

CHRIS JARMEY A JOHN SHARKEY

ATLAS SVALŮ ANATOMIE

Pro studenty, fyzioterapeuty,
sportovce, tanečníky, trenéry

S nejnovějšími
poznatky
z anatomie
a biomechaniky



Atlas svalů anatomie

Vyšlo také v tištěné verzi

Objednat můžete na
www.cpress.cz
www.albatrosmedia.cz



Chris Jarmey, John Sharkey
Atlas svalů – anatomie – e-kniha
Copyright © Albatros Media a. s., 2019

Všechna práva vyhrazena.
Žádná část této publikace nesmí být rozšiřována
bez písemného souhlasu majitelů práv.

ALBATROS  **MEDIA**

Atlas svalů – anatomie

3. vydání

Chris Jarmey
John Sharkey

Obsah

Předmluva	7	Smíchový sval	69
		Kožní krční sval	70
Úvod	8	Tvářový sval	70
O knize	8	Žvýkáci svaly	71
Vrstvy	8	Zevní žvýkáci sval	72
Periferní nervový systém	9	Spánkový sval	72
		Zevní křídlový sval	73
		Vnitřní křídlový sval	73
Orientace v anatomii	10		
Anatomické směry	10		
Oblasti	14	Svalstvo krku	74
Roviny těla	16	Svaly jazyky	75
Pohyb v anatomii	16	Jazykočelistní sval	76
		Bradojazykový sval	76
		Bodcojazykový sval	77
Kosterní svalovina, svalově-kosterní mechanika, fascie, biotensegrita	20	Dvojbříškový sval	77
Struktura kosterního svalu a jeho funkce	20	Jazylkohrudní sval	78
Kosterní soustava	31	Štítohrudní sval	78
Pravé klouby	36	Štítojazykový sval	79
Svalově-kosterní mechanika	39	Lopatkojazykový sval	79
Biotensegrita – biomechanika 21. století	49	Přední svaly krční	80
		Dlouhý sval krku	81
Svalstvo skalpu a obličeje	51	Dlouhý sval hlavy	82
Svalstvo skalpu	52	M. rectus capitis anterior	82
Týločelní sval (týlní část)	53	M. rectus capitis lateralis	83
Týločelní sval (čelní část)	53	Zevní svaly krční	84
Spánkotemenní sval	54	Přední kloněný sval	85
Svalstvo ušního boltce	55	Vnitřní kloněný sval	86
Přední boltcový sval	56	Zadní kloněný sval	87
Horní boltcový sval	56	Zdvihač hlavy	88
Zadní boltcový sval	57		
Svalstvo oční štěrbině	58	Svalstvo trupu	89
Kruhový oční sval	59	Postvertebrální svaly	91
Zvedač horního víčka	60	M. iliocostalis lumborum	92
Svrašřovač obočí	60	M. iliocostalis thoracis	93
Svalstvo nosu	61	M. iliocostalis cervicis	94
Štíhlý nosní sval	62	M. longissimus thoracis	95
Nosový sval	62	M. longissimus cervicis	96
Stahovač nosní přepážky	63	M. longissimus capitis	97
Svalstvo úst	64	M. spinalis thoracis	98
Kruhový ústní sval	65	M. spinalis cervicis	99
Zdvihač ústního koutku	65	M. spinalis capitis	100
Zdvihač horního rtu	66	Řemenový sval hlavy	101
Velký lícní sval	67	Řemenový sval krku	102
Malý lícní sval	67	Transverzospinální svaly	103
Stahovač dolního rtu	68	M. semispinalis thoracis	104
Stahovač ústního koutku	68	M. semispinalis cervicis	105
Bradový sval	69	M. semispinalis capitis	106

M. multifidus	107	Velký oblý sval	151
Rotátory	108	Svalstvo paže	152
Mezitrnové svaly	109	Dvojhlavý sval pažní	153
Přední intertransverzální svaly	110	Vnitřní pažní sval	154
Zadní intertransverzální svaly	111	Hluboký pažní sval	155
Laterální intertransverzální svaly	112	Trojhlavý pažní sval	156
Laterální intertransverzální svaly	113	Loketní sval	157
Postvertebrální svaly – subokcipitální svaly	114		
M. rectus capitis posterior major	115	Svalstvo předloktí a ruky	158
M. rectus capitis posterior minor	115	Svalstvo přední strany předloktí	159
M. obliquus capitis inferior	116	Pronující oblý sval	160
M. obliquus capitis superior	116	Hluboký ohýbač prstů	160
Svalstvo hrudníku	117	Zevní ohýbač prstů	161
Zevní mezižeberní svaly	118	Dlouhý dlaňový sval	161
Vnitřní mezižeberní svaly	119	Zevní ohýbač zápěstí	162
Hluboké mezižeberní svaly	120	Vnitřní ohýbač zápěstí	162
Subkostální svaly	120	Dlouhý ohýbač palce	163
Příčný hrudní sval	121	Pronující čtyřhranný sval	163
Zdvihače žeber	121	Svalstvo zadní části předloktí	164
Zadní horní pilovitý sval	122	Vřetenní sval	165
Zadní dolní pilovitý sval	122	Dlouhý zevní natahovač zápěstí	165
Bránice	123	Krátký zevní natahovač zápěstí	166
Svaly přední stěny břišní	124	Natahovač prstů	166
Zevní šikmý sval břišní	125	Natahovač malíku	167
Vnitřní šikmý sval břišní	126	Vnitřní natahovač zápěstí	167
Zdvihač varlete	127	Supinující sval	168
Příčný břišní sval	128	Dlouhý odtahovač palce	168
Přímý břišní sval	129	Krátký natahovač palce	169
Svaly zadní stěny břišní	130	Dlouhý natahovač palce	169
Čtyřhranný bederní sval	131	Natahovač ukazováku	170
Velký bederní sval (část bedrokyčelního svalu)	132	Svalstvo ruky	171
Kyčelní sval (část bedrokyčelního svalu)	133	Červovité svaly	172
		Dorzální interoseální svaly	172
		Palmární interoseální svaly	173
Svalstvo ramene a paže	134	Odtahovač malíku	173
Svalstvo připojující paži k trupu	135	Oponující sval malíku	174
Trapézový sval	136	Krátký ohýbač malíku	174
Zdvihač lopatky	137	Krátký dlaňový sval	175
Malý rombický sval	138	Krátký odtahovač palce	175
Velký rombický sval	139	Oponující sval palce	176
Přední pilovitý sval	140	Krátký ohýbač palce	176
Malý prsní sval	141	Přítahovač palce	177
Podklíčkový sval	142		
Velký prsní sval	143	Svalstvo kyčle a stehna	178
Široký sval zádový	144	Svalstvo hýždí	180
Svalstvo ramenního kloubu	145	Velký hýžďový sval	181
Deltový sval	146	Napínač stehenní povázky	181
Nadhřebenový sval	147	Střední hýžďový sval	182
Podhřebenový sval	148	Malý hýžďový sval	182
Malý oblý sval	149	Svalstvo kyčle	183
Podlopatkový sval	150	Hruškovitý sval	184

Vnitřní ucpávající sval	184	Hlavový nerv VII – lícní nerv	218
Zevní ucpávající sval	185	Hlavový nerv XI – přídatný nerv	219
Dolní dvojitý sval	185	Cervikální plexus	220
Horní dvojitý sval	186	Pažní plexus a podpažní nerv	221
Čtyřhranný stehenní sval	186	Svalově-kožní nerv (<i>n. musculocutaneus</i>)	222
Svalstvo stehna	187	Středový nerv (<i>n. medianus</i>)	223
Pološlašitý sval	188	Loketní nerv (<i>m. ulnaris</i>)	224
Poloblanitý sval	188	Vřetenní nerv (<i>n. radialis</i>)	225
Dvojhlavý stehenní sval	189	Bederní (lumbální) plexus	226
Štíhlý stehenní sval	189	Ucpávající nerv (<i>n. obturatorius</i>)	227
Dlouhý přitahovač	190	Stehenní nerv (<i>n. femoralis</i>)	228
Krátký přitahovač	190	Sedací nerv (<i>n. ischiadicus</i>)	229
Velký přitahovač	191	Holenní nerv (<i>n. tibialis</i>)	230
Hřebenový sval	191	Společný lýtkový nerv (<i>n. fibularis communis</i>)	231
Přímý stehenní sval	192		
Zevní široký sval	192	Příloha č. 2: Nejdůležitější svaly umožňující konkrétní pohyb	232
Přistřední široký sval	193		
Prostřední široký sval	193	Použitá literatura	236
Krejčovský sval	194		
Svalstvo bérce a nohy	195	Rejstřík	237
Svalstvo bérce	197		
Přední holenní sval	198		
Dlouhý natahovač prstů	198		
Třetí lýtkový sval	199		
Dlouhý natahovač palce	199		
Dlouhý lýtkový sval	200		
Krátký lýtkový sval	200		
Dvojhlavý lýtkový sval	201		
Šikmý lýtkový sval	202		
Chodidlový lýtkový sval	203		
Zákolenní sval	203		
Dlouhý ohýbač prstů	204		
Dlouhý ohýbač palce	204		
Zadní holenní sval	205		
Svalstvo chodidla	206		
Odtahovač palce	207		
Krátký ohýbač prstů	207		
Odtahovač malíku	208		
Čtyřhranný chodidlový sval	208		
Červovité svaly	209		
Krátký ohýbač palce	209		
Přitahovač palce	210		
Krátký ohýbač malíku	210		
Dorzální interoseální svaly	211		
Plantární interoseální svaly	211		
Krátký natahovač prstů	212		
Příloha č. 1: Inervace svalstva	213		
Hlavové nervy	213		
Hlavový nerv V – trojklaný nerv	216		

Předmluva

Bylo pro mě velkou poctou být pověřen přípravou třetí edice knihy *Atlas svalů – anatomie* na základě vynikající práce Chrise Jarmeyho v předchozích dvou vydáních. Od druhého vydání se mnohé změnilo, přesto jsem se snažil zachovat stručný a snadno přehledný formát, díky kterému se text stal oblíbeným zdrojem informací.

Samozřejmě časy se mění a jen máloco se nemění, to platí všude, i v anatomii. Čas nám přináší nová fakta, modely, hypotézy, které jsou hodny naší pozornosti a přijetí. Současný výzkum se zaměřil na téma fascie a živý pohyb, včetně nových teorií o přenosu síly mezi svaly a fasciemi a architekturou naší stavby. Mým záměrem je, aby bylo toto vydání chápáno jako produkt nového pohledu na roli svalů a fascií (přesněji pojivové tkáně) v přenosu síly a při pohybu.

K úplnému pochopení nového přesvědčivého modelu biotensegrity, založeného na synergii svalů a uzavřeném kinetickém řetězci, musíme znát nesprávný starší model začátku a úponu, se dvěma klouby a zevními silami, které podpírají moderní biomechaniku. Pokud chceme pochopit

přítomnost a budoucnost, musíme napřed pochopit minulost. Dnešní studium anatomie je založeno na tradicích starých stovky let, prastaří anatomové věřili, že anatomie je odrazem pohledu a víry. Mnoho názvů svalů souvisí jen málo nebo vůbec s jejich funkcí, odráží však vlastnosti, které anatomové pozorovali: svaly pojmenovávali velký nebo malý, dlouhý nebo krátký, přední nebo zadní atd. Dokonce latinský výraz pro „sval“, *musculus*, znamená malá myš.

Jako klinický anatom s láskou opatruji historii anatomie a obzvláště historii, která vedla k anatomickému pojmenování tkání, orgánů, svalů a systémů. Nyní se shodneme, že žádný sval není zodpovědný pouze za jeden konkrétní pohyb, že mozek nemyslí jako sval, ale řídí úspěšné provedení celého pohybu. Opusťme bohatou historii, jazyk a definice anatomie a zabývejme se potřebou nových vysvětlení a modelů anatomie, které jsou založené na vědeckých principech a kontinuitě.

*John Sharkey MSc., klinický anatom
(Britská asociace klinických anatomů)*

Úvod

O knize

Kniha je tvořena formou přehledného manuálu, obsahuje plno důležitých informací o hlavních kosterních svalectech, které jsou nezbytné pro sport, tanec, zručnost a posilování. Každá svalová část je pro jednodušší a větší přehlednost odlišena barevně. U každého svalu je detailně popsán jeho začátek, úpon, činnost a inervace (včetně nervové dráhy), tak aby kniha splnila požadavky studentů, sportovců, fyzioterapeutů i pohybových umělců. Snahou je prezentovat informace přesně, výstižně a čtenářsky přívětivou formou, přestože se anatomie a technické

pojmy mohou zdát složité. Technická terminologie je vysvětlena v závorkách v průběhu textu.

Informace o svalectech jsou uvedeny jednotnou formou. Příklad je uveden níže, s vysvětlením významu nadpisů (některé svaly jsou popsány ve zkrácené verzi).

Vrstvy

Termín vrstva je v textu používán k anatomickému popisu pojivové tkáně nebo vzájemné polohy jednotlivých struktur. Použití toho termínu je pohodlné, nicméně význam nesmí být brát doslovně, v lidském těle nejsou žádné tělesné vrstvy. Vrstvy se tvoří při pitvě, když oddělujeme jednotlivé tkáně skalpelem nebo tupou preparací. Klíčem je souvislost, všechno je spojeno se vším.

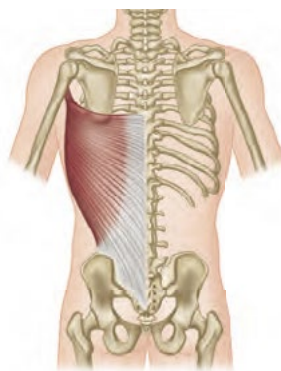
1 Původ latinského názvu

2 Začátek svalu je spojením, které zůstává relativně stabilní během svalové kontrakce – je to tedy konec svalu, který je fixován ke kosti, jež se nepohybuje, působí jako kotva pro sval, který pohybuje opačným koncem (úpon) k fixovanému začátku (viz str. 22).

3 Svalový úpon je spojení, které se pohybuje, je tedy opačným koncem svalového začátku. Všimněte si, že když se začátek svalu pohybuje a svalový úpon zůstává relativně stabilní, říkáme tomu reverzní akce. Reverzní akce je častá. Obecně začátek leží více proximálně (blíže k centru těla) a úpon více distálně (směrem do periferie).

Atlas svalů – anatomie

ŠIROKÝ SVAL ZÁDOVÝ – M. LATISSIMUS DORSI



Pohled zezadu.

1 Z latinského slova *latissimus*, široký, *dorsi*, zad.

Společně se svalectem podopatkovým a velkým oblym svalectem tvoří zadní stěnu podpažní jamky.

