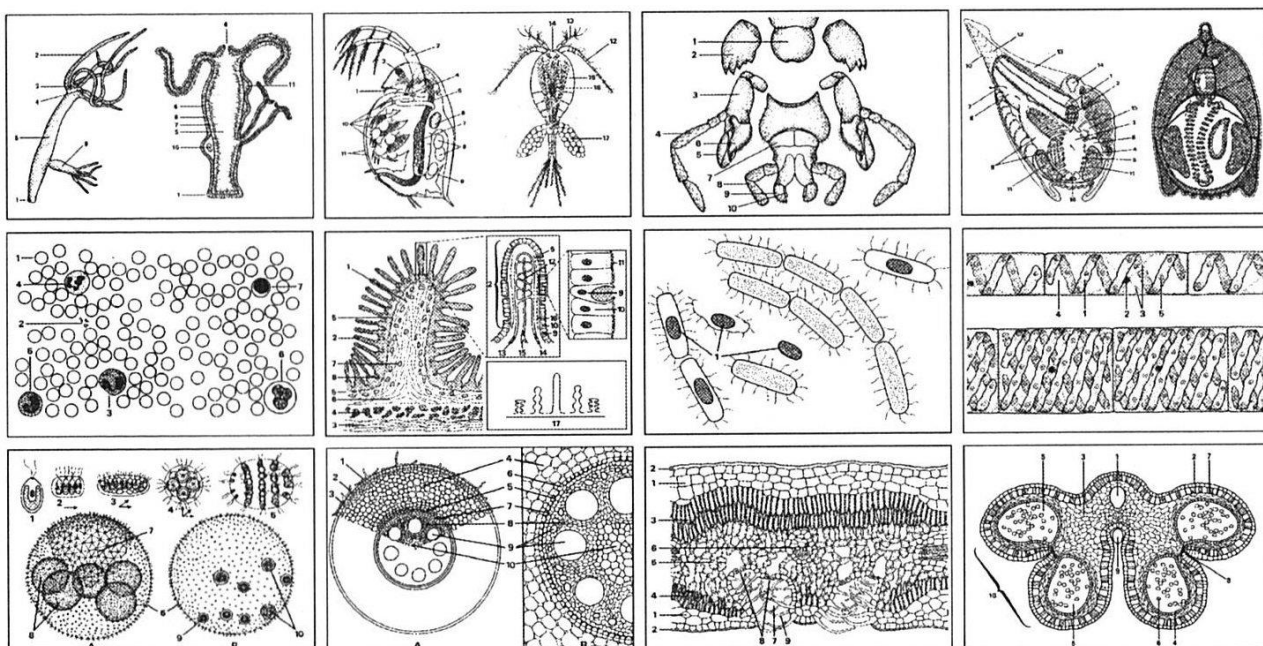


Histologie: svalová tkáň, 6 preparátů
Obj. číslo 114.3053



POKYNY PRO PRÁCI S MIKROPREPARÁTY

1. Preparát si vždy začněte prohlížet nejprve **s nejslabším zvětšením** nebo **s nejmenším objektivem**. Umístěte přitom příslušný objektiv těsně nad preparát a zaostřete mikroskop tím, že budete otáčet tubus mikroskopu **nahoru (tedy směrem od preparátu)**. **Zabráňte tak poškození preparátu a optiky mikroskopu**.
2. Poté, co získáte všeobecný **přehled** o preparátu, umístěte doprostřed zorného pole **zajímavá místa preparátu** a prohlédněte si je **se silnějším zvětšením**.
3. **Protože jsou prach, horko a sluneční záření největším nepřítelem vašich preparátů**, měli byste mikropreparáty po použití vrátit zpátky do **úložné krabice** a uschovat je v **chladu a suchu**. Preparáty byste měli skladovat ideálně v horizontální poloze.
4. Zacházejte velmi opatrně s preparáty, jejichž krycí skla jsou opatřena **kruhovým rámečkem z laku**. Z důvodu zachování struktury jsou tyto preparáty zality v polotekutém, nevysychajícím médiu (většinou v glycerinové želatině), takže byste se neměli krycího skla dotýkat.
5. Z důvodu možného **nebezpečí zranění při rozbití skla nepatří** mikropreparáty **do dětských rukou**.

ÚVODNÍ POZNÁMKY K TEXTOVÝM BROŽURÁM

Průvodní texty jsou součástí dodávky při objednání kompletních sad. Mají sloužit jako pomůcka pro ještě efektivnější použití a vyhodnocení našich učebních materiálů při vyučování nebo při samostudiu. Textové brožury doplněné částečně o obrázky a kresby popisují morfologické struktury, takže podstatně usnadňují vyhledání a nalezení relevantních míst v preparátu nebo na diapozitivu. Navíc informují o systematických a fyziologických souvislostech a obecných biologických principech a podněcují k interpretaci a didaktickému zhodnocení faktů pozorovaných při vyučování, a to bez nutnosti mít ve všech případech k dispozici přesné složení příslušných sad mikropreparátů a diapozitivů. To se týká zejména sad mikropreparátů, u jejichž složení mohou nastat drobné změny oproti verzi uvedené v katalozích.

K podrobnějšímu studiu doporučujeme nově vydanou "Průvodní brožuru s texty a obrázky", jejímž autorem je OStD Dr. Karl-Heinrich Meyer (obj. č. T8500) a v níž je detailně popsáno 175 preparátů a diapozitivů mediálního systému Mikroskopická biologie se 175 podrobnými obrázky, opatřenými číselným kódem. Mnoho z těchto kreseb a obrázků lze použít pro další vysvětlení a posouzení mikropreparátů v této sadě. Průvodní brožuru dodáváme také v mnoha dalších jazykových verzích.

Naše výrobky:

- Mikroskopické preparáty ze všech oblastí
- Barevné mikrodiazitivy (originální snímky)
- Řady snímků z biologie, fyziky a chemie
- Fólie pro zpětné projektory
- Mediální systém pro mikrobiologickou biologii ABCD
- Multimediální sada pro učitele a žáky
- Interaktivní CD-ROM pro biologii
- Listy s náčrtky k biologii člověka
- Knihy v kapesním formátu pro vyučování a samostudium

Vyžádejte si, prosím, naše podrobné katalogy s obrázky.

Všechna práva, zejména práva na rozmnožování, šíření a překlad jsou vyhrazena. Žádná část díla nesmí být v žádné formě (ve formě fotokopie, mikrofilmu nebo jiným způsobem) reprodukována bez písemného souhlasu nakladatelství nebo zpracována, rozmnožována či šířena s použitím elektronických systémů.

