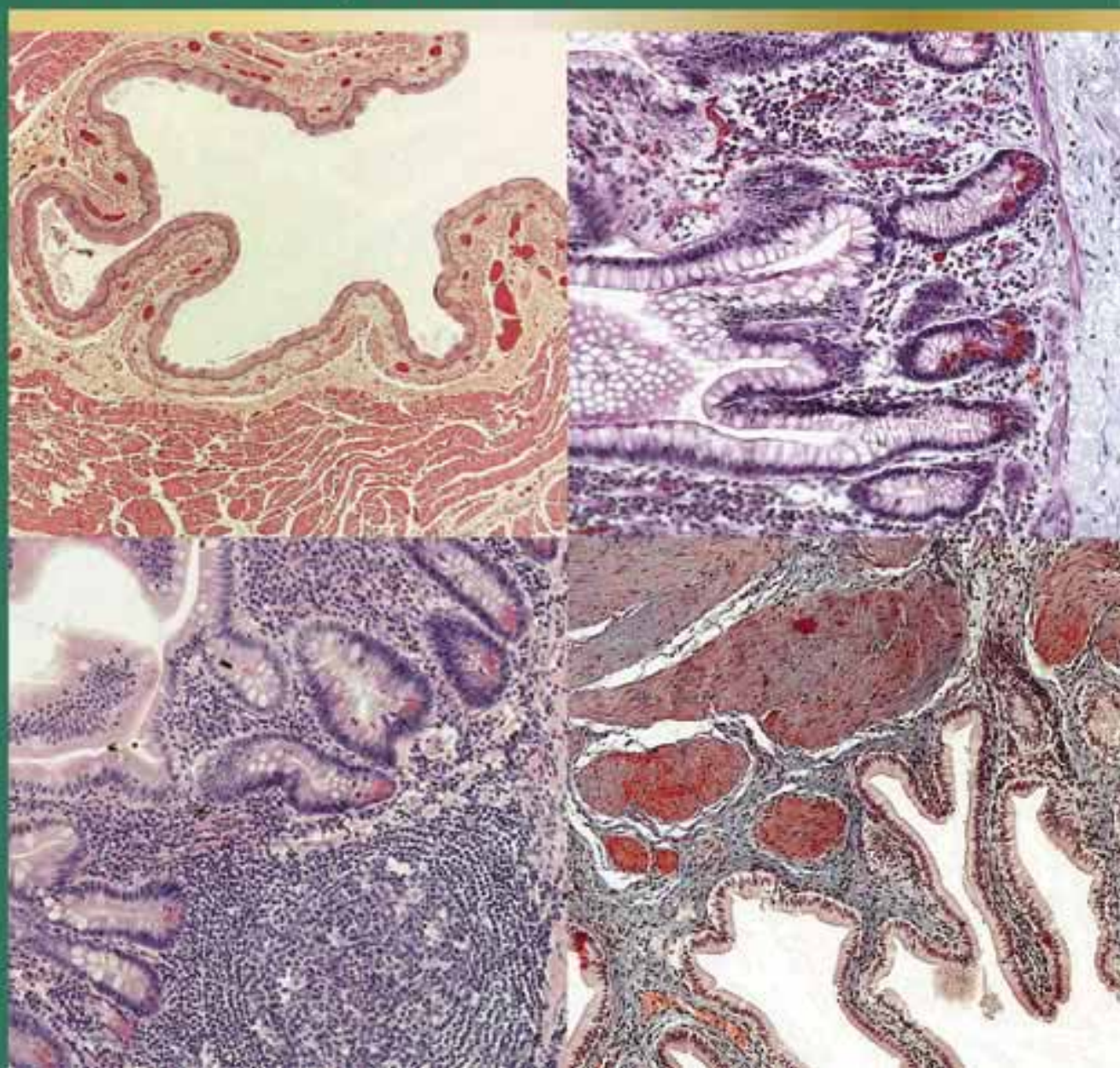


Histologický ATLAS

Jindřich Martínek, Zdeněk Vacek



Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.



Copyright © Grada Publishing, a.s.



Copyright © Grada Publishing, a.s.

HISTOLOGICKÝ ATLAS

Autoři:

Prof. MUDr. Jindřich Martínek, DrSc., Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Ústav pro histologii a embryologii

Prof. MUDr. Zdeněk Vacek, DrSc., Vysoká škola zdravotnická v Praze

Recenzenti:

Prof. MUDr. Svatopluk Čech, DrSc.

Prof. MUDr. Jaroslav Mokrý, Ph.D.

