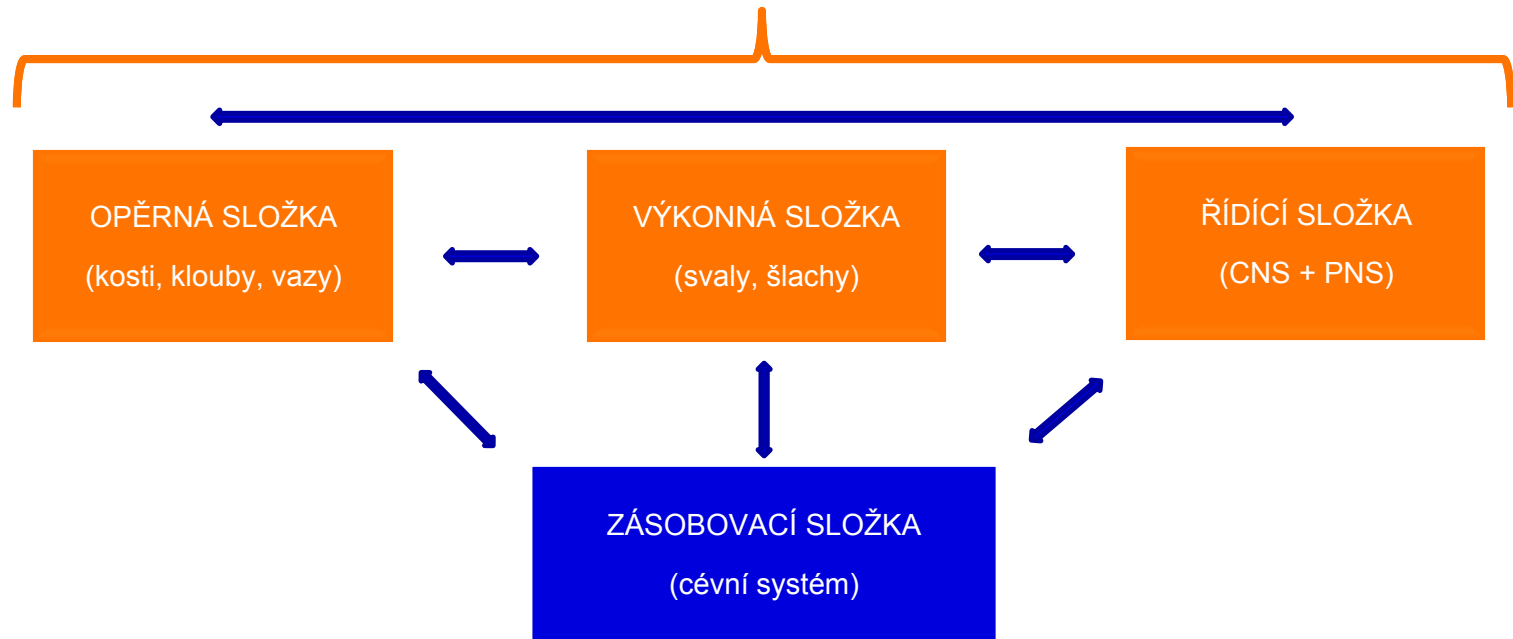


MUNI
SPORT

Kineziologie

Pohybový systém – tkáně a jejich adaptace

POHYBOVÝ SYSTÉM



Pohybový systém

□ Na stavbě pohybového systému se nejvíce podílí **pojivová, svalová a nervová tkáň**.

□ **Pojivová tkáň** →

- Kost
- Vazivo
- Chrupavka
- Fascie

Buňky

Extracelulární matrix (mezibuněčná hmota)

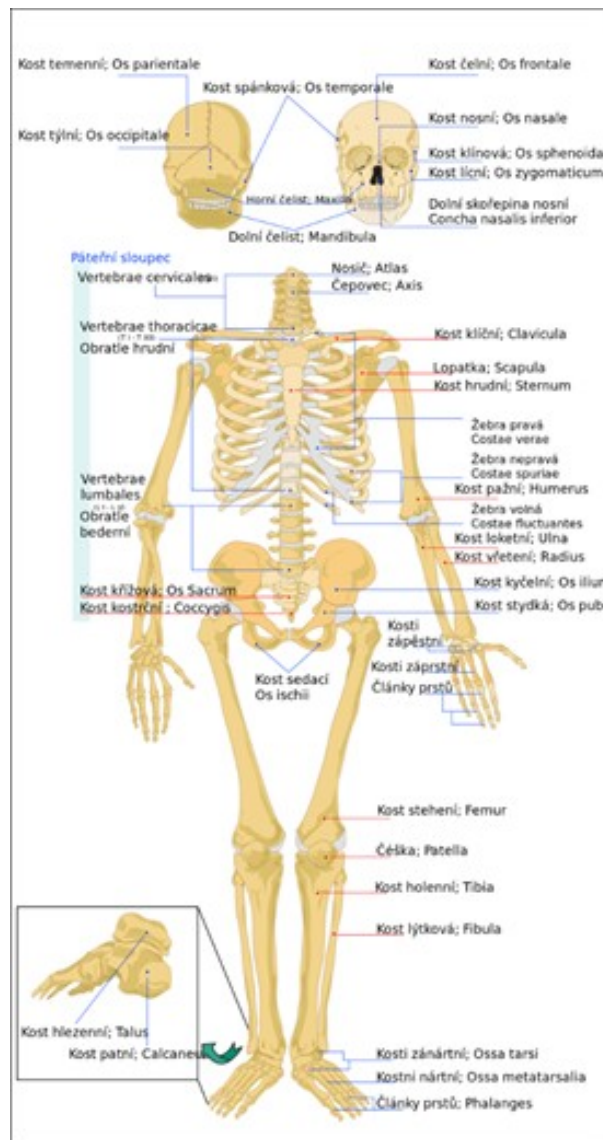
- vláknitá složka (kolagenní a elastická vlákna)
- amorfnní složka (voda, ionty, GAG)

□ **Svalová tkáň** → svalová vlákna, svalová kontrakce, typy svalů

□ **Nervová tkáň** → PNS + CNS → řízení pohybu

MUNI SPORT

KOST

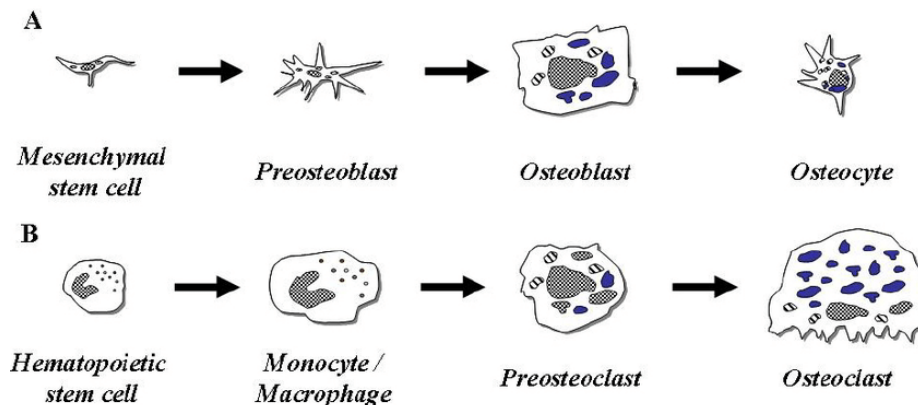


Obrázek 1:

https://cs.wikipedia.org/wiki/Lidsk%C3%A1_kostra#/media/Soubor:Lidska_kostra_p%C5%99edek_cz.svg

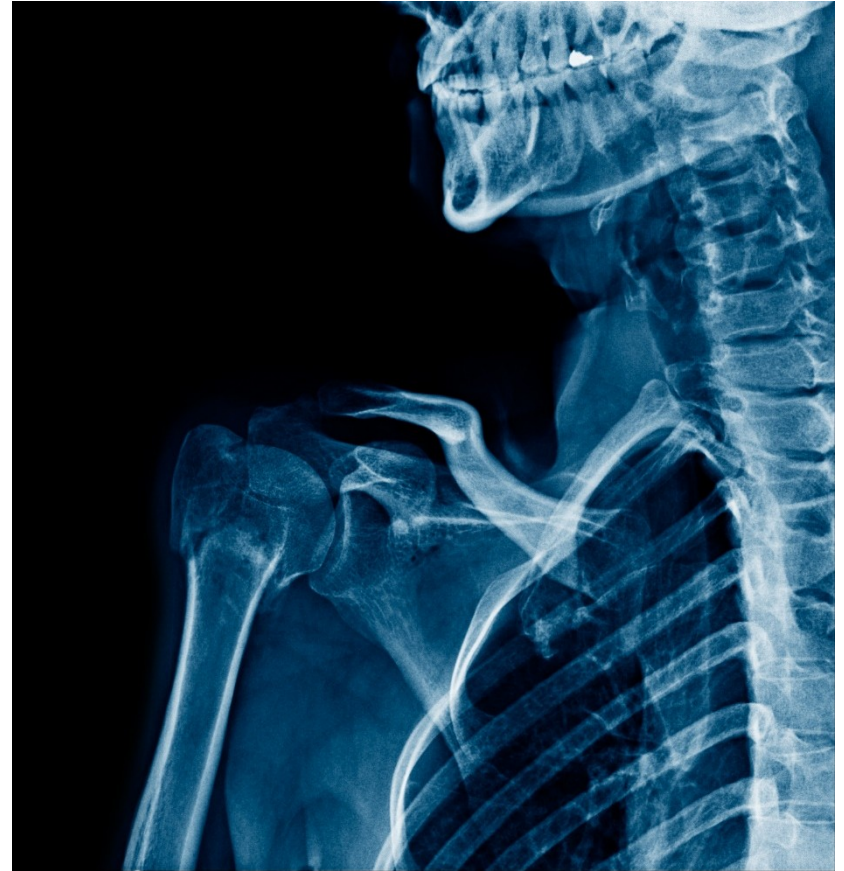
Kost

- Kost (os) je mineralizovaná pojivová tkáň, která vzniká procesem zvaným **osifikace**.
- Je vytvářena činností **osteoblastů**, což jsou buňky, které produkují kostní matrix = osteoid.
- Po jejich zabudování dovnitř do kostní tkáně jsou nazýváni **osteocyty**.
- Na povrchu je kost kryta **periostem**, výjimku tvoří místa překrytá chrupavkou.
- Pozn. Osteoklasty – odbourávají kostní tkáň (vylučování kolagenáz a dalších enzymů, které rozvolňují kostní matrix a rozpouští vápenaté krystaly)



Funkce kostní tkáně

- Opěrná
- Pohybová
- Ochranná
- Ukládání minerálních látek
- Krvetvorba

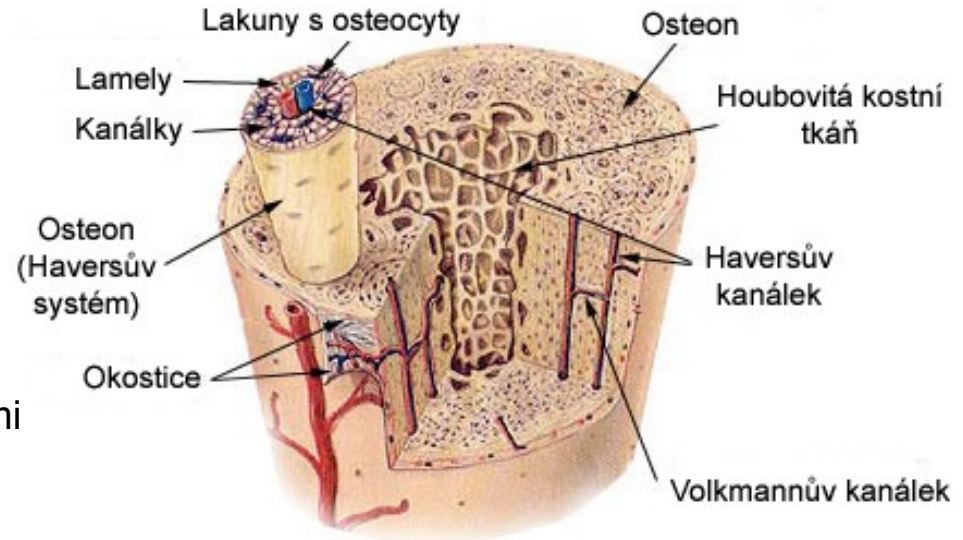


Kostní tkáň

□ Hutná kostní tkáň (*substantia compacta*)