Úvod

Kontraktilita je obecná vlastnost živých buněk i protoplazmy obecně. V průběhu evoluce však vznikly speciální kontraktilní struktury, myonemy u prvoků, myofibrily u mnohobuněčných organismů. Nejdříve se tyto myofibrily nacházely v buňkách epitelu (buňky epitelu s funkcí svalu), takovéto buňky se konečně i dnes vyskytují u obratlovců jako košové buňky u žláz. U obratlovců se vyskytují tři typy vlastní svalové tkáně: hladká nebo podélně pruhovaná svalová tkáň, která se skládá z jednotlivých buněk, příčně pruhovaná svalová tkáň, jejíž vlákna představují spojitě soubory buněk (plazmodia), a rovněž příčně pruhovaný srdeční sval z jednotlivých buněk, které jsou navzájem spojené.

Silnější nebo slabší konstituce naší muskulatury závisí na jejím využívání. Při stejnoměrném zatížení zůstává svalová hmota konstantní. Pokud je sval po delší dobu zatěžován více než obvykle, přizpůsobí se po určité době silnějšímu namáhání tím, že hypertrofuje, tzn. stane se silnějším – tloušťka jeho vláken se zmnožením fibril zvětší. Na tomto je založena úspěšnost tréninku svalů. Pokud je sval po delší dobu nečinný, například při dlouhodobém upoutání na lůžko, atrofuje. Tloušťka jeho vláken se spolu s klesajícím počtem fibril zmenšuje, zanikají i celá vlákna a klesá obsah glykogenu ve svaly. I atrofie je adaptačním procesem: jejím prostřednictvím jsou šetřeny zdroje na údržbu tkáně, která není aktuálně potřebná. K postupné atrofii kompletní muskulatury dochází rovněž i přirozeně vlivem stárnutí.

Ma151d Příčně pruhované svalstvo savce, podélný řez

Vůlí (vědomě) ovládaná muskulatura se skládá z příčně pruhovaných svalových vláken. Jedná se o plazmatickou strukturu dlouhou 1•300 mm a silnou 10•200 mm s řadou podélně protáhlých **jader (1)**. Ta leží bezprostředně pod buněčnou membránou, sarkolemou. Svalové vlákno je vyplněné rovnoběžně s jeho podélným směrem probíhajícími, těsně uspořádanými **myofibrilami (2)**, které jsou kontraktilní organelou. V nich se pravidelně střídají úseky s jednoduchým a dvojitým lomem světla, které se tak jeví jako světlé a tmavé. Protože tyto úseky jsou ve všech myofibrilách ve stejné úrovni, jeví se svalové vlákno jako příčně pruhované. Proužky, které se v optickém mikroskopu jeví jako tmavé, se nazývají **Q (příčné) nebo A (anizotropní) pruhy (3)**, světlé pak **I (izotropní) pruhy (4)**. Středem I pruhů probíhá „čárkovaný“ **Z pruh (5)**, zatímco ve středu **tmavé A oblasti (6)** leží **světlejší zóna (7)**.

To vše je dáno tím, že jsou filamenty (podlouhlé bílkovinné molekuly sloučené do svazků) navzájem vnořené. **Myozinové filamenty (9)** jsou silné a vykazují dvojitý lom, **aktinové filamenty (10)** jsou tenké a mají jednoduchý lom. Překrytím obou těchto druhů vznikají **tmavé oblasti A pruhů (6)**. Aktinové filamenty se setkávají na Z linii I pruhu (5). Vzdálenost mezi dvěma Z liniemi se nazývá **sarkomer (8)**. Svazky filamentů tvoří **myofibrilu (2)**. Myofibrily jsou v optickém mikroskopu vidět při silném zvětšení jako jemné čáry (viz diapozitiv). Je doporučeno prohlédnout si i diapozitiv 89.19, který zobrazuje i ty nejjemnější struktury tak, jak jsou tyto vidět až při sledování elektronovým mikroskopem.

Ke **svalové kontrakci** dochází tím, že se myozinové a aktinové filamenty při nezměněné vlastní délce teleskopicky zasunou do sebe (11), čímž dojde ke zkrácení sarkomeru. Energii, která je pro to potřebná, dodává velký počet mitochondrií nacházejících se mezi myofibrilami (diapozitiv 89.20).

Ma152d Příčně pruhované svalstvo savce, příčný řez

Z obrazu je patrná struktura svalu ve formě **systému snopků**. Primární snopečky jsou obalené tenkou, větší snopce silnější vazivovou blanou. Tato vnitřní vazivová blána, perimysium internum, přechází na povrchu svalu v perimysium externum, která zejména u větších svalů vytváří jejich silný povrchový obal, fascii.

Celou **vazivovou tkáň svalu** tvoří systém navzájem propojených vláken, který určuje tvar a držení svalu. Pokud by byl tento systém odstraněn, roztekl by se sval do beztvaré kaše. Kromě toho je vazivo velice důležité i pro funkci svalu. Zajišťuje (většinou spirálovým) uspořádáním svých vláken současně spojení částí svalu i možnost jejich vzájemného posouvání. To, jak je možnost vzájemného posouvání částí svalu důležitá, vyplývá m. j. i z textu v odstavci 3 úvodu (samostatná funkce jednotlivých částí svalu).

Ma154d Hladké svaly savců, podélný a příčný řez

Hladké svalstvo můžeme nalézt u bezobratlých s výjimkou členovců a u obratlovců, zde jako žaludeční, střevní, děložní, dýchací a žlázové svalstvo, jako napřimovače chlupů, svalstvo v cévním systému, případně jako svalstvo ovládající duhovku či jako ciliární sval v oku. Toto svalstvo **není ovládáno vůlí** a je řízeno vegetativním nervovou soustavou, přičemž přenosovou látkou sympatiku je noradrenalin, parasympatiku pak acetylcholin. Jejich účinek je však různý v závislosti na příslušném orgánu (viz řadu diapozitivů č. 842: vegetativní nervová soustava, a text k preparátu 509d).

Hladké svalstvo se skládá z **vřetenovitých svalových buněk (1)**. Tyto jsou 50-200 µm dlouhé a mají maximální průměr 5 – 10 µm. Jejich protažené **jádro (2)** je uloženo centrálně, jejich kontraktilní prvky, **myofibrily (3)**, se jeví v polarizovaném světle v celé délce jako anizotropní. Samotná svalová buňka je ovinuta velice jemnými **vlákný vazivové tkáně (4)**, sestavy buněk jsou pak **blánami z vazivové tkáně (6)** spojeny do snopků. Sousední buňky jsou navíc propojené formou určitého „ozubení“, tzn. formou **prohlubní v jejich buněčné membráně, do které zapadají výstupky na buněčné membráně sousední buňky (5)**. Buňky hladkého svalstva dělohy jsou schopné se během těhotenství výrazně zvětšit.