2 Začátek

Hrudně-bederní fascie, která je připojena na trojvé výběžky dolních šesti hrudních obratlů, všech bederních a křížových obratlů (Th7–S5) a k mezilehlým supraspinózním vazům. Zadní část lopaty kosti kyčelní. Dolní tři až čtyři žebra. Dolní úhel lopatky.

5 Inervace

Thorakodorzální nerv C6, 7, 8 ze zadního svazku pažního plexu.

6 Základní funkční pohyby

Příklad: pohyb paží při vstávání ze židle.

3 Úpon

Spodní bicepsového žlábkou pažní kosti.

7 Sporty, při kterých je sval intenzivně zapojen

Příklady: lezení, gymnastika (kruhy, hrazda), plavání, veslování.

4 Činnost

Existence flektované paže. Addukce a mediální rotace pažní kosti. Jeden z nejdůležitějších svalů při stoupání, protože tlačí ramena dolů a dozadu a trup vzáhuje k fixovaným pažím (plavecký způsob kraul). Pomáhá při usilovném nádechu tak, že zvedá dolní žebra.

4 Pohyb nebo efekt, který je způsoben svalovou kontrakcí.

5 Nerv, který inervuje sval.

6 Každodenní aktivita/aktivity, na kterých se sval podílí.

7 Několik klíčových příkladů, i když se každý sval určitou mírou účastní většiny sportů.

Periferní nervový systém

Nervový systém se skládá:

- z centrálního nervového systému (CNS) – mozku a míchy,
- z periferního nervového systému (PNS), včetně autonomního nervového systému – všechny nervové struktury mimo mozek a míchu.

Periferní nervový systém se skládá z 12* párů hlavových nervů a 31 párů spinálních nervů (s jejich dalšími větvemi). Spinální nervy jsou očíslovány dle úrovně míchy, ze které vychází (úroveň je známá jako *spinální segment*). Nervové dráhy jsou popsány v příloze č. 1.

V knize je nervové zásobení uvedeno u každého svalu pro ty, kdo informaci potřebují. Údaje o spinálním segmentu**, ze kterého nervová vlákna vychází, se v různých zdrojích liší. Mapování průběhu jednotlivých nervových vláken je totiž pro klinické anatomy velmi náročné, vlákna se proplétají mezi sebou a prochází nervovým plexem (*plexus* – síť nervů, z latinského *plectere* – plést). Tyto informace jsou proto odvozeny spíše z klinického pozorování než z pitevního nálezu.

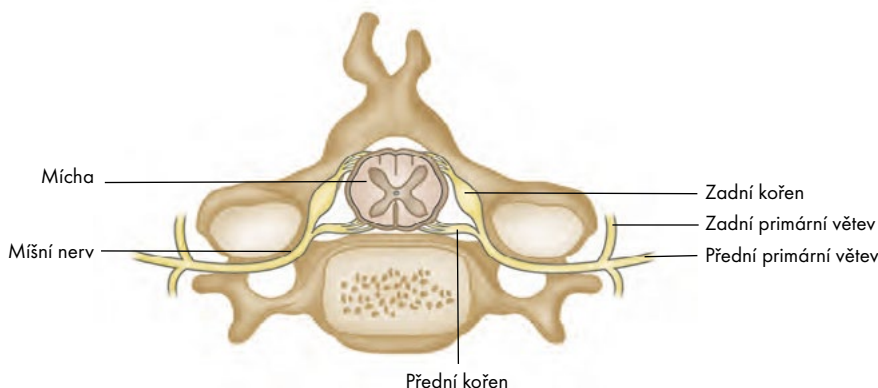
V knize je pro správnost informací použita metoda, kterou vymyslel Florence Peterson Kendall a Elizabeth Kendall McCreary. Kendall a McCreary (1983) sjednotili informace z šesti významných anatomických zdrojů, které napsali Cunningham, deJong, Bumke a Foerster, Gray, Haymaker a Woodhall a Spalteholz. Spojením stejné metody společně s výsledky od Kendalla a McCrearyho jsme vytvořili systém zaměřený

na nejdůležitější nervové kořeny pro jednotlivé svaly.

Pojďme si to ukázat na příkladu supinujícího svalu – je zásobován zadním interoseálním nervem, který je pokračováním hluboké větve radiálního nervu C5, 6, (7). Příslušný spinální segment udává písmeno „C“ a čísla „5, 6, (7)“. Číslice zapsaná tučně, zde 6, uvádí nejvýznamnější údaj (s min. shodou v 5 zdrojích). Čísla, která nejsou vyznačena tučně, reprezentují shodu ve 3 nebo 4 zdrojích. Čísla v závorce znamenají shodu ve 2 zdrojích, případně ve více zdrojích, ale nepovažují se za dostatečné. Pokud byl segment zmíněn jen v jednom zdroji, byl vyřazen. Z toho plyne, že hlavní zdroj inervace je označen tučně, méně významný je napsán normálním písmem a v závorce je uveden možný nebo vzácný zdroj.

* Technicky existuje 13 párů hlavových nervů (Fuller, Burger 1990). Prvním kranialním nervem je terminální nerv neboli kranialní nerv 0, nicméně pro nulu neexistuje římská číslice a číslo 0 z latiny je preferováno pro numerické označení. To znamená, že máme hlavové nervy 0–12, tedy 13 párů. Což je důležité pro chirurgy, zdravotníky, chiropraktiky a fyzioterapeuty. Bylo navrženo, aby kranialní nerv č. XIV (Wrisbergův neboli intermediální nerv) byl 14. hlavovým nervem, nikoliv pouze větví 7. hlavového nervu.

** Spinální segment je částí míchy, ze které vzniká každý pár míšních nervů (pár se skládá z jednoho míšního nervu pro pravou stranu a druhého nervu pro levou stranu těla). Každý míšní nerv obsahuje motorická a senzitivní vlákna. Nerv se po průběhu skrze obratlový otvor dělí na zadní primární větev (orientována vzad) a přední primární větev (orientována dopředu nebo do strany). Vlákna ze zadní větve zásobují kůži a extenzory (napínače) krku a trupu. Přední větve inervují končetiny, boční a přední stranu trupu.



Spinální segment, vznik míšního nervu z kořene, dělení na přední a zadní větev.

1

Orientace v anatomii

Anatomické směry

K popisu polohy a pohybu jednotlivých částí těla musíme znát základy výchozích pozic. Standardní pozicí těla je takzvaná *anatomická poloha*. Anatomická poloha je vzpřímený postoj s chodidly dotýkajícími se země a pažemi volně visícími podél těla, s dlaněmi směřujícími

vpřed (obr. 1.1.). Názvosloví jednotlivých směrů vychází z anatomické polohy, nezávisle na aktuální poloze těla. Všimněte si, že termíny vpravo a vlevo jsou určeny pohledem osoby na obrázku, nikoliv čtenáře.



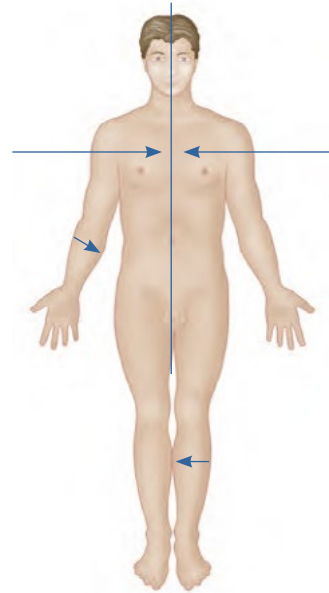
Obr. 1.1. Anteriorní
Před, směrem k, zepředu těla.



Obr. 1.2. Posteriovní
Za, směrem k, zezadu těla.



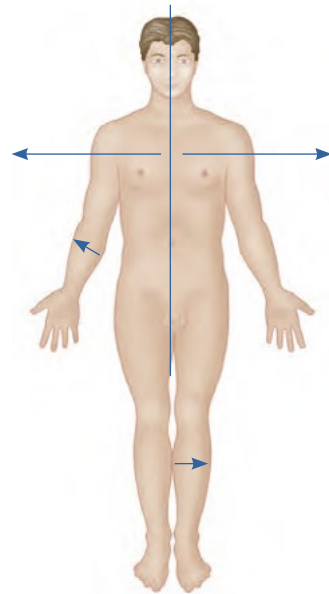
Obr. 1.3. Superiorní
Vzhůru, směrem k hlavě, k horním částem těla.



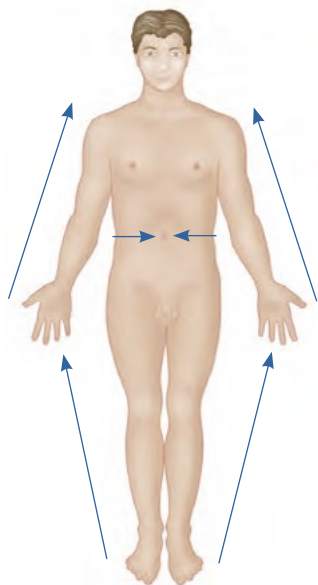
Obr. 1.5. Mediální
(z latinského *medius* – střed)
Směrem ke střední čáře, na vnitřní straně končetiny.



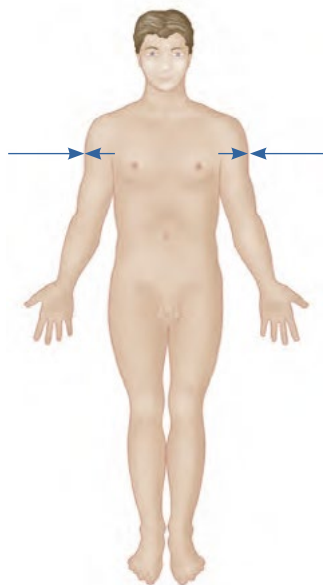
Obr. 1.4. Inferiorní
Dolů, směrem od hlavy, k dolním částem těla.



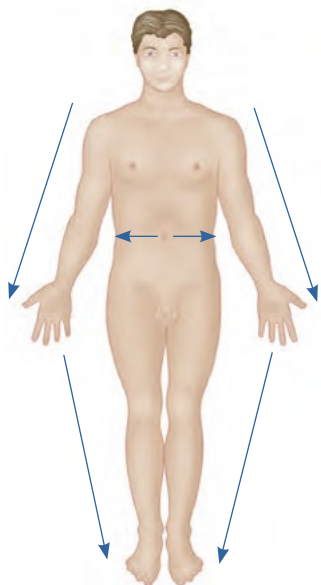
Obr. 1.6. Laterální
(z latinského *latus* – strana)
Směrem od střední čáry, na zevní straně těla a končetiny.



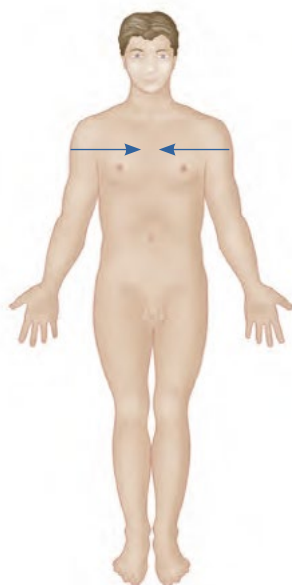
Obr. 1.7. Proximální
(z latinského proximus – nejbližší)
Blízko ke středu těla, k bodu spojení končetiny s trupem.



Obr. 1.9. Superficiální
Směrem k, na povrchu těla.



Obr. 1.8. Distální
(z latinského distans – vzdálený)
Vzdálený od středu těla, od spojení končetiny s trupem.



Obr. 1.10. Hluboký
Dále od povrchu těla, do vnitřa.



Obr. 1.11. Dorzální
(z latinského dorsum – hřbet)
Na zadní ploše, např. na hřbetu ruky, chodidla.



Obr. 1.13. Plantární
(z latinského planta – chodidlo)
Na chodidle nohy.

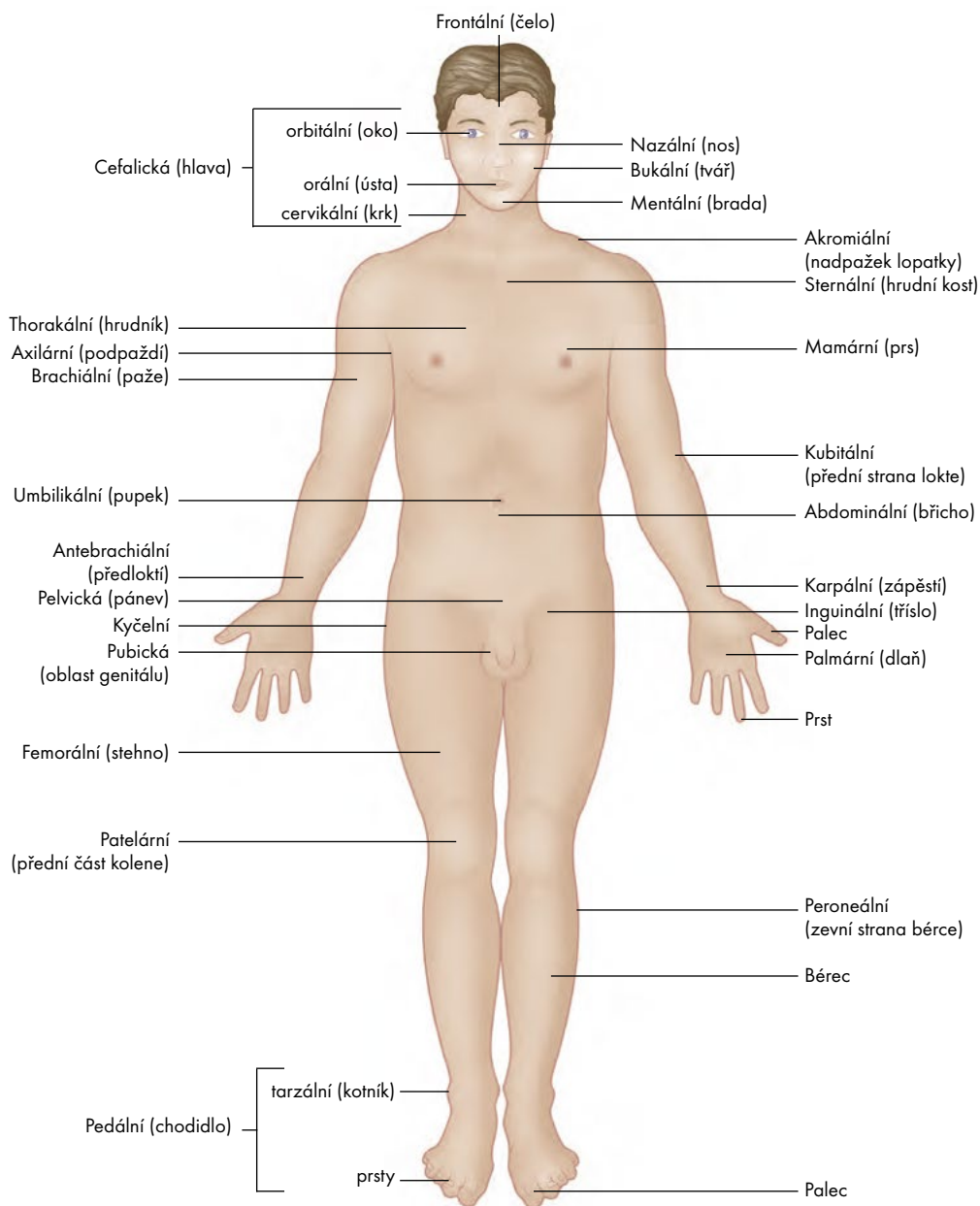


Obr. 1.12. Palmární
(z latinského palma – dlaň)
Na přední ploše ruky, např. dlaň.