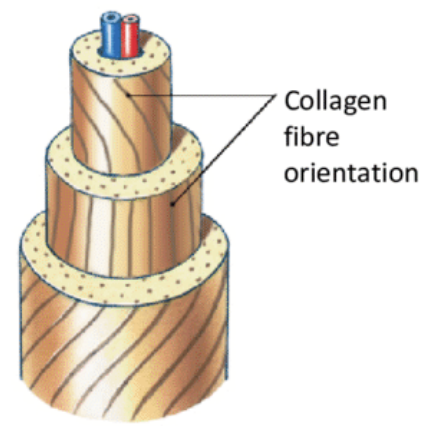
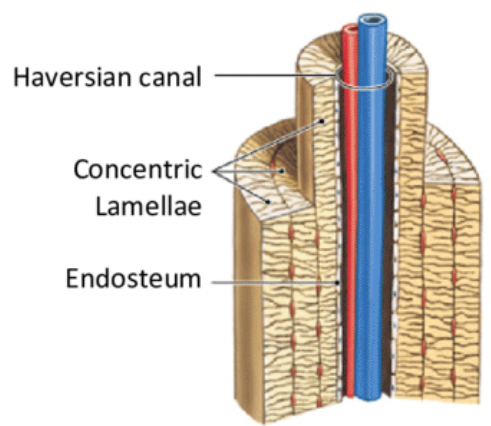
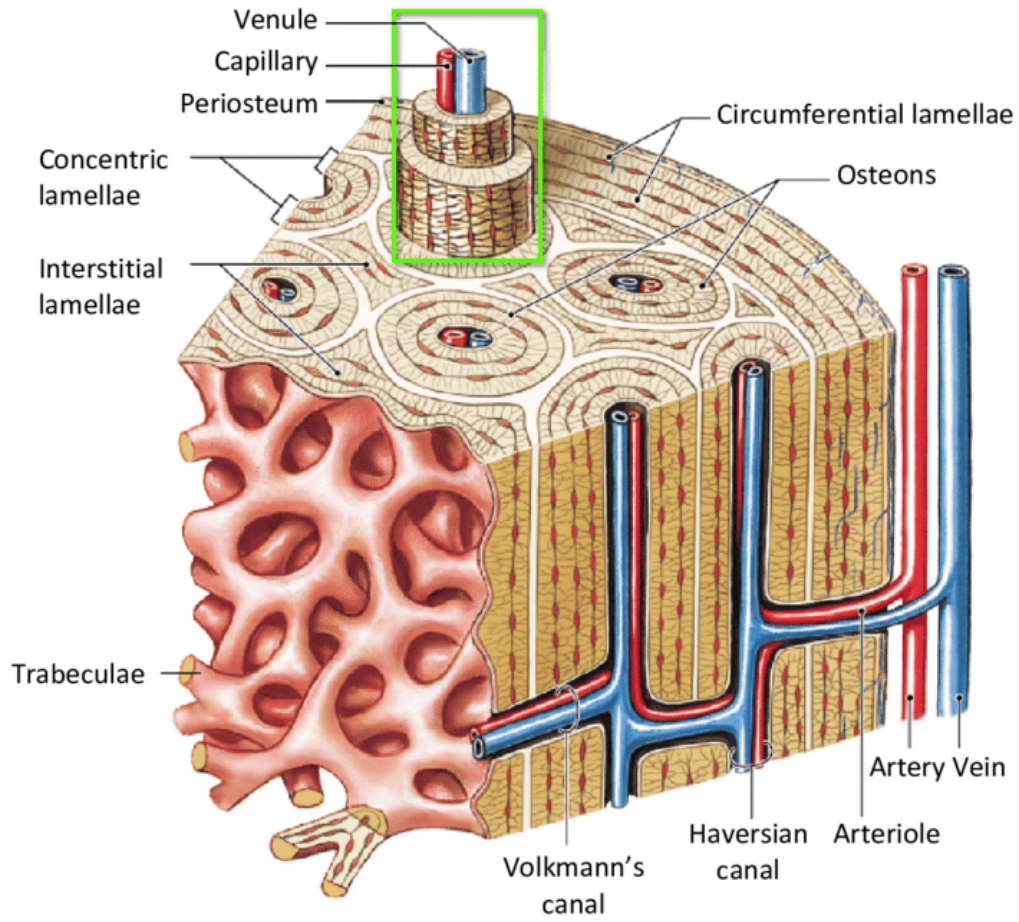
- na povrchu kosti.
- lamely (lamelární kost)
- lamely jsou typicky uspořádány do válcovitých útvarů – osteonů (Haversových systémů). Mezi lamelami se nachází osteocyty.

Kompaktní a spongiosní tkáň



[https://www.wikiskripta.eu/w/Kost#/media/Soubor:Lamelosn%C3%AD_kost_\(schema\).jpg](https://www.wikiskripta.eu/w/Kost#/media/Soubor:Lamelosn%C3%AD_kost_(schema).jpg)

□ Houbovitá kostní tkáň, kostní trámčina (*substantia spongiosa*) – umístěna uvnitř kosti.



Dělení kostí

Kosti dlouhé – epifýza,
metafýza, diafýza

Kosti krátké

Kosti ploché

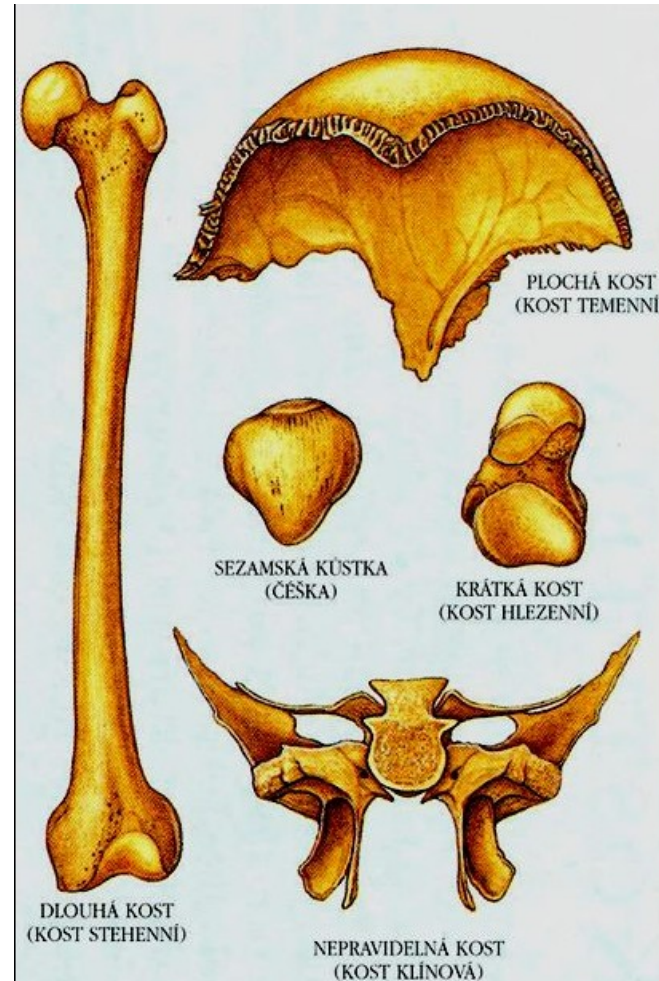
Kosti sezamské

Kosti pneumatické

Kosti nepravidelné

Dělení kostí

- Kostí dlouhé
- Kostí krátké
- Kostí ploché
- Kostí sezamkové
- Kostí pneumatické
- Kostí nepravidelné



<https://slideplayer.cz/slide/2355940/>

Pohyb a jeho vliv na kostní tkáň

Wolfův zákon (1892):

„Každá změna ve funkci kosti je doprovázena určitými změnami ve vnitřní architektuře kosti s přihlédnutím k vnějším vlivům. Tyto změny vedou k obnově souladu mezi tvarem, strukturou a funkčním zatížením dané kosti“ (1892)



<https://tcomn.com/wp-content/uploads/2017/01/osteoporosis2016.pdf>

Mechanická zátěž = změna ve struktuře kostní tkáně

Pohyb a jeho vliv na kostní tkáň

Míra zátěže?
Adaptační proces?

kompresa

ohyb

torze

*tah šlachy
svalu*

Mechanická zátěž = změna ve struktuře kostní tkáně

Pohyb a jeho vliv na kostní tkáň

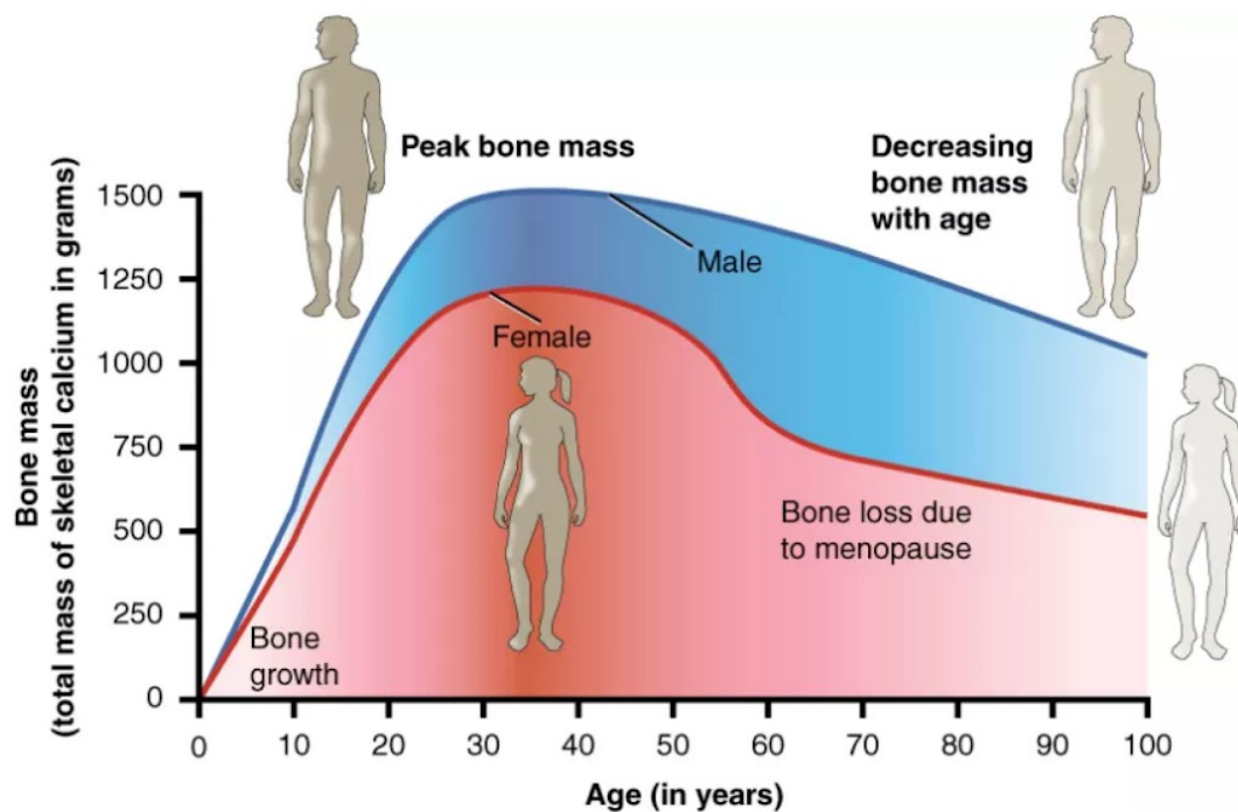
1. Zvýšená tvorba osteoidu

- Dlouhé jehlicovité krystalky kostního minerálu jsou pohybem deformovány a natahovány. V důsledku toho vzniká elektrický náboj. Tyto elektrické proudy dráždí osteoblasty, což vede k sekreci osteoidu.

