- Co je to paraneurální prostor
- Šíření anestetika v paraneurálního prostoru.
- Praktické důsledky akceptace fasciálního konceptu.

Fascial plane concept – nové paradigma

ESRA Varšava 2021

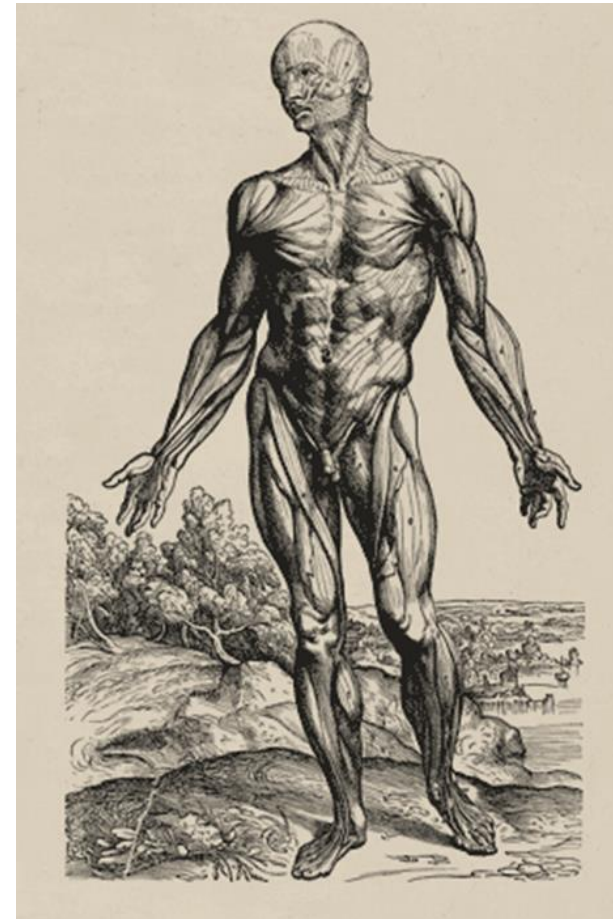
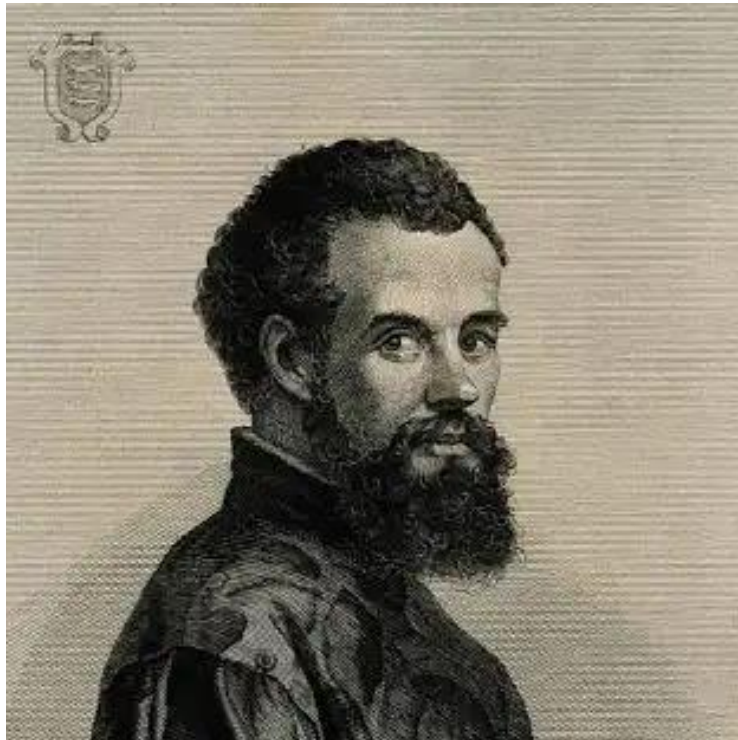


Změna odborného paradigmatu má obvyklý průběh

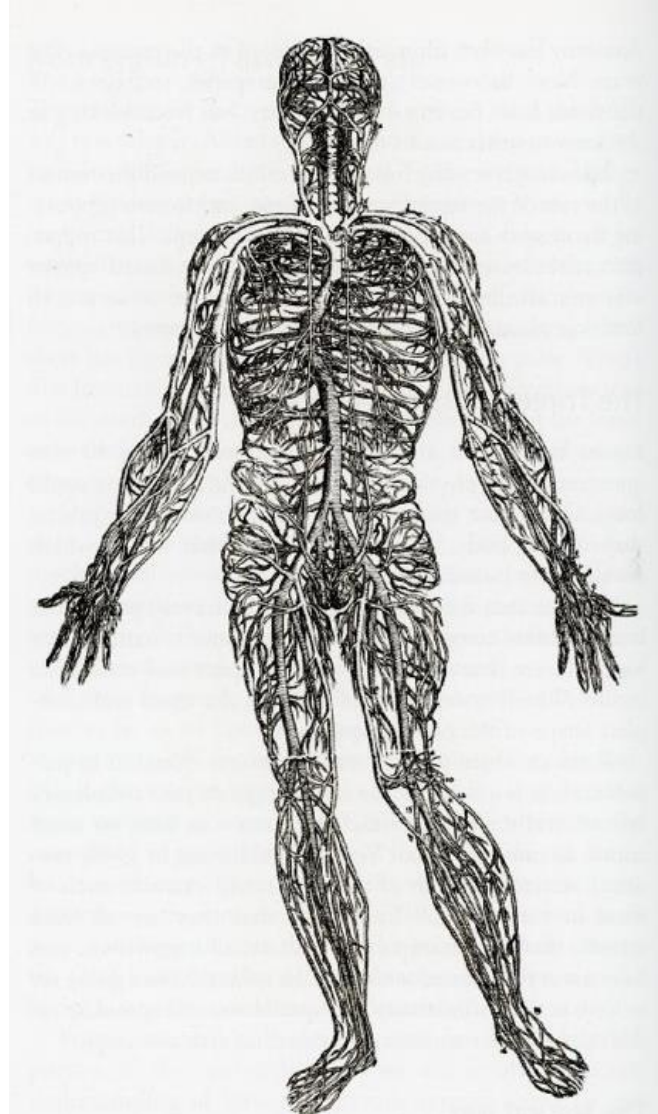


De Humani Corporis Fabrica Andreas Vesalius 1514-1564

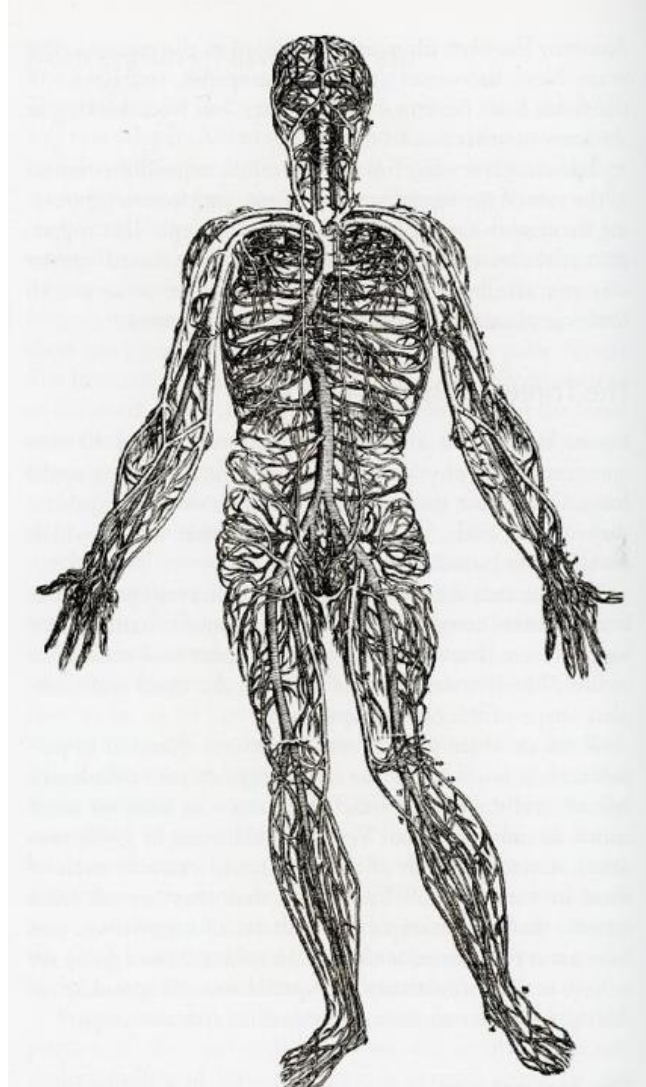
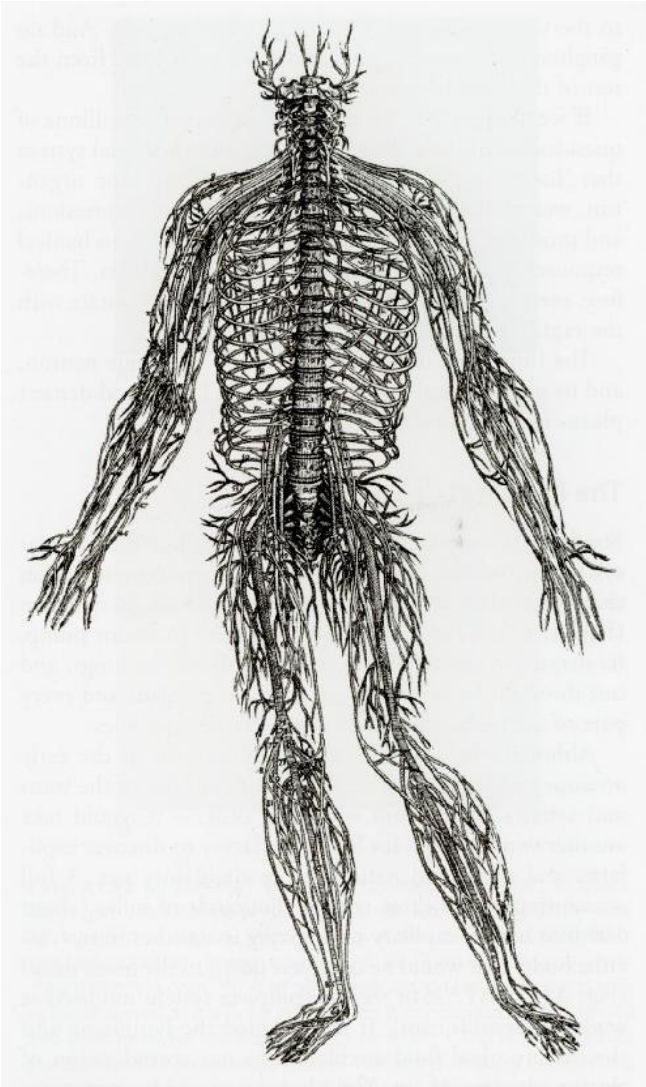
Jednoznačně holistický přístup od anatomii k funkci těla



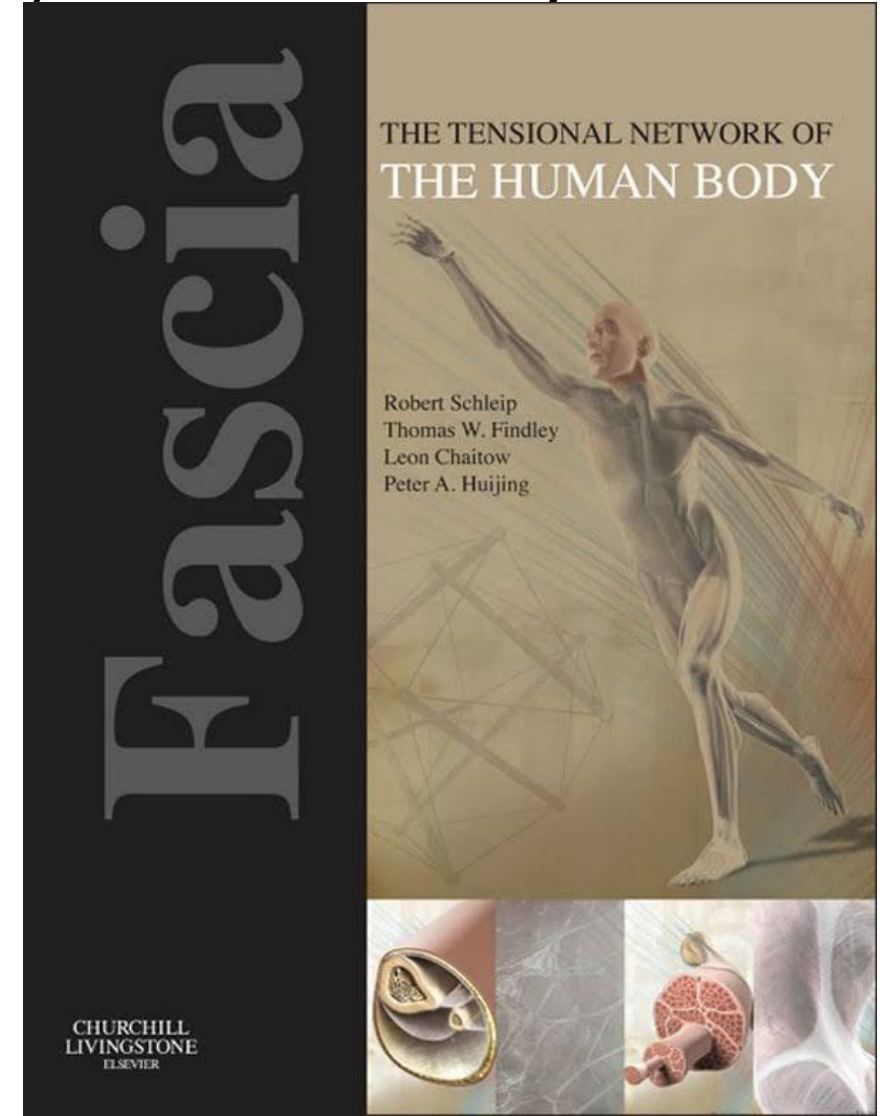
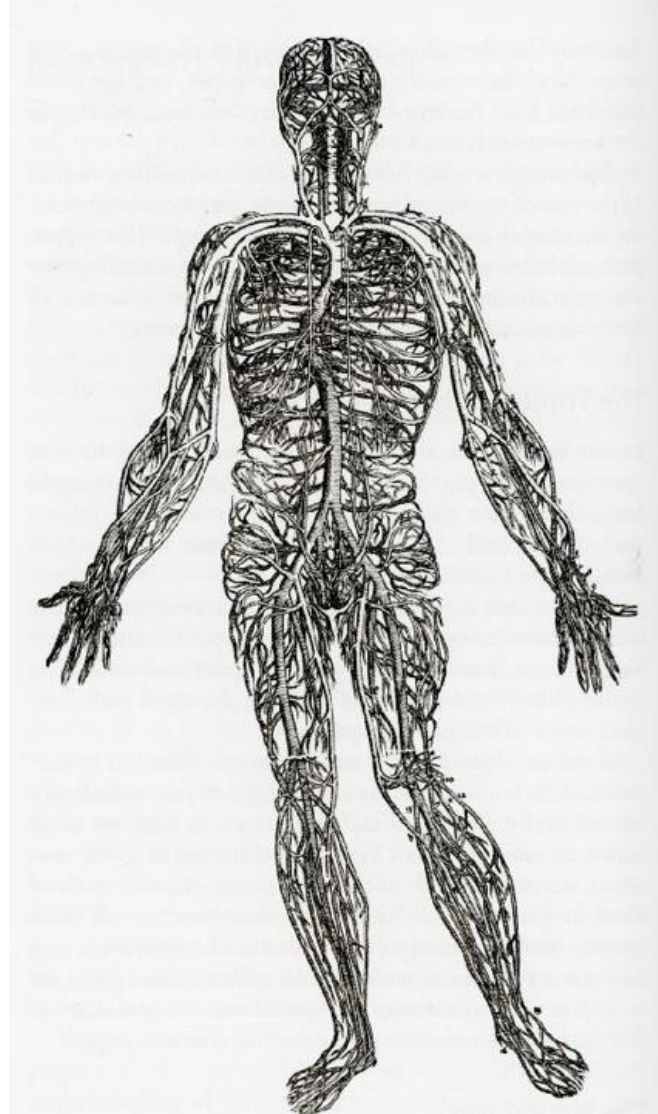
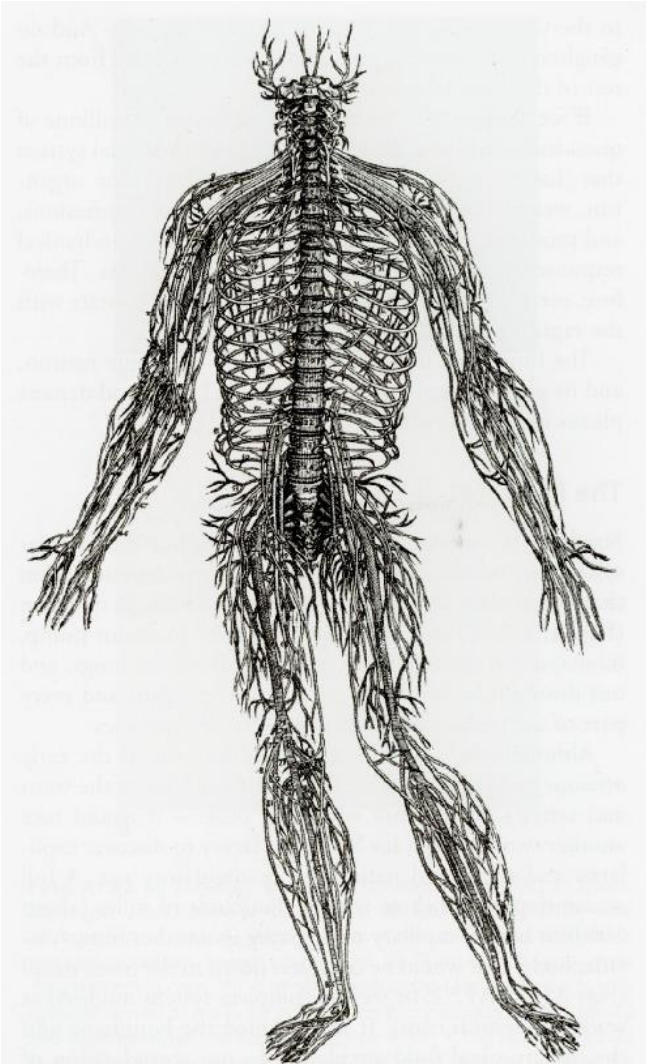
Vesalius popsal celotělové tkáňové komunikační sítě
cévní systém