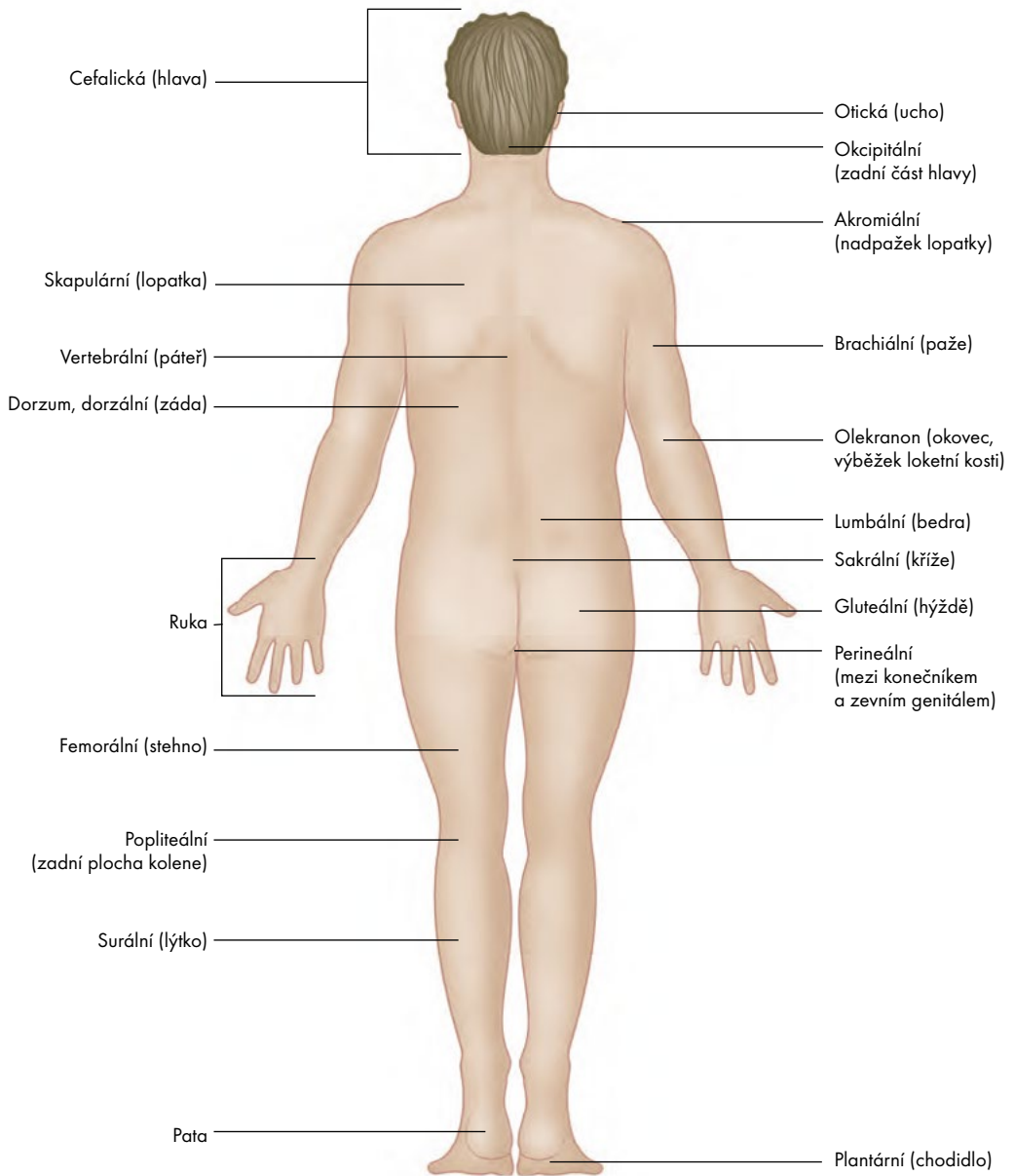
Oblasti

Primárně dělíme lidské tělo na osovou část, která se skládá z hlavy, krku a trupu, a visící část neboli končetiny připojené na osu těla. Jednotlivé

specifické oblasti těla popisuje obr. 1.14. Termíny v závorce jsou laické termíny pro danou oblast.



Obr. 1.14 Specifické oblasti lidského těla: (a) anteriorní pohled.

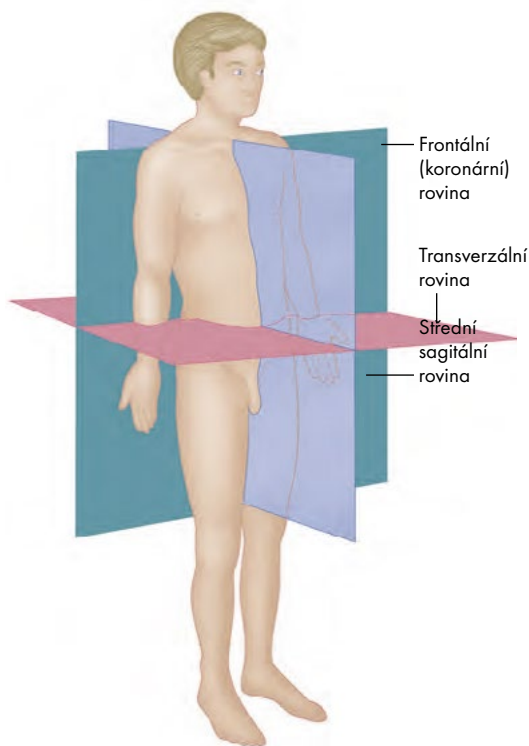


Obr. 1.14. Specifické oblasti lidského těla: (b) posteriorní pohled.

Roviny těla

Termín *rovina* vyjadřuje dvojrozměrný řez tělem, poskytuje pohled na řez tělem v pomyslné přímce.

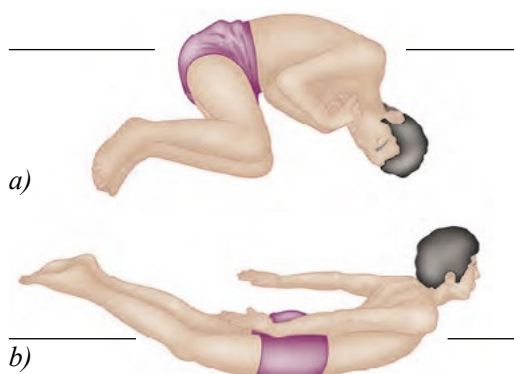
- Sagitální rovina – vertikální řez tělem zepředu dozadu rozděluje tělo na pravou a levou polovinu. Na obrázku 1.15 je zobrazena střední sagitální rovina.
- Frontální (koronární) rovina – vertikální řez rozděluje tělo na přední a zadní část, kolmá na sagitální rovinu.
- Transverzální rovina – horizontální řez dělí tělo na horní (superiorní) a dolní (inferiorní) část, je kolmá k sagitální i frontální rovině



Obr. 1.15. Roviny těla.

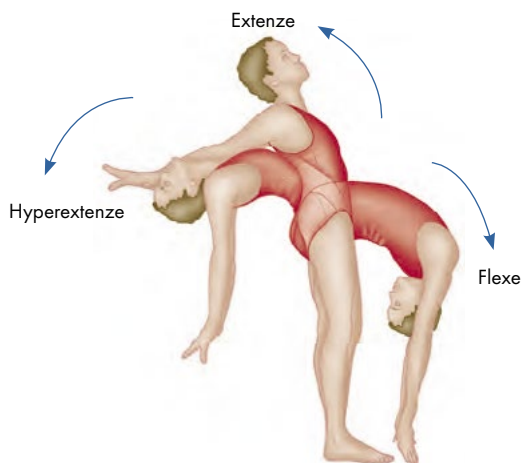
Pohyb v anatomii

Směr pohybu jednotlivých částí těla popisujeme ve vztahu k pozici plodu. Pozice plodu vzniká flexí končetin, naopak extenzí končetin dochází k protažení z fetální pozice.



Obr. 1.16 (a) Flexe do fetální pozice; (b) Extenze z fetální pozice.

Hlavní pohyby



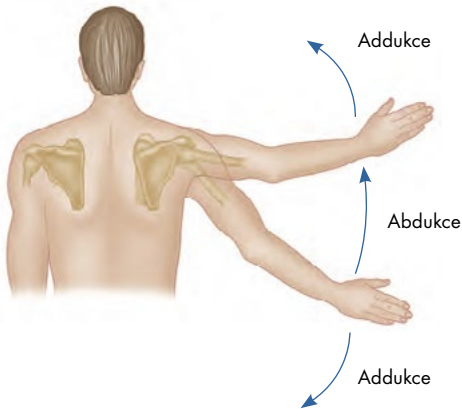
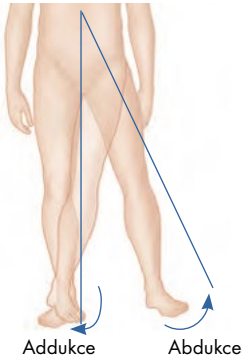
Obr. 1.17. Flexe: Ohyb, zmenšení úhlu mezi kostmi v kloubu. Flexe je většinou pohyb vpřed z anatomické polohy kromě kolenního kloubu, kde flexe probíhá směrem vzad. Flexe je vždy pohybem do polohy plodu.

Extenze: Natažení, napřimění se z polohy plodu.

Hyperextenze: Extenze končetin nad normální rozsah pohybu.



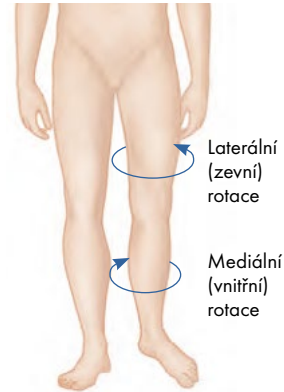
Obr. 1.18. **Laterální flexe:** Ohyb trupu nebo hlavy laterálně (stranou) ve frontální (koronární) rovině.



Obr. 1.19. **Abdukce:** Pohyb kosti od střední čáry těla nebo končetiny.

Addukce: Pohyb kosti ke střední čáře těla nebo končetiny.

Pozor: Při abdukci paže nad úroveň ramene (elevace pomocí abdukce) musí rotovat lopatka ve své ose, aby se jamka ramenního kloubu otočila vzhůru (obr. 1.27. (b)).



Obr. 1.20. **Rotace:** Pohyb kosti nebo trupu okolo vlastní podélné osy.

Mediální rotace: Směrem dovnitř, ke střední čáře.

Laterální rotace: Směrem zevně, od střední čáry.

Další pohyby

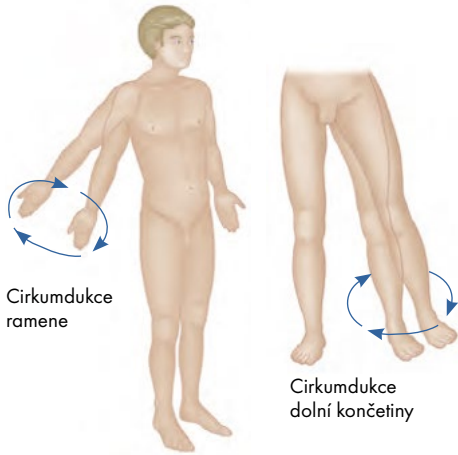
V této části popisujeme pohyby specifické pro určité klouby nebo části těla, obvykle se zapojujím více než jednoho kloubu.



Obr. 1.21. (a) **Pronace:** Otočení dlaně ruky směrem k podložce (při stojí s loktem flektovaným do pravého úhlu nebo ležící na podložce) nebo směrem z anatomické a fetální polohy.



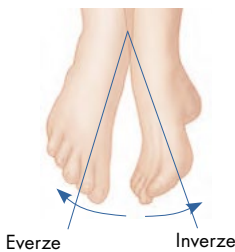
Obr. 1.21. (b) **Supinace:** Otočení dlaně ruky vzhůru ke stropu (při stojí s loktem flektovaným do pravého úhlu nebo ležící na podložce) nebo směrem do anatomické a fetální polohy.



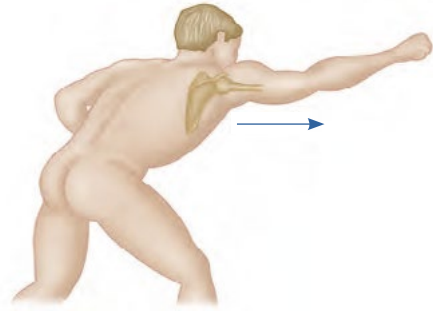
Obr. 1.22. **Cirkumdukce:** Pohyb, při kterém se distální část kosti pohybuje v kruhu, zatímco proximální konec zůstává stabilní; pohyb kombinuje flexi, abdukci, extenzi a addukci.



Obr. 1.23. **Plantární flexe:** pohyb palců na noze k podložce.
Dorzální flexe: pohyb palců k obloze.



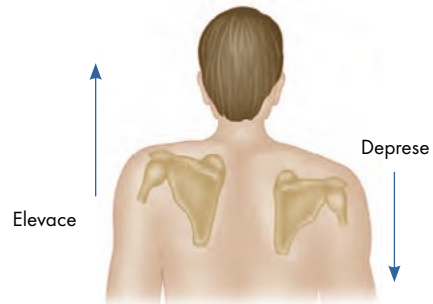
Obr. 1.24. **Inverze:** Otočení chodidla směrem dovnitř, chodidla jsou tak vzájemně natočena k sobě.
Everze: otočení chodidla směrem ven, chodidla jsou tak vzájemně natočena od sebe.