2. Remodelace kostní tkáně

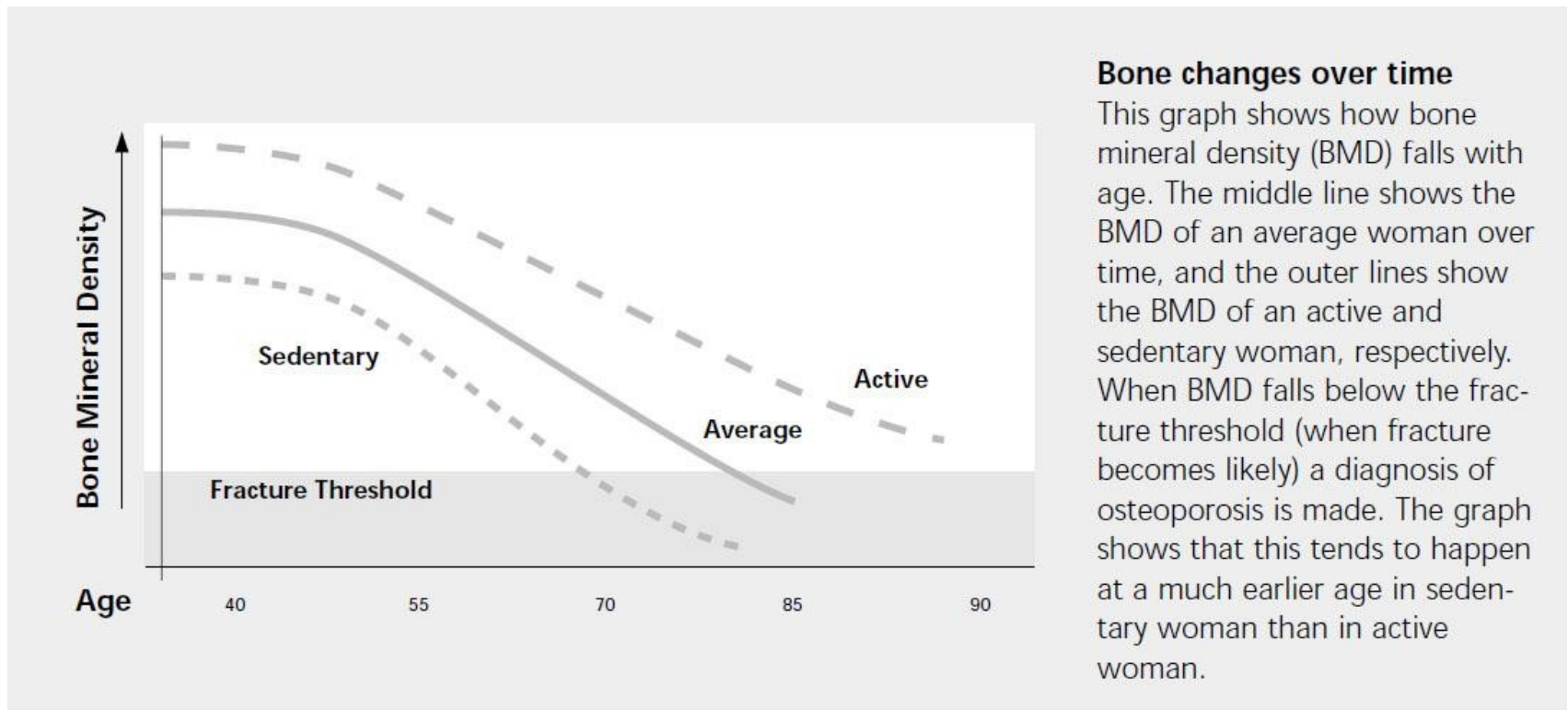
- K remodelaci kostní tkáně, jako odpovědi na zátěž dochází skrze složité mechanotransdukční mechanismy.
- Přestavba kostních trámečků probíhá do směru největšího tlaku nebo tahu.
- Mechanické zatížení nedospělé kosti způsobuje její remodelaci, jako adaptaci novým podmínkám svou velikostí, tvarem a obsahem kostní hmoty.

Peak bone mass = vrchol kostní hmoty



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:615_Age_and_Bone_Mass.jpg

Kostní densita v čase



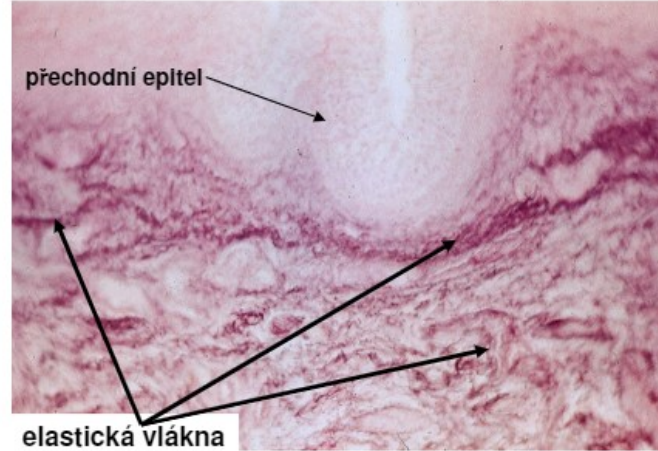
Bone changes over time

This graph shows how bone mineral density (BMD) falls with age. The middle line shows the BMD of an average woman over time, and the outer lines show the BMD of an active and sedentary woman, respectively. When BMD falls below the fracture threshold (when fracture becomes likely) a diagnosis of osteoporosis is made. The graph shows that this tends to happen at a much earlier age in sedentary woman than in active woman.

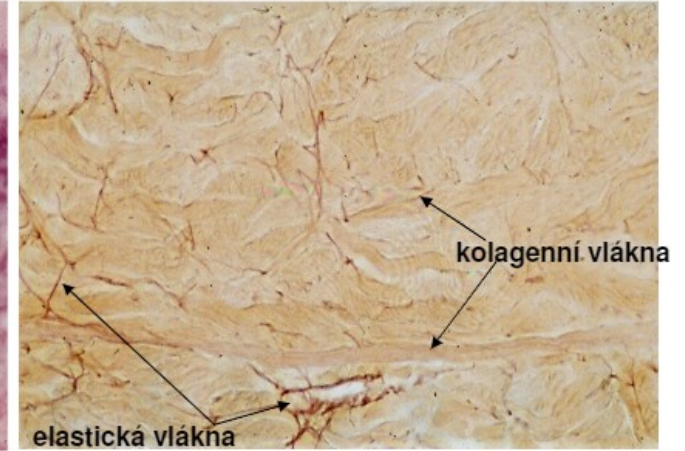
<https://osteconnections.com/osteoporosis-information/osteoporosis-and-exercise/>

Vazivo

Řídké kolagenní vazivo, průkaz elastických vláken
orceinem (slizniční vazivo, močový měchýř)



Husté neuspořádané kolagenní vazivo
(kůže, elastická vlákna obarvena orceinem hnědě)



<https://docplayer.cz/7333353-Vazivo-znazorneni-vazivovych-vlaken-typy-vazivovych-bunek-druhy-vaziva-stavba-a-funkce-mikroskopovani-preparatu-a1-a6.html>

Vazivo

- pojivová tkáň, která je tvořena vazivovými buňkami (fibroblasty), kolagenními a elastickými vlákny a amorfní mezibuněčnou hmotou

Fibroblasty

- Produkují předstupně vláknité a amorfní hmoty vaziva – tropokolagen (kolagenní vlákna) a proteoglykany (amorfní hmota)
- Regenerační kapacita -> jízva

Kolagenní vlákna

- vysoká pevnost a ohebnost, nízká pružnost -> šlachy a vazy
- významné prostorové uspořádání

Elastická vlákna

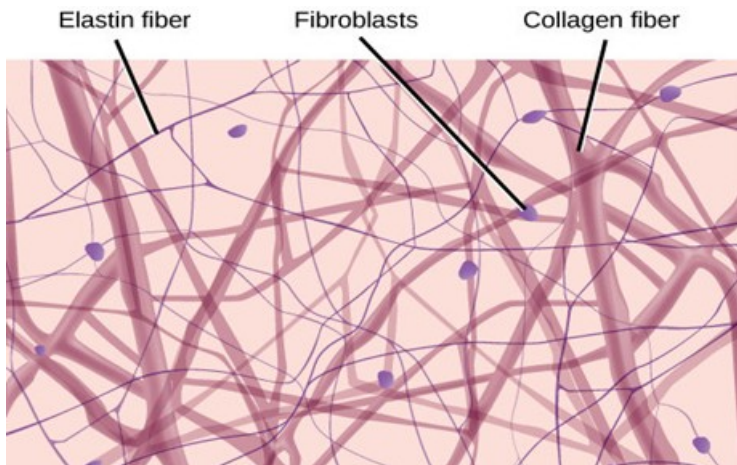
- Nízká pevnost, velká pružnost
- Elastická vlákna redukuje hysterézi vaziva -> snižují spotřebu energie pro zpětnou deformaci

Mezibuněčná hmota

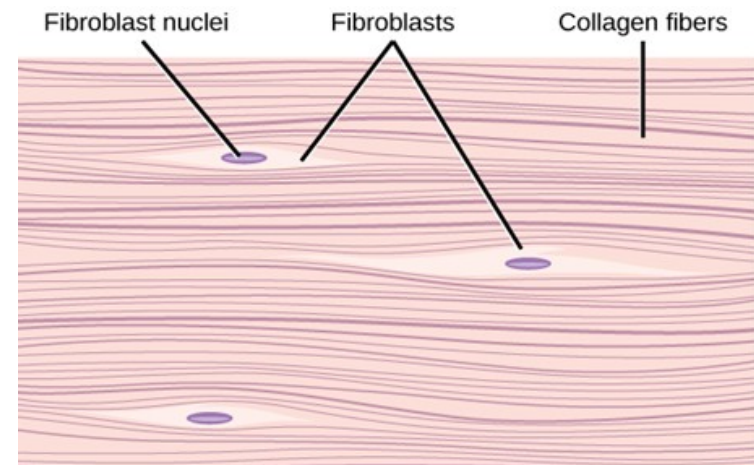
- Proteoglykany – polysacharidy + kyselina hyaluronová (HA) -> HA má schopnost vázat enormní množství vody – podmiňuje gelatinózní konzistenci a vazkost mezibuněčné hmoty

Typy vaziva

- Řídké kolagenní vazivo
 - vyplňuje prostory mezi svalovými vlákny a tvoří kostru pro cévy a nervy svalů -> hladký posun
- Tuhé kolagenní vazivo – neuspořádané
 - vazivová vrstva kůže
- Tuhé kolagenní vazivo – uspořádané
 - šlachy, vazy, kloubní pouzdra



Řídké vazivo <https://courses.lumenlearning.com/wm-biology2/chapter/connective-tissues>



Tuhé kolagenní vazivo uspořádané - <https://courses.lumenlearning.com/wm-biology2/chapter/connective-tissues/>

Jizva

□ „Jizva je pojivová struktura prostupující různými vrstvami měkkých tkání, vznikající jako výsledek hojení rány“ (Lewit K.)