Vydání publikace bylo podpořeno prostředky z Výzkumného záměru MŠMT ČR – MSM0021620807 – Metabolické, endokrinní a genetické aspekty prevence, diagnostiky a terapie kardiovaskulárních, cerebrovaskulárních a renovaskulárních onemocnění.

© Grada Publishing, a.s., 2009

Všechny použité snímky histologických preparátů pocházejí z osobních sbírek autorů.

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2009

Obrázky na obálce: z osobních sbírek autorů

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 3482. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. Olga Kopalová

Sazba a zlom Antonín Plicka

Počet stran 136

1. vydání, Praha 2009

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

Husova ulice 1881, Havlíčkův Brod

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění ale nevyplývají pro autory ani pro nakladatelství žádné právní důsledky.

Všechna práva vyhrazena. Tato kniha ani její část nesmějí být žádným způsobem reprodukovány, ukládány či rozšiřovány bez písemného souhlasu nakladatelství.

ISBN 978-80-247-2393-8 (tištěná verze)

ISBN 978-80-247-7007-9 (elektronická verze ve formátu PDF)

© Grada Publishing, a.s. 2011

Obsah

Předmluva	7	Příklopka hrtanová	58
Zkratky	9	Hrtan	58
1 Srdce a cévy	11	Průdušnice	58
Srdce	11	Průdušky	58
Krevní cévy	11	Plíce	58
2 Imunitní systém	19	6 Močové ústrojí	67
Kostní dřevina	19	Ledvina	67
Brzlík	19	Vývodné cesty močové	67
Slezina	20	7 Mužské pohlavní ústrojí	77
Lymfatické uzliny	20	Varle	77
3 Žlázy s vnitřní sekrecí	29	Nadvarle	78
Hypofýza	29	Provazec semenný	78
Epifýza	30	Semenné vajíčky	78
Štítná žláza	30	Předstojná žláza	78
Příštítná tělíska	30	8 Ženské pohlavní ústrojí	85
Nadledvina	30	Vaječník	85
Langerhansovy ostrůvky	31	Vejcovod	86
4 Soustava trávicí	39	Děloha	86
Ústní dutina	39	Pochva	87
Jazyk	39	Zevní pohlavní orgány ženy	87
Příušní žláza	39	9 Nervový systém	97
Podjazyková žláza	39	Nervová tkáň	97
Podčelistní žláza	39	Centrální nervový systém (CNS)	98
Patrová mandle	39	Koncový mozek	98
Zub	40	Mozeček	99
Trávicí trubice	40	Hřbetní mícha	99
Jícen	40	Periferní nervový systém (PNS)	99
Žaludek	40	10 Smyslové orgány	111
Tenké střevo	41	Orgán zraku – oko	111
Tlusté střevo	41	Oční koule	111
Anus	41	Přídavné orgány oční	112
Připojené orgány v břišní oblasti	41	Orgán sluchu a rovnováhy	113
Játra	41	11 Kůže a přídavné orgány kožní	123
Žlučový měchýř	42	Kůže	123
Slinivka břišní	42	Přídavné orgány kožní	124
5 Soustava dýchací	57	Rejstřík	131
Dutina nosní	57		
Hltan	57		

Předmluva

Histologický atlas přináší 158 digitálních barevných mikrofotografií histologických řezů orgány lidského těla. Umožňuje čtenáři seznámit se teoreticky i prakticky s jejich normální mikroskopickou strukturou. Atlas je v tomto rozsahu a koncepci uváděn poprvé do české odborné literatury. Mikroskopický atlas je nepostradatelnou součástí výuky morfologie, zejména v její praktické aplikaci u mikroskopu, ale i v teoretické výuce umožní snazší pochopení složitostí mikroskopické struktury a jejích vazeb na teoretické pojmy a kategorie. Proto je popis mikroskopické struktury rozšířen v úvodu ke každému orgánovému systému i orgánu o výklad základních po-

znatků. Atlas může tedy současně sloužit jako základní učebnice histologie pro teoretickou výuku i jako text pro praktická cvičení u mikroskopu s rozbohem histologických preparátů. Znalost mikroskopické struktury orgánů a tkání je základním předpokladem pro poznání jejich funkce a pro rozeznání projevů chorobných změn v patologii a pro cytologickou diagnostiku. Atlas je obsahově orientován na studenty bakalářského a magisterského programu lékařských fakult, jakož i bakalářského studia vysokých škol zdravotnických, a dále je určen i lékařům a ostatním pracovníkům zejména v oborech morfologické diagnostiky.