Obr. 1.25. **Protrakce:** Pohyb vpřed v transverzální rovině – například protrakce ramenního pletence jako při zaoblzení ramene.



Obr. 1.26. **Retrakce:** Pohyb vzad v transverzální rovině, stažení ramenního pletence vzad.



Obr. 1.27. (a) **Elevace:** Pohyb části těla vzhůru podél frontální roviny – například elevace lopatky pokrčením v ramenu.
Deprese: Pohyb zvednuté části těla dolů do výchozí pozice.



Obr. 1.27. (b) **Elevace skrze abdukci:** Abdukce paže v ramenním kloubu, elevace nad hlavu ve frontální rovině.



Obr. 1.28. **Opozice:** Pohyb specifický pro sedlový kloub palce na ruce, umožňuje dotek palce s konečky prstů jedné ruky.



Obr. 1.27. (c) **Elevace skrze flexi:** Flexe paže v ramenním kloubu, elevace nad hlavu v sagitální rovině.

2

Kosterní svalovina, svalově-kosterní mechanika, fascie, biotensegrita

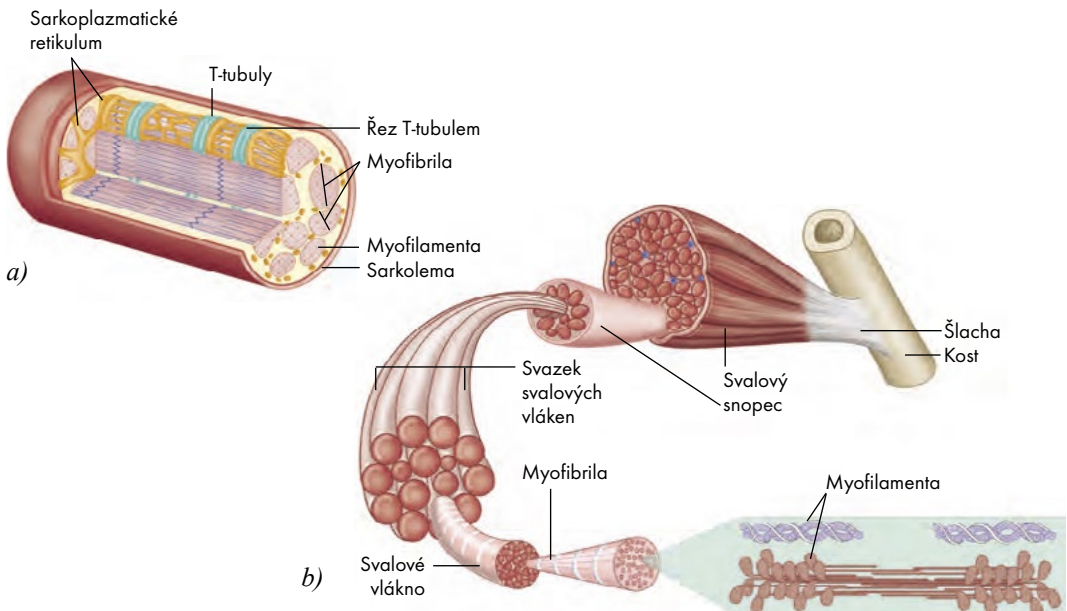
Struktura kosterního svalu a jeho funkce

Kosterní svalovina (příčně pruhovaná svalovina, ovládaná naší vůlí) tvoří přibližně 40 % celkové tělesné váhy. Její primární funkcí je umožnit pohyb díky koordinované kontrakci a relaxaci. Kosterní svalovina se připojuje na kosti prostřednictvím šlach (někdy přímo). Místo, kde se sval připojuje (relativně pevný bod kosti), ať už přímo nebo šlachou, nazýváme začátek (*origo*). Při kontrakci svalu se napětí přenáší na kosti přes jeden nebo více kloubů a dochází k pohybu. Konec svalu se připojuje na kost, kterou pohybuje, a nazýváme jej úpon (*insertio*).

Struktura kosterního svalu

Funkční jednotka kosterního svalu je známá jako *svalové vlákno*, což je podlouhlá cylindrická buňka s mnoha jádry, o velikosti 10–100 mikrometrů na šířku, několika milimetrů až nad 30 centimetrů na délku. Cytoplazmu nazýváme *sarkoplazma*, je opouzdřena buněčnou membránou, tzv. *sarkolemou*. *Endomyzium* je jemná membrána, která obklopuje každé svalové vlákno.

Svalová vlákna jsou uskupena do svalových snopců, které obaluje *perimyziom*. Svalové snopce se seskupují dohromady a celý sval je opouzdřen membránovou pochvou, tzv. *epimyziom*. Tato svalová membrána pokrývá celou délku svalu od začátku šlachy až po její úpon. Celou strukturu někdy nazýváme *muskulotendinózní jednotka*.



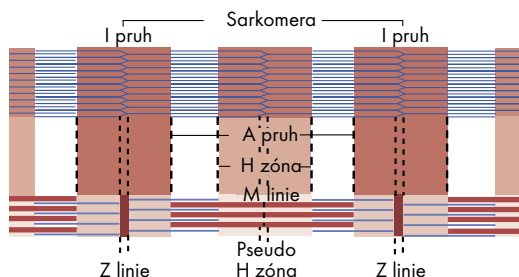
Obr. 2.1. a) Každé svalové vlákno je jediná cylindrická svalová buňka, b) příčný řez svalovou tkání.

Při detailnějším popisu struktury svalové tkáně, od nejmenší součásti po celek, existují následující struktury: myofibrila, endomyzium, snopce, perimysium, epimyzium, hluboká fascie, povrchová fascie.

Myofibrily

V elektronovém mikroskopu můžeme rozpoznat kontraktilní částice svalového vlákna, tzv. *myofibrily*, probíhající po celé délce svalového vlákna. Každá myofibrila obsahuje střídající se světlé a tmavé pruhování, charakteristické pro vzhled příčně pruhovaných svalových vláken, tyto pruhy nazýváme *myofilamenta*. Světlé pruhy jsou *izotropní (I)*, skládají se z tenkých myofilament, která jsou tvořena bílkovinou zvanou aktin. Tmavé pruhy jsou *anizotropní (A)*, skládají se ze širokých myofilament, která jsou tvořena bílkovinou zvanou myozin. Třetí spojující filamenta obsahuje přílnavý protein titin, který je třetí nejčastěji zastoupenou bílkovinou v lidských tkáních.

Myozinová filamenta mají nástavec tvaru vesla, který pochází z filament. Tyto nástavce přidržují aktinová filamenta, a tvoří tak můstky mezi těmito dvěma typy filament. Můstky využívají energii ATP k přiblížení aktinových vláken k sobě*. Světlé a tmavé sady filament se stále více překrývají jako propletené prsty, až dojde ke svalové kontrakci. Jednu sadu aktinových a myozinových vláken nazýváme *sarkomera*.



Obr. 2.2. Myofilamenta v sarkomere. Sarkomera je ohraničena z obou stran Z linií.

- Světlá zóna je známá jako *I pruh*, tmavá zóna jako *A pruh*.

* Všeobecně uznávanou teorii svalové funkce částečně popsal Hanson a Huxley ve své teorii filamenta (1954). Svalová vlákna přijmou nervový impuls a tím dochází k uvolnění iontů vápníku uložených ve svalu. V přítomnosti svalového paliva známého jako *adenosin trifosfát (ATP)* se ionty vápníku spojují s aktinovými a myozinovými filamenty, a tvoří tak elektrostatickou (přitažlivou) vazbu. Tato vazba vede ke zkrácení vláken, a dochází tak ke kontrakci nebo zvýšení tonu. Když nervový impuls vymizí, svalová vlákna relaxují. Díky jejich elastické složce se filamenta vrátí zpět na svoji délku před kontrakcí, tzn. na relaxační úroveň svalového tonu.

- *Z linie* je tenká tmavá čára ve středu I pruhu.
- *Sarkomera* je definována jako oblast myofibril mezi dvěma Z liniemi.
- Střed A pruhu obsahuje *H zónu*.
- *M linie* protíná H zónu a zobrazuje střed sarkomery.

Pokud zevní síla způsobí napnutí svalu během fáze relaxace svalového tonu (pojem tonus vysvětlen níže), efekt spojení aktinových a myozinových filament je během kontrakce opačný. Nejprve se aktinová a myozinová vlákna přizpůsobí napnutí, ale jak napínání pokračuje, titinová filamenta stále více usilují o zvrácení napínání. Titinová filamenta určují roztažitelnost a odpor vůči napnutí. Výzkumy ukazují, že dostatečně připravené svalové vlákno (sarkomera), se může natáhnout až na 150 % své normální délky ve fázi relaxace.

Endomyzium

Jemná pojivová tkáň *endomyzium* leží na zevní straně sarkomele každého svalového vlákna, svalová vlákna od sebe odděluje a zároveň je spojuje.

Snopce

Svalová vlákna se seskupují do paralelních *svalových snopců*.

Perimyzium

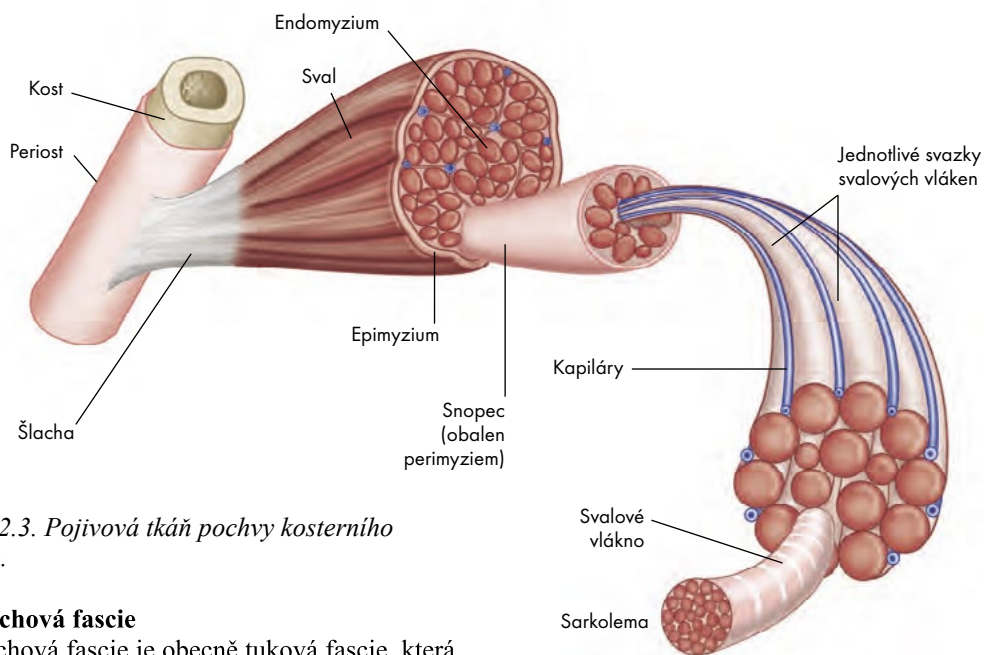
Každý svalový snopce je obalen pochvou z hustě uspořádaných kolagenních vláken, zvanou *perimyzium*.

Epimyzium

Každý sval složený ze svalových snopců je zabalen do vazivové pochvy zvané *epimyzium*. Toto uspořádání zabezpečuje přenos sil.

Hluboká fascie

Hrubší vrstva vazivové pojivové tkáně ležící na zevní straně epimyzia spojuje jednotlivé svaly do funkčních skupin. Hluboká fascie se rozprostírá okolo dalších přilehlých struktur.



Obr. 2.3. Pojivová tkáň pochvy kosterního svalu.

Povrchová fascie

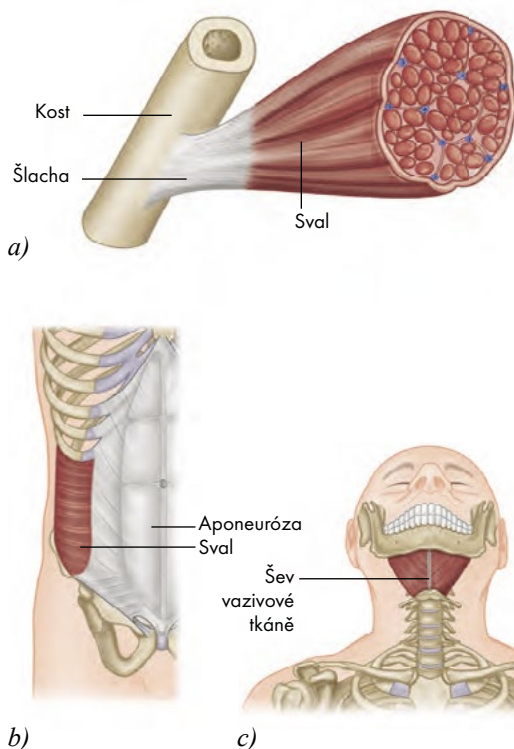
Povrchová fascie je obecně tuková fascie, která obsahuje šikmá septa, připojuje kůži k hluboké fascii, její anatomie a topografie se však liší podle konkrétní oblasti těla. Popisuje se, že povrchová fascie může obsahovat kontraktilní vlákna, především na krku.

Svalové úpony

Sval se připojuje přímo nebo nepřímě na kost nebo jiné tkáni. *Přímé připojení* vzniká spojením perimyzia, epimyzia s periostem kosti, perichondriem chrupavky, kloubním pouzdem nebo pojivovou tkání v podkoží (např. některé mimické svaly). *Nepřímé připojení* probíhá skrze šlachu, která vzniká spojením pojivové tkáně svalu s kolagenními vlákny. Nepřímé spojení je daleko častější. Typy připojení šlach: šlacha a aponeurózy, mezisvalová septa a sesamové kůstky.

Šlacha a aponeurózy

Šlacha vzniká ze svalové fascie (pojivová složka svalu) na konci svalu, tvoří provazce nebo ploché pruhy. *Aponeurózou* nazýváme tenké ploché široké připojení. Šlacha a aponeuróza upevňují sval na kost nebo chrupavku, fascii jiného svalu nebo na *šev vazivové tkáně*. Ploché části šlacha mohou na svalu tvořit místa tření. Například na hluboké ploše trapézového svalu, kde probíhá tření vůči hřebenu lopatky.



Obr. 2.4. a) Připojení šlacha b) Připojení aponeurózy c) Plochá část šlacha na hluboké ploše trapézového svalu.

Mezisvalová septa

V některých případech ploché listy husté pojivové tkáně, známé jako mezisvalová septa, prostupují svaly a poskytují prostor, na který se mohou připojovat svalová vlákna.