Dělení podle hloubky postižení:

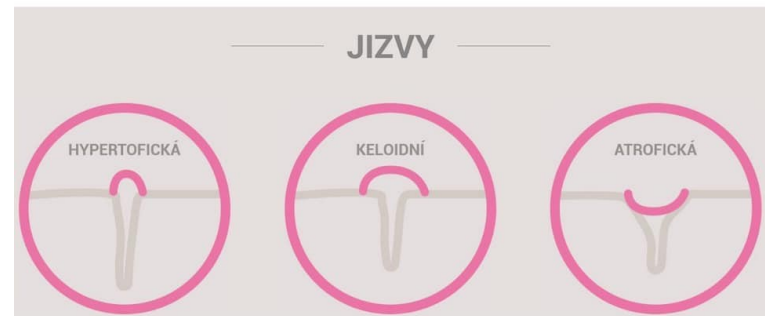
- povrchová jizva
- hluboká jizva

Dělení podle časového korelátu:

- akutní • subakutní • chronická jizva

Dělení podle klinického nálezu

- Jizva fyziologicky zhojená
- Atrofická jizva
- Hypertrofická jizva
- Keloidní jizva



<https://www.facebook.com/nebytnatosama/photos/pcb.283670679998015/283670399998043/>



<https://www.brontewellness.com/blog/scar-tissue-need-treatment/>

Pár tipů k péči o jizvu:

<https://www.fyziosvet.cz/clanky/jak-pecovat-o-jizvu-po-operaci/>

<https://www.fnmotol.cz/wp-content/uploads/pece-o-jizvu.pdf>



https://www.afaesthetics.com.au/dt_procedures/keloid-scar-treatment/



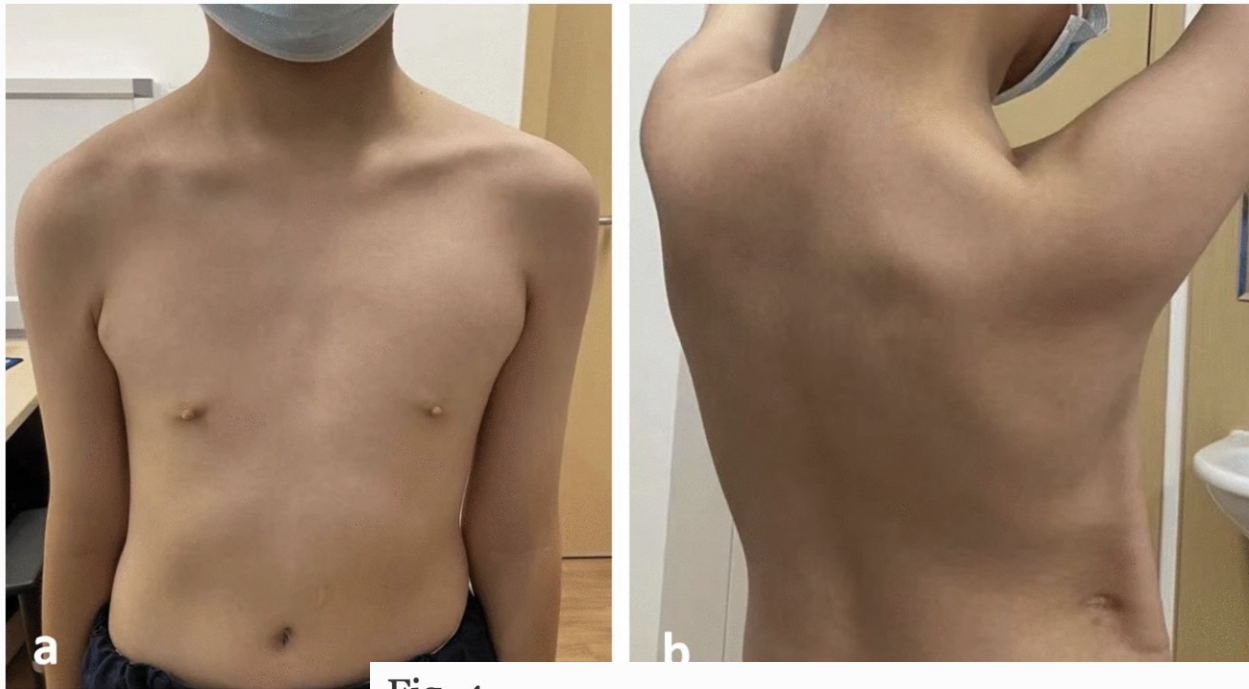
<https://www.verywellhealth.com/hypertrophic-scar-7104196>

21 zápatí prezentace



Zdroj: vlastní

I
RT



<https://link.springer.com/article/10.1007/s00381-023-05931-2/figures/4>

Fig. 4



One year after operation, the photos showed that the patient's scar contracture was relieved, and the symmetry of the chest and back was improved

Chrupavka

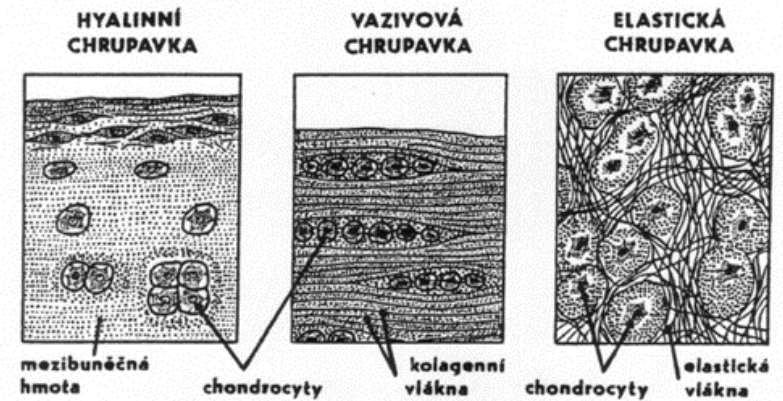
Pojivová tkáň, která se skládá z chondrocytů, kolagenních a elastický vláken a amorfní mezibuněčné hmoty.

Chrupavky jsou **bezcévné a bez inervace**, ale jsou obaleny **perichondriem**, které obsahuje cévy a nervy -> difuze základní stavebních látek (AMK). (Kompresa a dekomprese = výživa)

Hojení chrupavek – do defektu v chrupavce vrůstají z perichondrií nebo okolní kosti cévy a defekt se vyplňuje bohatě vaskularizovaným vazivem. Buňky vaziva mají schopnost se transformovat na chondroblasty, které pak nahrazují poškozenou chrupavku. V dospělosti však k tomuto dochází minimálně, podmínkou je dostatečná vaskularizace tkáně, ke které dochází výjimečně.

Chrupavka - dělení

- **Hyalinní chrupavka** – lesklá, hladká, pružná -> konec žeber, kloubní hlavice, skelet hrtanu, průdušnice a bronchů
- **Vazivová chrupavka** – meziobratlové ploténky, spona stydká
- **Elastická chrupavka** – stěna průdušek, ušní boltec



Obrázek 11: <https://vos.palestra.cz/skripta/kineziologie/1a1a2.htm>

Spojení kostí

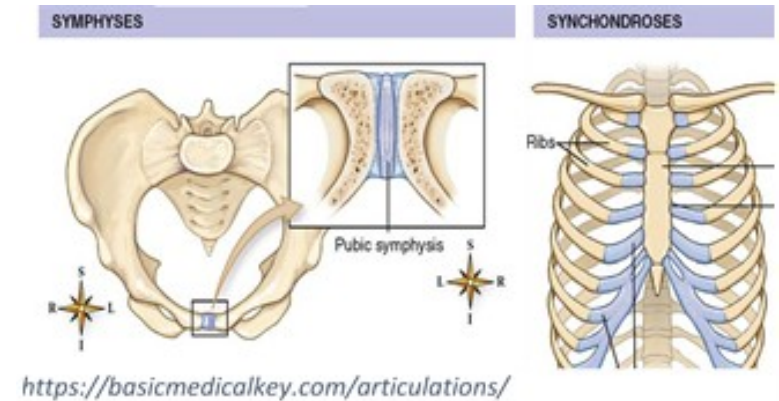
- Spojení plynulé
 - Vazivo – syndesmóza, sutura, gymphosa
 - Chrupavka – synchondróza, symfýza
 - Kost – synostóza

- Spojení dotykem -> Kloub

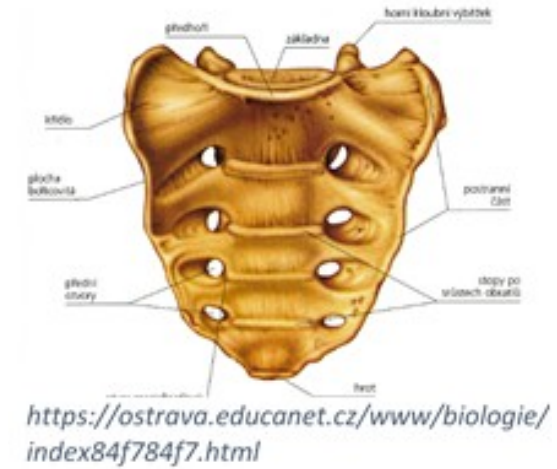
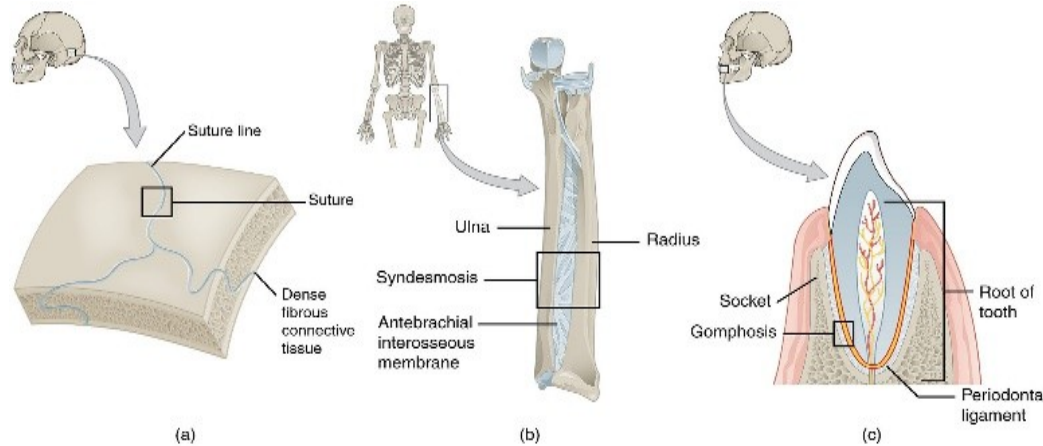
Spojení kostí

□ Spojení plynulé

- Vazivo – syndesmóza, sutura, gymphosa
- Chrupavka – sychondróza, symfýza
- Kost – synostóza

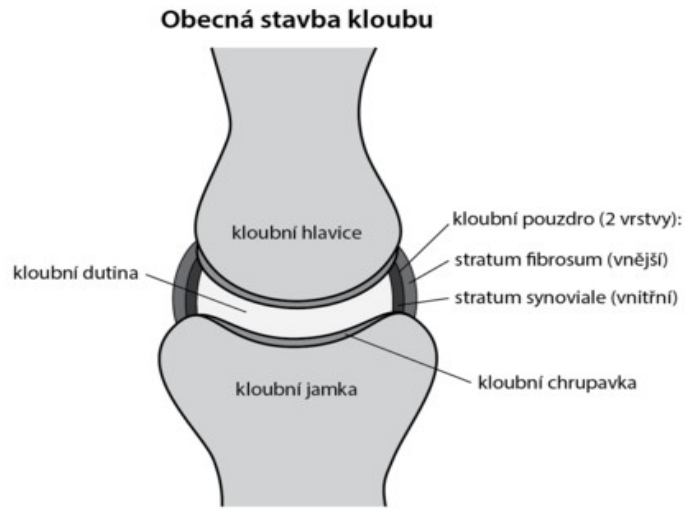


□ Spojení dotykem -> Kloub

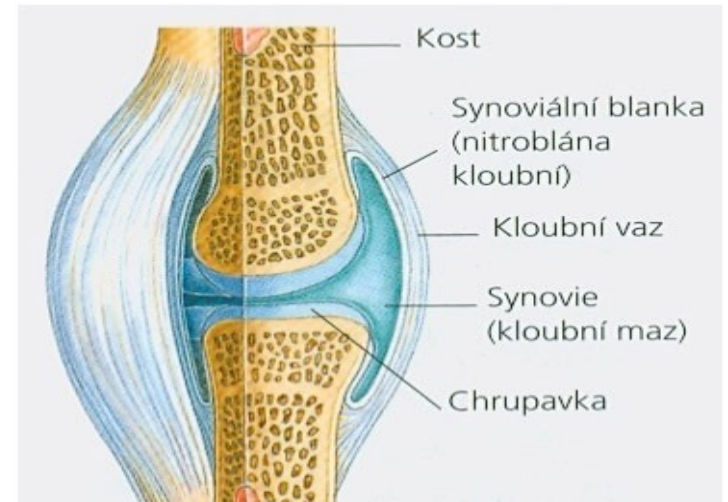


https://en.wikipedia.org/wiki/Fibrous_joint#/media/File:904_Fibrous_Joints.jpg

Kloub



<https://quizlet.com/512082335/obecna-arthrologie-obecny-popis-kloubu-pomocna-kloubni-zarizeni-flash-cards/>