V Praze

Prof. MUDr. Jindřich Martínek, DrSc.
Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta
Ústav pro histologii a embryologii

Prof. MUDr. Zdeněk Vacek, DrSc.
Vysoká škola zdravotnická v Praze

Příprava a realizace projektu HISTOLOGICKÝ ATLAS byla technicky provedena s pomocí mikroskopu Leica DMLB s digitální kamerou Leica DC 300 a finančně podpořena prostředky z Výzkumného záměru MSM 0021620807 Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Zkratky

ACTH	adrenokortikotropní hormon
APC	antigen prezentující buňky (Antigen Presenting Cells)
AZAN	přehledná barvicí metoda (azokarmín, anilinová modř a oranž G)
CNS	centrální nervový systém
DNES	diseminovaný (difuzní) neuroendokrinní systém
FSH	folikulostimulační hormon
H.E.	přehledná barvicí metoda (hematoxylin, eosin)
HEV	vény s vysokým endotelem (high endothelial veins)
ICSH	intersticiální buňky stimulující hormon
LH	luteinizační hormon
MALT	Mucosa-Associated Lymphoid Tissue
PALS	Periarterial Lymphoid Sheat
PAS	metoda průkazu polysacharidů (Periodic acid, Schiff reagent)
POF	primární ovariální selhání (primary ovarian failure)
STH	somatotropní hormon
TDLU	terminální duktální lobulární jednotka (terminal ductal lobular unit)
THS	thyreostimulační hormon

1 Srdce a cévy

Srdce

Stěna srdce se skládá z endokardu, myokardu a epikardu. Srdce je uloženo v perikardové dutině, jejímž zevním listem je perikard. Srdeční skelet, který zcela odděluje myokard síní od myokardu komor a tvoří i kostru chlopnových plotének, je složen z velmi hustého fibrózního vaziva.

Endokard vystýlá srdeční dutiny a pokrývá všechny další útvary uvnitř srdečních dutin, papilární svaly a jejich šlašinky i srdeční chlopně. Skládá se z endotelu a vrstvy řídkého kolagenního vaziva (obr. 1.1). V subendotelovém vazivu probíhají nervy a vlákna převodního systému srdečního.

Myokard tvoří nejširší část srdeční stěny. Je vrstvou příčně pruhovaného svalu, uspořádaného v anastomozující trámce, které jsou složeny z buněk srdečního svalu – kardiomyocytů (obr. 1.2). **Kardiomyocyty** jsou cylindrické buňky s šikmými výběžky. Jejich jádro je uloženo zpravidla uprostřed a až 25 % jich může být dvoujaderných. Buňky jsou mezi sebou propojeny specializovanými mezibuněčnými kontakty, které se označují jako **interkalární disky**. Jeví se ve světelném mikroskopu jako příčné probíhající schodovité tmavší linie (obr. 1.3). Prostory v trojrozměrné síti svalových trámců vyplňuje řídké vazivo, v němž probíhají krevní kapiláry koronárního oběhu opíráající trámce buněk srdečního svalu (obr. 1.5).

Excitomotorický aparát srdeční a převodní systém zahrnuje dva uzlíky (*nodus sinuatrialis*, *nodus atrioventricularis*), Hisův svazek a jeho dvě raménka a terminální Purkyňova vlákna. Uzlíky mají tenké vazivové pouzdro, skládají se z menších kardiomyocytů, než je myokard pracovní, a gangliových buněk autonomního nervového systému. Specifickou vlastností obou uzlíků je schopnost generovat automaticky impulsy, a to tak, že sinuatriální vysílá frekvenci kolem 70 impulsů/min, atrioventrikulární do 40 impulsů/min. Purkyňova vlákna jsou specializované kardiomyocyty převodního systému. Jsou dvakrát až třikrát větší než pracovní kardiomyocyty, ale myofibril obsahují méně a jsou soustředěny spíše na periferii buňky. Světlá, nebarvící se centrální cytoplazma je bohatá na glykogenová granula a také mitochondrie jsou četnější. Purkyňova vlákna tvoří i Hisův svazek a obě jeho raménka, ale jejich kardiomyocyty jsou menší.

Dalšími specializovanými buňkami myokardu, a to především síňového, jsou sekreční buňky s endokrinní funkcí, které tvoří a vylučují peptidová granula známá jako natriuretický faktor nebo kardioidilatin.