Sezamové kůstky

Sezamové kůstky mohou vznikat v místech šlachy, kde dochází ke tření. Příkladem je šlacha dlouhého lýtkového svalu v oblasti chodidla. Přesto se sezamové kůstky mohou vyskytovat i ve šlachách, kde ke tření nedochází.

Vícečetná připojení svalu

Většina svalů má pouze dvě připojení, po jednom na každém konci. Některé složité svaly se ale připojují k různým strukturám v místě počátku a/nebo úponu. Pokud jsou připojení oddělená, svaly mají dvě a více šlach a/nebo aponeuróz, které se připojují na různá místa, říkáme, že má sval dvě a více hlav. Například dvojhlavý sval pažní má na počátku dvě hlavy: jedna začíná na zobcovitém výběžku lopatky a druhá na výběžku nad kloubní jamkou lopatky (str. 153). Trojhlavý pažní sval má tři hlavy a čtyřhlavý sval stehenní čtyři.

Červená a bílá svalová vlákna

Historicky rozdělujeme svalová vlákna na tři typy: (1) červená, pomalá vlákna neboli typ I; (2) bílá, rychlá vlákna, typ IIa a (3) přechodná rychlá vlákna, typ IIb. Dnes rozeznáváme typ Ic, IIc, IIac, IIab, IIIm a další (např. typ II X).

- 1. Červená, pomalá vlákna (typ I):** tato vlákna jsou tenké buňky, které se pomalu kontrahují. Červená barva je způsobena obsahem myoglobinu, látky podobné hemoglobinu, která ukládá kyslík a zvyšuje míru difuze kyslíku svalovým vláknem. Dokud je zásoba kyslíku dostatečná, vlákna se mohou kontrahovat v trvalých periodách a jsou velmi odolná proti únavě. Úspěšní běžci maratonů mají vysoké procento těchto červených vláken.
- 2. Bílá, rychlá vlákna (typ IIa):** tato vlákna jsou velké buňky, které se rychle kontrahují. Jsou světlá, protože obsahují nižší množství myoglobinu. Rychle se unaví, protože jsou závislá na krátkodobém glykogenu, který jejich kontrakci umožňuje. Jsou ale schopna generovat daleko

silnější kontrakce než červená vlákna, a tak umožňují rychlý výkonný pohyb na krátký čas. Úspěšní sprinteři mají větší množství těchto bílých vláken.

- 3. Přechodná rychlá vlákna (typ IIb):** červená nebo růžová vlákna jsou kompromisem ve velikosti a aktivitě mezi červenými a bílými vlákny.

Všimněte si, že každý sval obsahuje směs těchto typů vláken, která udávají míru únavy a rychlost kontrakce.

Krevní zásobení

Obecně má každý sval arteriální zásobení pro přívod živin krví a obsahuje žilní systém, který odvádí metabolické produkty z okolí svalu. Cévy většinou vstupují do střední části svalu, ale mohou vstupovat i na jeho konci. Poté se větví na síť kapilár, které se šíří skrze mezisvalová septa a vstupují do endomyzia každého svalové vlákna. Během cvičení se kapiláry roztahují a zvyšují průtok krve ve svaly až 800krát. Šlachy svalů se skládají z relativně inaktivní tkáně, a mají tak mnohem menší krevní zásobení.

Inervace

Inervace svalů zajišťují nervy, které do svalu vstupují stejnými místy jako cévy (nervově-cévní svazek), větví se v pojivové tkáni septa do endomyzia stejně jako kapiláry. Každé svalové vlákno je inervováno jedním konečným nervem. Jiné typy svalové tkáně jsou schopny kontrakce bez nervové stimulace.

Nerv vstupující do svalu obvykle obsahuje přibližně stejné množství senzitivních a motorických vláken, přesto některé svaly mohou být zásobeny oddělenými senzitivními větvemi. Když nerv dosáhne svalových vláken, dělí se na množství terminálních větví, které nazýváme *nervově-svalovou ploténkou*.

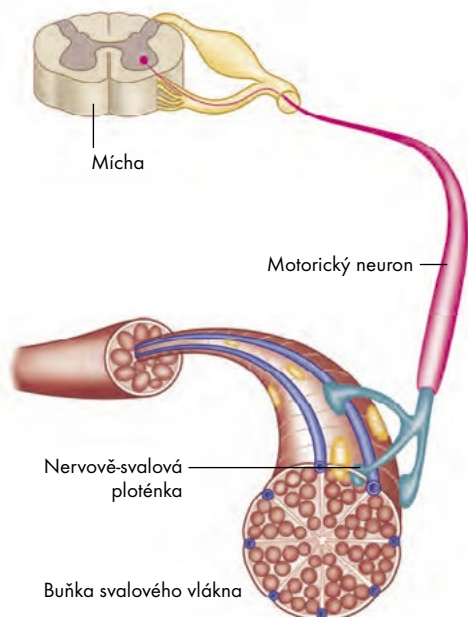
Motorická jednotka a kosterní sval

Motorická jednotka se skládá ze samotné motorické nervové buňky a svalového vlákna, které stimuluje. Motorické jednotky se liší velikostí, od 5–7 mm v průměru u horní končetiny po 7–10 mm v průměru na dolní končetině. Průměrné množství svalových vláken uvnitř jednotky je 150 (rozsah od méně než deseti po několik set). U svalů vyžadujících koncové vystupňování pohybu, např. okohybné svaly, svaly prstů, je

počet svalových vláken zásobených jednou jednotkou malý. Pokud na druhou stranu potřebujeme větší pohyb, např. u svalů dolních končetin, jedna nervová buňka zásobuje motorickou jednotku s velkým počtem svalových vláken.

Svalová vlákna jedné motorické jednotky jsou rozprostřena ve svalu, nejsou seskupena u sebe. To znamená, že stimulace jedné motorické jednotky způsobí slabou kontrakci svalu.

Kosterní svaly pracují na principu „všechno nebo nic“, jinými slovy skupina svalových buněk nebo svazky se buď kontrahují, nebo relaxují. V závislosti na požadované síle kontrakce se plně kontrahuje určité množství svalových buněk, zatímco ostatní relaxují. Pokud je zapotřebí většího svalového výkonu, může být současně stimulována většina motorických jednotek. Přesto za normálních podmínek motorické jednotky pracují střídavě, některé jsou tedy kontrahovány a jiné relaxovány, říkáme tomu *postupný nárůst svalové kontrakce (GIC)*.

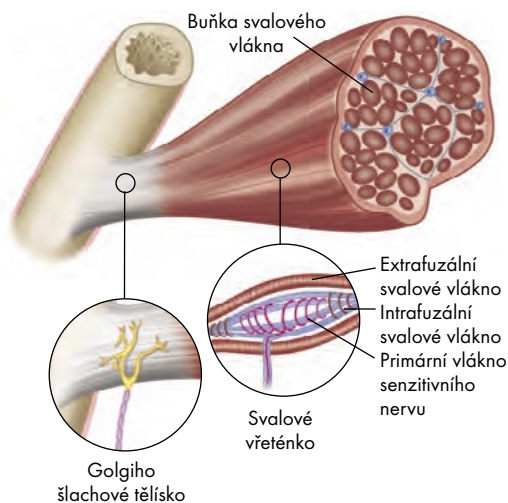


Obr. 2.5. Motorická jednotka kosterního svalu.

Svalové reflexy

Uvnitř kosterních svalů se nachází dva speciální typy nervových receptorů, které vnímají propriocepci, tedy napětí: *svalová vřeténka* a *Golgiho šlachová tělíska*. Svalová vřeténka mají tvar doutníku, skládají se z tenkých modifikovaných svalových vláken, které nazýváme *intrafuzální*

vlákna, a nervových zakončení, jsou obalena pochvou pojivové tkáně, leží paralelně mezi hlavními svalovými vlákny. Golgiho šlachová tělíska jsou umístěna nejčastěji v oblasti spojení svalů se šlachami nebo aponeurózami.

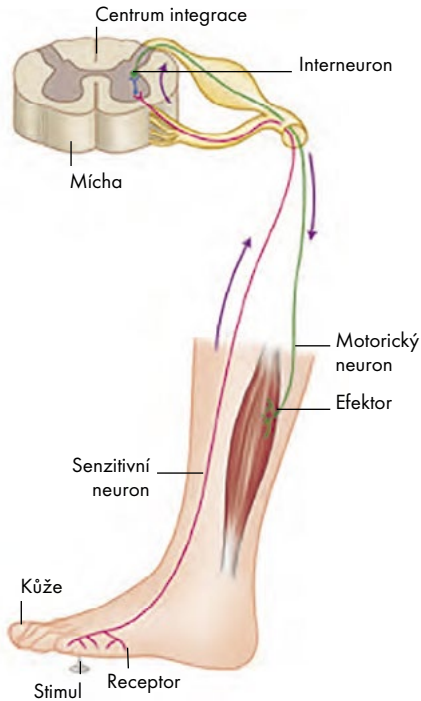


Obr. 2.6 Anatomie svalového vřeténka a Golgiho šlachového tělíska.

Protahovací reflex (monosynaptický reflexní oblouk)

Protahovací reflex kontroluje postoj zachováním svalového tonu. Zabraňuje rovněž poranění tak, že umožňuje odpovědět na náhlé nebo nečekané natažení svalu. Funguje to takto:

1. Při natažení svalu dochází k excitaci svalových vřetének, která zašlou nervový impuls s informací do míchy.
2. Na podkladě tohoto impulsu mícha okamžitě vyšle přiměřený impuls zpět k nataženým svalovým vláknům, dochází k jejich kontrakci a tím ke zpomalení pohybu. Tento proces je známý jako *reflexní oblouk*.
3. Impuls je současně odeslán z míchy k antagonistům kontrahujícího se svalu (tzn. svalu, který působí protikladně vůči kontrakci), způsobí relaxaci antagonisty. Tento děj nazýváme *reciproční inhibicí*.
4. Současně s míšním reflexem je nervový impuls vyslán i do mozkové tkáně s informací o délce svalu a rychlosti kontrakce. Mozek vyšle impulsy zpět ke svalům, aby zabezpečil přiměřený svalový tonus



Obr. 2.7: Protahovací reflex (mono-synaptický reflexní oblouk).

a zajistil průnik mezi požadavky na postoj a pohyb.

5. V tuto dobu je vnímání protažení intrafuzálních svalových vláken uvnitř svaluového vřeténka regulováno eferentními nervovými vlákny gama*, která pochází z motorických neuronů míchy. Reflexní oblouk motorických gama neuronů zabezpečuje vyváženost svalové kontrakce, která by byla trhavá, pokud by svalový tonus závisel pouze na protahovacím reflexu.

Klasickým klinickým příkladem protahovacího reflexu je patelární reflex, kdy jemně uhodíme kladívkem do patelární šlachy. Průběh:

1. Náhlé protažení patelární šlachy (vzniká poklepáním kladívka na šlachu) způsobí protažení čtyřhlavého stehenního svalu a jeho následnou kontrakci.

* Funkce těchto nervových vláken reguluje senzitivitu svaluového vřeténka a celkové napětí svalu.

2. Toto rychlé protažení je registrováno svaluovým vřeténkem čtyřhlavého svalu stehenního a dochází k jeho kontrakci. To způsobí drobné vykopnutí kolene a uvolnění šlachového vřeténka.
3. Současně nervový impulz způsobí funkční inhibici hamstringů (antagonisté čtyřhlavého stehenního svalu).

Dalším zřejmým příkladem je protahovací reflex, když usneme v poloze vsedě. Hlava je relaxována a padá dopředu, poté dochází ke škubnutí zpět díky svalovým vřeténkům na zadní straně krku, které aktivují reflexní oblouk.

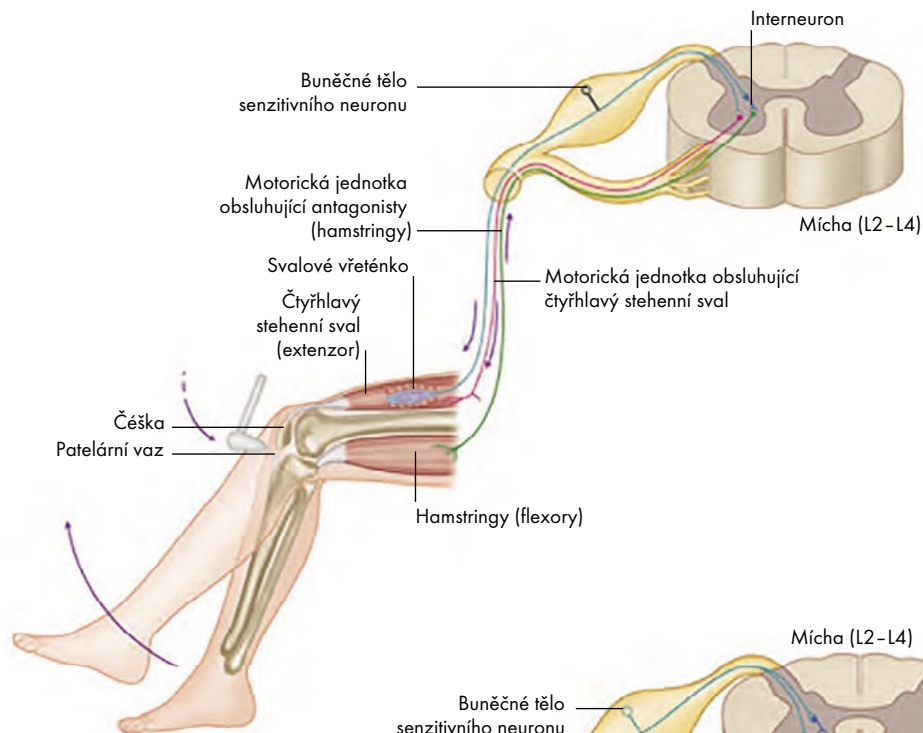
Protahovací reflex pracuje nepřetržitě, aby udržel svalový tonus posturální svaloviny, jinými slovy umožňuje stání bez vědomé námahy, nedovolí pád vpřed. Sled událostí zabraňujících pádu vpřed během zlomku sekundy:

1. Když stojíme, přirozeně se nakláníme dopředu.
2. Tak natahujeme lýtkové svaly a aktivujeme protahovací reflex.
3. Svaly lýtek se následně kontrahují, aby vrátily tělo do vzpřímeného postoje.