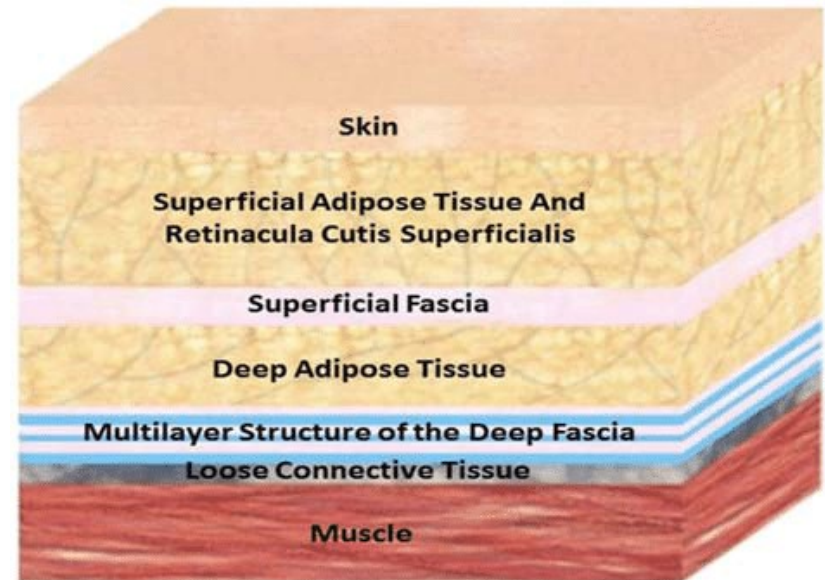


<https://www.orling.cz/cs/clanky/o-artroze-a-lidech/kosti-a-klouby/o-kloubech-v-lidskem-tele.html>

Fascie

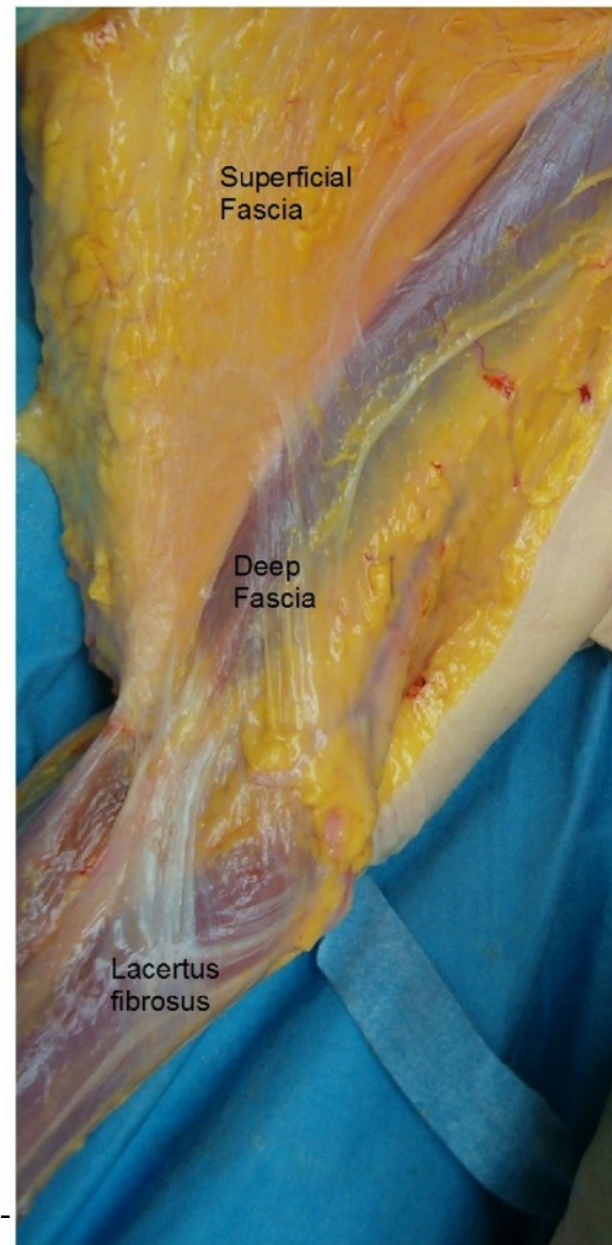
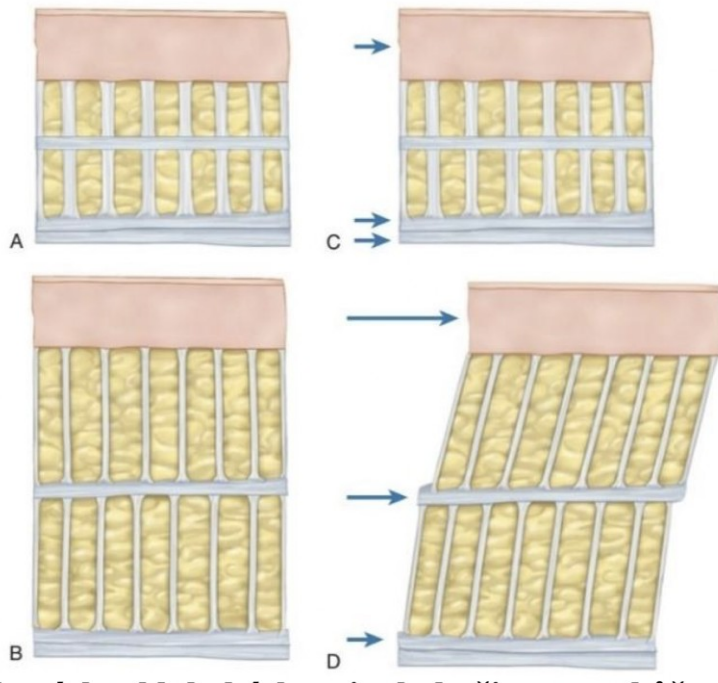
„Fascie je vazivový list nebo libovolný počet vrstev elastických pojivových nebo vláknitě uložených pod kůží s funkcí připojení nebo separace svalů či orgánů“ (Stecco, Schleip, 2016)

Mezi další funkce patří: přenos sil, senzorická funkce, role v regulaci poranění a další.



https://www.researchgate.net/figure/Image-illustrating-the-2-fascial-connective-layers-superficial-fascia-and-deep-fascia_fig1_323929790

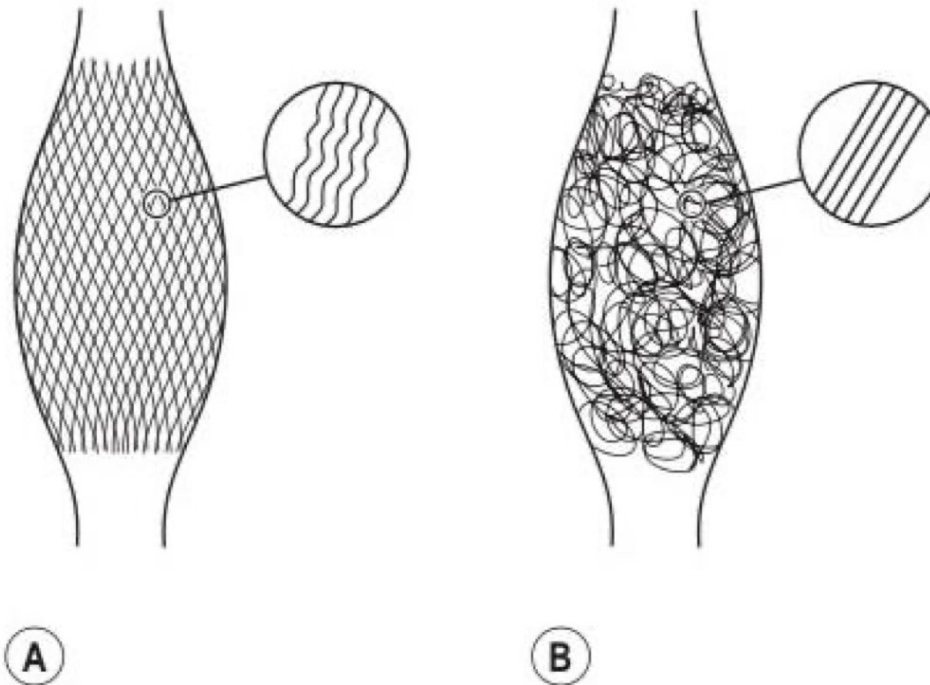
Fascie



STECO, C. 2015. *Functional Atlas of the Human Fascial System*. Churchill Livingstone: Elsevier. ISBN 978-0-7020-4430-4.

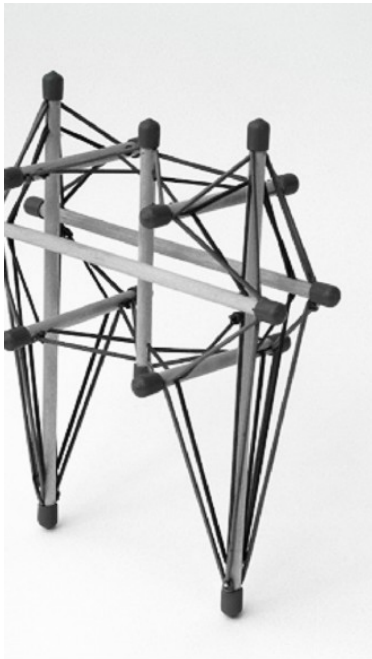
Dissection by Dr. Carla Stecco showing superficial and deep fascia of anterior brachial fascia region. Lacertus fibrosus is highlighted to demonstrate its role as a myofascial expansion between upper arm and lower arm. Image Copyright Dr. Carla Stecco.

Fascie



Obrázek 3 **Struktura hluboké fascie tvořené překříženými svazky kolagenních vláken.** A) pravidelné uspořádání u mladých a aktivních lidí. B) chaotické organizace u starších lidí s nedostatkem pohybu (Müller, Schleip, 2012, s. 468).