Hladké svalstvo může setrvávat bez větších nároků na energii i delší dobu v jakékoli kontrakční poloze. Napětí ve svalu se může měnit i bez změny jeho délky: pokud dojde například k náhlému roztažení svalstva močového měchýře, vzroste i napětí v něm. Pokud zůstane stupeň roztažení zachován, dojde k postupnému poklesu napětí až na původní hodnotu. Při pomalém plnění močového měchýře proto necítíme žádný významný růst tlaku. Na rozdíl od příčně pruhovaného svalstva nezná hladké svalstvo žádný konkrétní klidový stav. Hladké svalstvo reaguje na rychlé natažení se zvýšenou spontánností. Peristaltický pohyb střeva začíná v určitém místě a odtud se šíří celým orgánem. Hladké svalstvo pracuje pomaleji než příčně pruhované, ale vytrvaleji. (Čísla a písmena uvedená v popisu se vztahují k odpovídajícím nákresům a obrázkům).

Ma156d Srdeční sval savce, příčný a podélný řez

Svalová vlákna (1), která tvoří srdeční sval obratlovce, **přecházejí nepravidelně jedno v druhé (2)** a vytvářejí tak síť, která je u savců zčásti rozdělena **vazivovou tkání (3)** do snopků. Tyto ovíjejí srdce, zejména v komorách, v dlouhých spirálách. Jejich jednotlivé vrstvy probíhají v různých směrech a činí tak srdce pevným a mimořádně odolným. Na řezu myokardem, srdečním svalem, jsou proto skupiny svalů rozřiznuty v podélném, kolmém i šikmém směru. Stejně jako u kosterního svalstva je i každé vlákno srdečního svalu obaleno **sarkolemou (4)**, tvořenou plazmalemou a bazální membránou, která se dále skládá z bazální laminy z amorfního materiálu a retikulární laminy. Relativně velká oválná **buněčná jádra (5)** leží ve střední části vlákna (viz 509, 621), buňky mají jedno jádro, jen vzácně pak dvě. Stejně jako u kosterní svaloviny obsahují vlákna srdeční svaloviny myozinové a aktinové myofilamenty, jejichž svazky tvoří **myofibrily (6)**. Jejich průběh je ale nepravidelnější než u vláken kosterního svalstva. Dochází k jejich rozdvíjení nebo naopak slučování se sousedními myofibrilami. **Podélné řezy (a)** ukazují, že se rozbíhají před buněčným jádrem a vytváří na každém svém pólu **hůře obarvitelnou zónu (7)**. Na **příčných řezech (b)** jsou myofibrily uspořádány soustředně. **Sarkoplazma (7)** je nejlépe viditelná ve slaběji zabarvené zóně kolem buněčného jádra. Tato obsahuje obvyklé buněčné organely, jako je endoplazmatické retikulum, mitochondrie (vyznačující se mnoha hřebeny, cristae, a mnohem početnější než u kosterního svalstva), mikrotubuly, Golgiho komplex, ale i tukové kapénky a glykogen jako zásobníky energie. Markantním znakem jsou **lesklé pruhy (8)**, příčné pruhy vláken připomínající svým tvarem schody. Jedná se o specializované komplexní množiny buněk s řadou strukturálních vlastností. Obdobně jako u endomysia kosterního svalstva jsou vlákna obalena jemnou sítí retikulárních, kolagenních vláken. Ve vazivové tkáni (a) a (b) jsou dále patrná **jádra fibrocytů (9)** a hustá síť **krevních a lymfatických kapilár (10)**. S ohledem na svou funkci je srdeční sval zásobován krví mnohem intenzivněji než kosterní svalstvo. Větve sympatických (zrychlujících) a parasympatických (zpomalujících) nervů probíhají podél drah vazivových tkání a končí na svalových vlákních.

Ma1537f Příčně pruhované svaly, velmi tenký podélný řez, zvláštní obarvení příčného pruhování

Každé příčně pruhované **svalové vlákno** vzniká z původní svalové buňky jejím masivním růstem spojeným s jejím dělením. Výsledkem je plazmodium ohromné velikosti (s délkou až 15 cm) a velkým počtem jader. Celé plazmodium, svalové vlákno, je obaleno jemnou elastickou blankou bez struktury, sarkolemou (z řeckého sarx, sarkos = maso, lema = obal). Mnoho podlouhlých jader leží na periférii vlákna, těsně pod sarkolemou. Skrovná protoplazma (sarkoplazma) svalových vláken je hustě vyplněna nesčetnými jemnými fibrilami s rovnoběžným průběhem a tloušťkou cca 1 μm. Tyto **svalové fibrily** (myofibrily; z řeckého mys, myos = sval, původně myš) vykazují nepravidelně se střídající světlé a tmavé oblasti. Světlé oblasti jsou ve svém středu navzájem spojené tím, že jsou upevněny do určitého druhu síta, které prochází v příčném směru svalovými vlákny a je na svém vnějším okraji srostlé se sarkolemou. Proto leží světlé a tmavé úseky všech fibril ve stejné výšce, takže se vlákna jeví jako příčně pruhovaná. „Síto“ – ve skutečnosti se jedná o vysoce diferencovanou strukturu – se při silném zvětšení mikroskopu jeví jako jemný mezilehlý proužek ve středu světlejších oblastí.

V sarkoplazmě je řada (na našich preparátech neviditelných) **mitochondrií** (několik μm veliké organely všech rostlinných, živočišných i lidských buněk s charakteristickou strukturou; nositelé

dýchacích fermentů buňky a tedy její energetická centra). Tyto orgány jsou nositeli oxidačních fermentů, které řídí kontrakci svalových vláken. O samotném procesu kontrakce nejsou zatím k dispozici žádné konečné informace; jejich výzkum stále probíhá. Z hlediska submikroskopické skladby muskulatury viz řadu fotografií 890 „Snímky živočišných tkání a buněk z elektronového mikroskopu“.