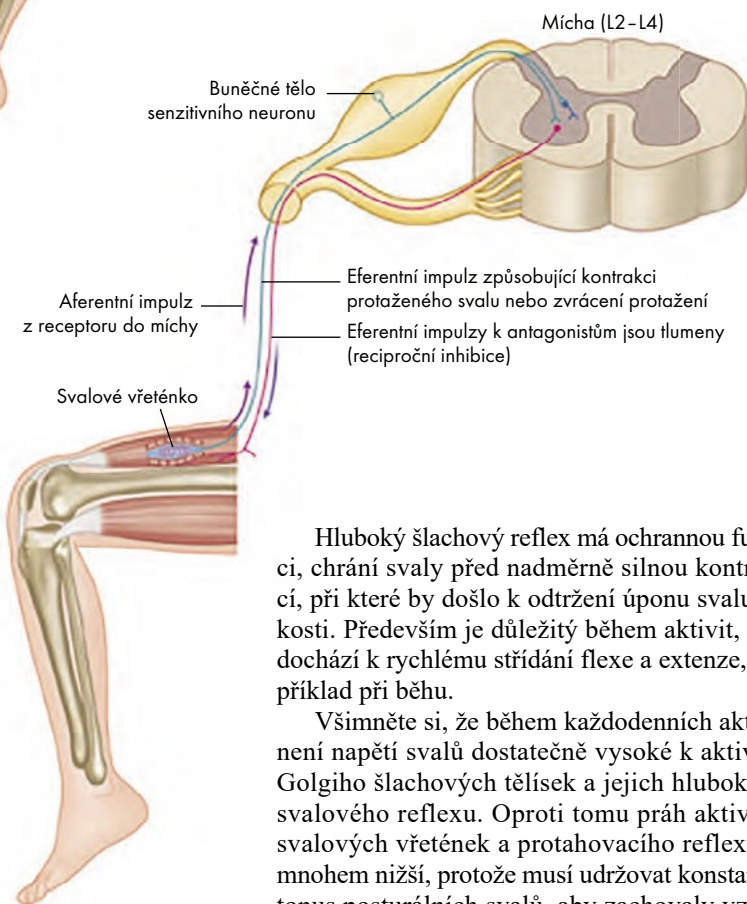
Hluboký šlachový reflex (autogenní inhibice)

Na rozdíl od protahovacího reflexu, který zahrnuje svalová vřeténka a jejich odpověď na protažení svalu, *hluboký šlachový reflex* zapojuje Golgiho šlachová tělíska, která reagují na svalovou kontrakci nebo nepřiměřený nárůst napětí. Hluboký šlachový reflex vytváří opačný efekt než protahovací reflex. Funguje takto:

1. Při kontrakci svalu dochází k tahu šlachy umístěné na konci svalu.
2. Napětí šlachy podráždí Golgiho šlachová tělíska, která přenesou impulz do míchy (některé pokračují až k mozečku).
3. Když impulzy dosáhnou míchy, dochází k inhibici motorických nervů, které zasobují kontrahovaný sval, a tak se snižuje jejich tonus.
4. Současně jsou aktivovány motorické nervy inervující svaly antagonistů, a umožní tak kontrakci. Tento děj nazýváme *reciproční aktivace*.
5. V tuto chvíli je zpracována odeslaná informace v mozečku a dochází k úpravě svalového napětí.



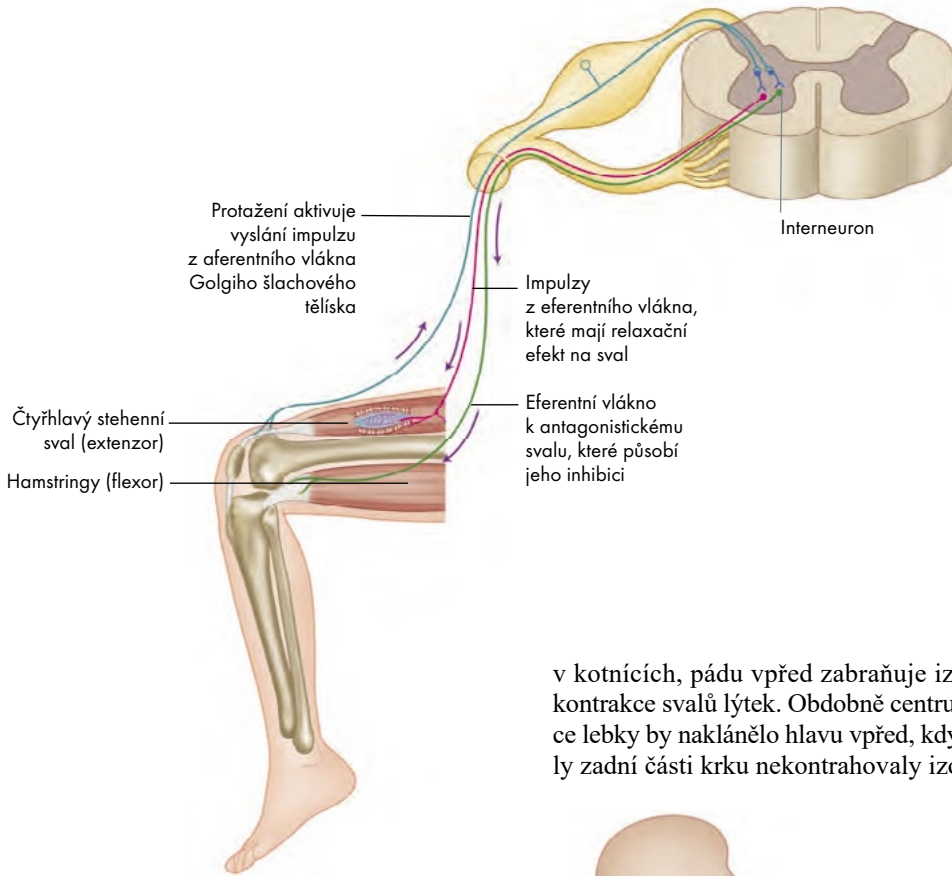
Obr. 2.8. Patelární reflex.



Obr. 2.9. Reflexní oblouk protahovacího reflexu.

Hluboký šlachový reflex má ochrannou funkci, chrání svaly před nadměrně silnou kontrakcí, při které by došlo k odtržení úponu svalu od kosti. Především je důležitý během aktivit, kdy dochází k rychlému střídání flexe a extenze, například při běhu.

Všimněte si, že během každodenních aktivit není napětí svalů dostatečně vysoké k aktivaci Golgiho šlachových tělísek a jejich hlubokého svalového reflexu. Oproti tomu práh aktivace svalových vřetének a protahovacího reflexu je mnohem nižší, protože musí udržovat konstantní tonus posturálních svalů, aby zachovaly vzpřímený postoj.



Obr. 2.10. Hluboký šlachový reflex.

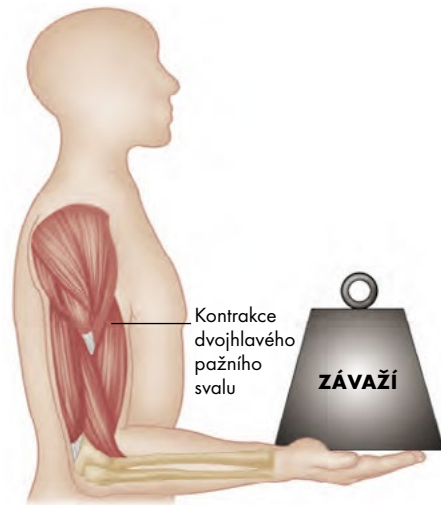
Svalová kontrakce

Ke kontrakci svalu dochází při jeho stimulaci, kdy se přibližují jeho připojení k sobě, ale ne vždy vede ke zkrácení svalu. Pokud kontrakce svalu nevede k pohybu, nazýváme ji izometrickou, při izotonické kontrakci dochází k pohybu.

Izometrická kontrakce

Izometrická kontrakce se vyskytuje, pokud narůstá napětí svalu, ale nemění se jeho délka. Jinými slovy, přestože se sval napíná, nedochází k pohybu v kloubu, přes který sval pracuje. Příkladem je držení paže s ohnutým loktem. Dalším příkladem je snaha zvednout předmět, který je příliš těžký. Všimněte si, že některé posturální svaly pracují izometricky na podkladě automatického reflexu. Například ve vzpřímené poloze má tělo přirozenou tendenci naklánět se vpřed

v kotnících, pádu vpřed zabraňuje izometrická kontrakce svalů lýtek. Obdobně centrum gravitace lebky by naklápělo hlavu vpřed, kdyby se svaly zadní části krku nekontrahovaly izometricky.



Obr. 2.11. Příklad izometrické kontrakce, držení těžkého předmětu v 90stupňové flexi.

Izotonická kontrakce

Izotonická kontrakce svalu umožňuje pohyb. Existují dva typy izotonické kontrakce: koncentrická a excentrická.

Koncentrická kontrakce

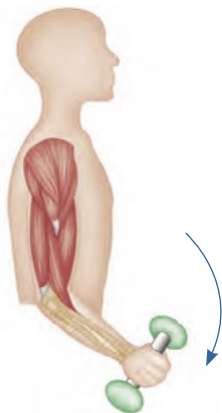
Při *koncentrické* kontrakci se pohybují svalové úpony směrem k sobě a umožňují pohyb v kloubu. Při koncentrické kontrakci dvojhlavého pažního svalu dochází k flexi v loketním kloubu a ruka držící předmět se zvedá vzhůru k rameni, proti gravitaci. Podobně pokud provádíme sedy lehy na míči, břišní svaly se musí kontrahovat koncentricky, aby došlo ke zvednutí trupu (obr. 2.12.).



Obr. 2.12. Koncentrická kontrakce břišních svalů, zvednutí trupu.

Excentrická kontrakce

Excentrická kontrakce znamená, že svalová vlákna musí pracovat pod kontrolou a zpomalovat pohyb v případech, kdy gravitace může pohyb nadměrně zrychlovat. Například spouštění předmětu drženého v ruce dolů podél těla. Dalším příkladem je jednoduché posazování se na židli. Rozdíl mezi koncentrickou a excentrickou kontrakcí je tedy v tom, že při koncentrické se sval zkracuje a u excentrické natahuje.



Obr. 2.13. Excentrická kontrakce dvojhlavého pažního svalu, spuštění předmětu (činky) dolů podél těla.

Tvary svalů (uspořádání svazků)

Svaly mají různé tvary podle uspořádání svých svazků. Důvodem rozdílnosti tvaru je poskytnutí optimální mechanické efektivity s ohledem na jejich pozici a aktivitu. Nejčastější uspořádání svazků můžeme popsat jako paralelní, zpeřené, konvergentní, cirkulární, každé má svoje další kategorie. Různé tvary svalů jsou zobrazeny na obr. 2.14.

Paralelní

Toto uspořádání svazků probíhá podél dlouhé osy svalu. Pokud se svazky rozprostírají podél celé délky svalu, nazýváme sval *třmenový*, např. krejčovský sval. *Fuziformní* sval má břicho a šlachy na obou koncích, např. dvojhlavý pažní sval. Variantou svalu je *dvojbříškový* sval, která má svalové břicho na obou koncích svalu a šlachu uprostřed.

Zpeřené

Zpeřené svaly jsou pojmenovány podle svých krátkých svazků, které se šikmo připojují na šlachu, svou strukturou připomínají peří (z latinského penna – peří). Pokud je šlacha na jedné straně svalu, nazýváme jej *unipennátní*, např. dlouhý ohýbač prstů na noze. *Bipennátní* svaly mají šlachu uprostřed a svalová vlákna se na ni šikmo připojují z obou stran, např. přímý stehenní sval. *Multipennátní* svaly obsahují četné šlachové vstupy do svalu, připojují se šikmo z různých směrů (podobají se peří), nejlepším příkladem je střední část deltového svalu.

Konvergentní

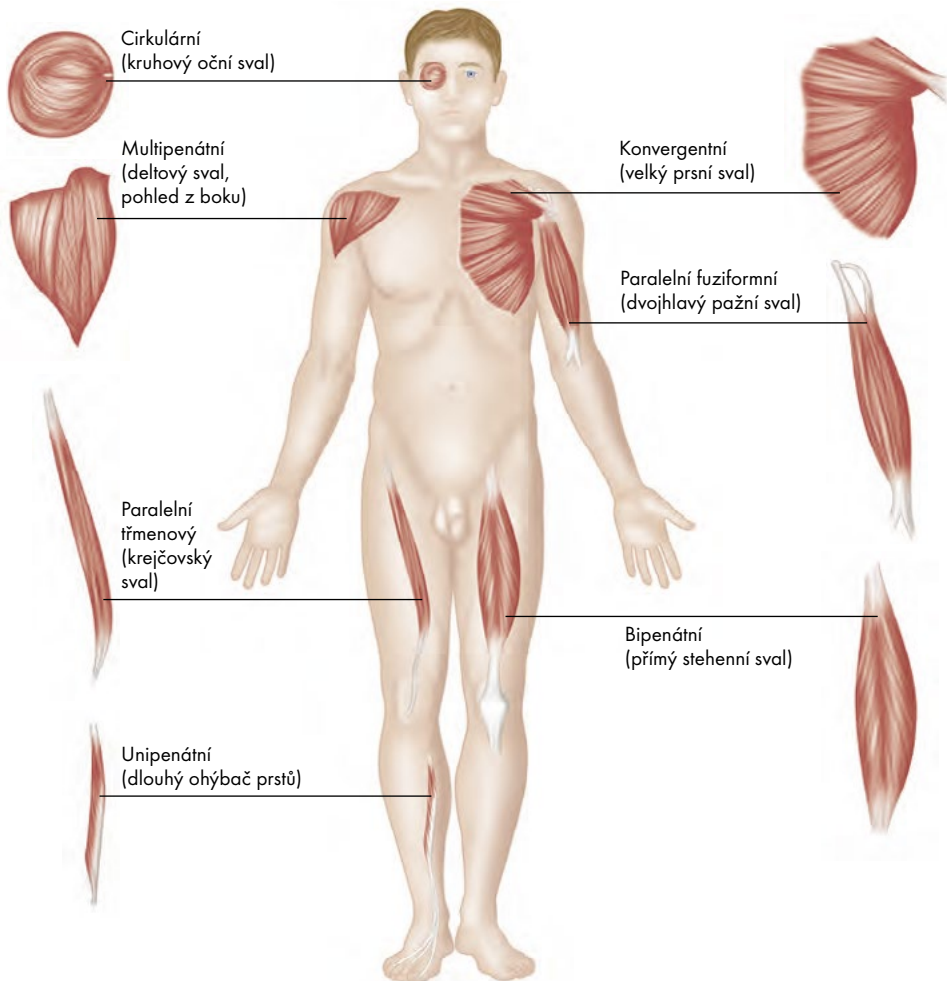
Konvergentní svaly mají široký začátek, svalové svazky se postupně zužují a tvoří jednu šlachu, sval má tedy trojúhelníkový tvar. Nejlepším příkladem je velký prsní sval.