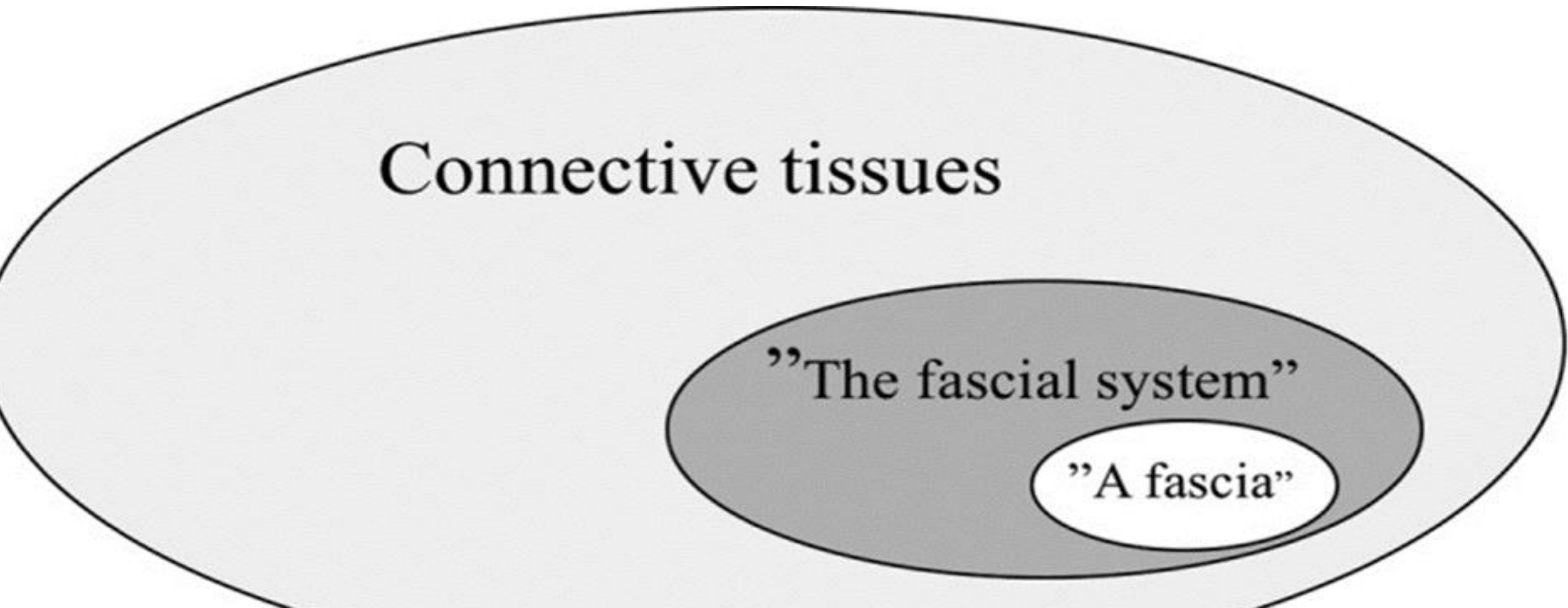
Vesalius popsal celotělové tkáňové komunikační sítě
nervový systém cévní systém



Celotělové tkáňové komunikační sítě nervový systém, cévní systém, fasciální systém



Fasciální systém má
pevnou, elastickou a tekutou složku

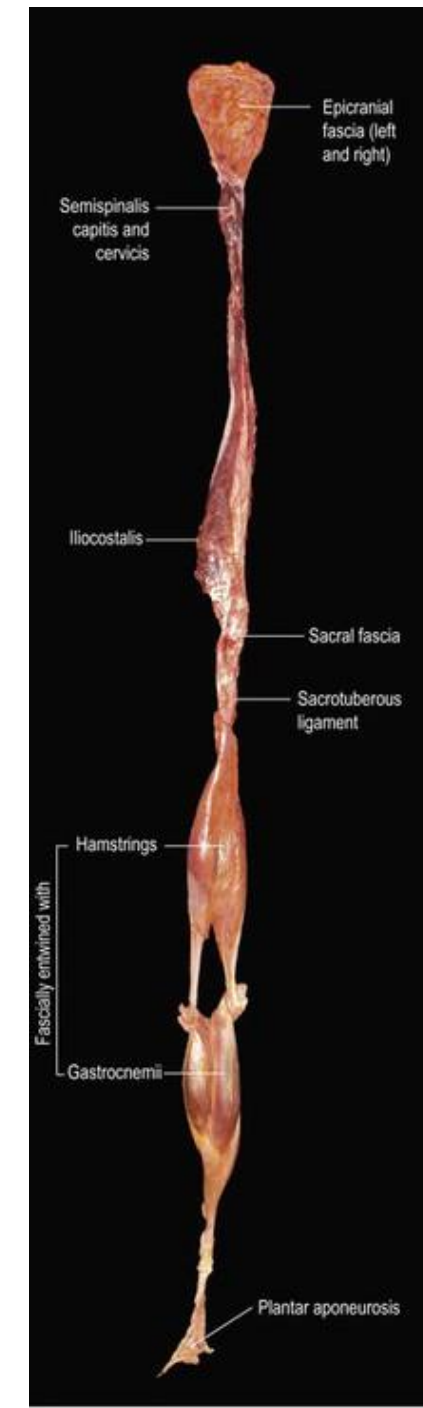
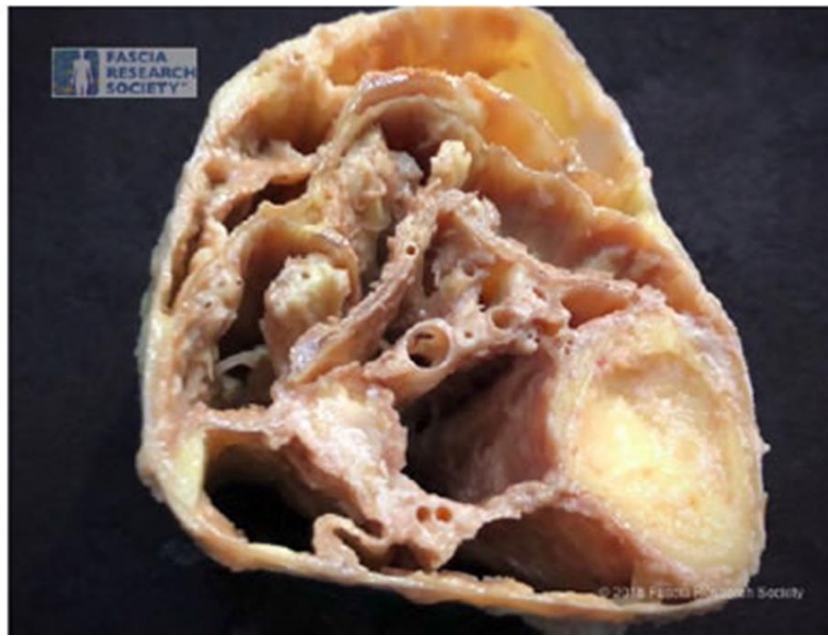


Pevné části fasciálního systému tvoří fascie, aponeurózy a šlachy

Fibroblasty, které produkují kolagenní vlákna typu I a III.

Fasciocyty produkují glykosaminoglykany, včetně kyseliny hyaluronové, které tvoří polotekutou gelovou matrix fasciálního systému.

Buňky mezi sebou fungují jako "suchý zip", který zajišťuje pevný přenos mechanických sil napříč celým tělem



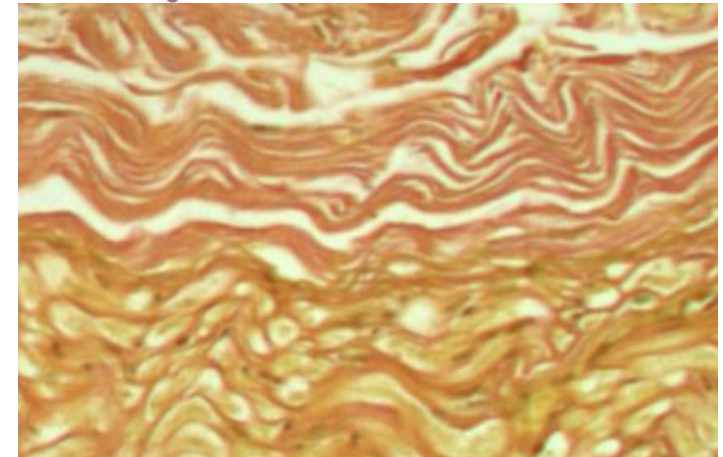
Elastickou složku tvoří vlákna

Základní stavební jednotkou vláknité části fascií je molekula kolagenu. Tvoří tři druhy vláken.

Kolagenní vlákna, zajišťují mechanické vlastnosti pojivové tkáně. Dodávají fascii pevnost a stabilitu.

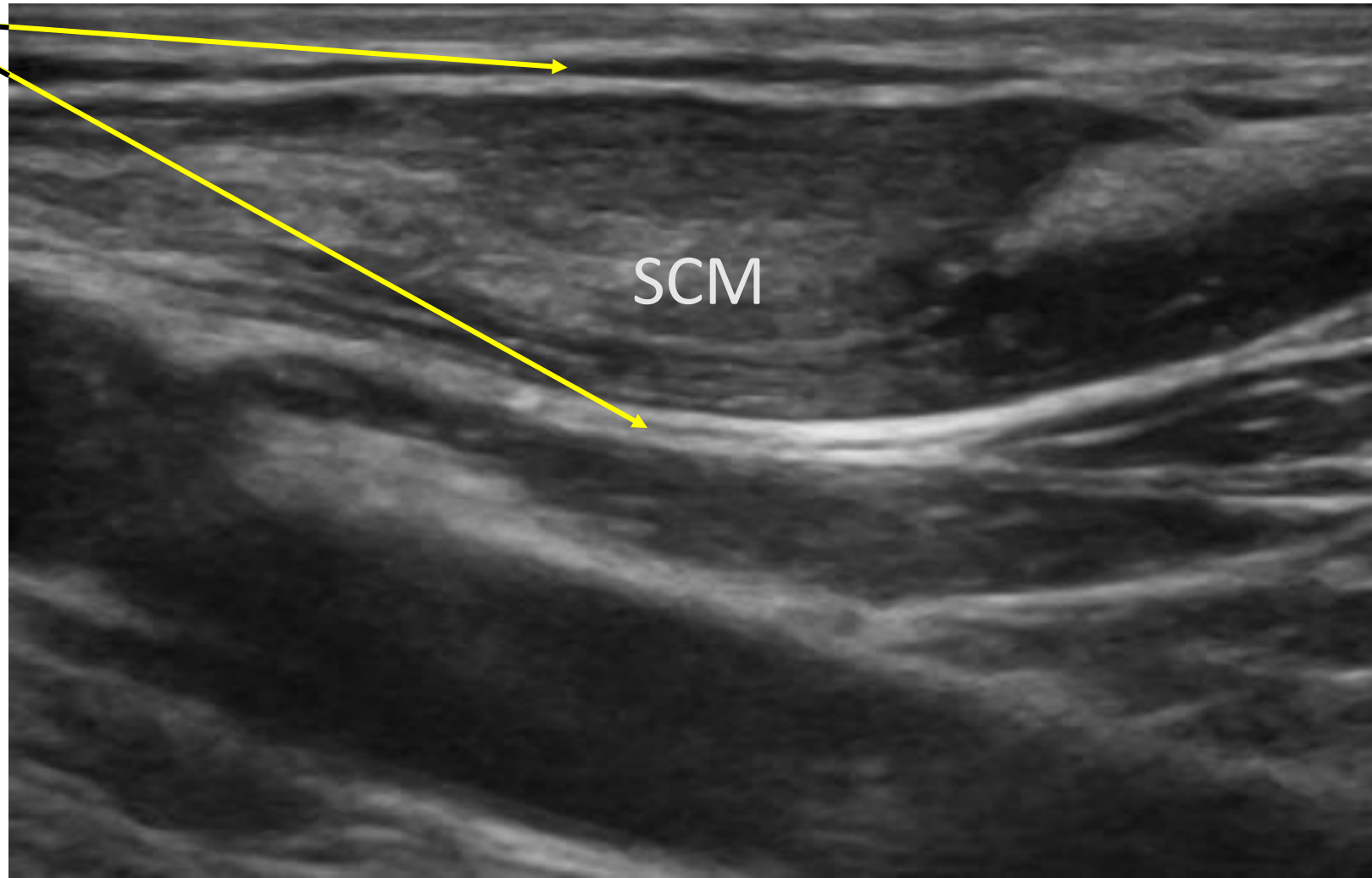
Elastická vlákna zajišťují pružnost a schopnost natažení. Při návratu vnějších podmínek mají schopnost návratu do původního stavu.

Retikulární vlákna tvoří jemnou podpůrnou síťovou strukturu zejména okolo nervově-cévních svazků.



Tekutá složka

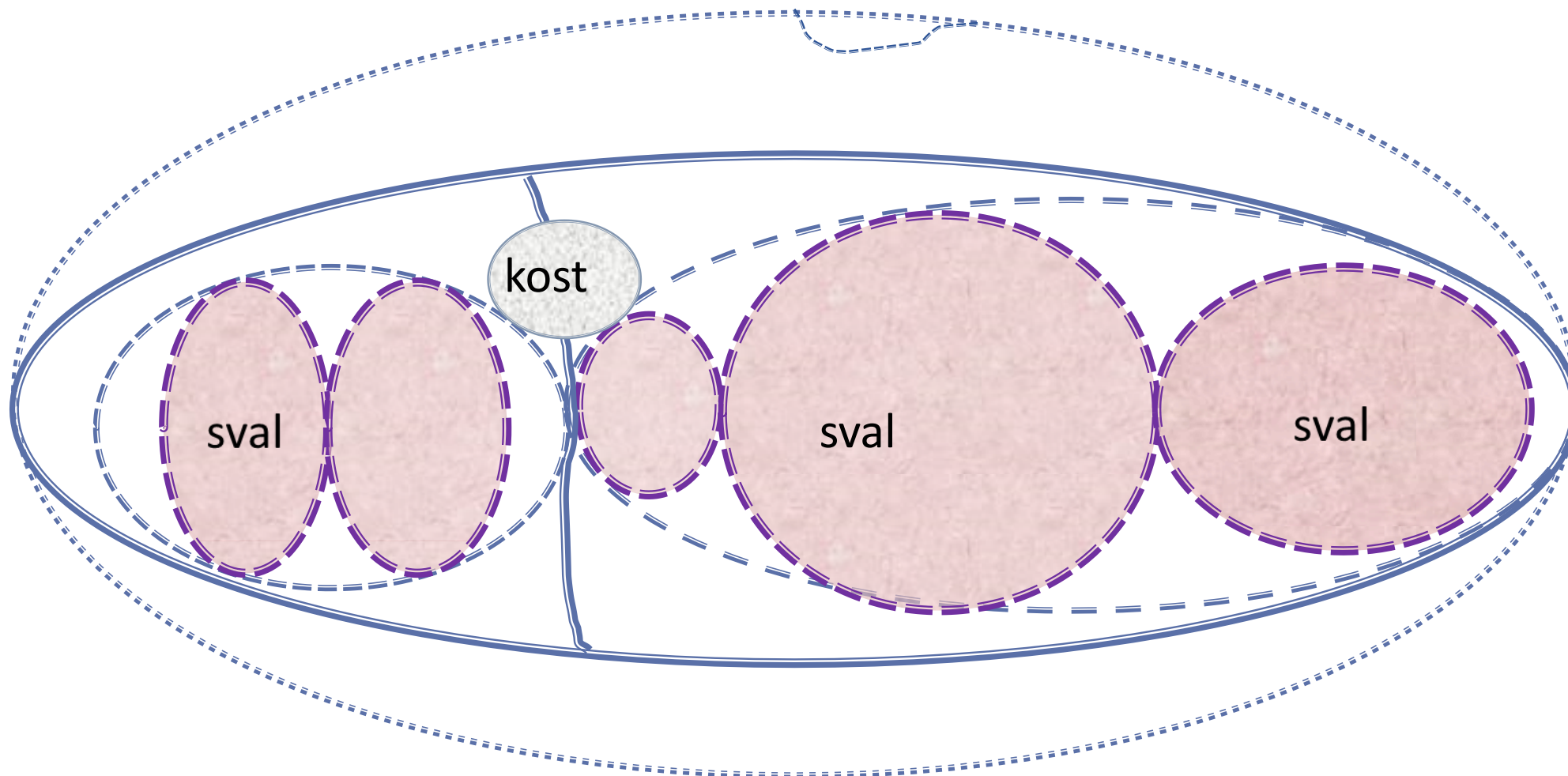
- Amorfní, tekutá složka je produkována fasciocyty. Z velké části je tvořena glykosaminoglykany, z nichž nejhojnější jsou polymery kyseliny hyaluronové.
- Slouží jako lubrikant pro pohyb fascií



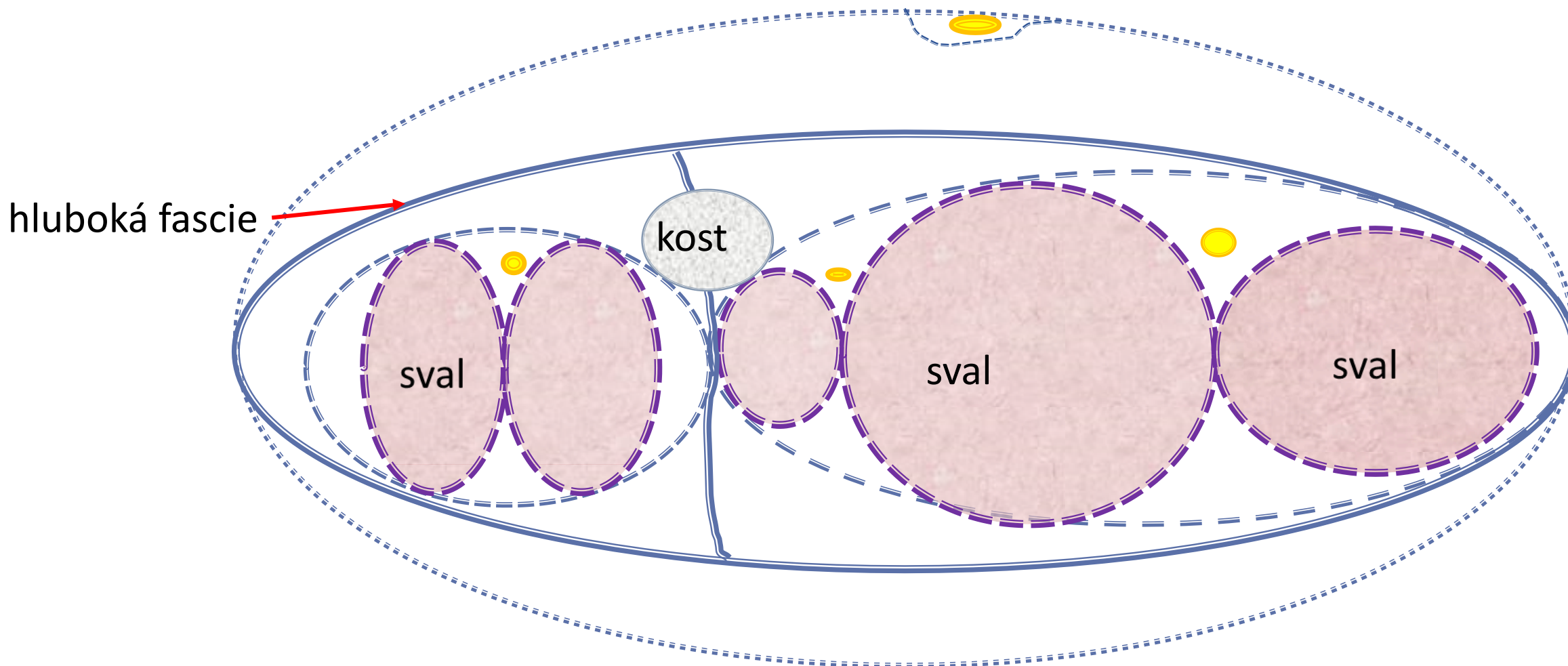
Složky fasciálního systému se podílí i na stavbě nervu a jeho bezprostředního okolí

- **Endoneurium:** je tvořeno jemnými vrstvami řídkého kolagenního vaziva uvnitř fascikulů, která obklopuje každé jednotlivé nervové vlákno. Obsahuje převážně kolagen typu III (retikulární vlákna) a tvoří mikroprostředí pro Schwannovy buňky.
- **Perineurium:** Hustší vrstva vaziva, která obaluje celý svazek (fascikulus) nervových vláken. Skládá se z vrstev oploštěných buněk a kolagenních vláken, která tvoří bariéru mezi vnitřním prostředím nervu a okolím.
- **Epineurium:** kompaktní vnější obal z hustého kolagenního vaziva, převážně kolagen typu I a III., který kryje celý nerv..