Ma157e Srdeční sval savce, podélně, obarvení hladkých pruhů

Vlákná srdečního svalu tvoří na rozdíl od kosterního svalstva oddělené buňky, které jsou rozvětvené a jsou navzájem spojené v lesklých pružích. Tyto **lesklé pruhy** (spojovací pruhy, interkalární disky) se vyskytují v místě Z pruhu kosterního svalstva. Představují zvláštní formu sarkolemy a odpovídají mezibuněčnému spojení nebo desmozomům. **Myofibrily** buněk srdečního svalu obsahují stejné pruhy (A, I, Z atd.) jako kosterní svaly. Kromě této pracovní svaloviny se v srdci vyskytují **Purkyňova vlákna** soustavy vedení vzruchů. Ta jsou rovněž buňkami srdečního svalu, které ale obsahují větší množství plazmy a glykogenu, proto je možné je snadno zvýraznit obarvením glykogenu (karmín, PAS-reakce). I tyto buňky jsou spojené lesklými pruhy.

Skladba svalu, schéma

Sval se skládá z aktivní **svaloviny** schopné kontrakce a pasivní **šlachy**, kterou je pohyb svalu přenášen na příslušnou část kostry. Svalovina se skládá z mnoha snopků vláken, které jsou drženy pohromadě vazivovou tkání. Velké **snopky** se skládají z menších: ty nejmenší, tak zvané primární snopečky (prostřední obrázek), v běžné mluvě označované jako vlákna masa, se skládají z mnoha svalových vláken.

Svalové vlákno je histologickým stavebním prvkem svalu. Může být dlouhé až 15 cm při tloušťce maximálně 0,1 mm. Obecně nesahají svalová vlákna od jednoho konce svalu až ke druhému, ale navazují na sebe v jeho délce.

Vazivými obaly svalových snopků prochází cévy (levý obrázek) a nervy (obrázek 22 b). Povrch svalu tvoří kompaktní obal z vazivové tkáně, **fascie** (levý obrázek). Jednotlivá svalová vlákna jsou příčně pruhovaná, tzn. jsou na nich patrné světlejší a tmavší příčné pruhy (obrázek 21 b) a jsou obalena sítí vláken (retikulární vlákna, nejmenší vlákna vazivové tkáně) (pravá část obrázku). Na obou svých koncích přechází sval ve **šlachu**. Histologické vztahy mezi substancemi svalu a šlachy zatím nejsou spolehlivě známy. **Šlachy** můžeme nahmatat na řadě míst našeho těla – například na hřbetu ruky při pohybu prstů, na vnitřní straně (v ohybu) zápěstí, lokte nebo ramene, v ohybu kolene, nebo silnou Achillovu šlachu nad patou. Jsou tvořeny hustě seskupenými svazky kolagenových vláken, obsahujícími uvnitř i elastická vlákna. Ta jsou příčinou vlnovitého uspořádání kolagenových vláken, čímž je zajištěno měkké natahování při kontrakci svalu. (Viz rovněž text v části I „Vazivové a opěrné tkáně“.)

Pevnost šlach v tahu je 6 až 12 kg na mm². Jejich spojení se svalem je tak pevné, že se snáze přetrhne sval, než aby došlo k odtržení šlachy. Na druhém konci je šlacha pevně srostlá s příslušnou částí kostry, přičemž jsou její vlákna zčásti propletená s okosticí, řada snopků vláken (Sharpeyova vlákna) okostice pak zasahuje až do materiálu kostí.

Všude tam, kde by byly šlachy vystaveny silnému tření, jako je tomu například u šlach prstů (obrázek 28 a), probíhají tyto trubice z vazivové tkáně, **šlachovými pochvami**. Ty obsahují kluznou tekutinu podobnou kloubnímu mazu. Přetížení (například u houslistů nebo pianistů) nebo infekce (při úrazu) může vést k bolestivému a dlouhou dobu trvajícím zánětu šlach.

Senzorická a motorická inervace svalů

Každým svalem prochází dva druhy nervů: na jedné straně to jsou nervy motorické, které spouštějí činnost svalů, na druhé straně pak nervy senzorické, které informují nervovou soustavu o napnutí svalů. Motorické nervy jsou zobrazeny na levé straně obrázku, senzorické na pravé. **Motorické nervy**, které přivádí do svalů impulzy z nervové soustavy, přichází u vůlí ovládaných pohybů z pohybových center ve velkém mozku, u mimovolných pohybů (reflexy, automatické pohyby) z mozkového kmene a míchy. Motorický nerv, který přichází například z motorické buňky v šedé hmotě míchy (na obrázku vlevo nahoře), se ve svalu dělí do mnoha nervových vláken, která svými destičkovými zakončeními přiléhají ke svalovým vláknům. Zde dochází k přeskočení vzduchu vedeného nervem na svalové vlákno. Ve velkých hrubých svalech, jako je například velký hýžděový sval, může jeden motorický neuron ovládat 150 a více svalových vláken (motorický neuron = motorická nervová buňka centrální nervové soustavy s jejími periferními nervovými vlákny). (Viz transparentní atlanty č. 8214 a 8215 „Nervová soustava část I a II“.) U jemných, velice přesných a diferencovaně pracujících svalů, jako jsou například oční svaly, je jedním neuronem řízeno pouze 5 až 6 svalových vláken.

Destičkové zakončení je na obrázku (mezi nervovým vláknem a svalem) zvětšeno. Nervové vlákno prochází sarkolemou svalového vlákna a vytváří pod ní z plazmy obalových buněk (Schwannovy buňky) oválný destičkový útvar bohatý na jádra. V tomto útvaru se nervová vlákna dělí na mnoho velice jemných vláček, která svými knoflíkovými a válcovitými konci přenáší nervový vzruch na svalová vlákna.

Senzibilní svalové nervy jsou zakončeny v citlivých koncových orgánech, **svalových vřetenech**. Ta snímají natažení svalů a slouží jak k nevědomému, reflexy řízenému držení těla, tak i k vědomému ovládnutí svalů. Na pravé straně obrázku je zobrazen podélný řez svalovým vřetenem, pod ním je pak příčný řez. Dvě vřetena jsou nakreslena i u svalů v prostřední části obrázku, jedno v podélném a jedno v příčném řezu. Vřetenovité orgány s délkou 2 – 3 mm leží ve vazivové tkáni svalů, jsou obaleny pouzdrem z vazivové tkáně a obsahují tenká primitivní svalová vlákna s embryonálním charakterem (jsou bohaté na plazmu a obsahují ještě středová jádra). Tato svalová vlákna jsou ovinuta koncovými větvemi citlivých nervových vláken.