Cirkulární

Cirkulární svaly mají svazky uspořádané do koncentrických kruhů. Všechny sfinktery z kosterní svaloviny těla patří k tomuto typu, obklopují otvory, které svojí kontrakcí uzavírají. Příkladem je kruhový oční sval.

Rozsah pohybu versus síla

Při svalové kontrakci může být sval zkrácen až o 70 % své původní délky, z toho vyplývá, že čím delší jsou vlákna, tím větší je rozsah pohybu.



Obr. 2.14. Tvary svalů.

Na druhou stranu svalová síla závisí více na celkovém počtu svalových vláken než na jejich délce. Tedy:

1. Svaly s dlouhými paralelními vlákny umožňují největší rozsah pohybu, ale nejsou moc výkonné.
2. Svaly se zpeřenými vlákny (především multipenátní) se zkracují méně než paralelní svaly, ale jsou daleko výkonnější.

Funkční charakteristika kosterních svalů

Shrnutím všech předchozích informací ohledně svalů můžeme vytvořit seznam funkční charakteristiky kosterních svalů.

Excitabilita

Excitabilita je schopnost přijmout podnět a odpovědět na něj. V případě svalu dochází po dosažení nervového impulzu z mozku ke svalu k uvolnění chemické látky acetylcholinu. Tato chemická látka změní elektrickou rovnováhu svalového vlákna a výsledkem je vznik akčního potenciálu. Akční potenciál vede elektrický podnět z jedné strany svalové buňky na druhou, a umožňuje tak kontrakci svalové buňky nebo vlákna (pamatujte: jedna svalová buňka = jedno svalové vlákno).

Kontraktilita

Kontraktilita je schopnost svalu se rychle zkrátit, pokud je stimulován. Samotný sval je schopný pouze kontrakce, nedokáže se natáhnout, pouze zevními vlivy (např. manuálně), nad jeho normální relaxační délku (viz *tonus* níže). Jinými slovy sval dokáže táhnout své konce k sobě (kontrakce), nikoliv od sebe.

Roztažitelnost

Roztažitelnost je schopnost svalu natáhnout se nebo vrátit se ke své relaxační délce (poloha v částečné kontrakci), případně lehce nad tuto délku. Například pokud při stání ohneme kyčle vpřed, svalstvo zad (jako vzpřimovač páteře) se excentricky prodlouží (lehce nad svoji relaxační délku), aby snížil trup, a je tedy efektivně „prodloužen“.

Elastičita

Elastičita popisuje schopnost svalových vláken vrátit se po natažení zpět na relaxační délku. V celém svalu elasticitu doplňuje důležitá funkce pojivové tkáně (endomyzium, epimyrium). Šlachy rovněž mají elastické vlastnosti. Příklad: návrat z polohy s ohnutím kyčlí vpřed, viz výše. Zpočátku nedochází ke svalové kontrakci, pohyb vzhůru je iniciován čistě elasticitou svalů zad,

teprve poté dochází k jejich kontrakci a dokončení pohybu.

Tonus

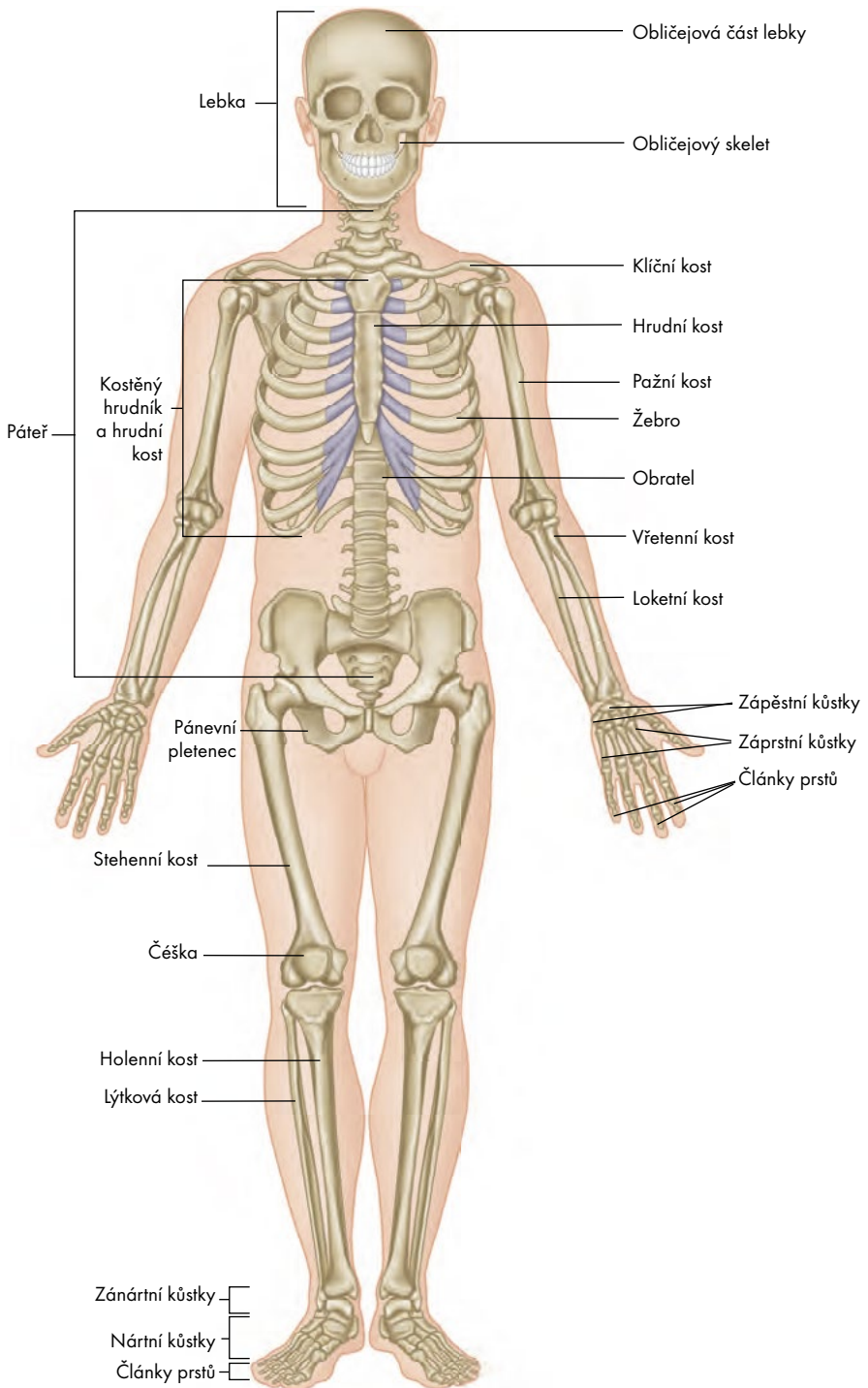
Tonus neboli *svalový tonus* je termín používaný k popisu stavu s lehkou kontrakcí, do kterého se svaly vrací během relaxační fáze. Svalový tonus neprodukuje aktivní pohyb, ale udržuje pevnost a připravenost svalů k odpovědi na podněty. Tonus kosterní svaloviny umožňuje vzpřímený postoj. *Hypertonické* svaly jsou ve své relaxační fázi v nadměrné kontrakci.

Obecné funkce kosterní svaloviny

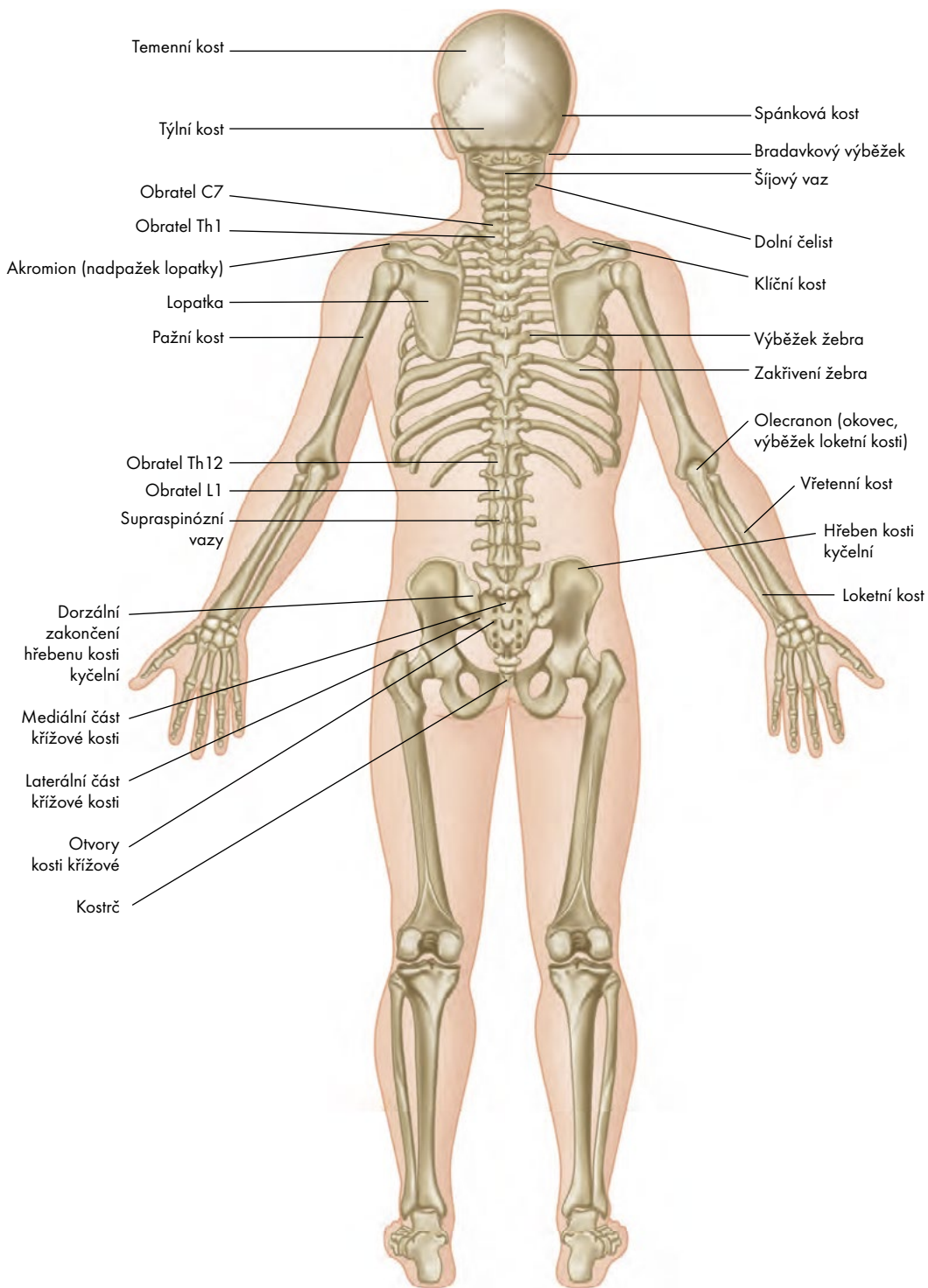
- **Umožňuje pohyb:** kosterní svaly jsou zodpovědné za pohyb a ovládání pohybu, umožňují rychlou odpověď.
- **Zachovává vzpřímený postoj:** kosterní svaly tvoří oporu při vzpřímeném postoji vůči gravitaci.
- **Stabilizuje klouby:** kosterní svaly a jejich šlachy stabilizují klouby.
- **Generují teplo:** kosterní svaly (společně s hladkou a srdeční svalovinou) generují teplo, které je důležité k udržení normální tělesné teploty.

Viz Příloha č. 2: Nejdůležitější svaly umožňující konkrétní pohyb.

Kosterní soustava

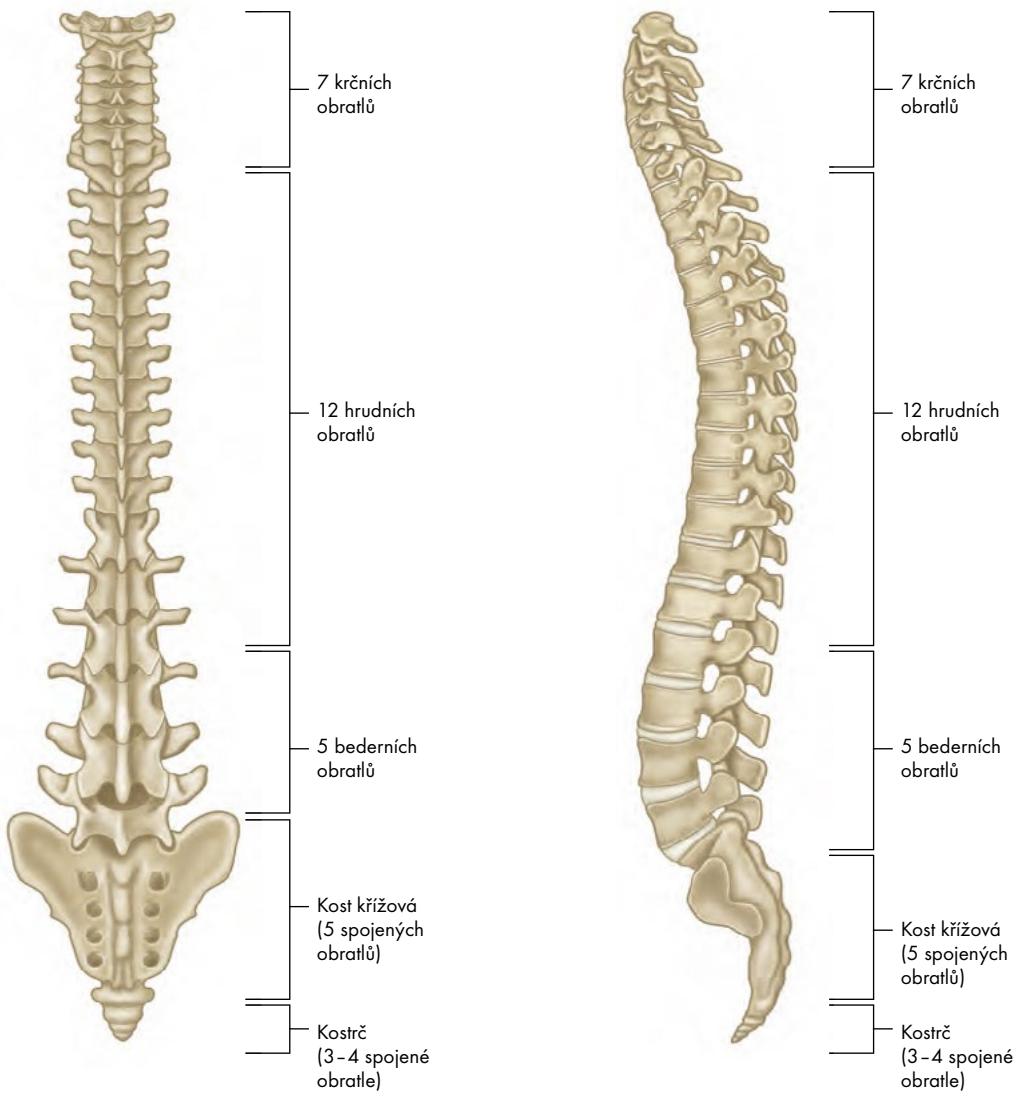


Obr. 2.15. (a) Kostra – pohled zepředu.