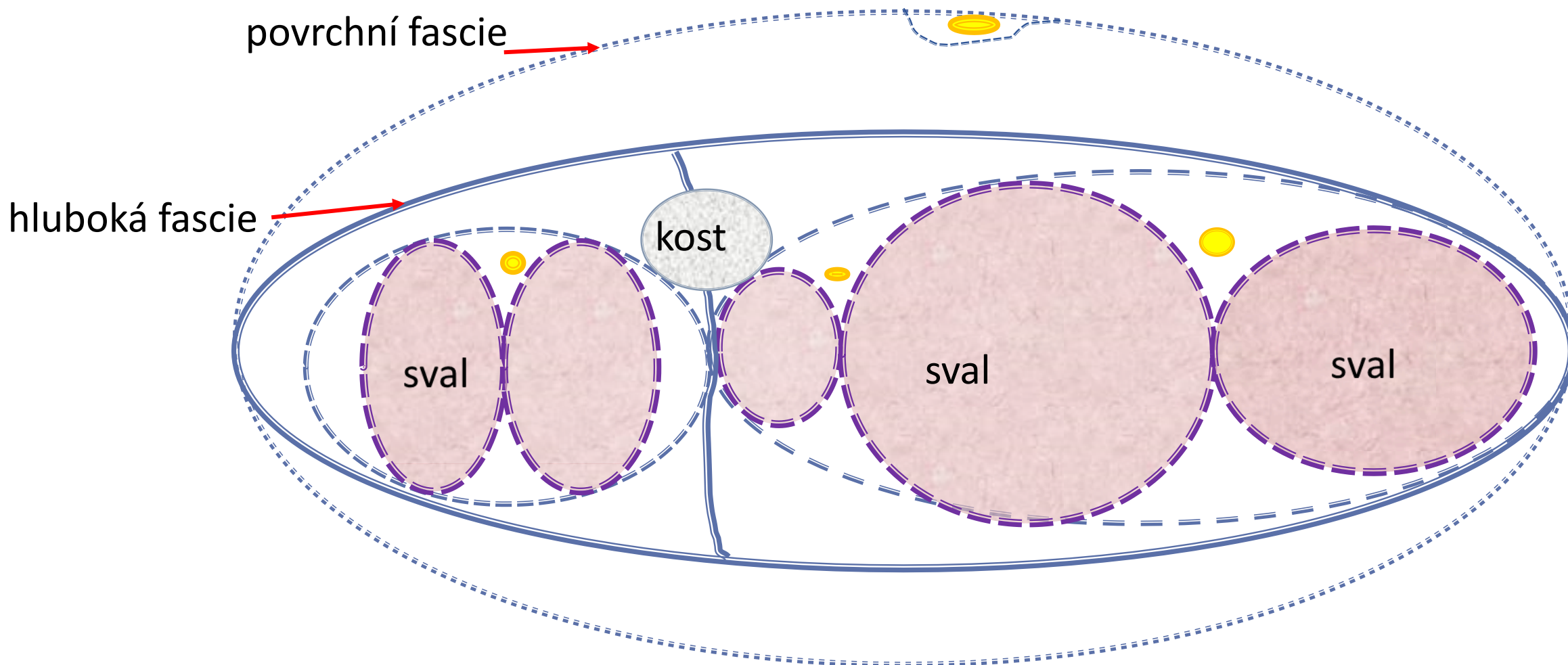
Vztah nervů a fascií na končetině



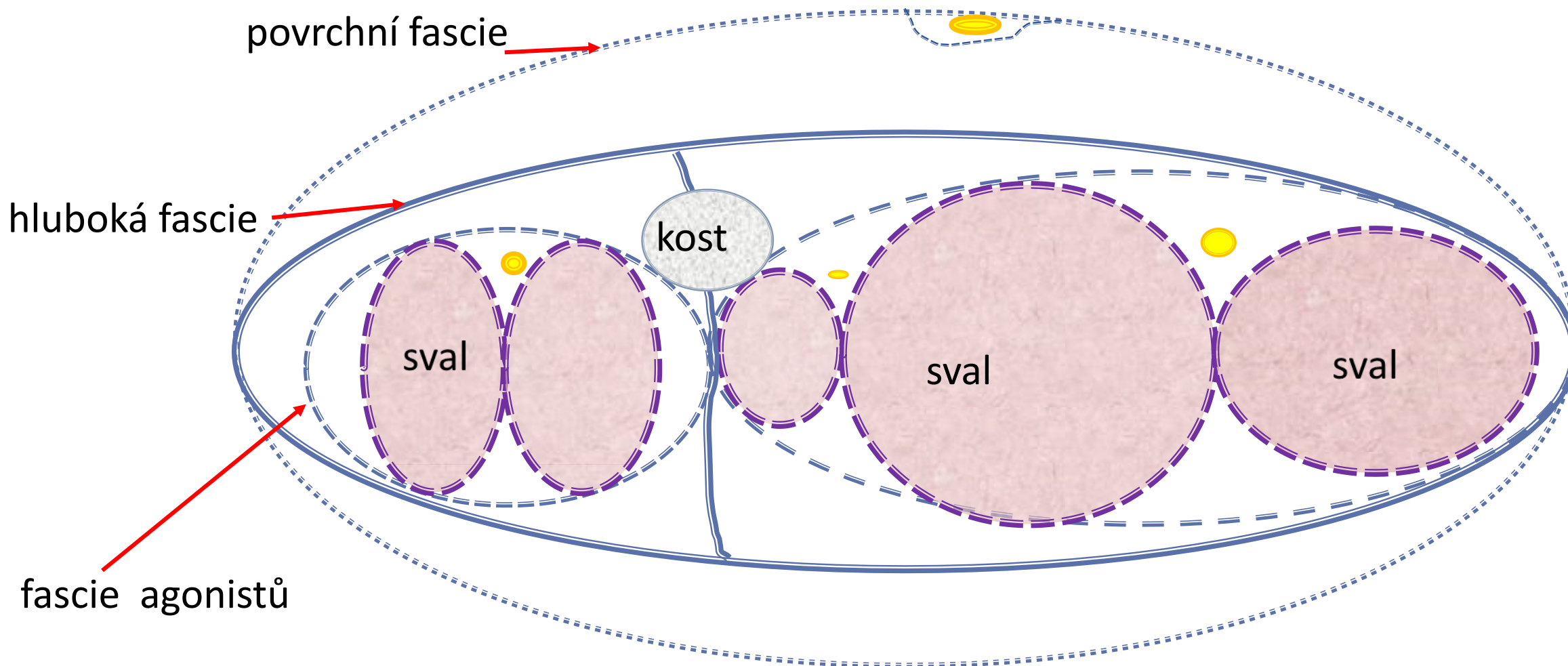
Vztah nervů a fascií na končetině



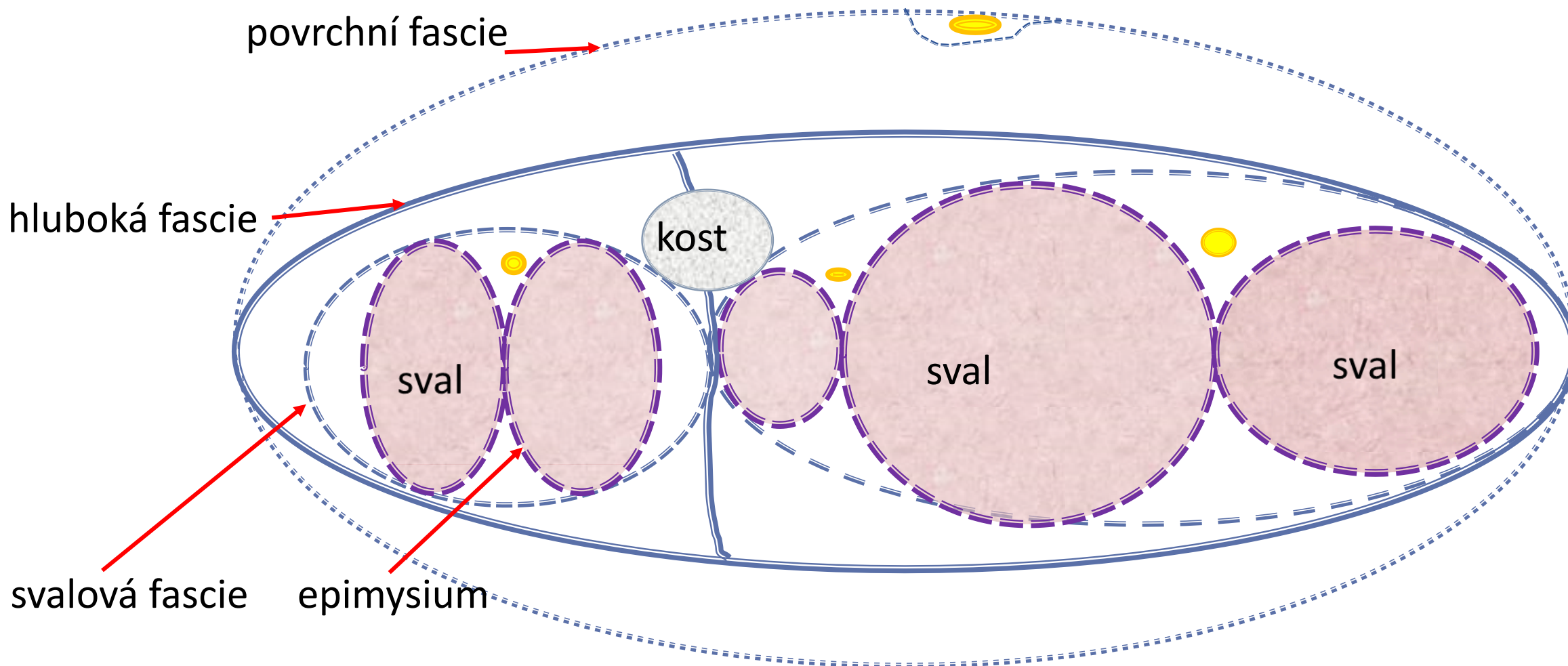
Vztah nervů a fascií na končetině



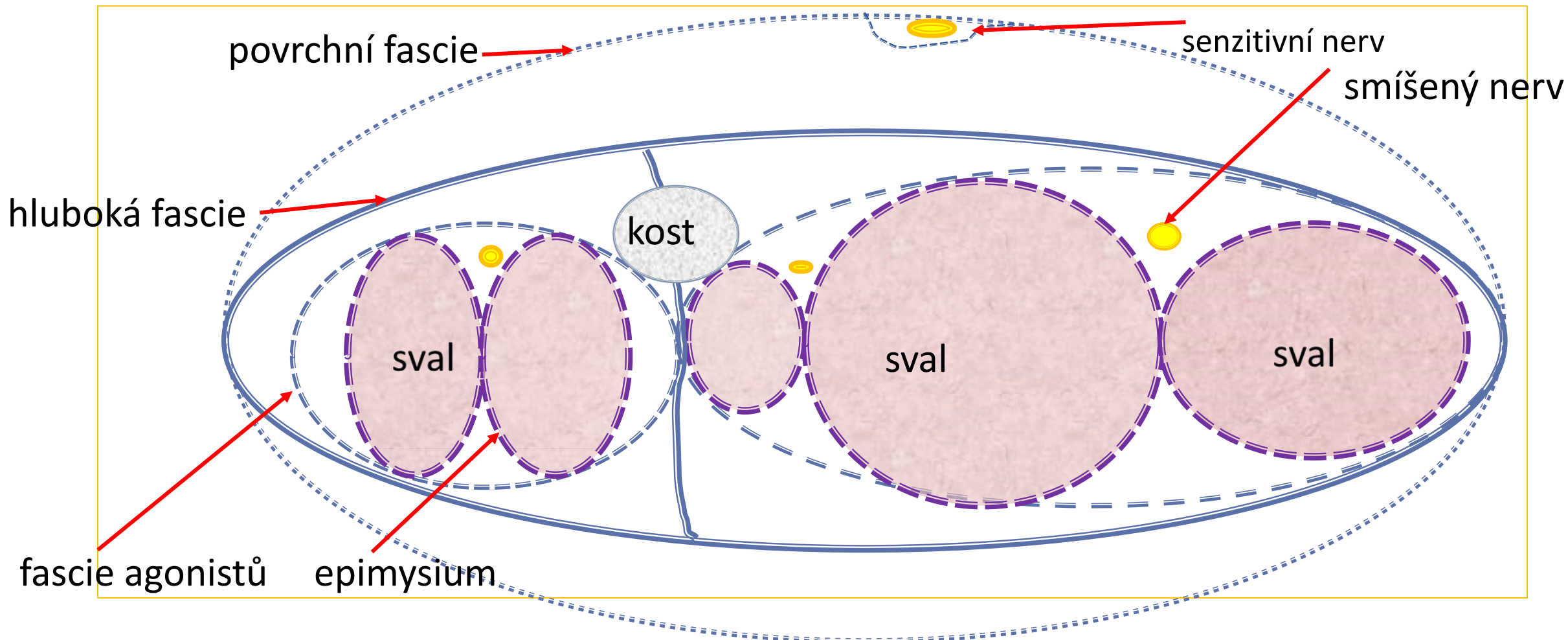
Vztah nervů a fascií na končetině



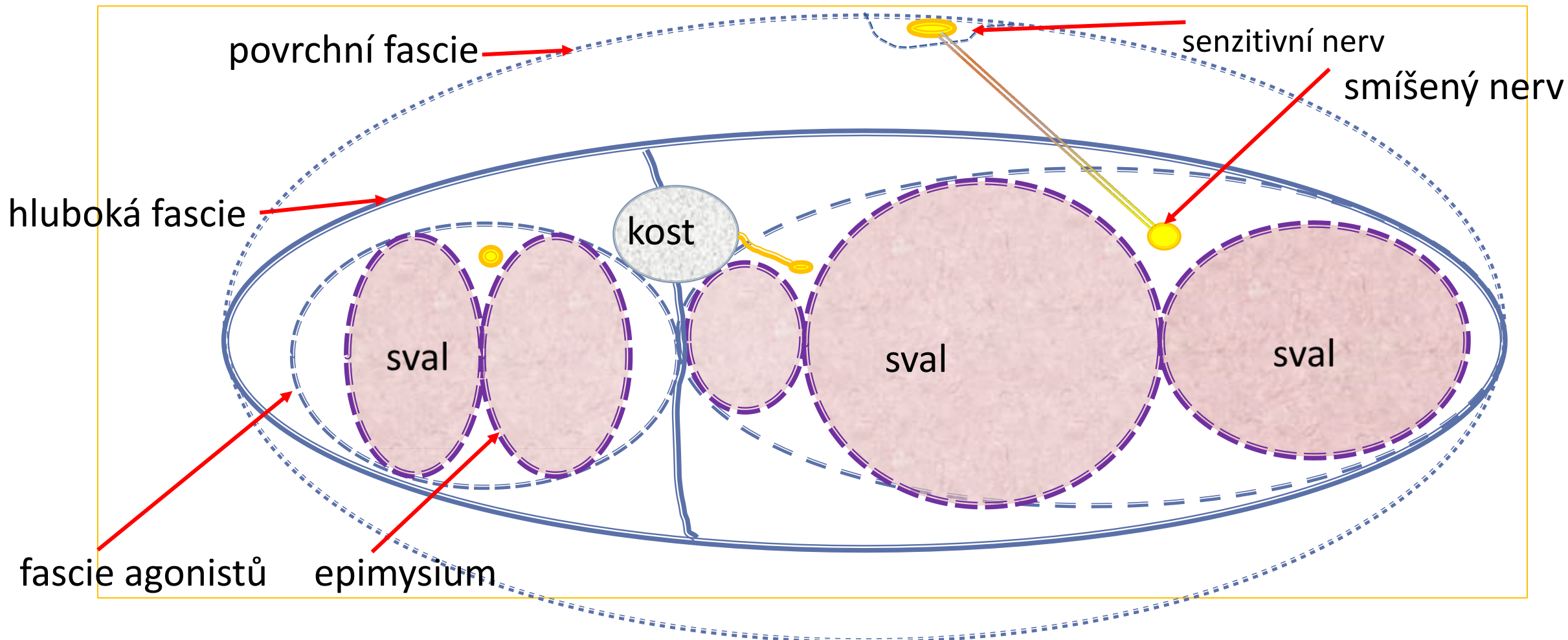
Vztah nervů a fascií na končetině



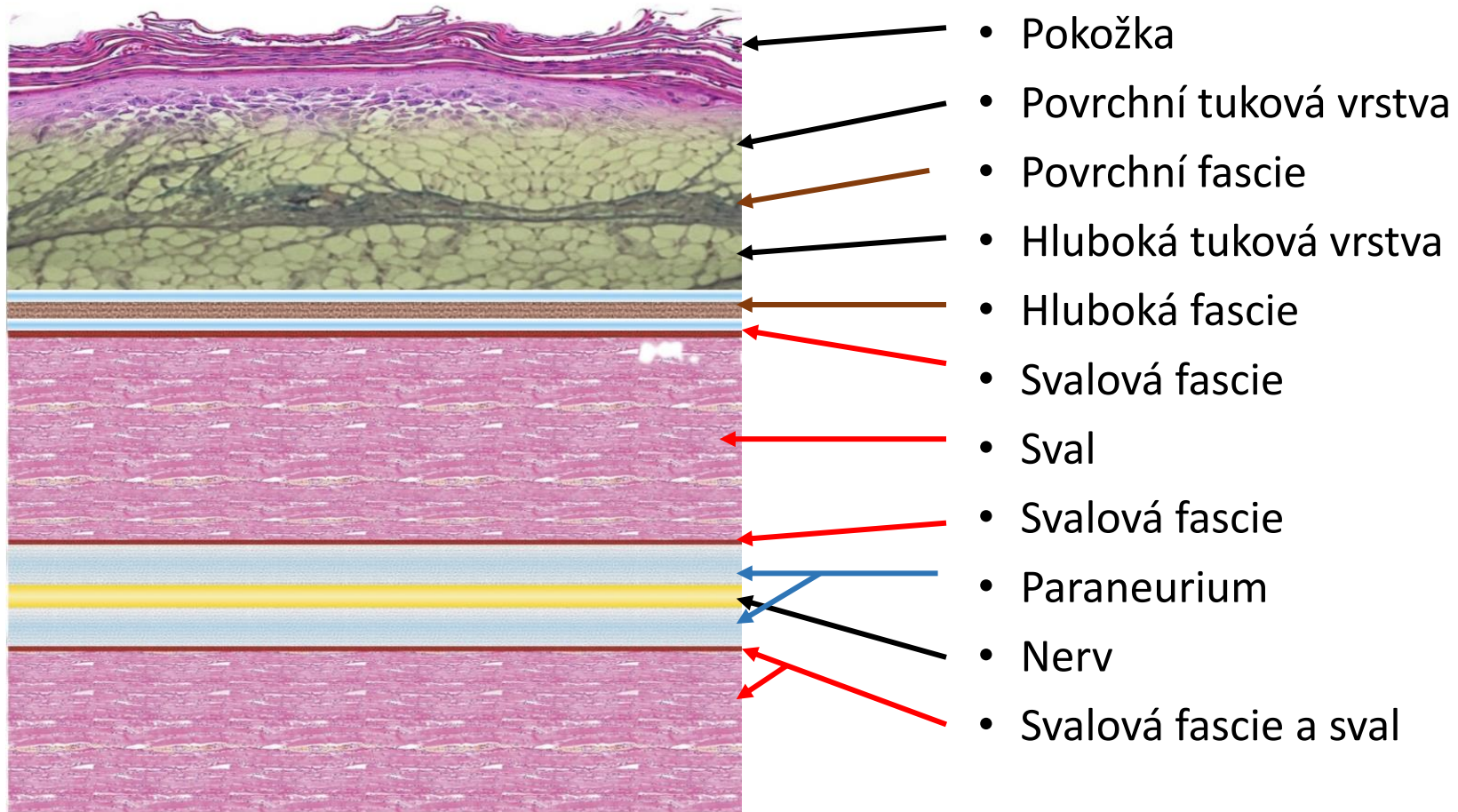
Vztah nervů a fascií na končetině



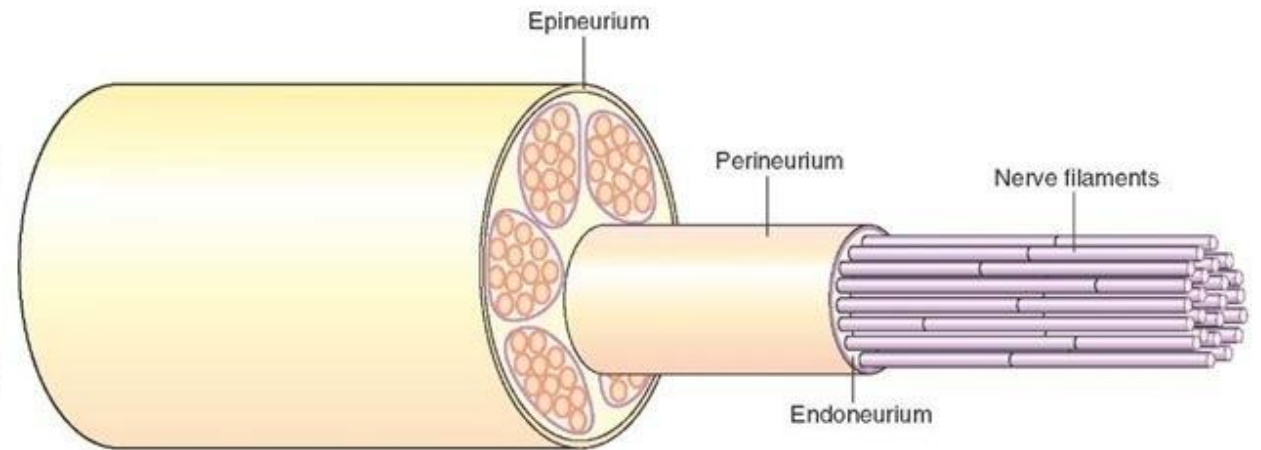
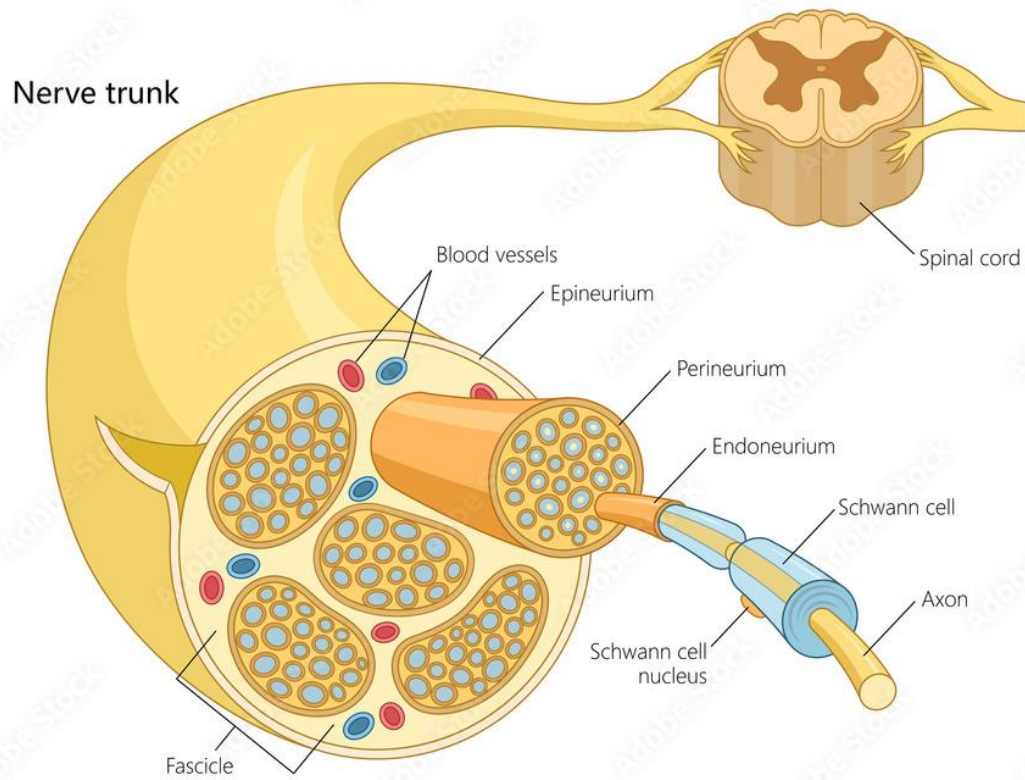
Vztah nervů a fascií na končetině