„**Svalový smysl**“ je vědecky označován jako „hloubková citlivost“, protože se na ní podílejí i smyslové receptory ve šlachách, vazech, kloubech nebo kůži. Je z našich smyslů ten nejméně známý, protože jeho činnost si většinou vůbec neuvědomujeme, přestože má zásadní význam. Jeho prostřednictvím je centrální nervová soustava kontinuálně a velice přesně informována o stavu napnutí jednotlivých svalů, a tím i o poloze končetin a celého těla. Díky této přesné kontrole pohybového aparátu je nervová soustava schopna přesně řídit pohyby co do směru, rozsahu a intenzity; při trvalém udržování rovnováhy, stání, chůzi, chůzi do schodů, jízdě na kole, při jakékoli manuální činnosti, při hraní na hudební nástroje, atd. Každý artistický kousek je založen na dokonalé souhře nervové soustavy a pohybového aparátu, na těsném spolupůsobení vědomých i nevědomých funkcí. (Zvláště subtilním a ukázkovým svalovým smyslem je situace, kdy střelec zacílí a poté se zavázanýma očima vystřelí a trefí.) Malé děti musí tuto souhru léta nacvičovat, aby byly schopné bezpečně sahat, stát, chodit, jezdit na kole, psát, hrát na klavír, atd. Z anatomického hlediska spočívá velký význam svalového smyslu v tom, že bílou hmotu míchy tvoří více než z poloviny nervová vlákna hloubkové citlivosti a že celý malý mozek slouží výhradně k nevědomé regulaci tonu a pohybů.

Ramenní svaly (antagonistické páry)

Tím, jak se předchůdci člověka začali pohybovat ve vzpřímené poloze, došlo k uvolnění předních končetin, určených původně pro chůzi, pro jiné funkce. Proto se tyto končetiny dále různým způsobem vyvíjely. Naše paže mají ve srovnání s čtyřnohými zvířaty, jako jsou například psi nebo krávy, mnohem větší akční rozsah a umožňují velice různorodé pohyby.

Pažemi jako celkem pohybuje svaly, které jsou uloženy mezi trupem, ramenem a paží, z nichž jsme již velkou část poznali (obrázky 25 a až 26 a). Pro pohyb paže je důležitý pohyb lopatky, protože na té je umístěn ramenní kloub. Pokud je například lopatka v klidové poloze, je možné zdvihnout paži pouze do vodorovné polohy; podmínkou dalšího pohybu je pohyb kloubu, tedy i lopatky. Náš obrázek 26b ukazuje nejdůležitější svaly působící na rameno. Ty představují krásný příklad jak souhry jednotlivých svalů, tak i jejich antagonistických účinků. Velice zřetelně je antagonistický pár představen na příkladu pravého ramene: **deltový sval**, jehož prostřednictvím je možné paži m. j. zdvíhat a pohybovat jí dopředu; jedním z jeho antagonistů je zobrazený velký oblý sval (*M. teres major*), probíhající od lopatky k paži. Ten přitahuje paži v dorzálním směru. Všechny svaly zobrazené na levé straně probíhají od trupu k lopatce, jejich souhrou jsou realizovány jednotlivé její pohyby. Poloha lopatky je tedy výsledkem napnutí mnoha s ní spojených svalů. Z **trapézového svalu** je na obrázku zakreslena pouze horní a dolní část. Střední část je odstraněna, aby byly viditelné pod ní ležící svaly, zdvihač lopatky a rombický sval. Horní část trapézového svalu přicházející od krční páteře je ve výšce ramene spojena s lopatkou, při její kontrakci tedy dochází k otáčení ramenního kloubu nahoru. Jejím protihráčem je vpředu uložený – a proto na našem obrázku nezobrazený – **malý prsní sval**, který prochází od horních žeber k zobcovitému výčnělku lopatky a který otáčí ramenním kloubem dolů (viz obrázek 25 a). – Další pár antagonistů na lopatce tvoří rombický sval a boční pilovitý sval (obrázek 25 a). Rombický sval (obrázek 26 a) pohybuje dolním koncem lopatky dozadu, **pilovitý sval** (obrázek 25 a) dopředu. – Třetí pár protihráčů na lopatce tvoří dolní část trapézového svalu a zdvihač lopatky. Dolní část **trapézového svalu** je upnutá k vnitřní části hřebenu lopatky, **zdvihač lopatky**, přicházející od příčných výčnělků krčních obratlů (a probíhající pod horní částí trapézového svalu) je naopak upnutý k vnitřnímu hornímu rohu lopatky. – Nahoru tedy otáčí ramenní kloub horní a dolní trapézový sval a boční pilovitý sval, dolů pak malý prsní sval, rombický sval a zdvihač lopatky. Kromě této hlavní funkce má každý z uvedených svalů i funkce vedlejší: pohybuje lopatkou ve směru ven nebo dovnitř, nahoru (například při krčení rameny) a dolů, přitlačují ji k hrudnímu koši, atd.

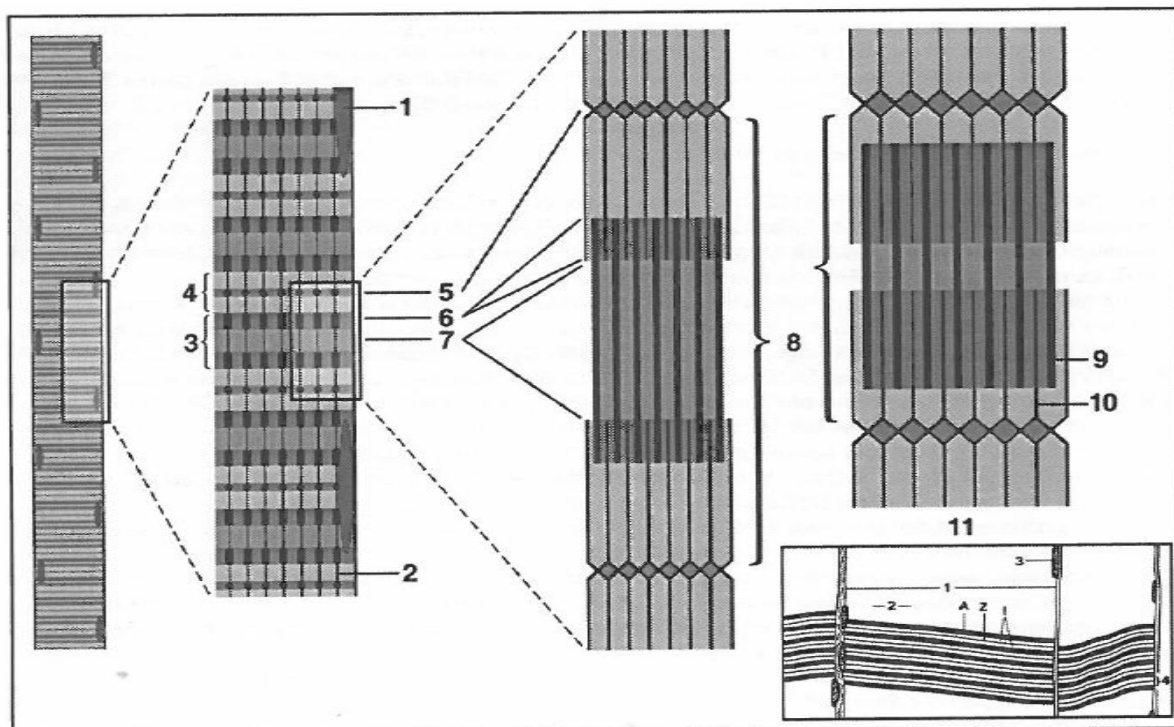
Svaly pro zdvíhání paže. Horní část (1) a dolní část (2) trapézového svalu otáčí společně s pilovitým svalem (3) lopatkou (a tedy i ramenním kloubem) nahoru. Deltový sval (4) otáčí paži v ramenním kloubu nahoru.