Epikard je složen z vrstvy kolagenního vaziva, prostoupeného v rýhách a žlábcích lalůčky tukového vaziva. Na rozdíl od subendotelového vaziva endokardu v něm nalézáme zvláště v komorové oblasti větvení větších arterií koronárního oběhu. Povrch epikardu pokrývá jednovrstevný plochý mezotel (obr. 1.4).

Perikard má obdobnou stavbu jako epikard, na vnitřní straně je pokryt rovněž jednovrstevným plochým mezotelem. Pod výstelkou je vrstva kolagenního vaziva, na rozdíl od epikardu hustšího a bohatšího na kolagenní vlákna.

Krevní cévy

Stěna cév je složena ze tří vrstev: vnitřní (*tunica interna – intima*), střední (*tunica media – media*) a zevní (*tunica externa – adventitia*). Cévy jsou vystlány jednou vrstvou plochých endotelových buněk polygonálního tvaru, které jsou protáhlé ve směru osy cévy a nasedají na bazální membránu. Na stavbě *tunica media* se podílí kolagenní vazivo, buňky hladkého svalu, elastická vlákna a elastické membrány. Vzájemný poměr jednotlivých složek závisí na typu cévy. Na stavbě *tunica externa* se podílí hlavně kolagenní vazivo. Na rozhraní *tunica externa* a *tunica media* větších cév probíhají *arteriae nutriciae*, vyživující cévní stěnu (*vasa vasorum*). Na rozhraní *tunica interna* a *tunica media* a na rozhraní mezi *tunica media* a *tunica externa* mohou být elastické lamely nebo fenestrované membrány (*membrana elastica interna et externa*), což platí pro arterie svalového typu. Cévy rozdělujeme na krevní a lymfatické, cévy krevní pak na tepny (*arteriae*), které vedou krev od srdce, a proto se na ně přenáší tepová vlna, dále pak na žíly (*venae*) a vlásečnice – kapiláry.

Arterie se vyznačují značnými regionálními rozdíly ve stavbě stěny. Obecně se rozlišují dva základní typy arterií:

1. arterie elastického typu
2. arterie svalového typu

K **arteriím elastického typu** patří největší arterie – srdečnice (*aorta*) a začátky jejích hlavních větví a plicnice (*truncus pulmonalis*) a její větve. Nejsilnější vrstvou stěny je *tunica media*, složená z fenestrováných elastických membrán, u arterií menšího kalibru pak přinejmenším z podélně uspořádaných elastických vláken seskupených v lamely. Mezi membránami a skrze otvory v nich probíhají retikulární a kolagenní vlákna a hlavně buňky hladkého svalu s cirkulární orientací. Elastických membrán bývá 20 až 50, a proto se *membrana elastica interna* a *externa* nerozlišují (obr. 1.6). Při výstupu aorty i *truncus pulmonalis* ze srdce se na stavbě medie významně podílejí i kardiomyocyty.

Arterie svalového typu zahrnují většinu arterií. Výstelku tvoří endotel nasedající na bazální membránu. Subendotelová vrstva se skládá z řídkého kolagenního vaziva, v němž jsou zastoupeny myofibroblasty. *Tunica media* je složena z cirkulárně uspořádané, téměř kompaktní vrstvy hladkého svalstva (obr. 1.7 a 1.8). V něm dominují retikulární a elastická vlákna, na jejichž syntéze se významně podílejí buňky hladké svaloviny. Na rozhraní intimy a medie je výrazně zvlněná fenestrovaná elastická membrána (*membrana elastica interna*). Mezi *tunica media* a *tunica externa* je zevní elastická membrána (*membrana elastica externa*). Ta většinou nemá ráz kompaktní membrány a skládá se z hustě nahromaděných, podélně probíhajících elastických lamel a vláken (obr. 1.9). Arterie malého kalibru se označují jako arterioly a i pro ně platí přítomnost *membrana elastica interna* a nejméně jedna kompletní vrstva buněk hladkého svalu v medii.

Vény rozdělujeme podle stavby stěny a úrovně umístění v organismu ve vztahu k úrovni srdce:

1. vény běžného typu
2. vény svalového typu

V porovnání se stavbou arterií je u vén nejsilnější vrstvou adventicie a specifickým rysem je přítomnost chlopní jako duplikatur intimy v lumen.

Vény běžného typu mají adventicii složenou z kolagenního vaziva, které přechází plynule do vaziva okolního, nejčastěji v příslušném nervově-cévním svazku. Jejich medie je tenká, a pokud obsahuje hladké svalstvo,

např. pravidelně na úrovni výskytu chlopní, jde o cirkulárně probíhající snopce, a nikoliv kompaktní vrstvu (obr. 1.8).