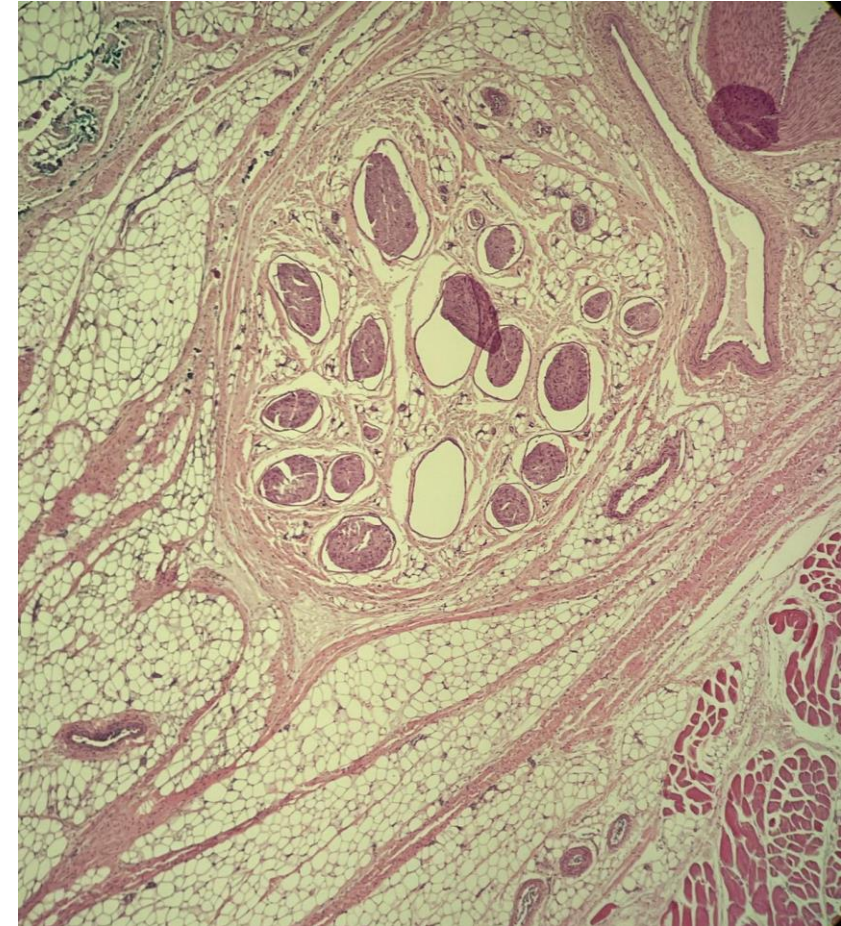
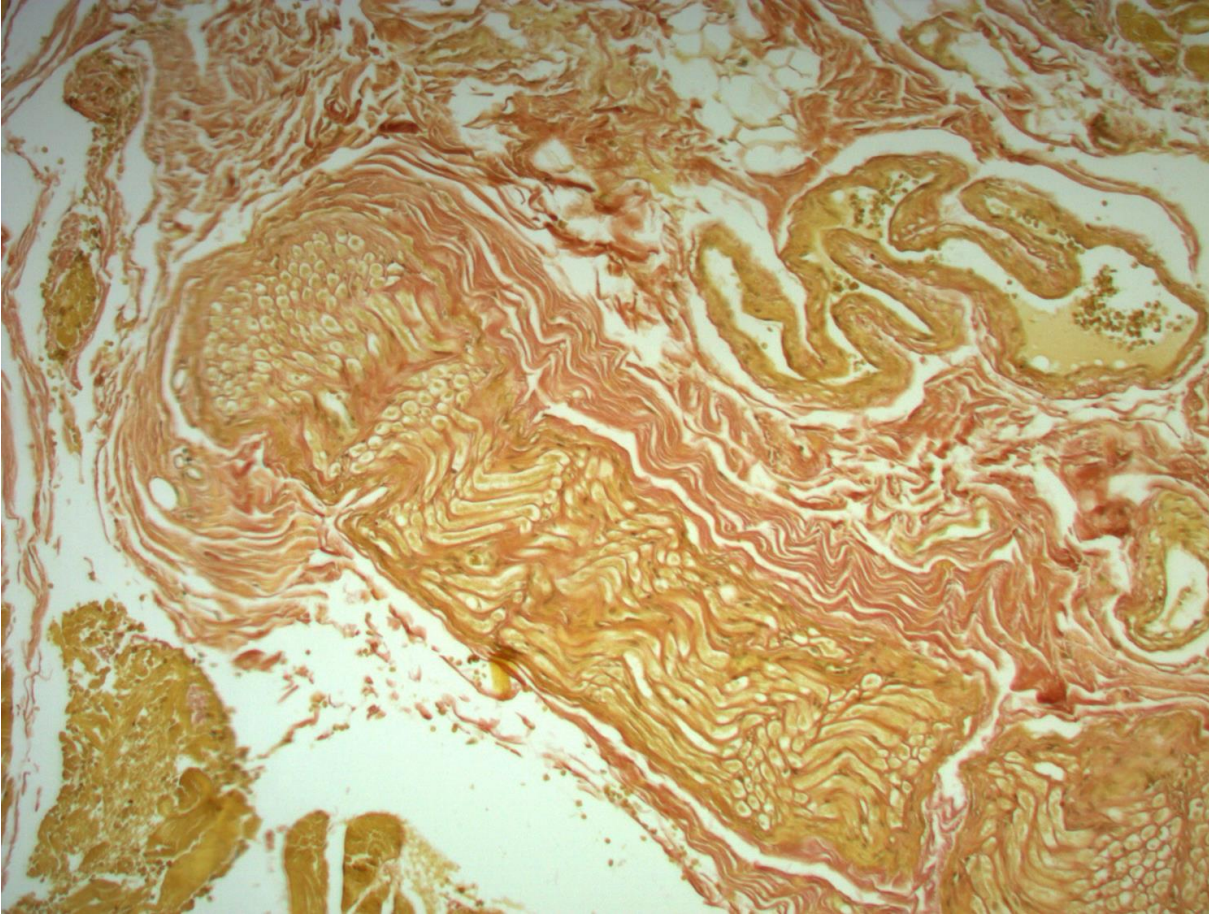
Vrstvy tkání a průběh nervu myofasciálním prostorem



Struktura nervu – obrázky z internetu

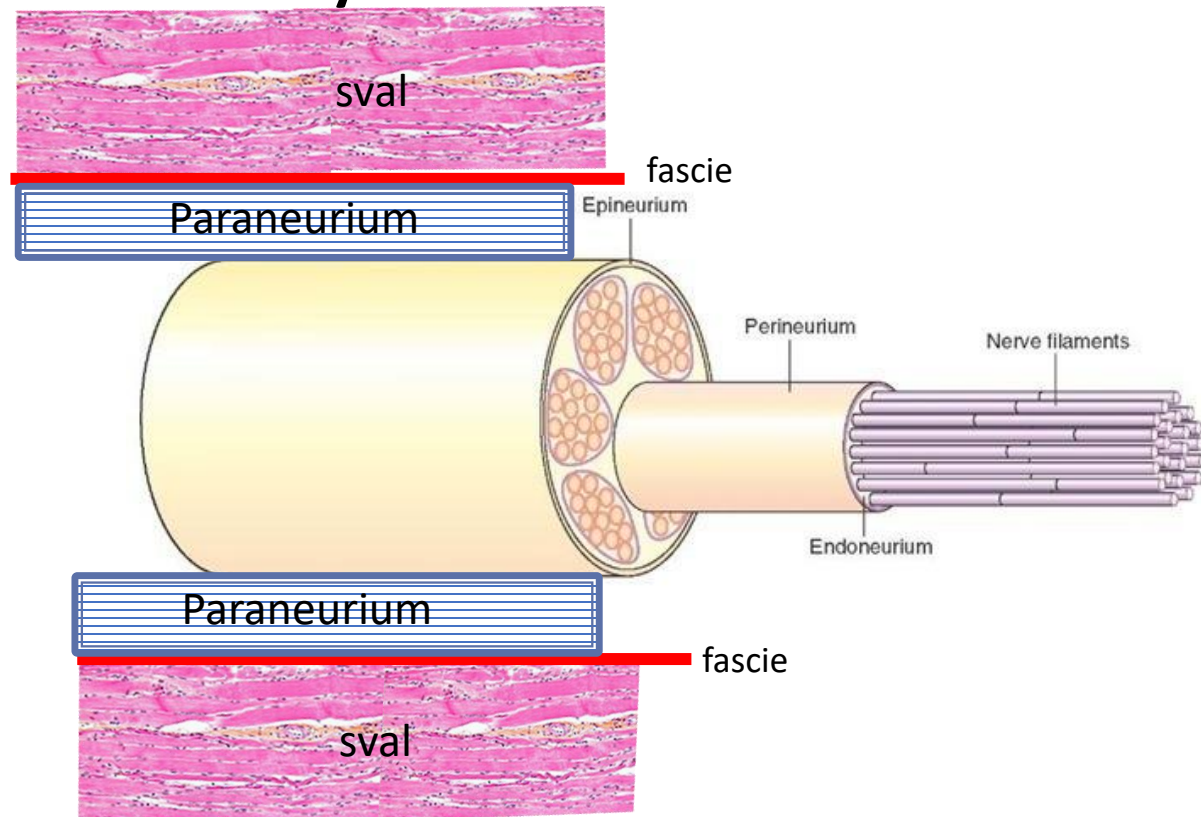


Podélný a příčný řez skutečným periferním nervem

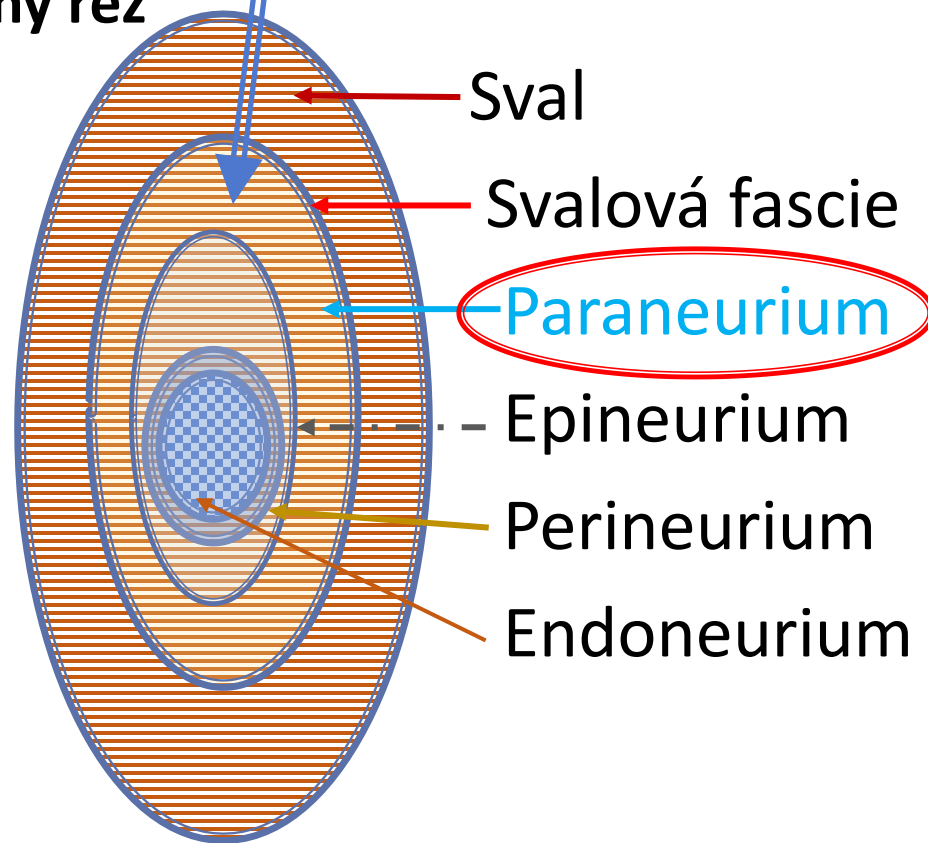


Paraneurium je funkční součást fasciálního systému a aplikační místo pro lokální anestetikum

Podélný řez okolím nervu



Příčný řez



Histologie paraneurálního prostoru barveno na vazivo

Existuje paralela v bariérách šíření LA v epidurálním a spinálním prostoru
se bariérami šíření v paraneurálním prostoru.