Svaly pro spouštění paže. Při silovém pohybu/stlačování paže dolů (šplhání, opora vleže) zabraňuje zdvihač lopatky (1) a rombický sval (2) pohybu lopatky nahoru, zatímco široký zádový sval (3) spolu s velkým prsním svalem na přední straně přitahují paži dolů.

Celkový přehled kosterního svalstva lidského těla, přední a zadní strana

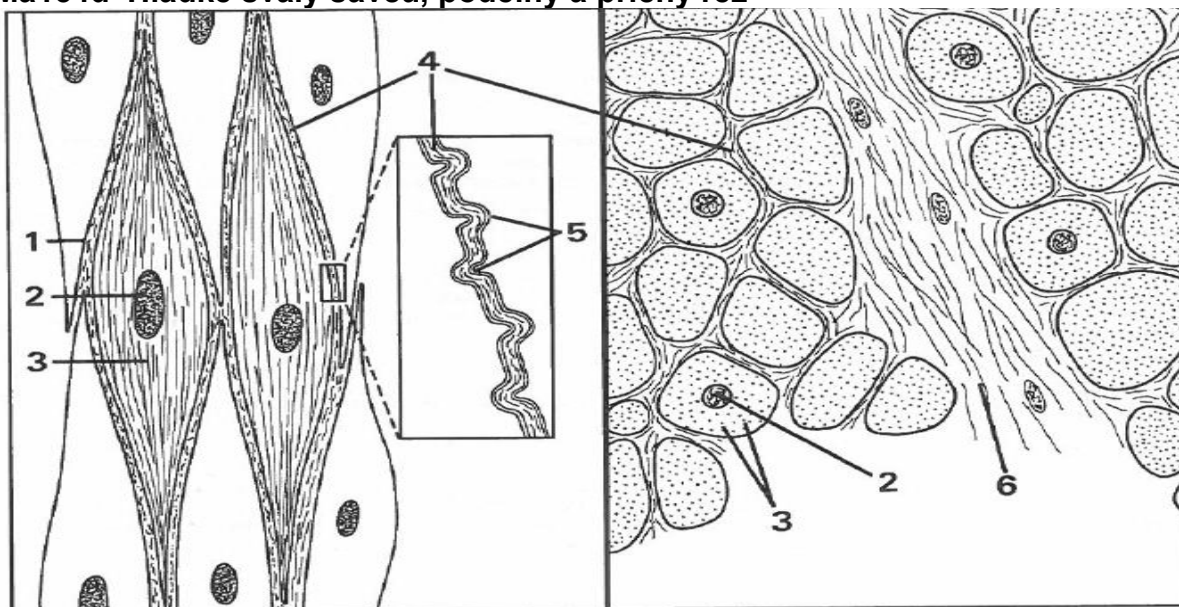
Svaly a jejich šlachy obepínají kostru a určují společně s ní převážnou část tělesné konstituce. Podíl svalstva na hmotnosti těla činí zhruba 40%. Svalstvo tvoří více než 600 jednotlivých svalů, z nichž většina je spojena s kostmi, kterými pohybuje. Proto jsou svaly jako celek označovány jako **kosterní svalstvo**. Již na první pohled je patrná silná muskulatura na končetinách a velké svaly

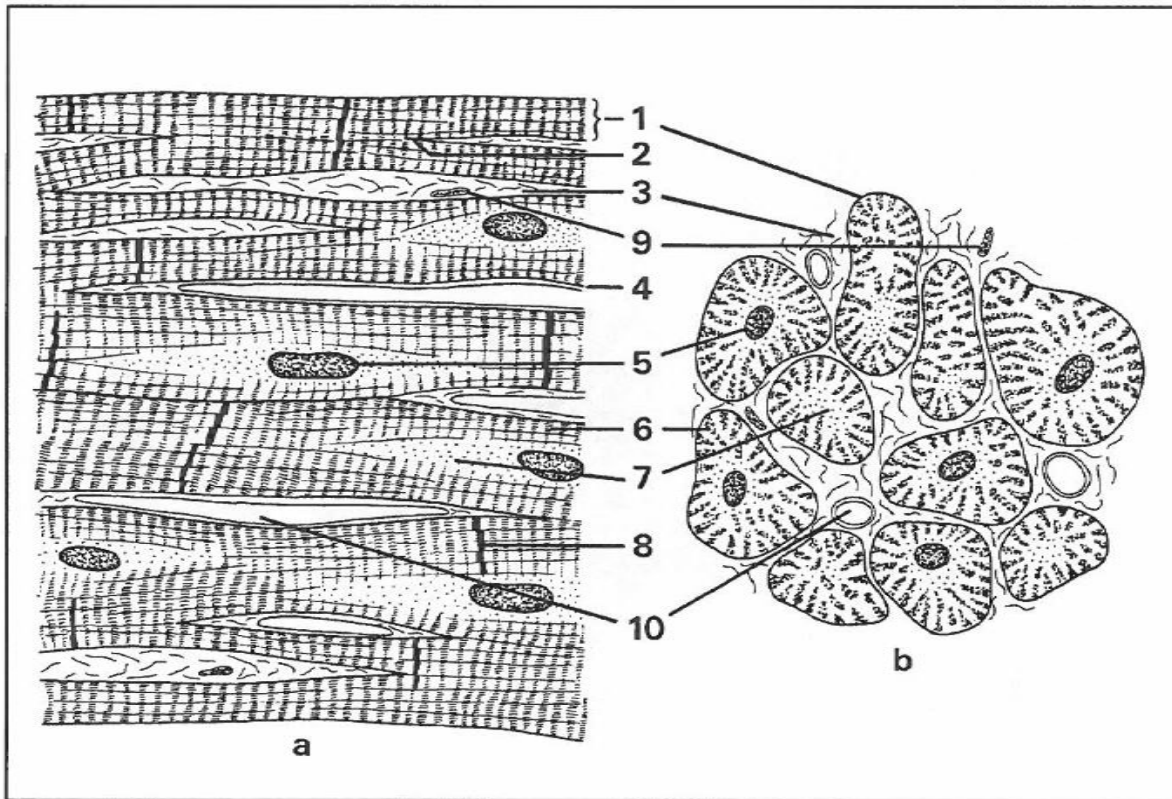
na prsou, zádech a hýždích, sloužící rovněž pro pohyb končetin. Patrné jsou i šlachy, které přenášejí tah ze svalů na příslušné kosti. Ale i zbytek těla je kompletně pokryt svaly; výjimkou je pouze část lebky.