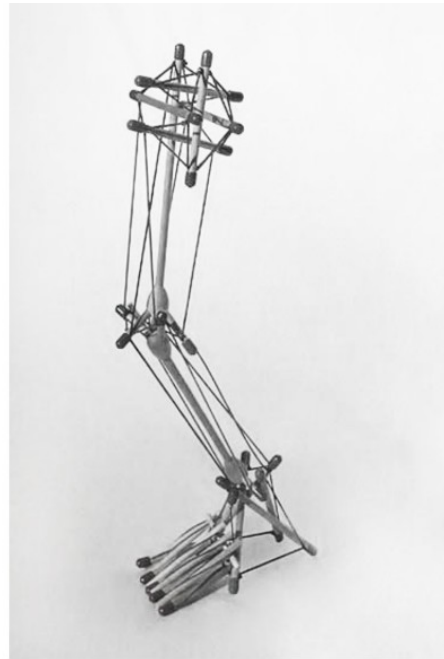
Fascie



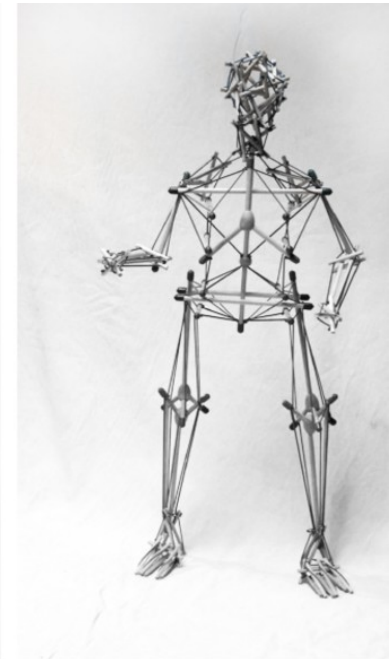
Double Tensioned Pelvis



Tetrahedral Vertebral Spine



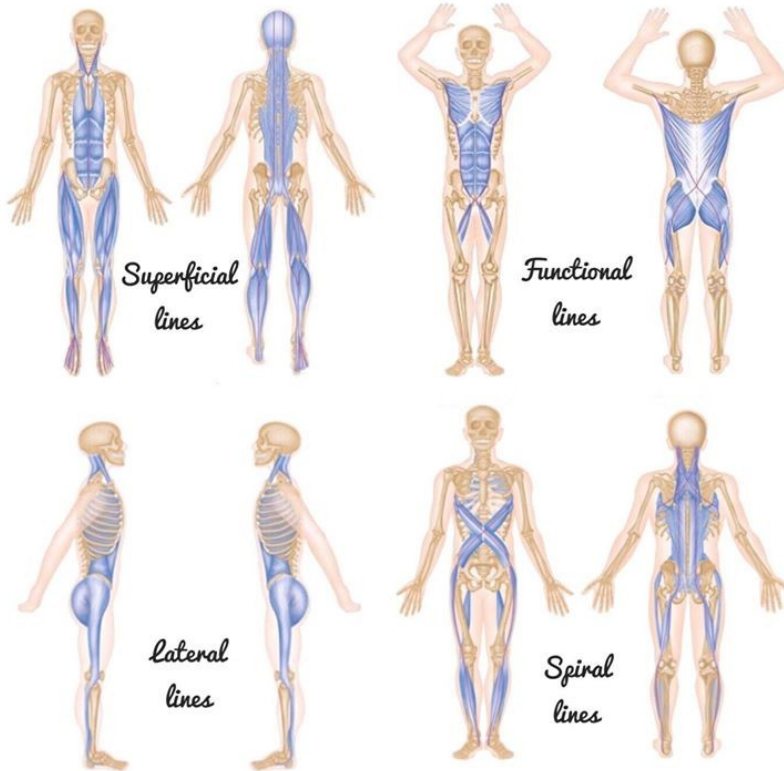
Tensegrity Leg/Foot



Tensegrity Skeleton

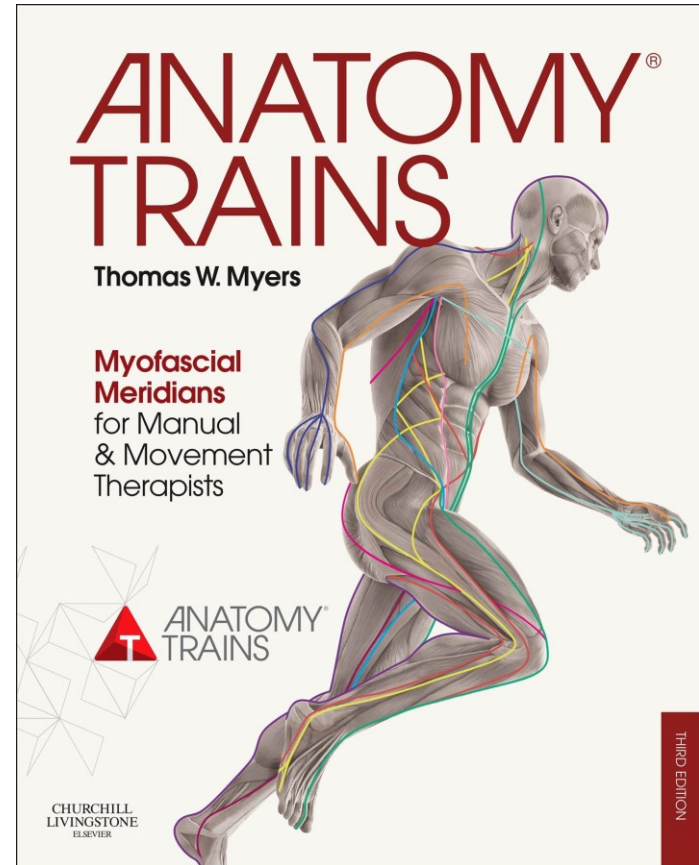
<https://www.sebastianguzzetti.com/biotensegrita-osteopatia/>

Myofascial lines

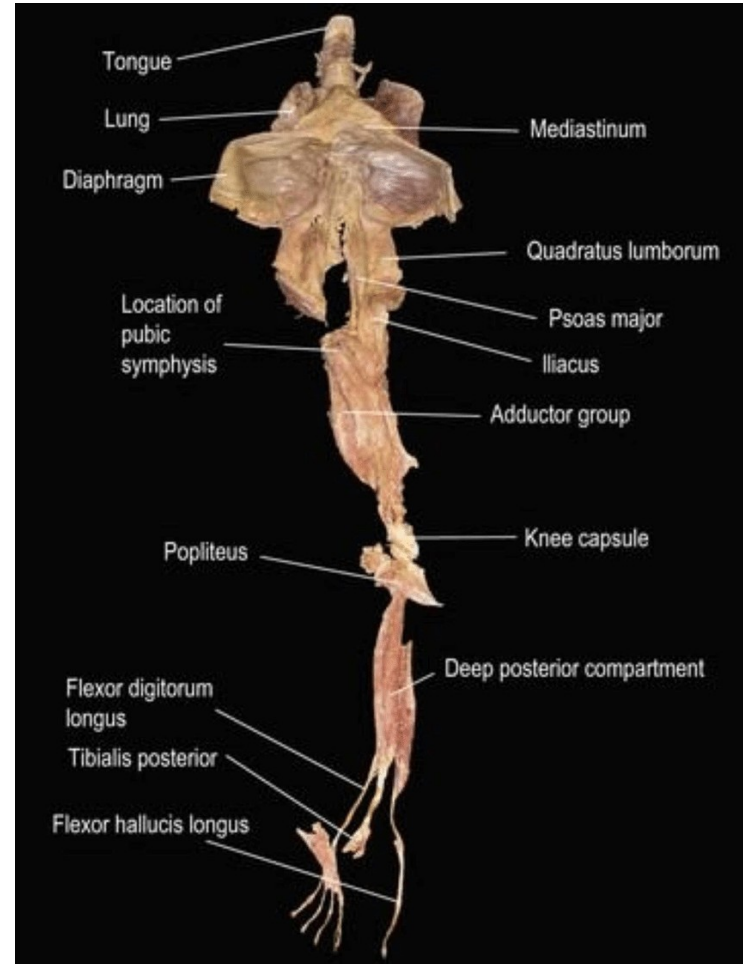


www.mirrorfriendly.com

<https://zivotnipromena.cz/fascie-ze-netusite-co-to-je-prave-zde-je-mozna-odpoved-na-bolest-vasich-zad/>



<https://www.moveabstore.cz/ANATOMY-TRAINS-BOOK-d219.htm?tab=description>



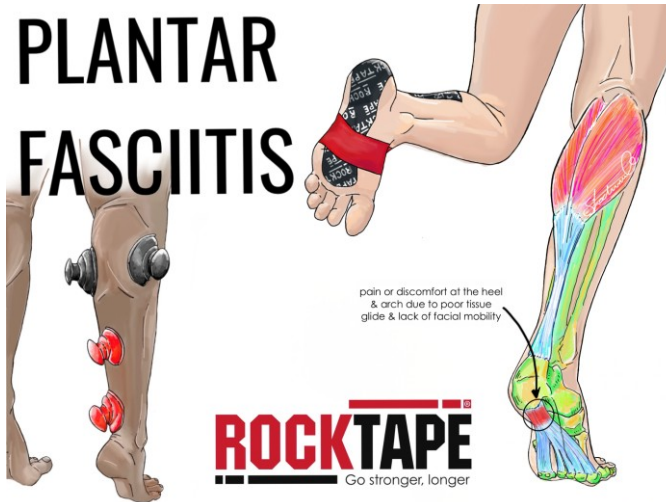
https://www.researchgate.net/figure/The-figure-illustrates-the-deep-front-line-which-shows-the-continuous-connection-of_fig6_339463446

<https://basicmedicalkey.com/the-deep-front-line/>

Fascie



PLANTAR FASCIITIS

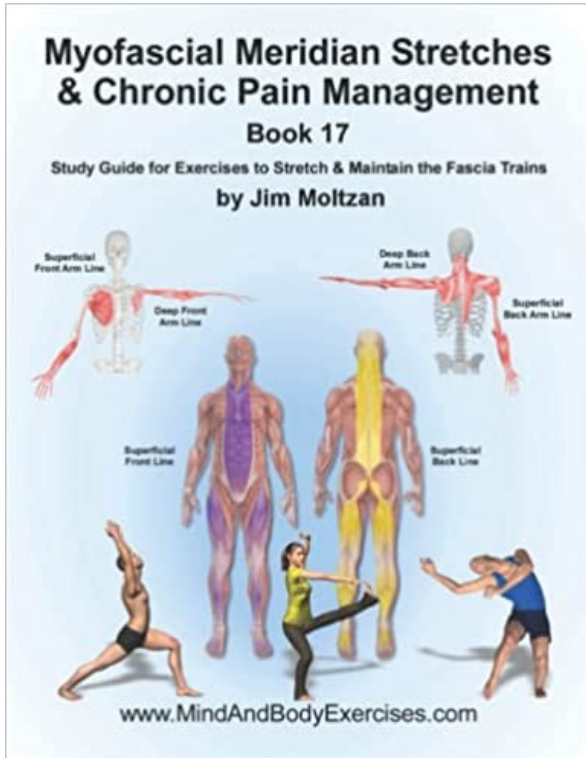


pain or discomfort of the heel & arch due to poor tissue glide & lack of fascial mobility

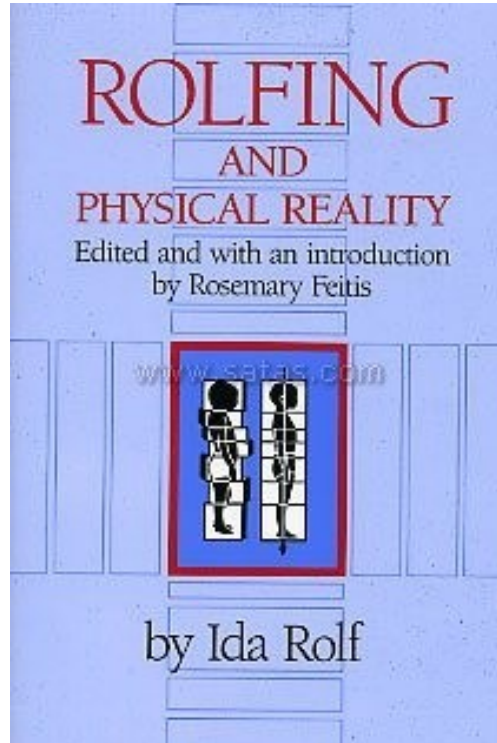
ROCKTAPE
Go stronger, longer

<https://www.rocktape.com/treating-plantar-fasciitis-with-rocktape-rockpods/>

Fascie



<https://www.amazon.com/17-Myofascial-Meridian-Stretches-Management-Practices/dp/1958837164>



<https://www.satas.com/en/osteopathy/819-rolfing-and-physical-reality.html>



Fascial Manipulation® Stecco® Method

The most sophisticated manual therapy of fascial systems based on scientific evidence!