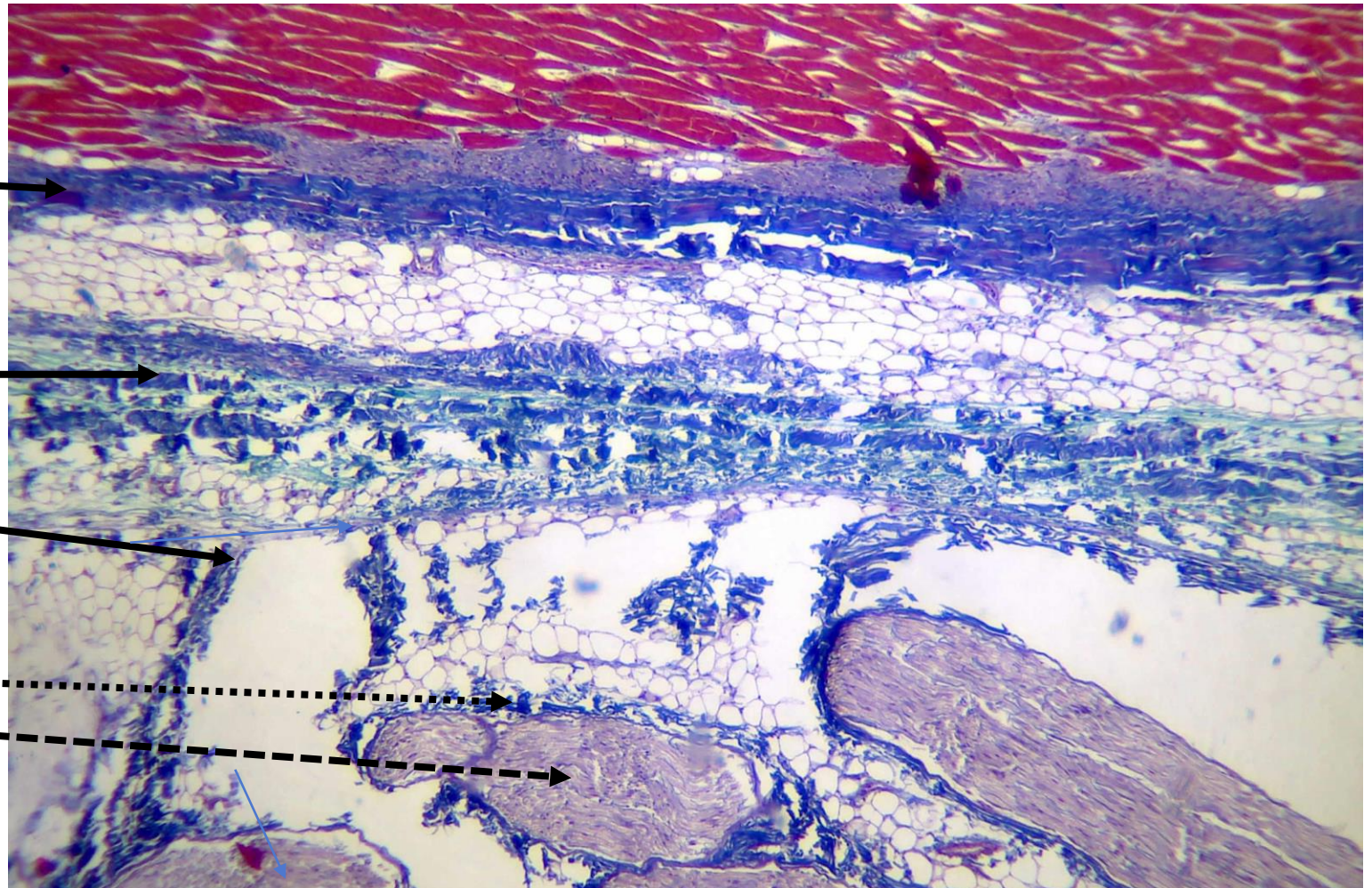
Svalová fascie

Paraneurální fascie

Epineurium

Perineurium

Nerv



Histologie paraneurálního prostoru

barveno na vazivo

Existuje paralela v bariérách šíření LA v epidurálním a spinálním prostoru
se bariérami šíření v paraneurálním prostoru.

Sval

Svalová fascie

Tuková vrstva

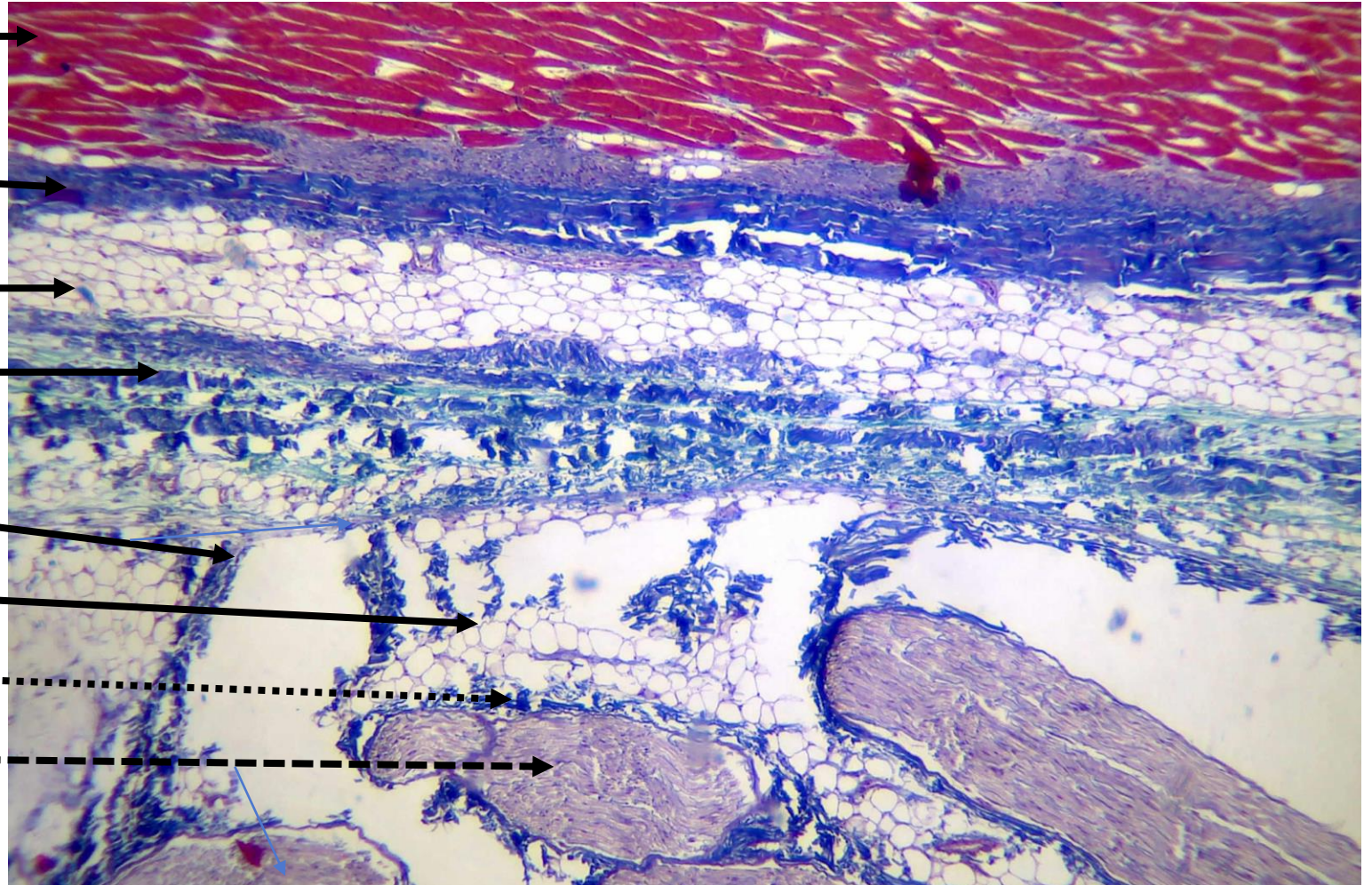
Paraneurální facie

Epineurium

Endoneurium

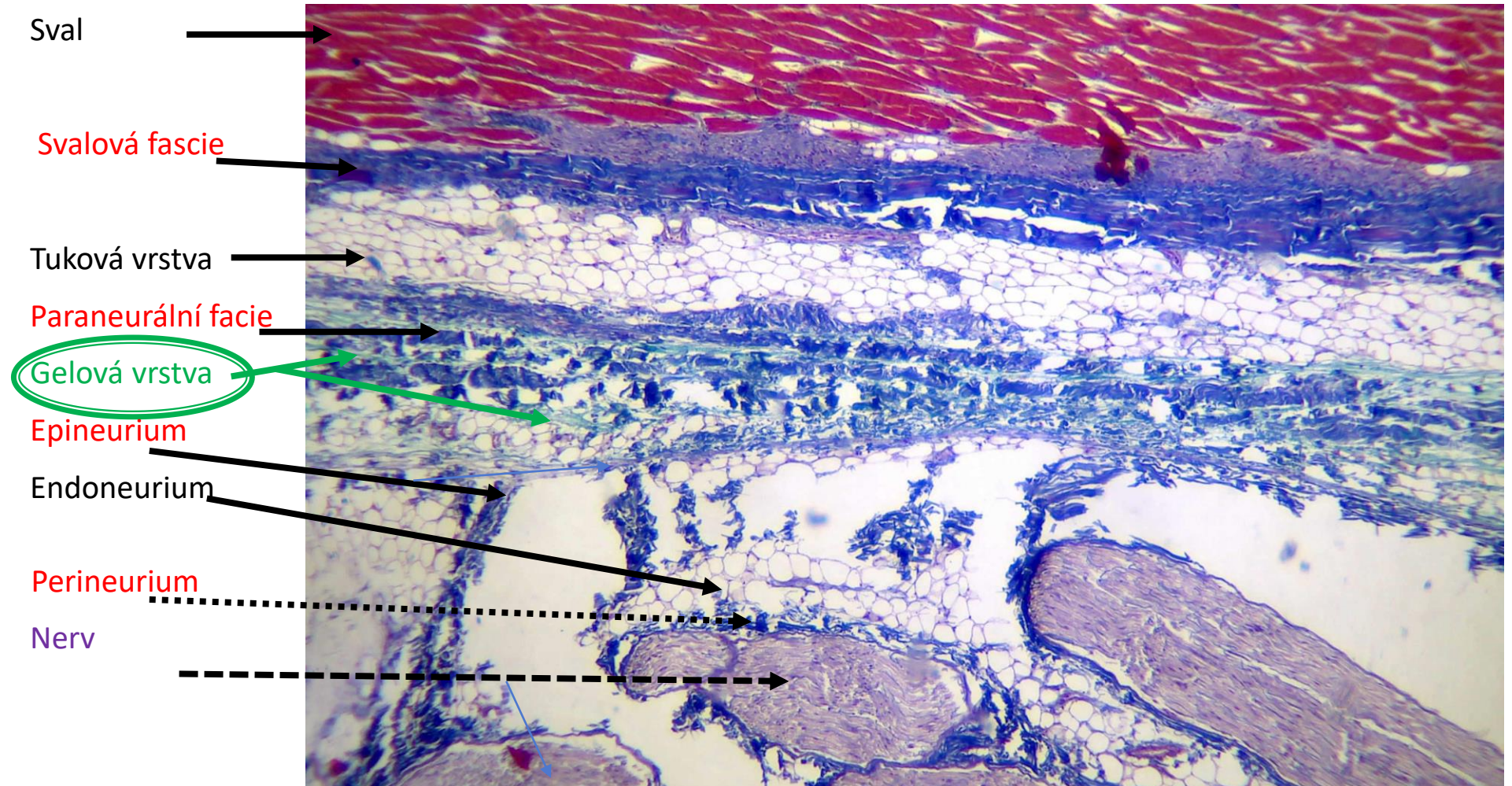
Perineurium

Nerv



Histologie paraneurálního prostoru barveno na vazivo

Existuje paralela v bariérách šíření LA v epidurálním a spinálním prostoru se bariérami šíření v paraneurálním prostoru.



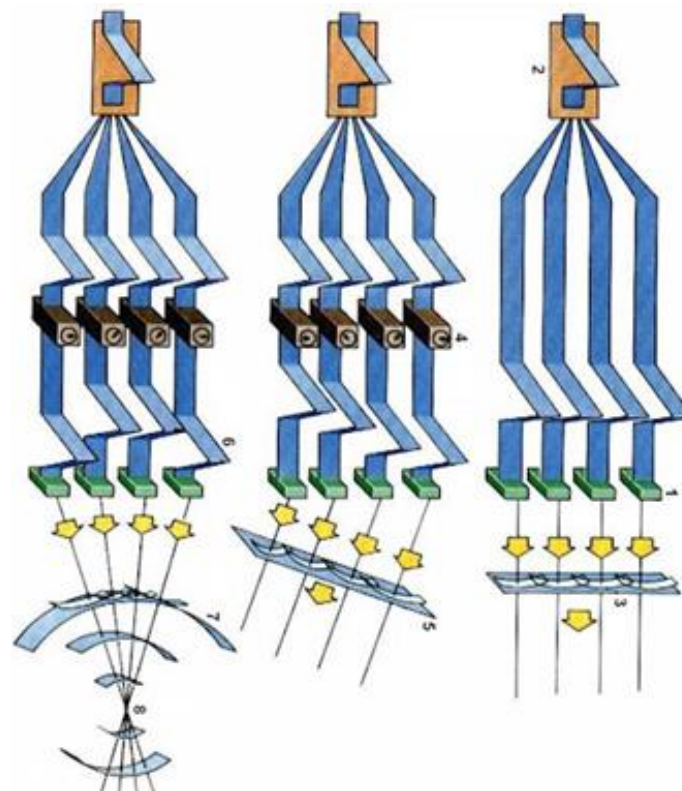
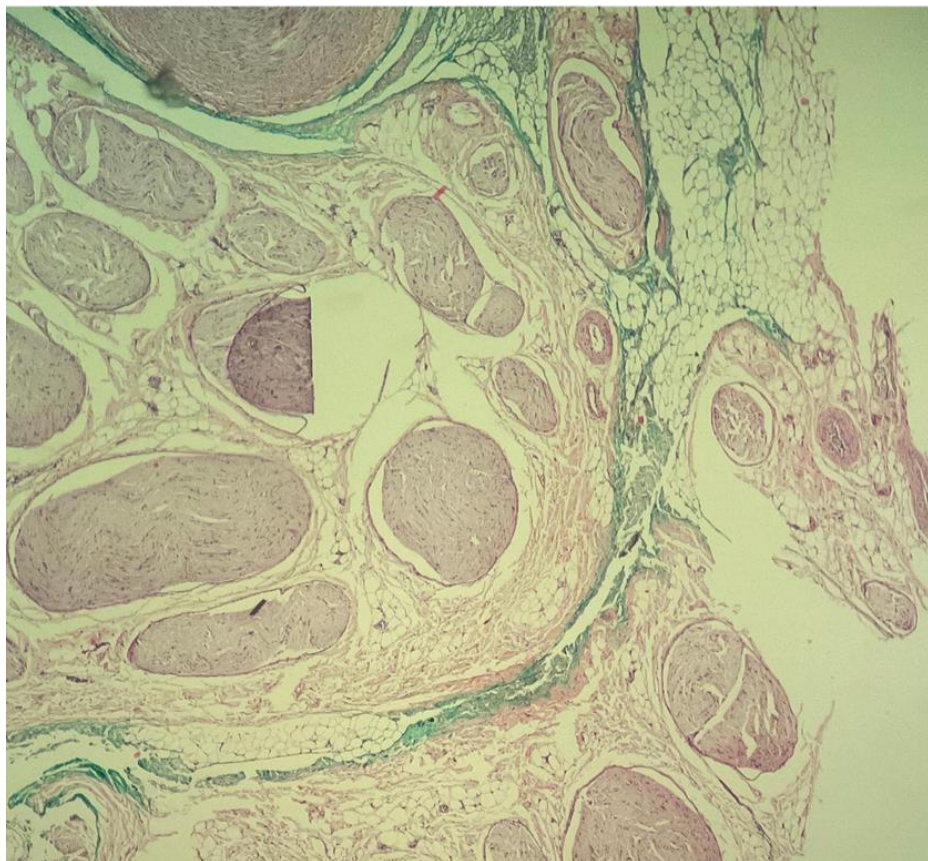
Principy šíření lokálního anestetika

- Lokální anestetikum se podává v nedisociované formě.
- Zhruba 40 vteřin trvá, než se vyrovná tlakový gradient po aplikaci. Podané anestetikum do paraneurálního prostoru je nasáváno hydrofilní polymery kyseliny hyaluronové. Vzniklé vzájemné vazby udržují anestetikum v gelu.
- Po aplikaci se vytvoří rovnováha mezi disociovanou a nedisociovanou složkou anestetika.
- Nedisociovaná složka se šíří snadněji v gelové mezibuněčné hmotě.
- Disociovaná složka je lipofilní a prochází rychleji buněčnými membránami.
- Jen asi 2-5% podané látky dosáhne k sodíkovým kanálům nervu.