Ma151d Příčně pruhované svalstvo savce, podélný řez

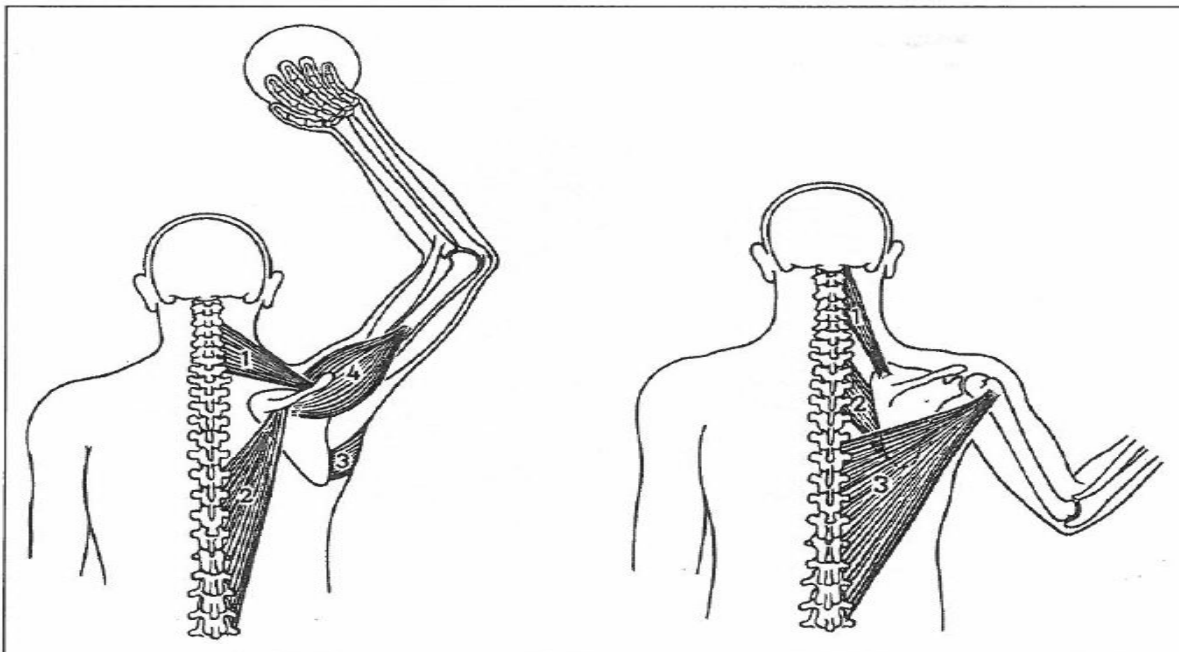
Ma154d Hladké svaly savců, podélný a příčný řez