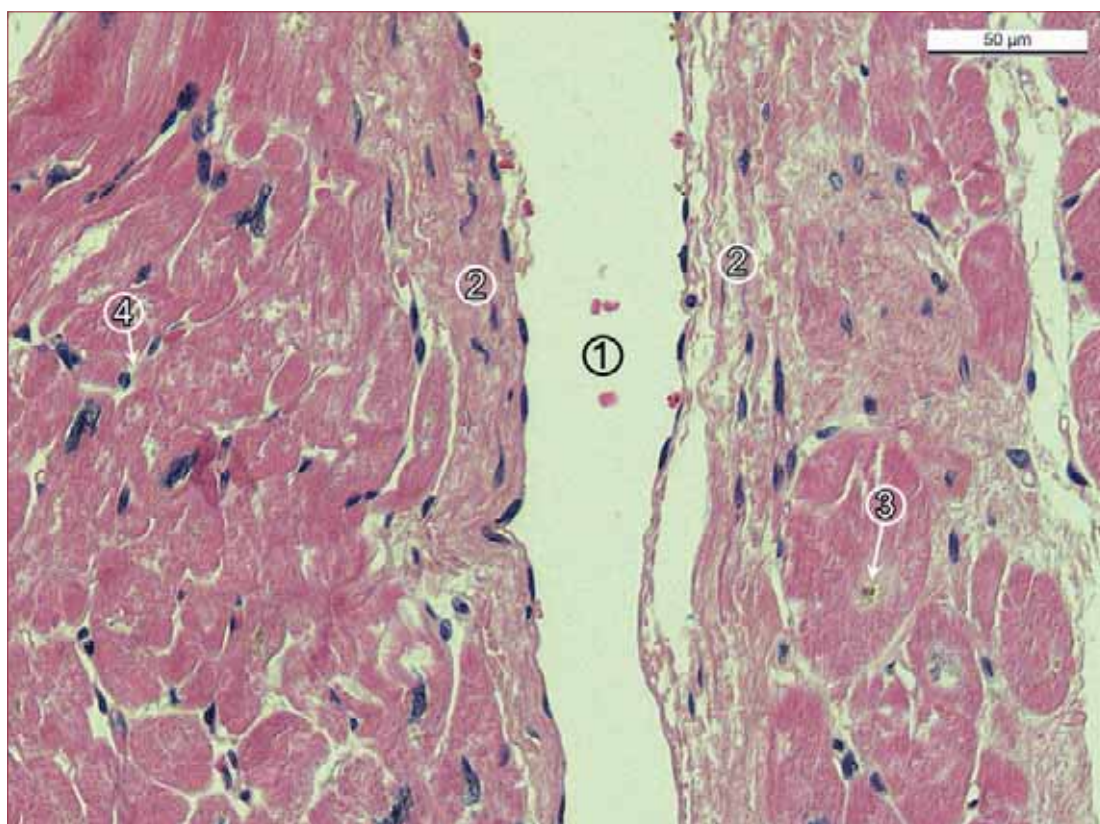
Vény svalového typu mají jako základní diagnostický znak zastoupení longitudinálně probíhajících snopců hladkého svalstva v adventicii (obr. 1.10). Protože krevní tlak ve vénách v dolní polovině těla nestačí překonávat hydrostatický tlak sloupce krve, dokáže kontrakce longitudinální svaloviny ve sloupci mezi dvěma systémy chlopní významně přispět k posunu krve směrem k srdci. Speciální uzavírací mechanismus můžeme pozorovat u vén v lakunách *corpus cavernosum penis*, kde subintimální polštářek hladké svaloviny dovoluje náplň krve těchto prostorů a tak vyvolá erekci (obr. 6.15).

Zvláštní úlohu mají vény s vysokým endotelem („high endothelial veins“ – HEV), protože v nich se díky receptorové výbavě endotelové výstelky uskutečňuje prostup především T-lymfocytů při recirkulaci mezi thymem a periferními (thymodependentními) orgány.