Makroskopické šíření vodní fáze fasciemi brachiálního plexu po interskalenickém bloku

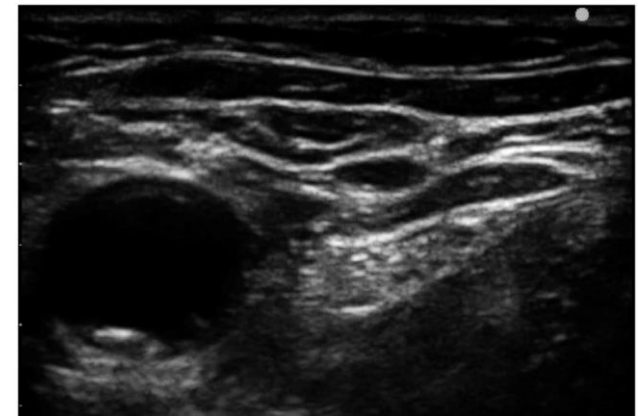
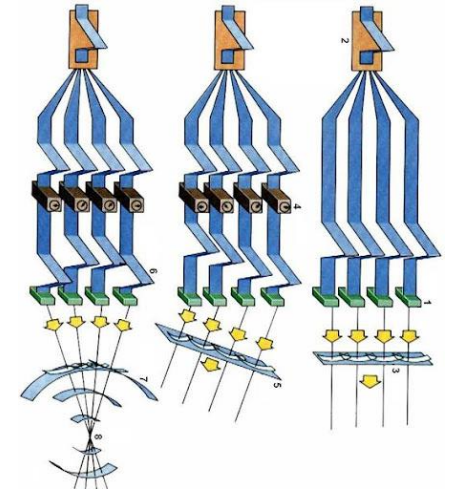


Od histologie k fyzice



Hustota tkání je v přímé úměře k echogenitě ultrazvukového obrazu

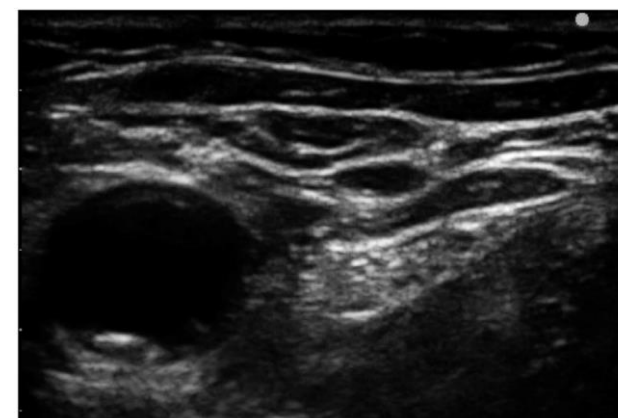
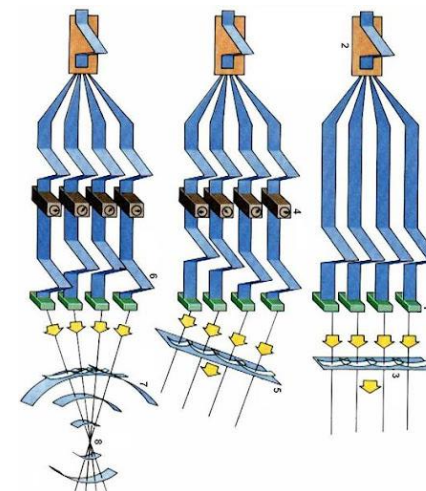
Čím intenzivnější odraz tím vyšší kompaktnost
tkáně a menší propustnost pro vodní roztoky.



Hustota tkání je v přímé úměře k echogenitě ultrazvukového obrazu

Čím intenzivnější odraz tím vyšší kompaktnost
tkáně a menší propustnost pro vodní roztoky.

Čím tmavší ultrazvukový obraz tím tekutější
obsah a volnější šíření LA.



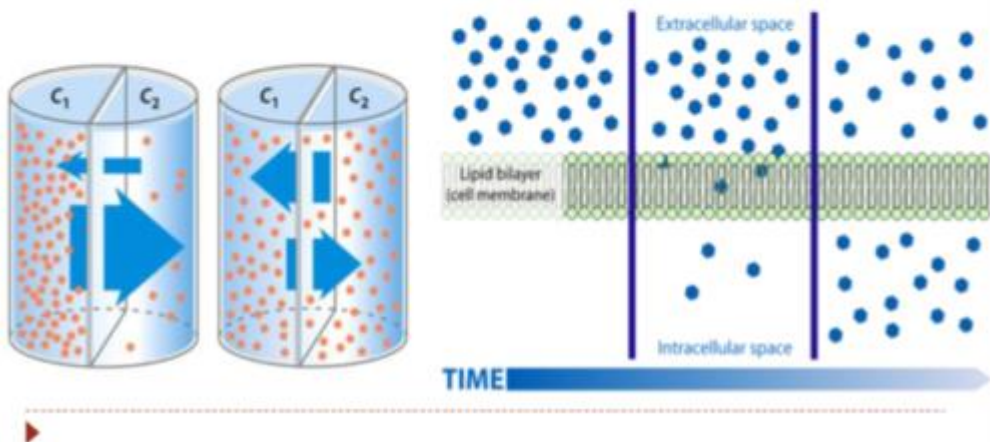
Fyzikální principy pro šíření látek přes membrány

Difuze

Fickův zákon

$$j = -D \frac{\Delta c}{\Delta x}$$

$$D = D_0 e^{-\frac{E_a}{RT}}$$



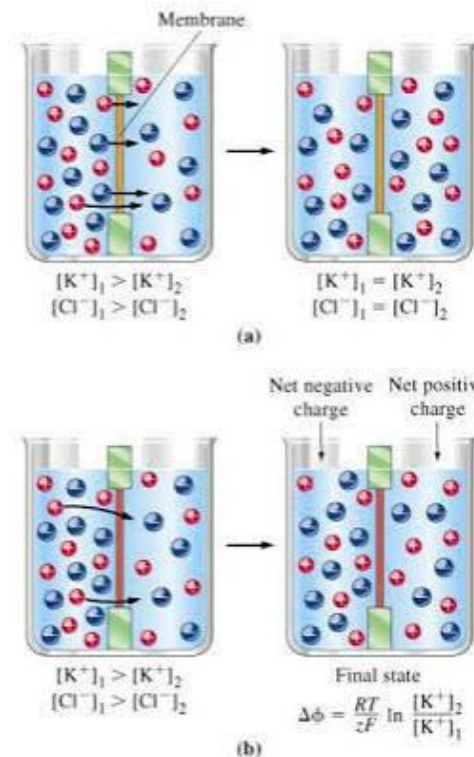
Donnanova rovnováha:

$$[K^+]_e \cdot [Cl^-]_e = [K^+]_i \cdot [Cl^-]_i$$

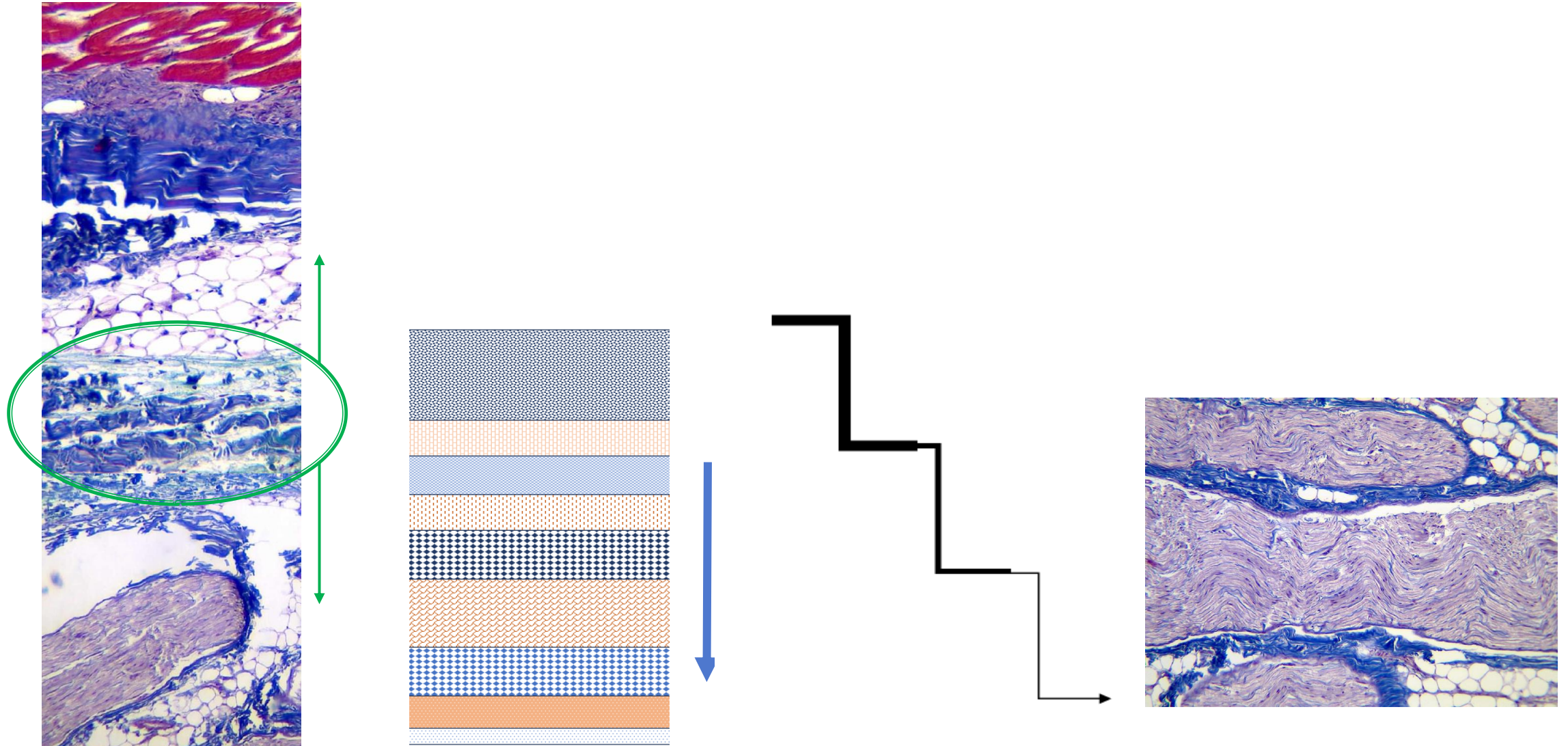
Pokožový membránový potenciál (-50 až -100 mV)

Nerstova rovnice:

$$V_K = \frac{RT}{F} \cdot \ln \frac{[K^+]_e}{[K^+]_i}$$



Paraneurium a šíření disociovatelné sloučeniny

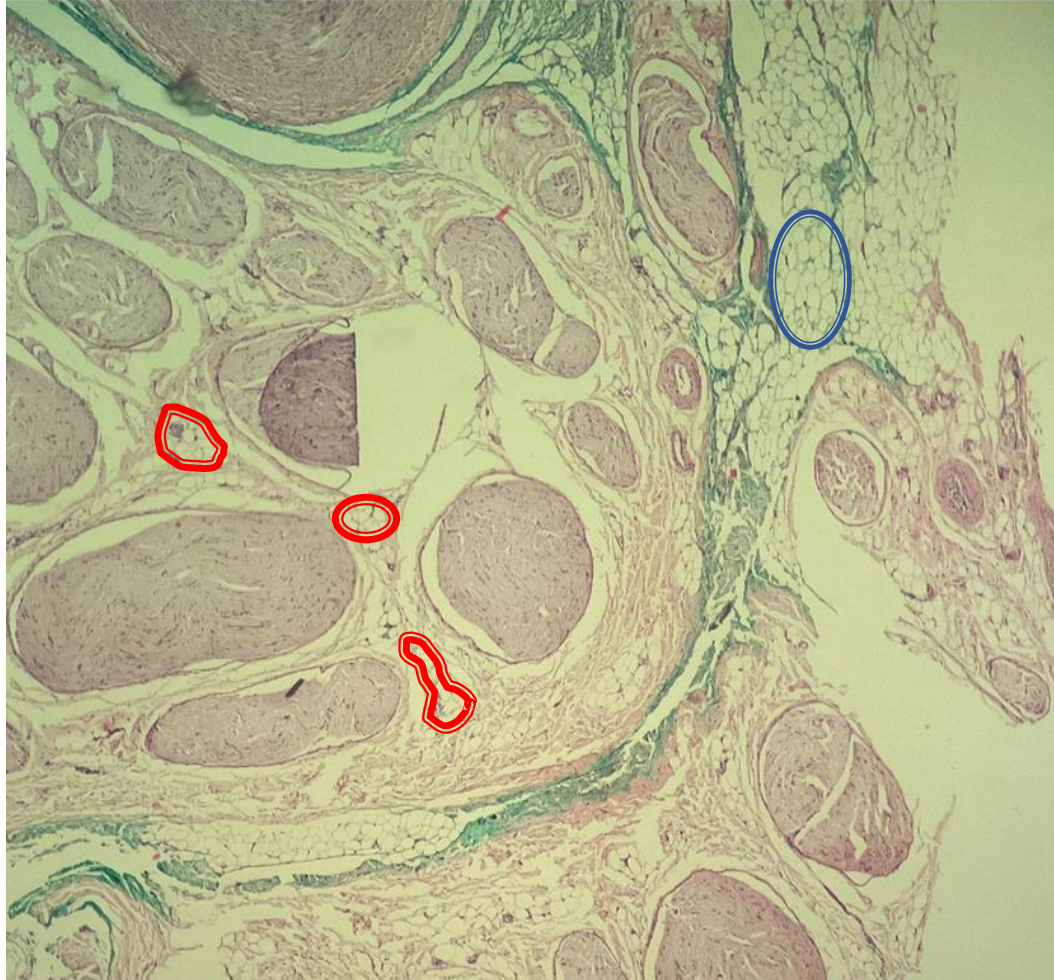


Tuková tkáň v paraneuriu

Logistický modulární skladovací systém.



Dvojitá role tuku ve farmakodynamice LA paraneurium a endoneurium



Důsledky aplikace lokálního anestetika do mezifasciálního prostoru.

- Anestetikum se dostane do styku s probíhajícími makroskopickými nervy a zablokuje je.
- Anestetikum zablokuje lokální nervová zakončení na fasciích a procházející síť senzitivních nervů do podkoží.
- Anestetikum naředí polymery kyseliny hyaluronové a zlepší její lubrikační vlastnosti.

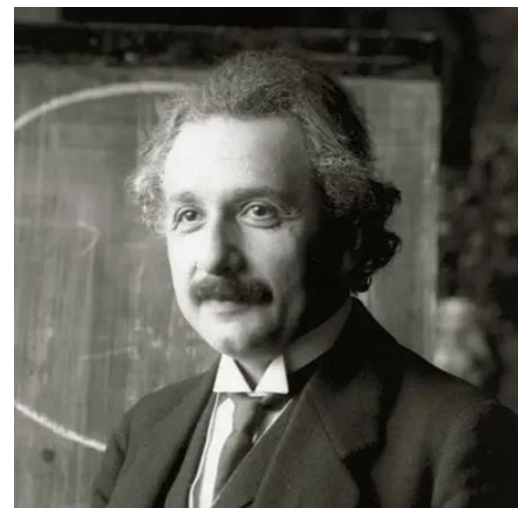
Pokud zkoumáme systém v pohybu získáme
řadu nových informací

Klasická mechanika



Isaak Newton

Kvantová mechanika



Albert Einstein

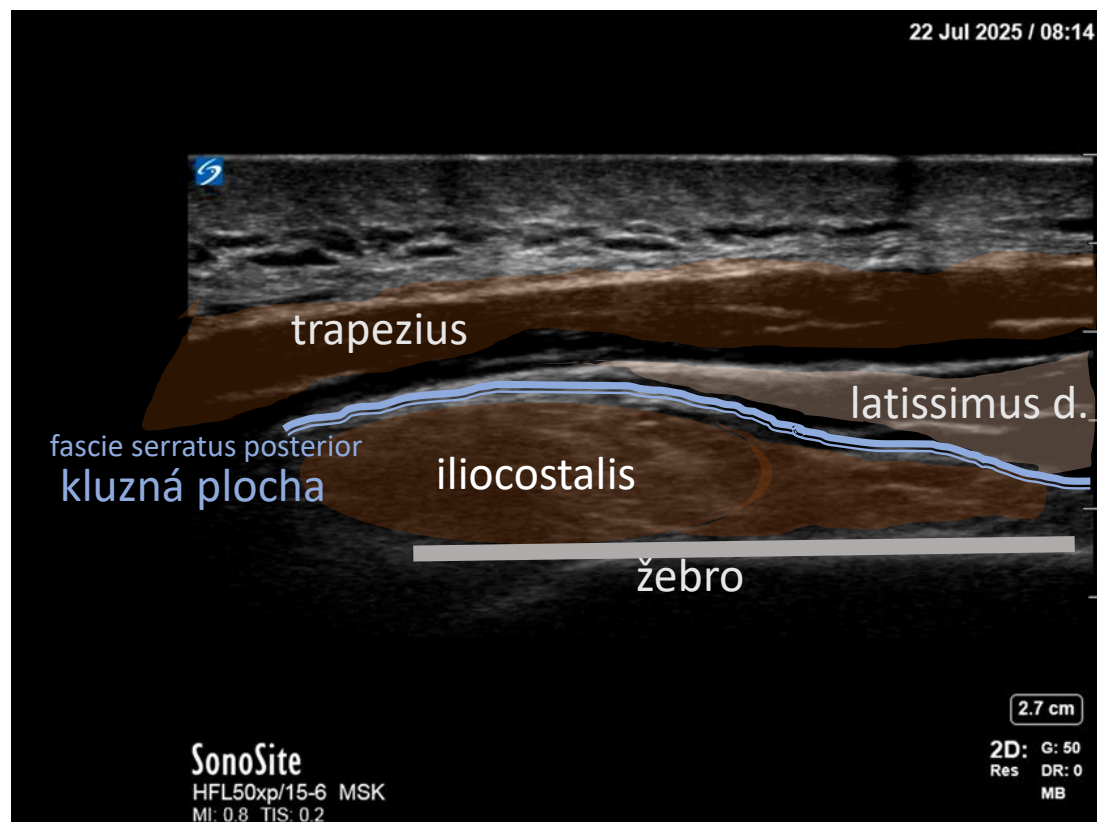
Myofasciální kompartmenty a jejich pohyb



Pohyb myofasciálních vrstev okolo n. medianus



Dynamický UZ obraz svalů při rotaci trupu



Od teorie k praktickým příkladům



Alon P. Winnie – 1933-2015

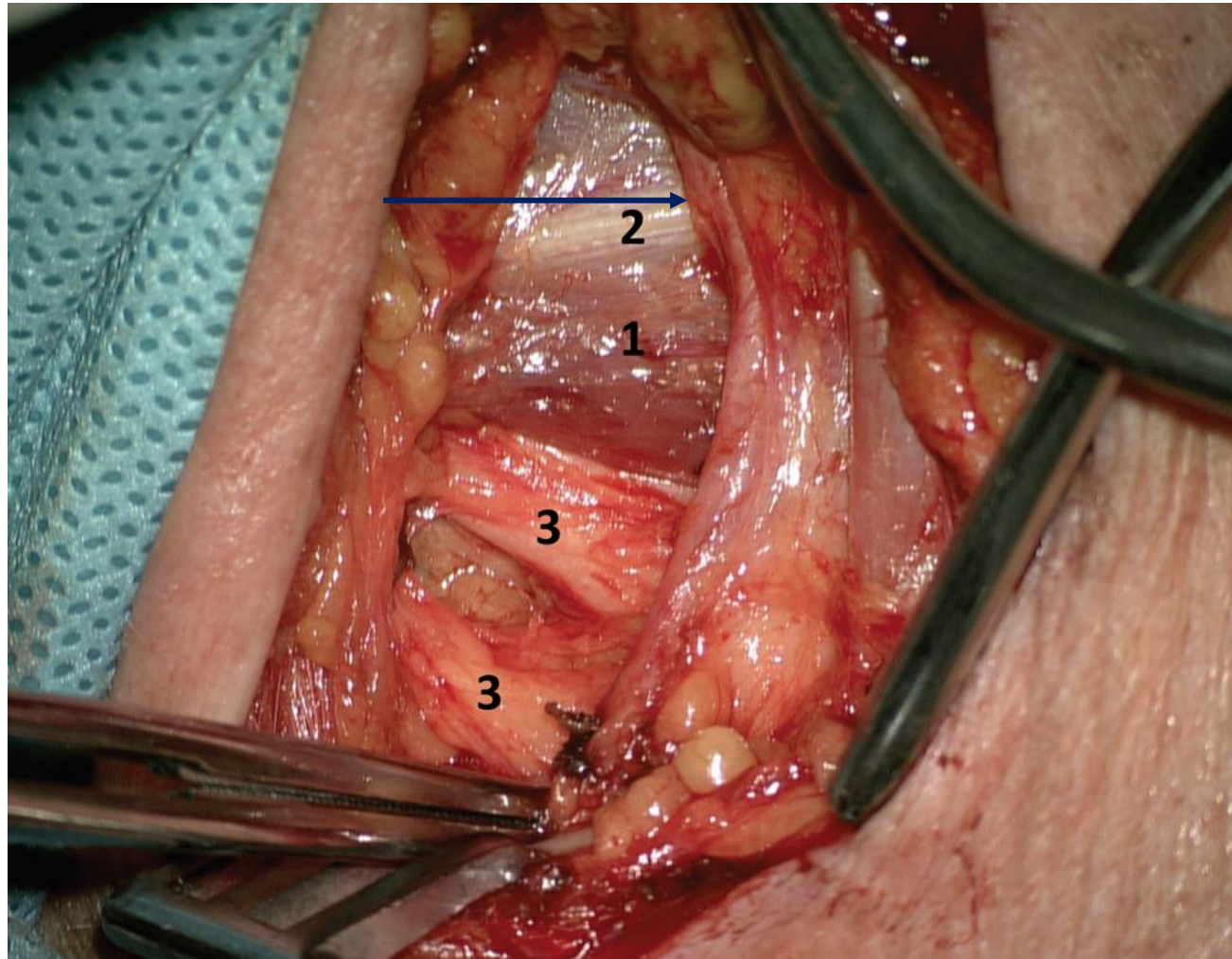
Regionální anestézie je složité
cvičení ve fyziologii a anatomii
myofasciálního a nervového
systému.