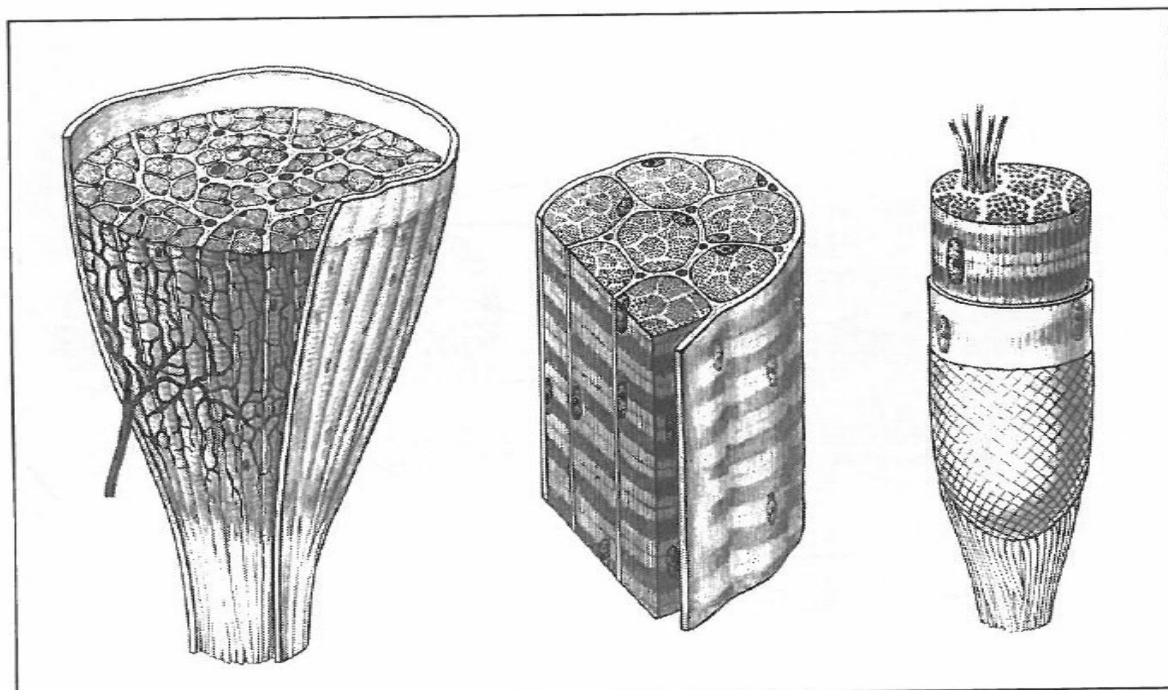




Ma156d Srdeční sval savce, příčný a podélný řez

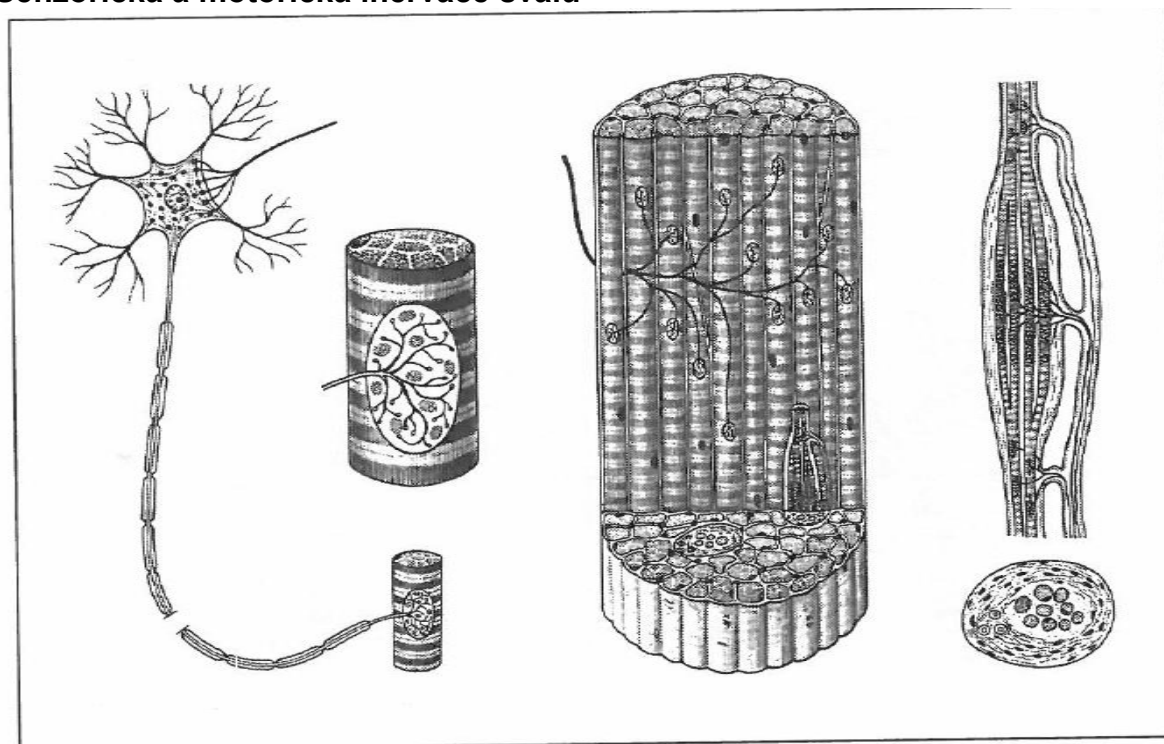
Ramenní svaly (antagonistické páry)

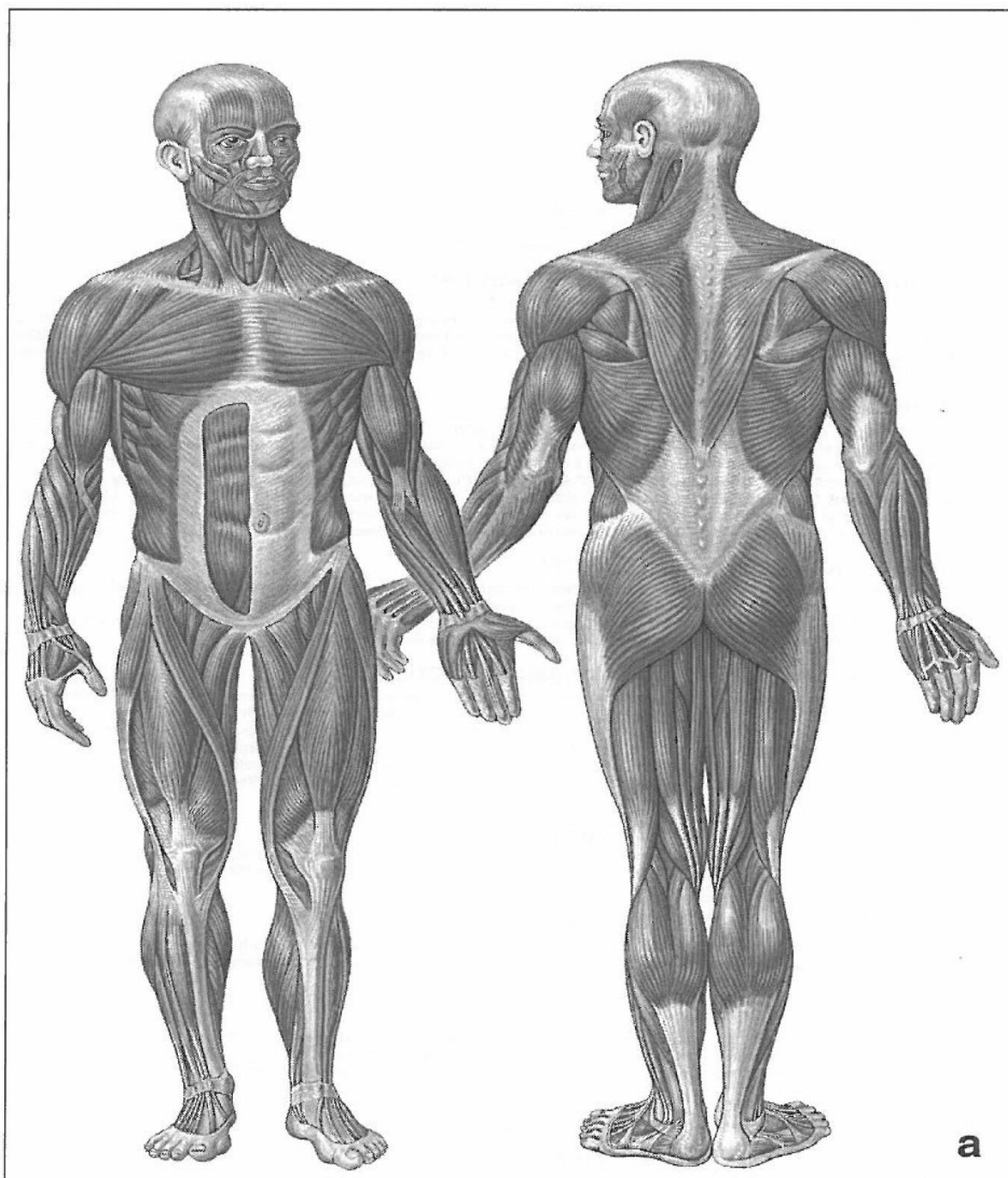




Stavba svalu ve třech stupních zvětšení, schéma

Senzorická a motorická inervace svalů





Celkový přehled kosterního svalstva lidského těla, přední a zadní strana