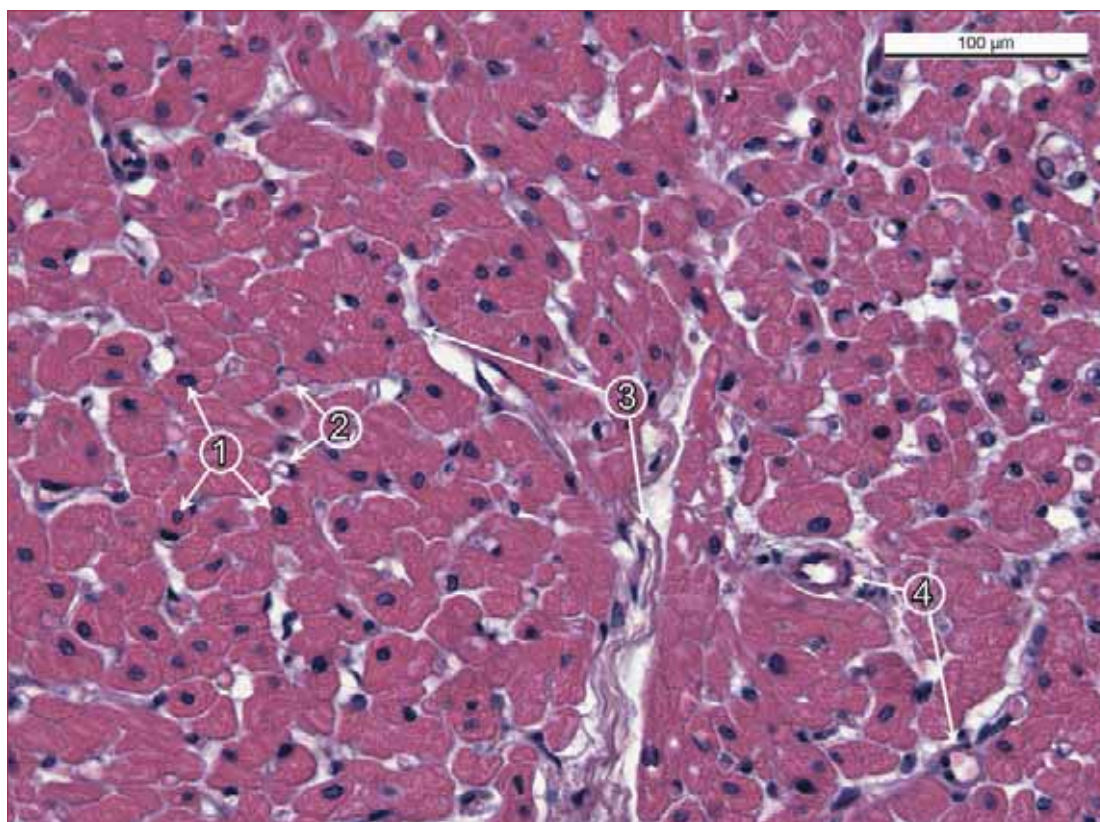
Kapiláry představují obvykle propojení mezi arteriemi a vénami. Výjimku představuje tzv. *rete mirabile*, což je kapilární řečiště vložené mezi cévy téhož typu. Příkladem tak může být *rete mirabile arteriosum* (*glomerulum*) v ledviněm tělísku nebo *rete mirabile venosum* jako kapilární řečiště v adenohipofýze či v játrech (druhé kapilární řečiště portálního oběhu). Kapiláry lze rozdělit na:

1. typické, somatické s kontinuální výstelkou (o průměru 5–15 μm)
2. atypické, viscerální s výstelkou diskontinuální (s fenestracemi a póry), jejichž průměr se pohybuje mezi 15–200 μm