Since 2026

Klinické aplikace platnosti fasciální blokády.

- Mechanismus „nechtěné“ blokády n. Phrenicus
- Princip blokády brachiálního plexu nad prvním žebrem.
- Princip fungování ESPB a QLB post.
- Femoral trianagl block
- Věk , výživa a aktuální stav svalstva ovlivňují fasciální a gelové složky paraneuria

Nervus phrenicus běží mezi skalenickou fascií a myofasciální vrstvou m. scalenus anterior



n. phrenicus

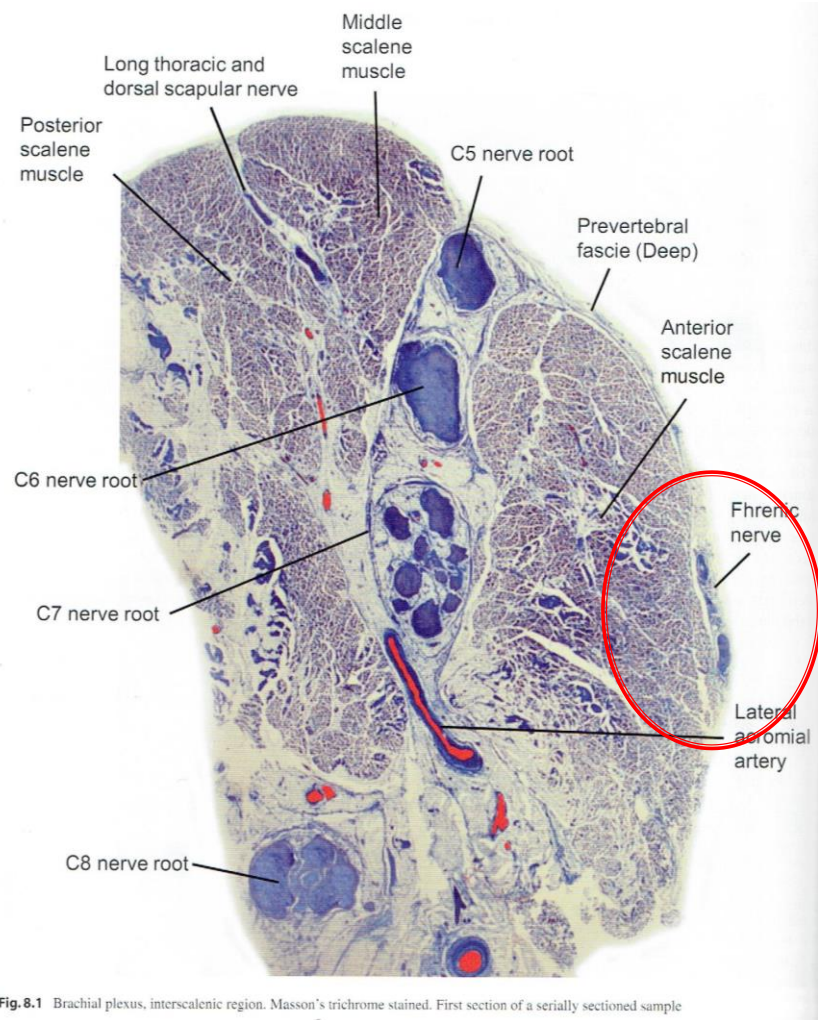
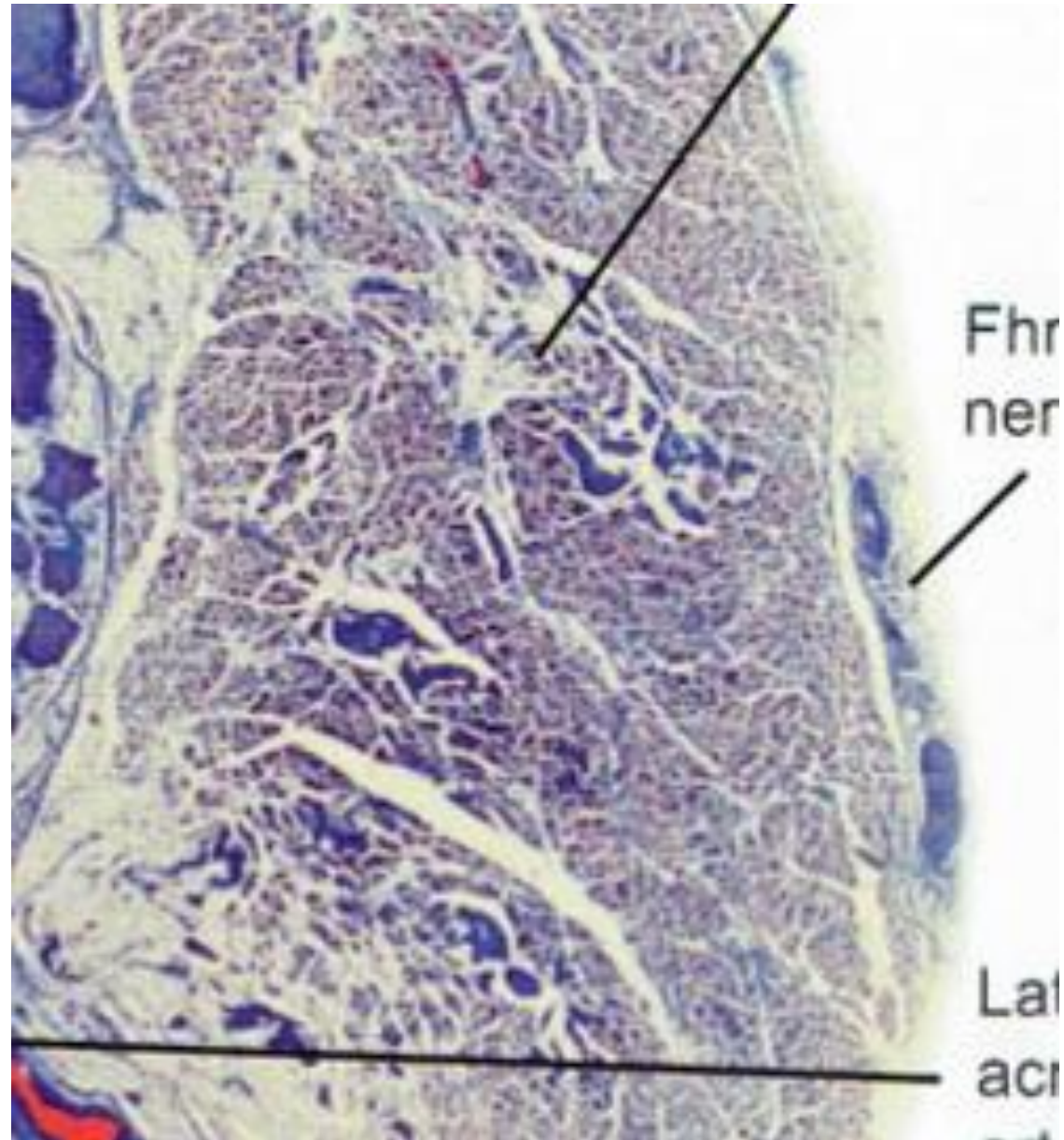
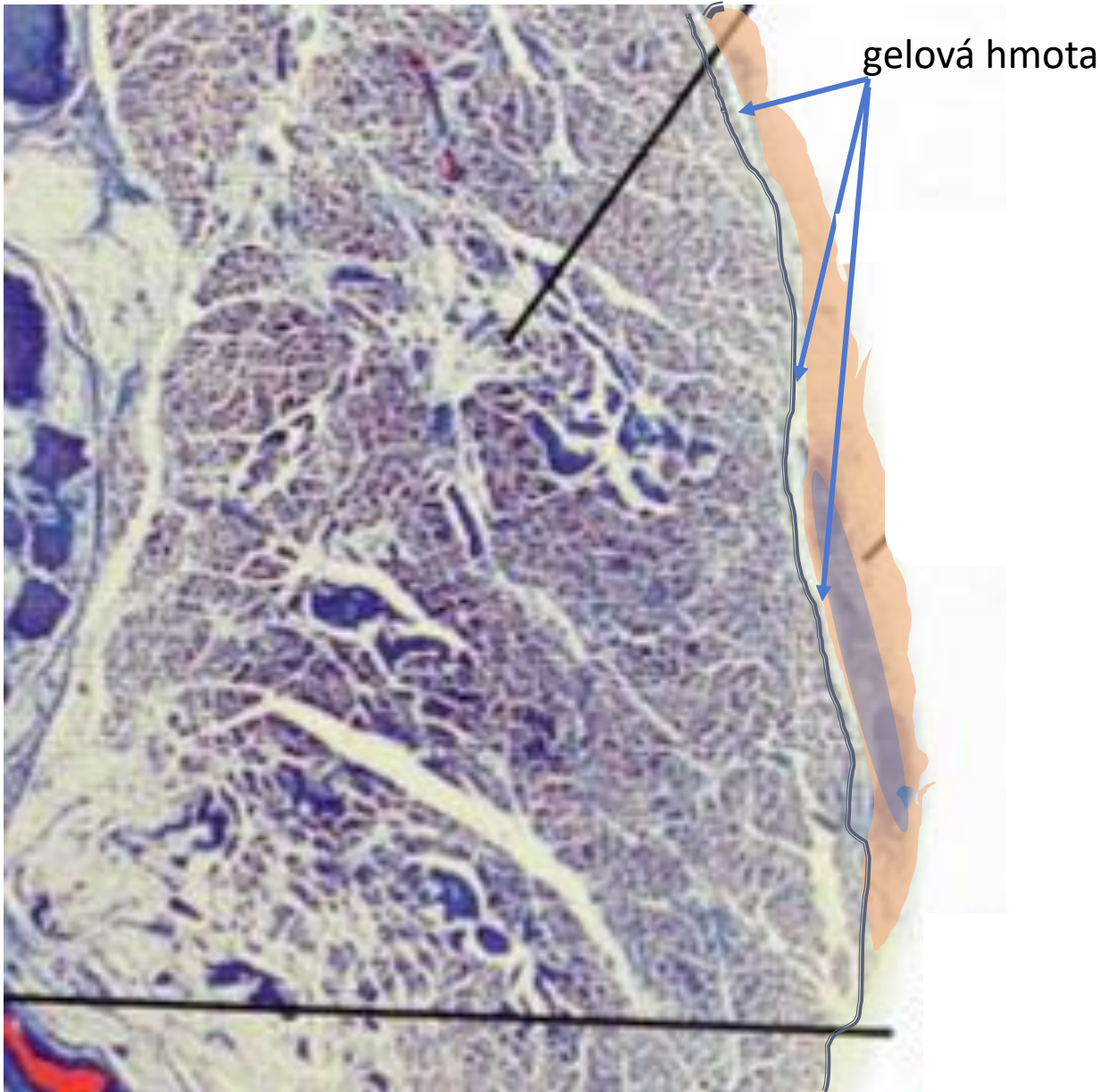
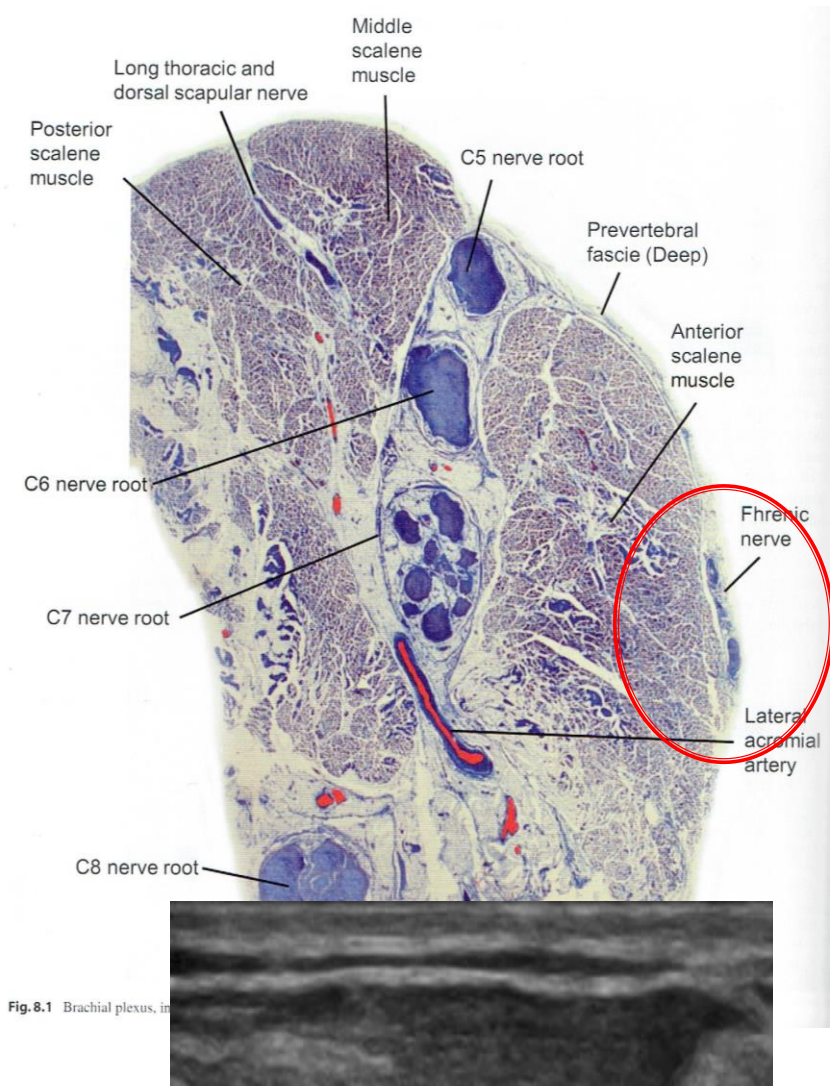


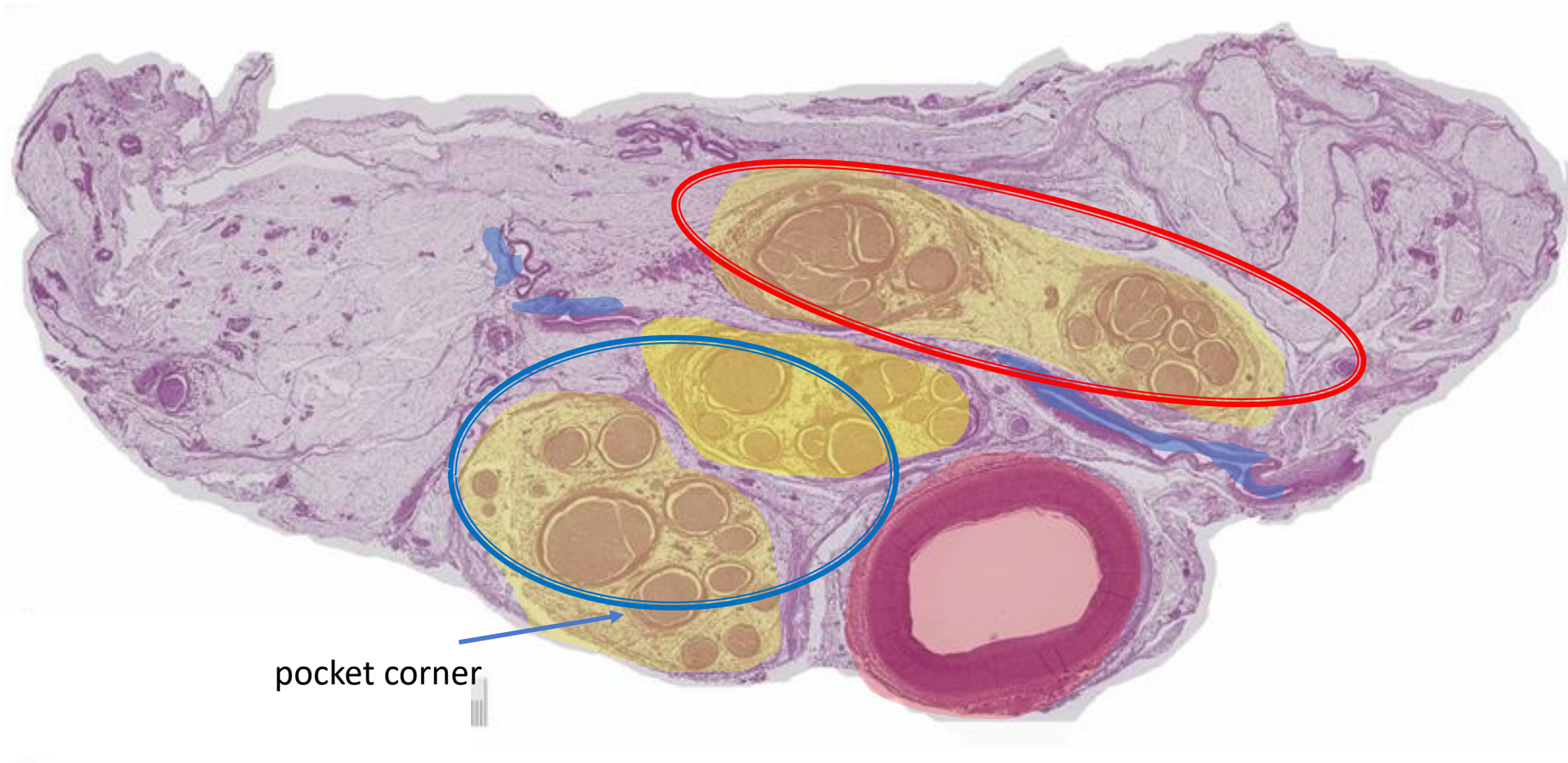
Fig. 8.1 Brachial plexus, interscalenic region. Masson's trichrome stained. First section of a serially sectioned sample