Level I: 30th October – 4th November 2017
(in English without translation)

<https://www.rehaeduca.cz/kurzy/fascial-manipulation-stecco-level-i-2-in-english/>



<https://www.facebook.com/ZogaCZ/>

Fascie

V případě zájmu:

- Dokument: Fascia – The mysterious world under our skin
- <https://www.youtube.com/watch?v=nNhKqwDbyyo>
- The Role of Fascia in Movement and Function:
<https://www.youtube.com/watch?v=raCBeQ-gXfs>

Výkonná složka pohybového systému

Svalová soustava

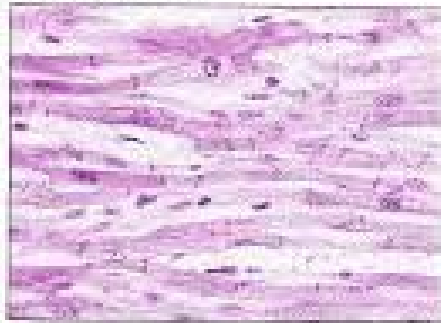
Dělení svaloviny



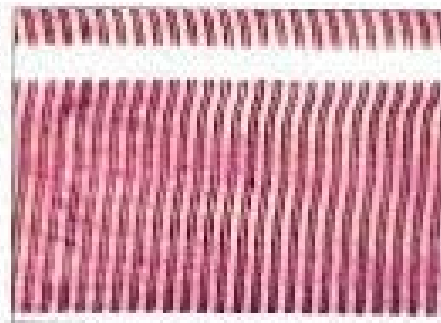
Dělení svaloviny

- Srdeční svalovina
- Hladká svalovina
- Příčně pruhovaná svalovina = kosterní svalovina

TYPY SVALŮ



SRDEČNÍ SVALOVINA



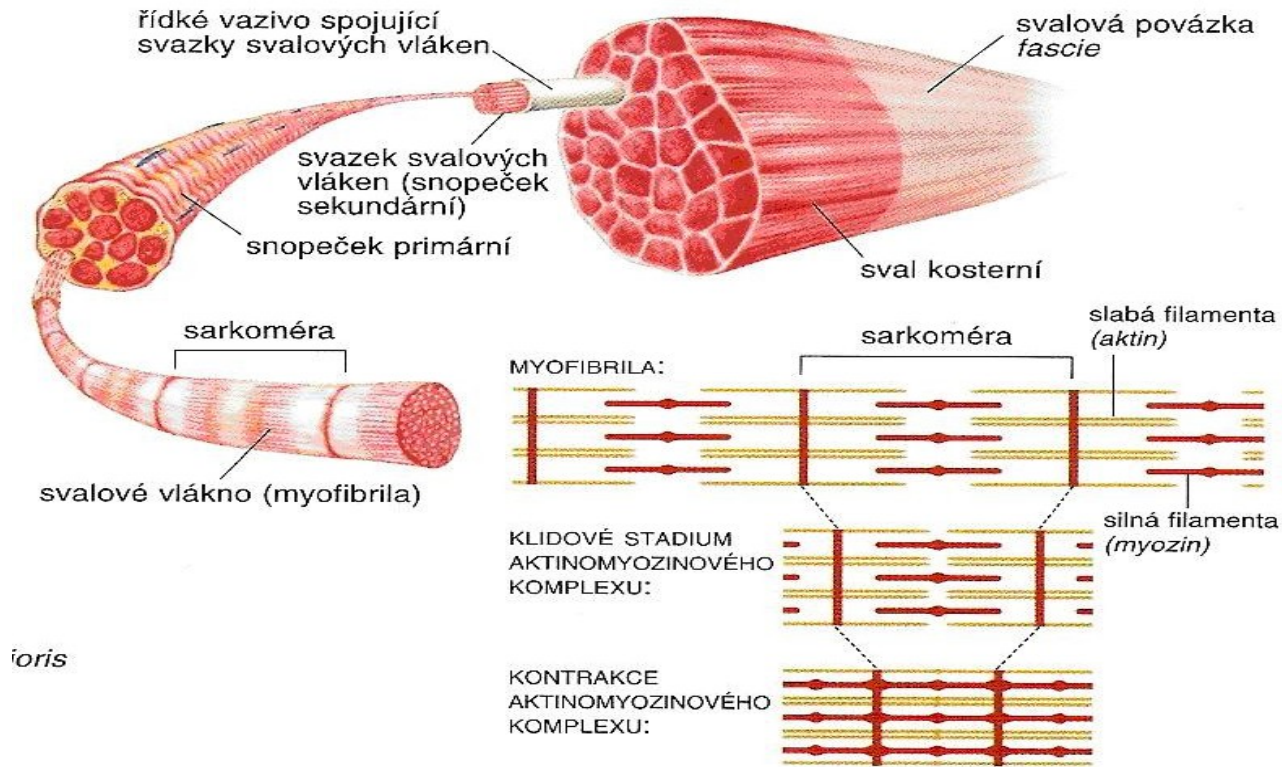
PŘÍČNĚ PRUHOVANÁ SVALOVINA



HLADKÁ SVALOVINA

https://www.spszengrova.cz/wp-content/uploads/2020/04/Bio_1_biologie_cloveka-svalova_soustava_PRE.pdf

Popis kosterního svalu – mikroskopická stavba



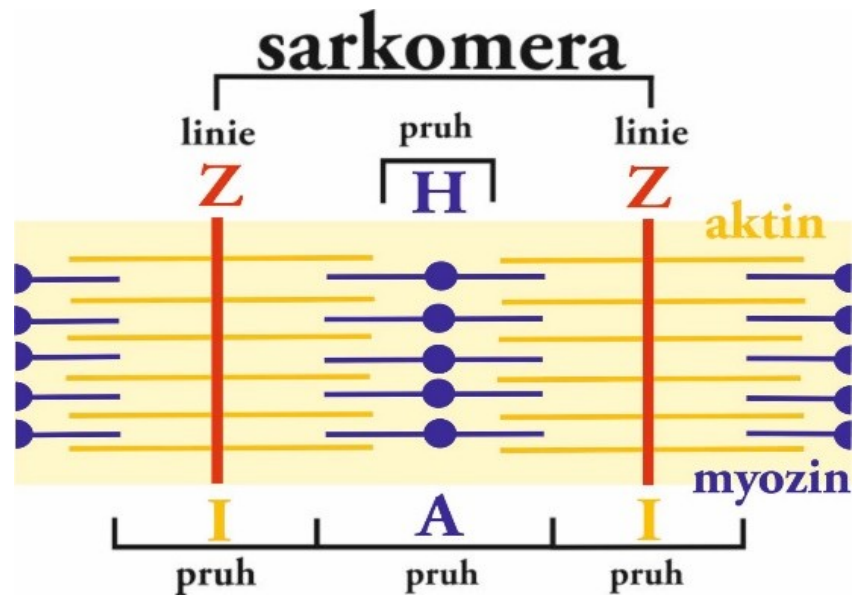
ioris

data:image/jpeg;base64,/9j/4AAQSkZIRgABAQAAAQABAAD/2wCEAAkGBxMTEhUSEXiWFhUXGBcXFhUYGhYYGxsYFR8bHhcWGBobISk
iGB8oHx4YljjJyosLy8yGyE0OTQtOckuLy4BCgoKDg0OHBAQgZAniSYxLy8uMC4uMC4sLC4uMC4uLi4uLywuLy4uLi4uLi4uLi4u
MC4uLi4uLi4uLv/AABEIANQA7gMBIqACEQEDE

Mikroskopická stavba svalu

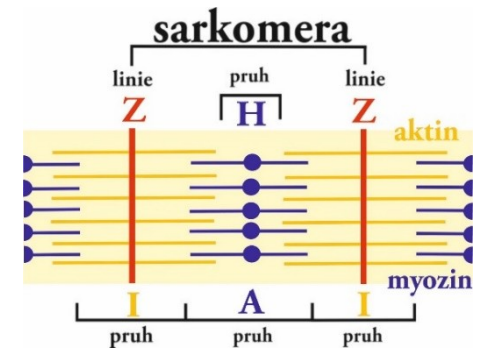
Buňky kosterní svaloviny se sdružují do **primárních snopečků** (fasciculi), **sekundárních snopců** a nakonec do snopců vyšších řádů. Struktury jsou **pospojovány vazivem**, které se označuje jako epimysium (vrstva obalující celý sval), perimysium (vrstva obalující svazky vláken) a endomysium (obalující jednotlivá svalová vlákna). Do vazivových sept poté pronikají krevní cévy, tvořící bohatou kapilární síť.

Mikroskopická stavba svalu



<https://www.wikiskripta.eu/w/Sval#/media/Soubor:Sarkomera.jpg>

Mikroskopická stavba svalu



<https://www.wikiskripta.eu/w/Sval#/media/Soubor:Sarkomera.jpg>

- **Z-disky** – ohraničují sarkomeru. V těchto discích jsou ukotvena tenká aktinová filamenta.
- **M-linie** – jsou vedeny středem sarkomery a které ukotvují tlustá myozinová filamenta v jejich středu.
- **I-proužek (izotropní)** – část sarkomery, kde se aktinová filamenta nepřekrývají s myozinovými.
- **A-proužek (anizotropní)** – tmavší část sarkomery, kde se nachází myozinová filamenta (včetně úseku, kde se myozin překrývá s aktinem).
- **H-zóna** – světlejší část sarkomery, kde se nachází pouze myozinová filamenta.

Typy svalových vláken

Typy svalových vláken

Tab. 9 Charakteristika jednotlivých typů svalových vláken (HANÁK a OLEHLA, 2010)

Typ svalových vláken	I	II A	II B
kontraktilita (rychlost stahu)	pomalá	rychlá	rychlá
unavitelnost	pomalá	rychlá	rychlá
oxidativní kapacita	vysoká	vysoká	nízká
obsah myoglobinu	střední	vysoký	žádný
obsah mitochondrií	vysoký	vysoký	nízký
glykolytická aktivita	nízká	vysoká	vysoká
obsah ATP a CP	nízký	vysoký	vysoký
obsah glykogenu	nízký	vysoký	vysoký
obsah tuků (mastných kyselin)	vysoký	střední	nízký
schopnost pracovat v zátěži	hodiny	minuty	sekundy

https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=922&typ=html

- Základní 3 druhy (SO, FOG, FG), celkem asi (7)8 druhů
- Konverze vláken -> cca 5% - při systematickém cíleném tréninku (změna ve svalech, které sportovec primárně využívá)

Klasické dělení – fázické a tonické svaly

Fázické svaly (obvykle rychlá bílá vlákna):

- slouží k provedení pohybu
- jsou uložena blíže povrchu těla
- jsou **snadno unavitelné**
- mají nižší klidové napětí, které vede k oslabení
- je **nutné je posilovat**
- nadměrně zvětšují klidovou délku
- obtížněji se zapojují do pohybových vzorců
- např. m. deltoideus, m. trapezius (spodní část), břišní svaly, m. gluteus maximus

Tonické svaly (obvykle pomalá červená)

- zajišťují stabilitu, fixaci těla při pohybu, držení těla v prostoru
- jsou uložena hlouběji
- jsou přizpůsobeny k **posturální funkci**
- jsou odolnější proti únavě, snadněji se zotavují po zátěži
- **mají tendenci ke zvyšování klidového napětí**
- tendenci ke zkracování, zbytnění až ztuhnutí
- snadno, často až nadměrně se zapojují do pohybových stereotypů a nahrazují práci oslabených svalů

Klasické dělení – fázické a tonické svaly

Tonické svaly	Fázické svaly
m. erector spinae (spodní část)	m. longus capitis et colli
m. trapezius (horní část)	m. gastrocnemius
m. coracobrachialis	m. gluteus medius et minimus
m. latissimus dorsi (dolní vlákna)	m. vastus medialis
m. teres major	m. tibialis anterior
m. pectoralis major (dolní vlákna) et minor	m. gluteus maximus
m. subscapularis	m. rectus abdominis
m. triceps brachii (caput longum)	m. obliquus abdominis externus et internus
m. brachioradialis	m. latissimus dorsi (horní vlákna)
m. biceps brachii (caput breve)	m. rhomboideus major et minor
m. pronator quadratus	m. trapezius (střední a dolní část)
m. pronator teres	m. biceps brachii (caput longum)
m. flexor carpi radialis et ulnaris	m. deltoideus
m. palmaris longus	m. serratus anterior

Tendence ke zkrácení

/

tendence k oslabení

Upraveno dle Kolář (2002) a Kun a kol. (2005) (https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/funkce_svalu.html)

Analýza teorie tonických a fázických svalů -morfologické a funkční vlastnosti – Schlegel 2022

„Na základě uvedené rešerše literatury lze konstatovat, že teorie tonických a fázických svalů vykazuje velké nedostatky, a to především v oblasti faktických důkazů. Problematika byla řešena ve více oblastech a téměř nikde nebyla nalezena dostatečná opora. Zdá se logické, aby teorii tonických a fázických svalů lépe podložili především uznávané autority (Hitchensova břitva). Dále by bylo vhodné zahájení diskuse mezi odborníky s bohatými praktickými zkušenostmi s diagnostikou s běžnými lidmi i pacienty. Praktické zkušenosti jsou sice zatíženy určitou chybou (subjektivní interpretace stavu pohybového aparátu, výběr pacientů atd.), ale stále jsou nezbytnou součástí v determinaci vlastností tonických a fázických svalů. Na základě výsledků byly popsány kritické body, které by bylo vhodné vzít v potaz v další vědecké práci.“

Odkaz:https://www.researchgate.net/publication/360241192_Analyza_teorie_tonickyh_a_fazickyh_svalu_-morfologicke_a_funkcni_vlastnosti

Dělení svalových kontrakcí

- **Izotonická kontrakce** je kontrakce, při které se mění délka svalu a vnitřní napětí svalu zůstává stejné.
 - Koncentrická kontrakce je kontrakce, při které dochází ke zkracování svalu. Je typická zvětšením objemu svalového břicha a skutečným zkrácením svalu. Sval při tomto typu zkrácení vykonává práci a svalová síla působí ve stejném směru jako pohybující se segment těla. Výsledkem koncentrického smrštění svalu je nejen pohyb prováděný stálou rychlostí, ale i urychlení, akcelerace pohybu. Molekulární podstatu koncentrické kontrakce vyjadřuje klasický model kontrakce — teorie můstků.
 - Excentrická kontrakce je kontrakce, při které dochází k prodlužování svalu. Svalové úpony se při tomto typu kontrakce vzdalují. Výsledkem je pohyb, ale převážně pohyb brzdící, decelerační.
- **Izometrická kontrakce** je kontrakce, během které je sval aktivován, ale není generovaný žádný pohyb. Při izometrické kontrakci zůstává délka svalu konstantní — vzdálenost začátku a úponu svalu se nemění. Aktivita svalu je však patrná na změně napětí svalu.