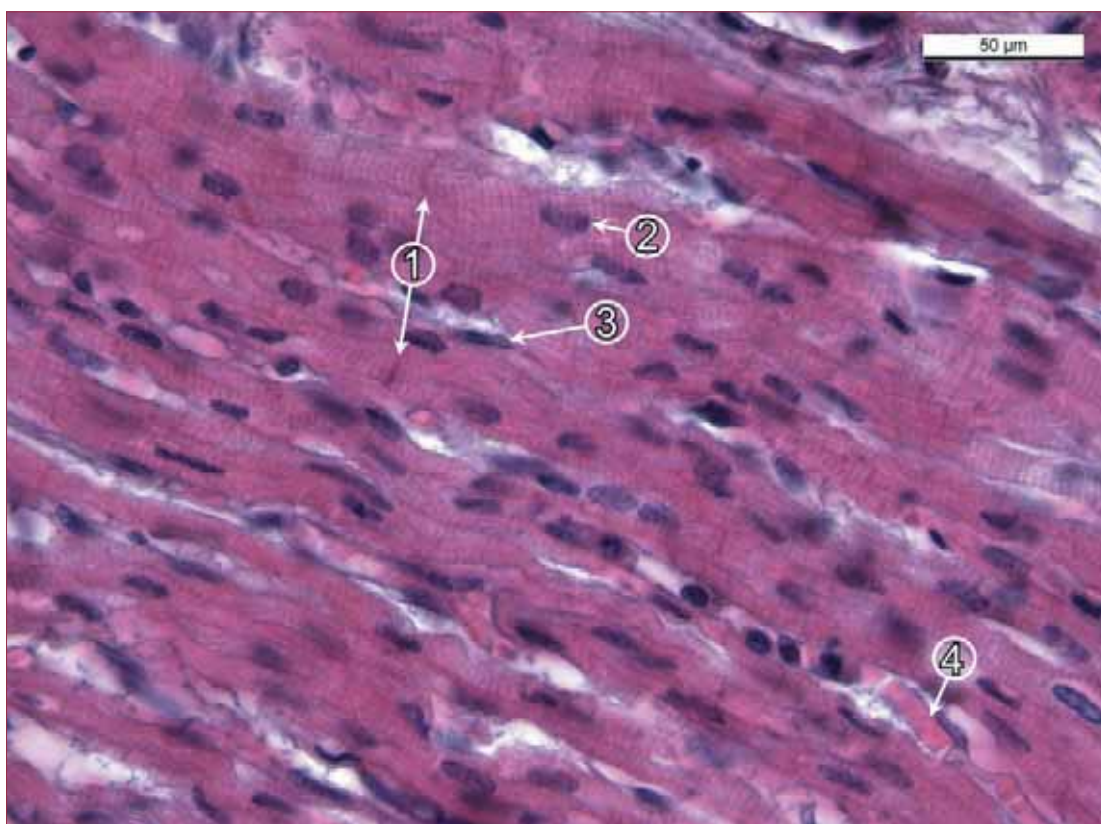
Mezi atypické kapiláry řadíme kapiláry embryonální (případně kapiláry v časně fázi postnatální angiogeneze) a kapiláry sinusoidní jako charakteristickou součást výbavy endokrinních žláz. Jako *porus* označujeme okrouhlé políčko v cytoplazmatickém listu endotelové buňky (do průměru 0,2 μm) překlenuté obvykle tzv. *diafragmou*, *fenestrace* jsou většinou rozměrnější a představují místa, kde k sobě sousední endotelové buňky nepřiléhají a je tak mezi nimi odhalená bazální membrána, případně otevřený přístup do subendotelového prostoru.



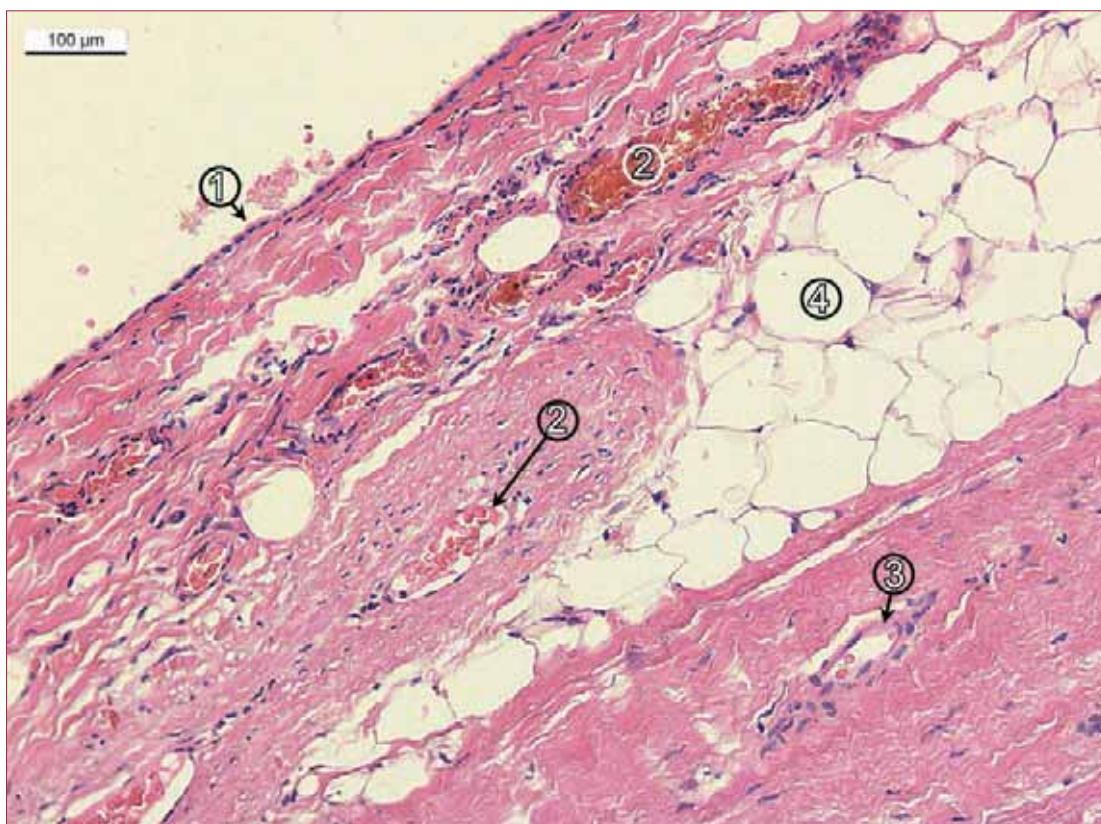
Obr. 1.1 Průřez srdcem (H.E.). 1 – lumen levé komory; 2 – endokard pokrytý endotelovou výstelkou; 3 – granula lipofuscinu v kardiomyocytu; 4 – fibroblast v intersticiálním vazivu.