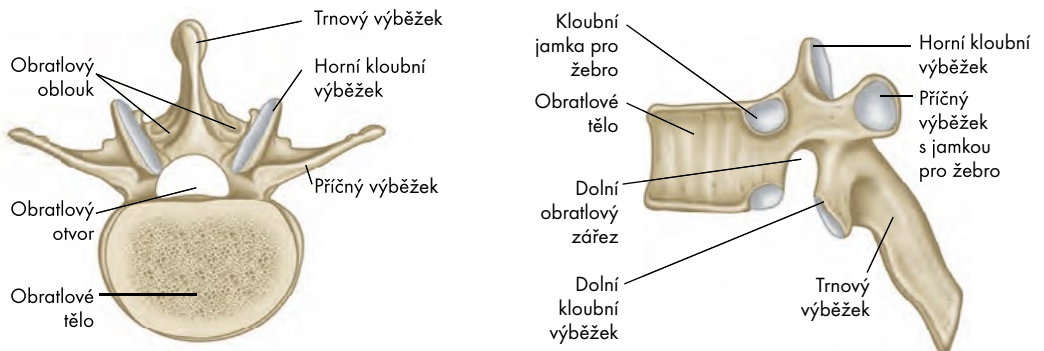
Obr. 2.15. (b) Kostra: pohled zezadu.

Oddíly páteře



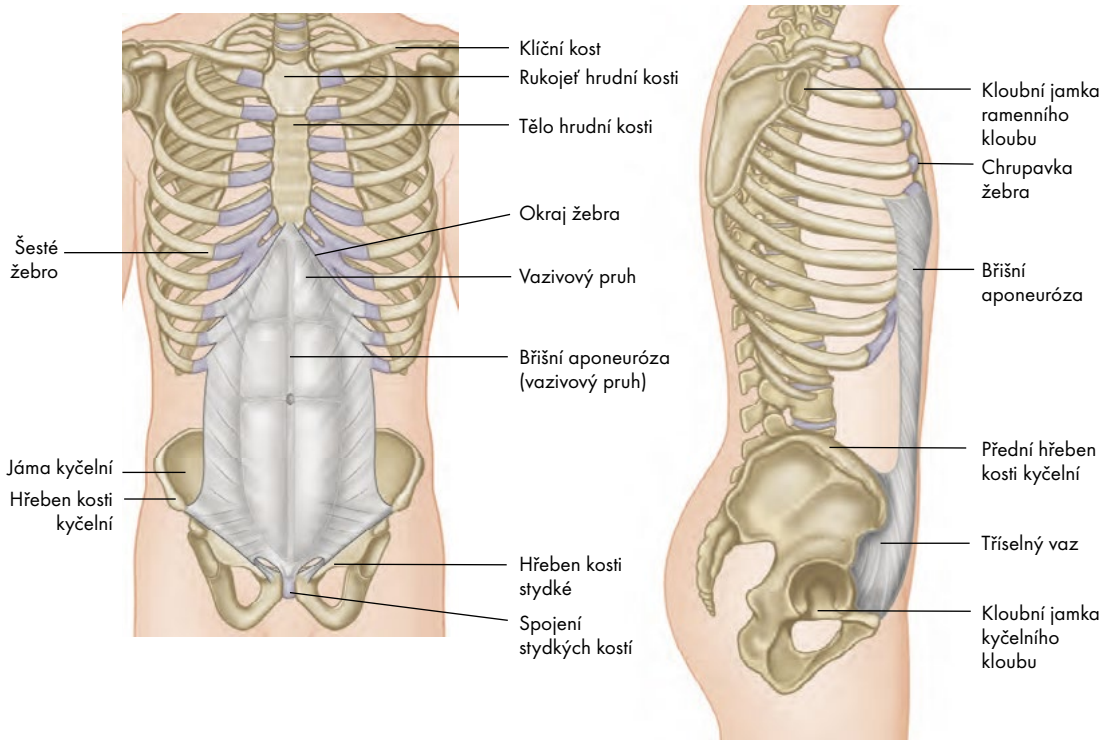
Obr. 2.16. (a) Pohled zezadu.

Obr. 2.16. (b) Pohled ze strany.



Obr. 2.16. (c) Obratle: bederní (pohled shora) a hrudní (pohled ze strany).

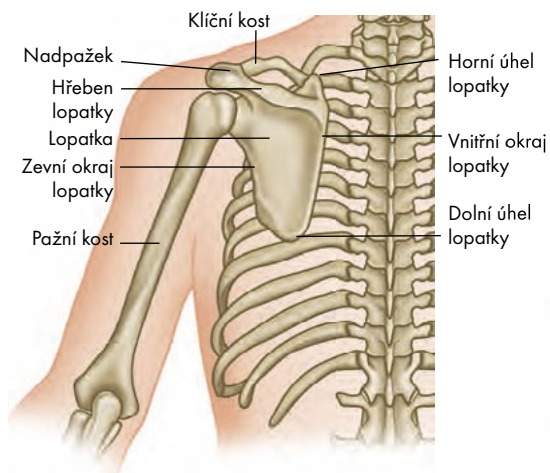
Hrudní a pánevní oblast



Obr. 2.17. (a) Pohled zepředu.

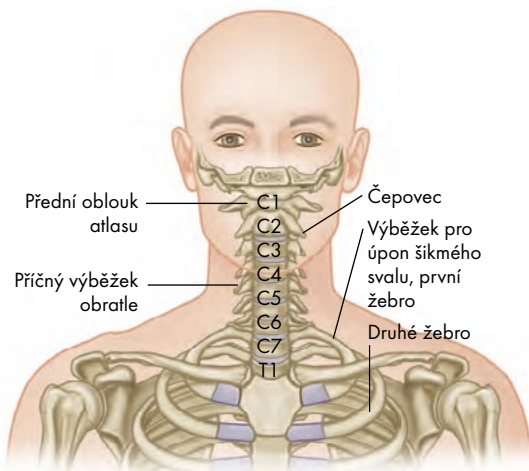
Obr. 2.17. (b) Pohled ze strany.

Lopatka



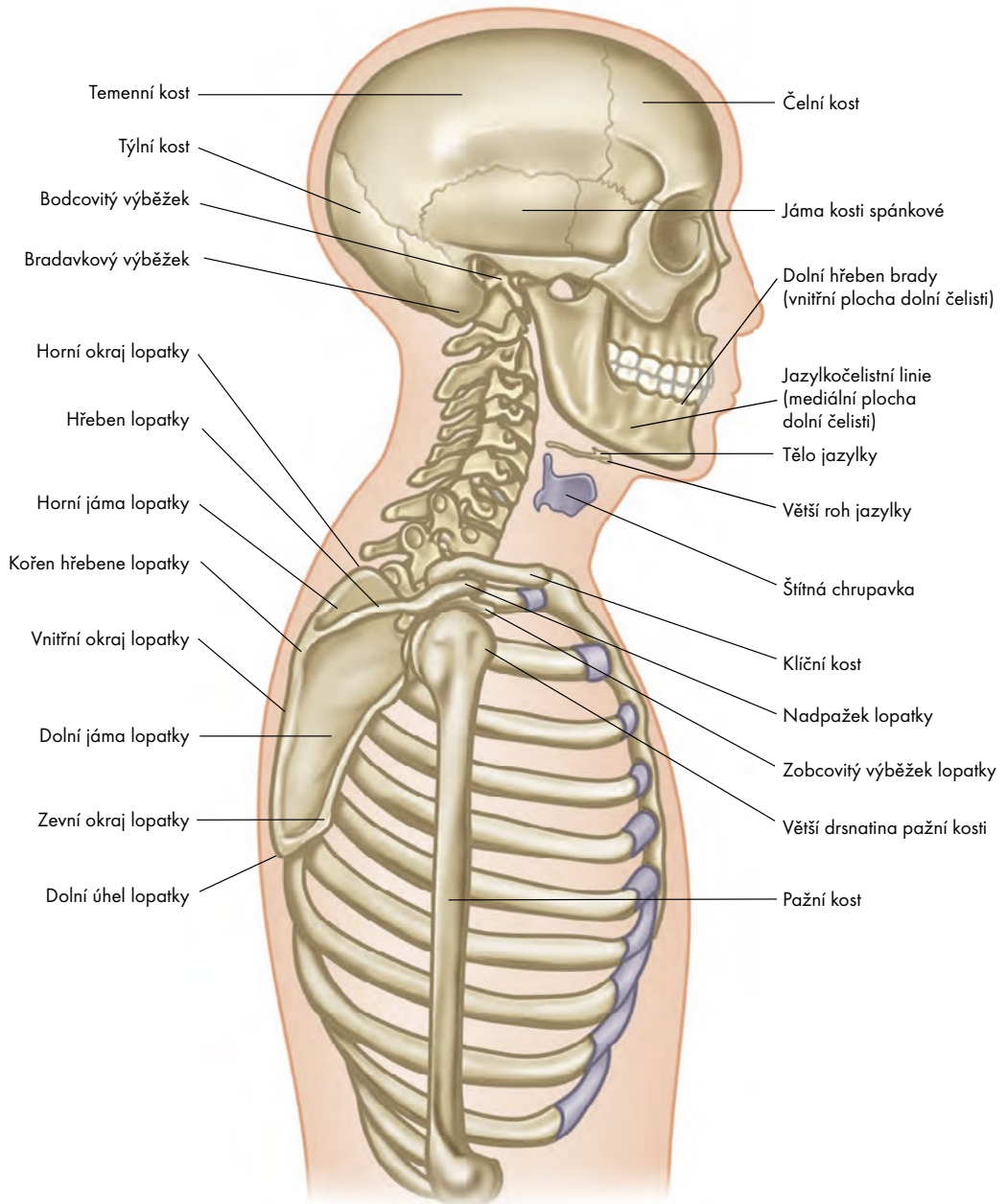
Obr. 2.18. Pohled zezadu.

Lebka a hrudní kost



Obr. 2.19. Pohled zepředu (horní a dolní čelist odstraněna).

Lebka až pažní kost



Obr. 2.20. Pohled ze strany.

Pravé klouby

Součástí pravého kloubu je kloubní dutina se synoviální tekutinou. Jsou volně pohyblivé neboli diartrotické a skládají se z charakteristických částí:

Kloubní chrupavka (*hyalinní chrupavka*) pokrývá konce kostí, které tvoří kloub.

Kloubní dutina obsahuje *synoviální tekutinu*, která zmenšuje potenciálně velký prostor dutiny. Kloubní dutina je uzavřena dvojrvtvým obalem, tzv. *vazivovým kloubním pouzdrém*. Zevní vrstvu vazivového kloubního pouzdra nazýváme *kloubním vazem*, je to pevná pružná vláknitá pojivová tkáň, která leží vedle okostice artikulujících kostí. Vnitřní vrstva neboli *synoviální membrána* je hladká membrána z vazivové tkáně, která ohraničuje pouzdro a pokrývá vnitřní povrch kloubu, který není pokryt hyalinní chrupavkou.

Synoviální tekutina vyplňuje volný prostor kloubního pouzdra. Tekutina se vyskytuje také uvnitř chrupavky a tvoří film, který omezuje tření. Při pohybu, při němž je kloub stlačen, je synoviální tekutina vytlačena ven z chrupavky. Uvolněním tlaku se vrací zpět. Synoviální tekutina vyživuje chrupavku, která má pouze malé krevní zásobenění, obsahuje **fagocytující buňky** (buňky odstraňující odumřelou tkáň), které likvidují mikroby a buněčný odpad. Množství synoviální tekutiny se v různých kloubech liší, vždy je však dostatečné k tvorbě filmu, který omezuje tření. Při poranění kloubu dochází k produkci nadměrného množství tekutiny, která tvoří charakteristický otok kloubu. Synoviální membrána je schopna tuto tekutinu vstřebat.

Kolaterální a přídavné vazy určují pevnost a pohyblivost kloubu. Pravé klouby jsou vyztuženy a zesíleny množstvím vazů, jak *kloubními vazy* (zesílené části vazivového kloubního pouzdra), tak nezávislými *kolaterálními vazy*, které jsou odlišné. Podle jejich umístění a množství v okolí kloubu vazy omezují pohyb určitými směry a brání nežádoucímu pohybu. Vazy vždy spojují kost ke kosti a všeobecně platí, že čím více vazů, tím pevnější kloub.

Tíhové vřčky (burzy) jsou vřčky vyplněné tekutinou, tlumící pohyb v kloubu. Jsou ohraničeny synoviální membránou a obsahují synoviální tekutinu. Nachází se mezi šlachami a kostí, vazy a kostí nebo svaly a kostí a jako tlumiče omezující tření.

Šlachové pochvy obalují šlachy, a chrání je tak před třením. Nalezneme je často v těsné blízkosti pravých kloubů, strukturálně se neliší od tíhových vřčků.

Kloubní disky (menisky) vstřebávají nárazy (podobně jako vazivově-chrupavčitý disk v symfýze pubických kostí) a jsou součástí některých pravých kloubů. Například kolenní kloub obsahuje dva vazivově-chrupavčité disky poloměsíčitého tvaru, nazýváme je *mediální a laterální meniskus*, leží mezi mediálním a laterálním hrbem kosti stehenní a kosti holenní.

Poznámky k pravým kloubům

- Některé šlachy probíhají částečně uvnitř kloubu, a nazývají se tak *intrakapsulární*.
- Vlákna mnoha vazů jsou včleněna mezi vlákna pouzdra, někdy tak není jasná hranice mezi pouzdrém a vazem.
- *Intrakapsulární* vazy jsou uvnitř kloubního pouzdra, *extrakapsulární* se nachází zvenku kloubního pouzdra.
- Mnoho vazů kolenního kloubu je modifikováno natažením nebo roztažením šlach svalů, ale řadíme je mezi vazy, abychom je odlišili od stabilizujících šlach. Například patelární vaz čtyřhlavého svalu stehenního.
- Většina synoviálních kloubů má ve svém okolí různé tíhové vřčky.