Phrenicus mezi fasciemi



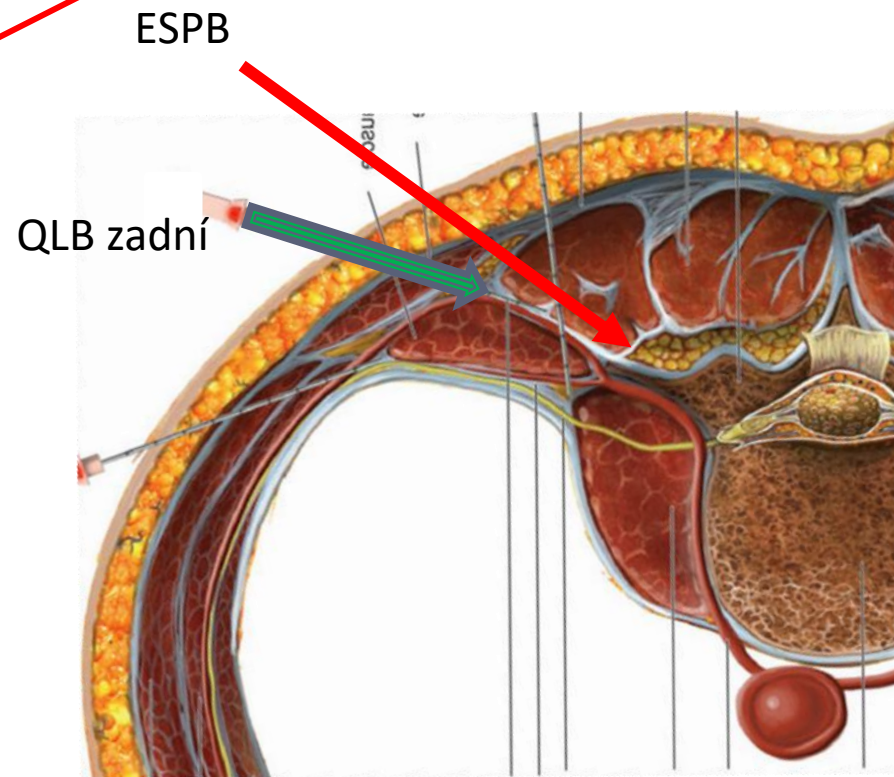
Brachiální plexus v oblasti I. žebra zcela oddělená flexorová a extenzorová část plexu



Fasciální prostor dorsálně od QL a mezi erektory

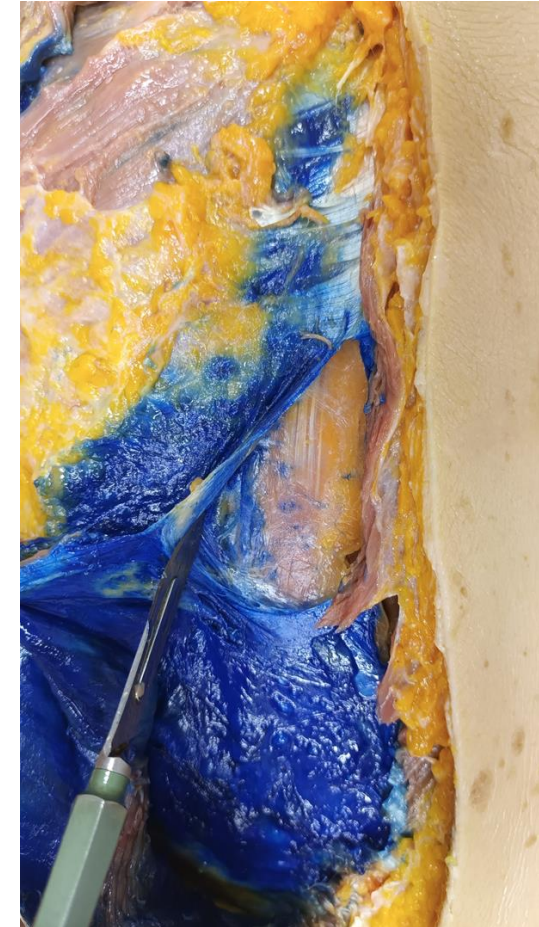
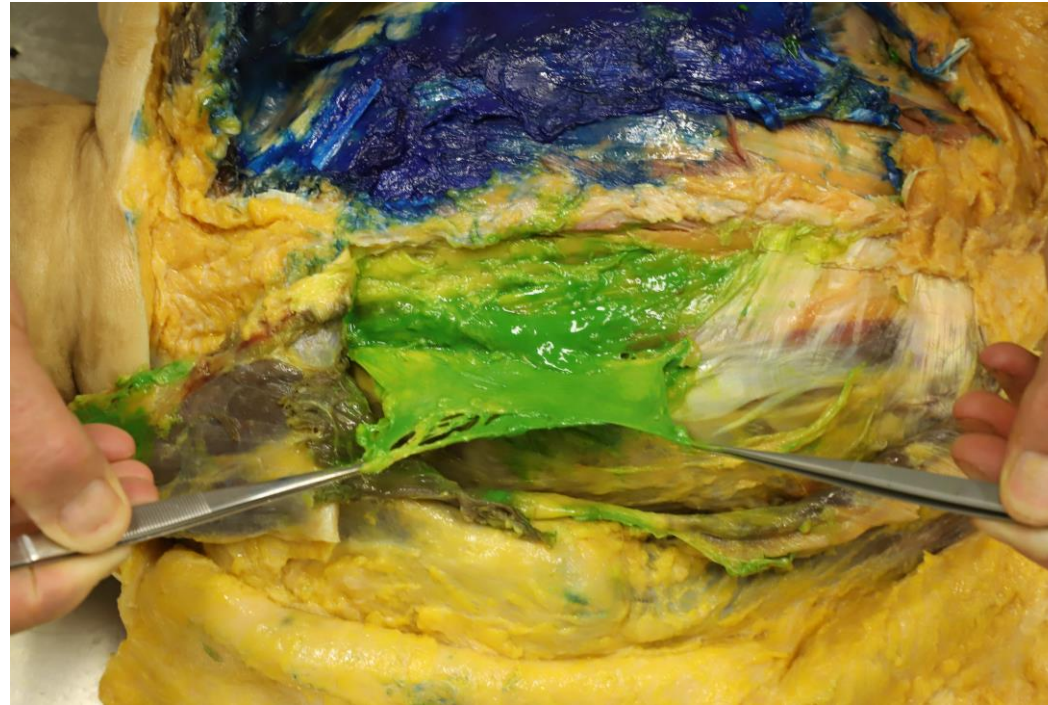
QLB II block latex 12 ml

ESPB latex 15 ml

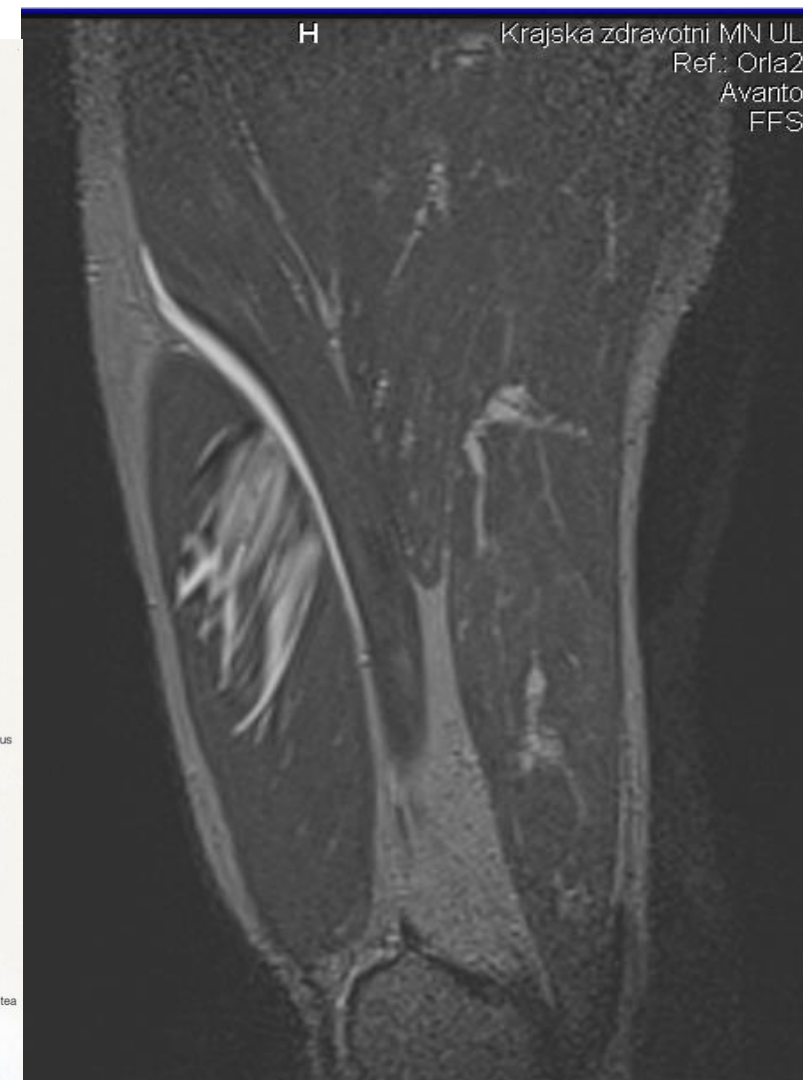
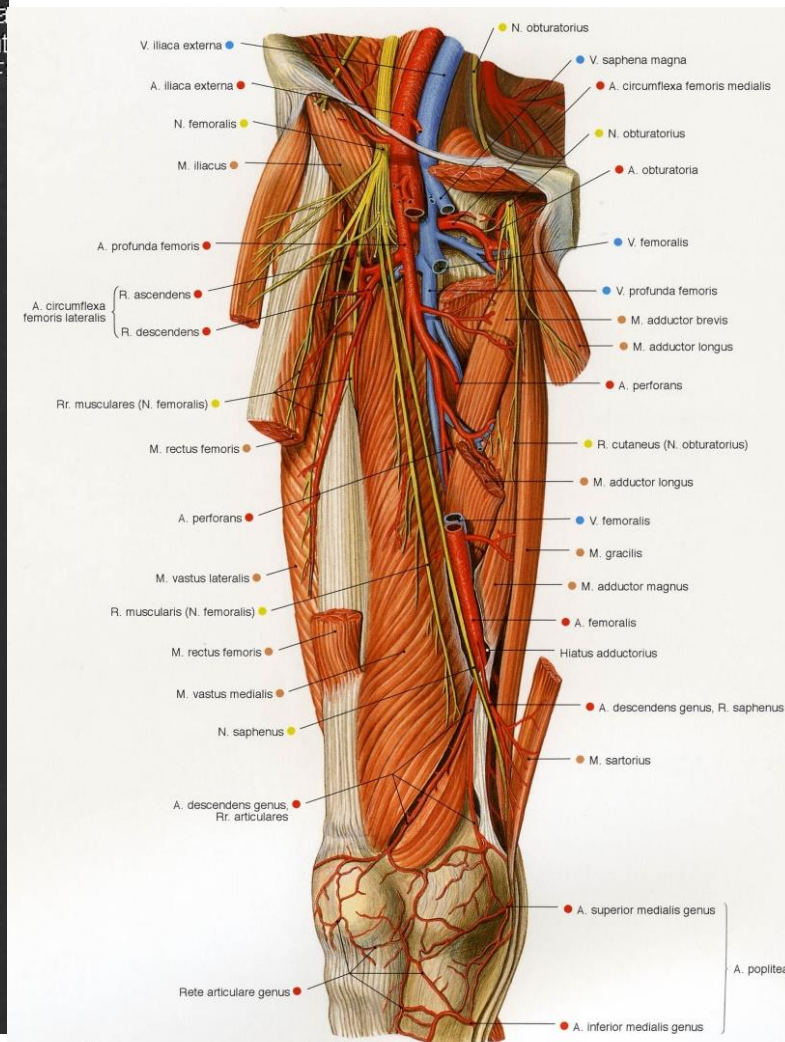
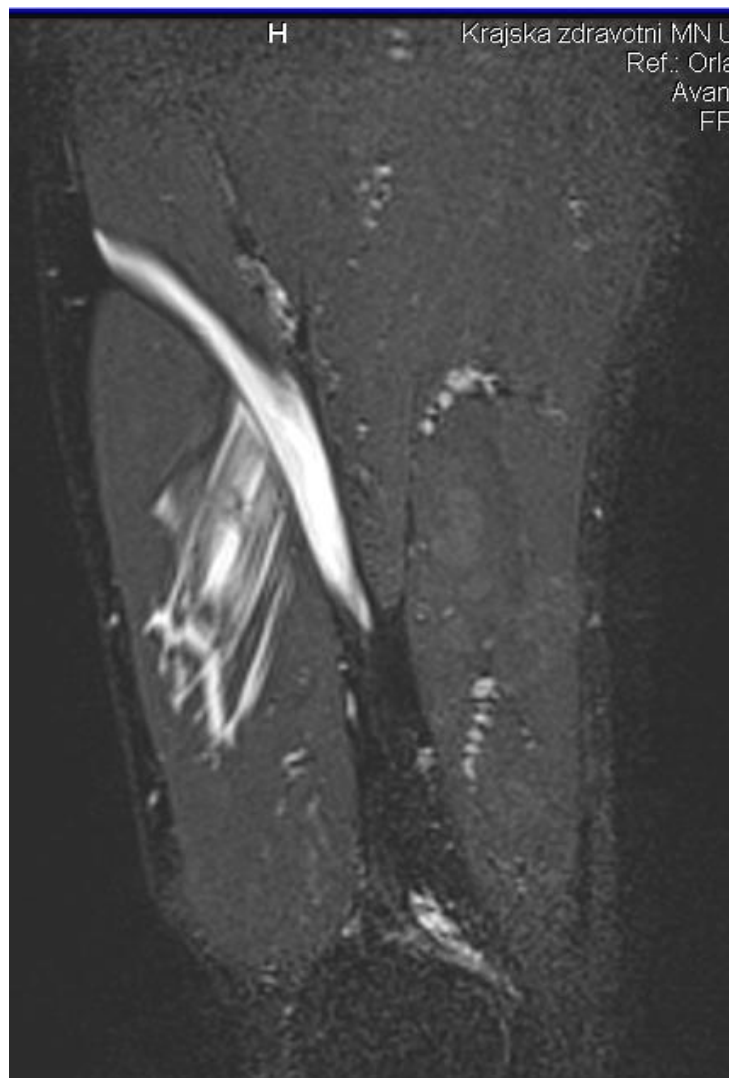


Efekt různého šíření látek v gelové vrstvě

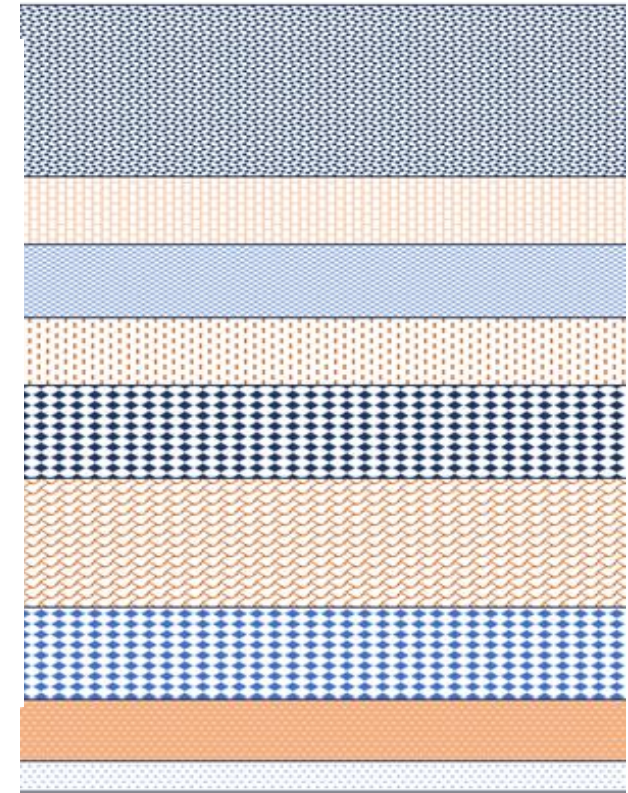
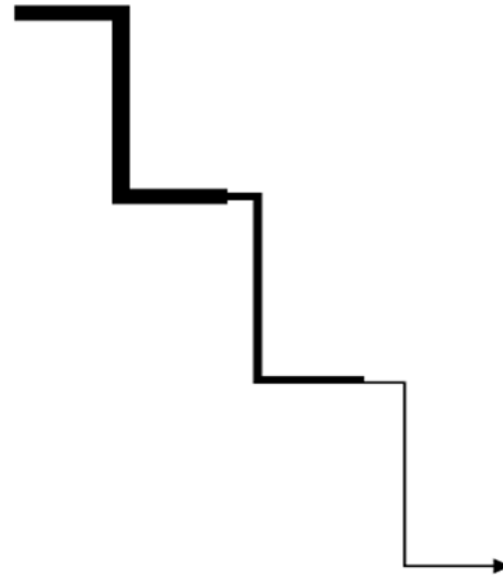
m. serratus posterior block left (latex green 12 ml) right (12 ml bio aplica dye)



Přední kompartment stehna femoral triangle a adductor canal



Nervus saphenus má relativně málo průchodné paraneurium



Oblasti výzkumu pro regionální anestézii

- Jin-Oh Jeong, Jeong, J.-O.; Kim, M.; Kim, H. S.; Lee, K.K.; Choi,

Advanced Hydrogel Systems for Local Anesthetic Delivery: Toward Prolonged and Targeted Pain Relief.

- Gels **2025**, <https://doi.org/10.3390/gels11020131>

Take home message

Fasciální systém je orgán vytvářející celotělovou multifunkční síť.

Periferní nervy prochází k cílovým receptorům kompartmenty myofasciálního systému.

Bezprostřední okolí nervů je tvořeno paraneurálním prostorem, který je cílovým místem pro aplikaci lokálního anestetika.

Složky paraneurálního prostoru mohou výrazně ovlivňovat průběh nervové blokády.

Gely jsou intenzivně studovány pro schopnost řízeně uvolňovat lokální anestetikum.