Dělení dle funkce svalů

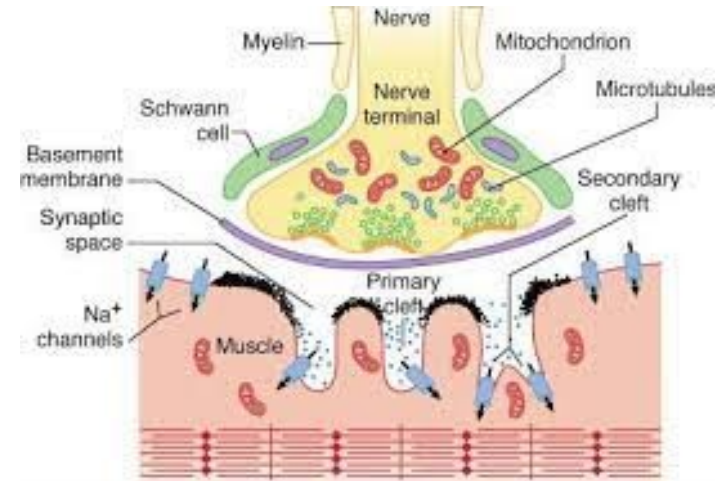
- **Agonista** = sval vykonávající pohyb v určitém směru (hlavní vykonavatel pohybu)
- **Antagonista** = sval vykonávající opačný pohyb jako agonista
- **Synergista** = sval, který se zúčastňuje stejného pohybu jako agonista (sval pomocný)
 - Agonista a antagonist a tvoří dvojici svalů nebo svalových skupin, které ve spolupráci zabezpečují přesnost pohybů.
- **Svaly fixační** (stabilizační) – umožňují zpevnění určité části odkud pohyb vychází. Tyto svaly se přímo nepodílejí na pohybu, ale udržují pohybový segment v postavení, které je pro pohyb nejvýhodnější.
- **Neutralizační svaly** – ruší svojí činností nežádoucí složky pohybu vykonávaného hlavními a pomocnými svaly.

Nervosvalový přenos

Nervosvalová ploténka (neuromuskulární synapse)

= typ chemické synapse mezi axonem motoneuronu a svalovým vláknem kosterního svalu

- 1) Presynaptický útvar - je tvořen axonem motoneuronu
- 2) Postsynaptický útvar - je tvořen sarkolemou (plazmatická membrána vlákna kosterního svalu)
- 3) Synaptická štěrbina - prostor mezi axonem a sarkolemou



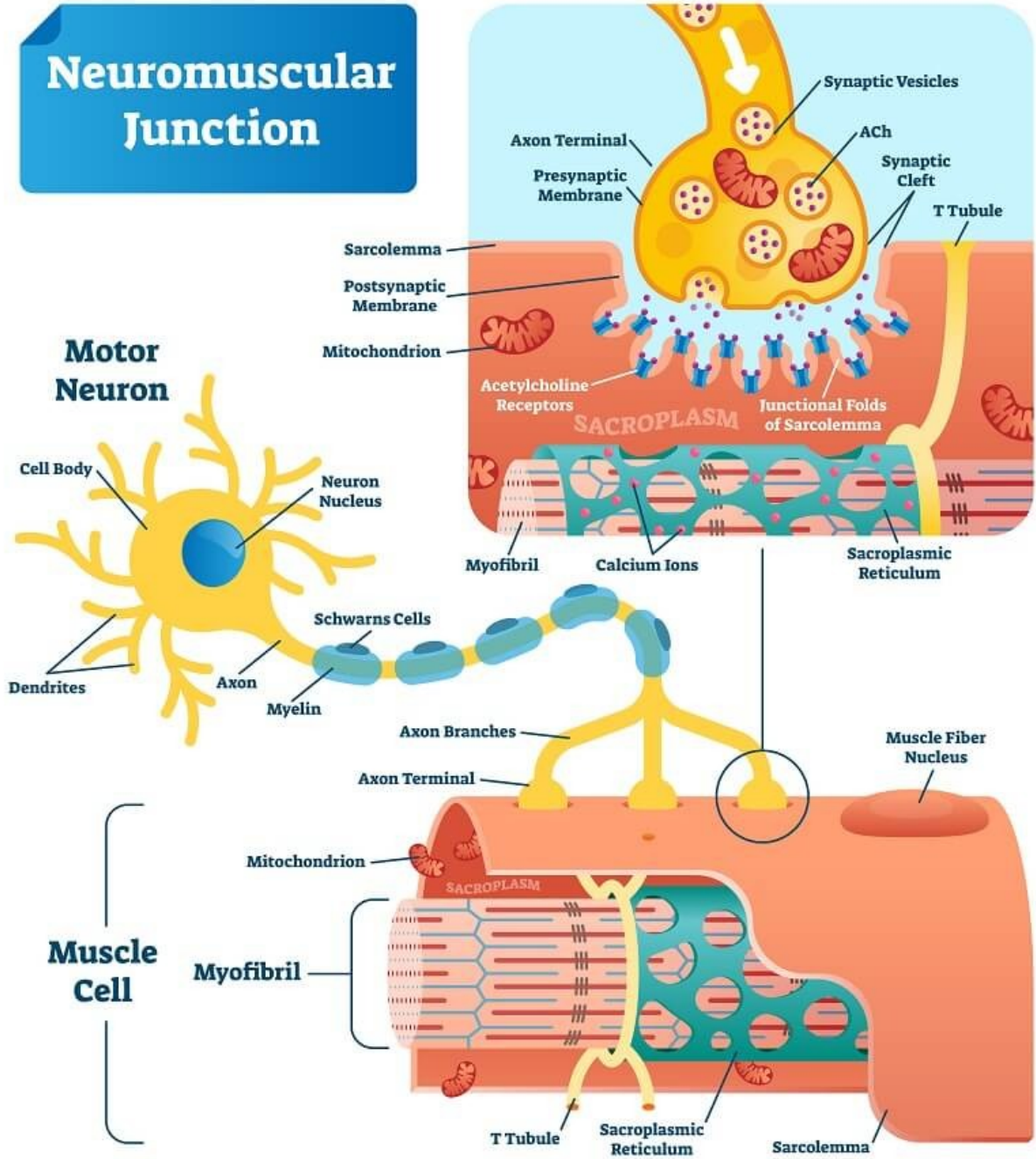
https://www.vfu.cz/files/fyziologie-prenosu-nervoveho-vzruchu_tp.pdf

Nervosvalový přenos

Přenos vzruchu na NS ploténce:

- 1) Přichází **akční potenciál (AP)**, který se šíří po membráně neuronu (depolarizace -> otevření iontových kanálů -> vápenaté ionty se dostávají do buňky)
- 2) Exocytóza neuromediátoru **acetylcholinu (ACH)** z vezikulů do synaptické štěrbině
- 3) Navázání **ACH na receptory** na sarkolemě (na membráně svalové buňky) -> **depolarizace** na postsynaptickém útvaru (iontové kanály pro sodné ionty)
- 4) Depolarizace buňky -> **šíření AP po membráně** -> cestou T-tubulů až k **sarkoplazmatickému retikulu**
- 5) AP -> otevření napěťově řízených **Ca kanálů** -> zvýšení koncentrace vápníku v sarkoplazmě (cytoplazmě) uvolněním ze sarkoplazmatického (endoplazmatického) retikula
- 6) Zvýšení Ca iontů -> změna **konformace troponinu C** (část aktinového vlákna) -> obnažení míst pro **navázání myozinových hlavic** -> kontrakce svalu

Neuromuscular Junction



Video:
<https://www.youtube.com/watch?v=zbo0i1r1pXA&t=101s>

<https://biologydictionary.net/neuromuscular-junction/>

Nervosvalový přenos

- K tomu, aby mohl normálně fungovat nervosvalový přenos, se musí acetylcholin inaktivovat, tedy rozštěpit na 2 neúčinné složky (acetyl a cholin) – membrána ploténky se tak může repolarizovat a reagovat na další uvolnění acetylcholinu. K tomu slouží enzym, **acetylcholinesteráza**. K relaxaci svalu dojde také díky **snížení koncentrace vápníku** v sarkoplazmě (cytoplazmě). Vápník se musí aktivně - pomocí Ca^{2+} pump přečerpát zpět do sarkoplazmatického retikula a do extracelulárního prostoru. K tomu je potřeba opět energie ve formě ATP a hořčnaté ionty.

**MUNI
SPORT**

Děkuji za pozornost

Zdroje

- MUDR. MASAŘÍKOVÁ, Helena. *Hodnocení kostního věku* [přednáška k předmětu Dětská radiologie, obor VŠL, Lékařská fakulta MU]. Brno. cit. 25. 11. 2015
- <https://www.wikiskripta.eu/w/Kost>.
- https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/zakladni_slozky.html
- https://www.wikiskripta.eu/w/Kost#/media/Soubor:Lidska_kostra.svg
- https://cs.wikipedia.org/wiki/Lidsk%C3%A1_kostra
- <https://vos.palestra.cz/skripta/kineziologie/1a3a7.htm>
- JOUKAL, Marek a Ladislava HORÁČKOVÁ. *Anatomie pohybového systému pro fyzioterapeuty*. Brno: Masarykova univerzita, 2013. ISBN 978-80-210-6602-1.

Zdroje

- ČIHÁK, Radomír a Miloš GRIM. Anatomie. 2. upr. a dopl. vydání. Praha : Grada Publishing, 2001. 497 s. sv. 1. ISBN 80-7169-970-5.
- Struktura sarkomery: https://www.youtube.com/watch?v=Nrf_g5m8fVM
- GRASGRUBER, Pavel a Jan CACEK. *Sportovní geny*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 9788025118733.
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Kineziologie: základy strukturální kineziologie*. Praha: Triton, 2009. ISBN 978-80-7387-324-0.
- Dokument: Fascia – The mysterious world under our skin - <https://www.youtube.com/watch?v=nNhKqwDbyyo>
- The Role of Fascia in Movement and Function: <https://www.youtube.com/watch?v=raCBeQ-gXfs>
- Další literatura k fasciím: Fascia, Function, and Medical Applications 1st Edition, Anatomy Trains, <https://www.secret-of-athleticism.com/>
- STECCO, C. 2015. *Functional Atlas of the Human Fascial System*. Churchill Livingstone: Elsevier. ISBN 978-0-7020-4430-4.