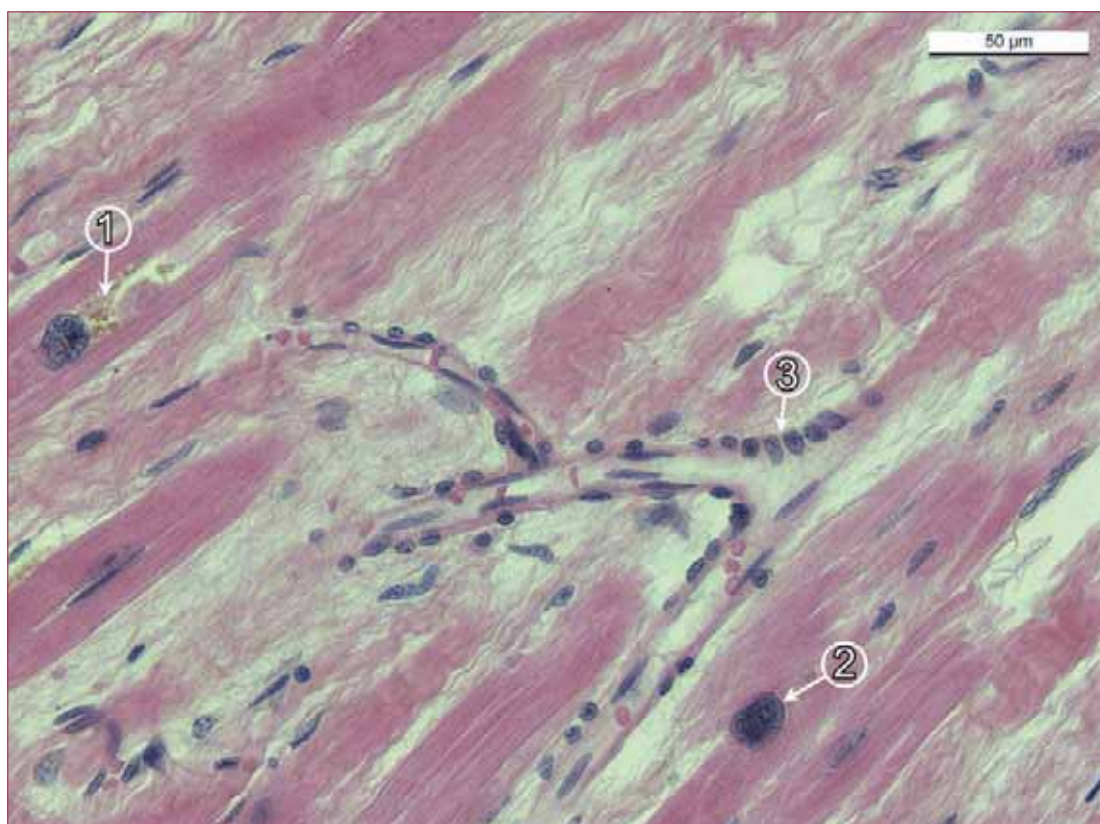
Obr. 1.2 Komorový myokard na příčném řezu (H.E.). 1 – centrálně uložená jádra kardiomyocytů; 2 – krevní kapiláry; 3 – intersticiální vazivo; 4 – arterioly.



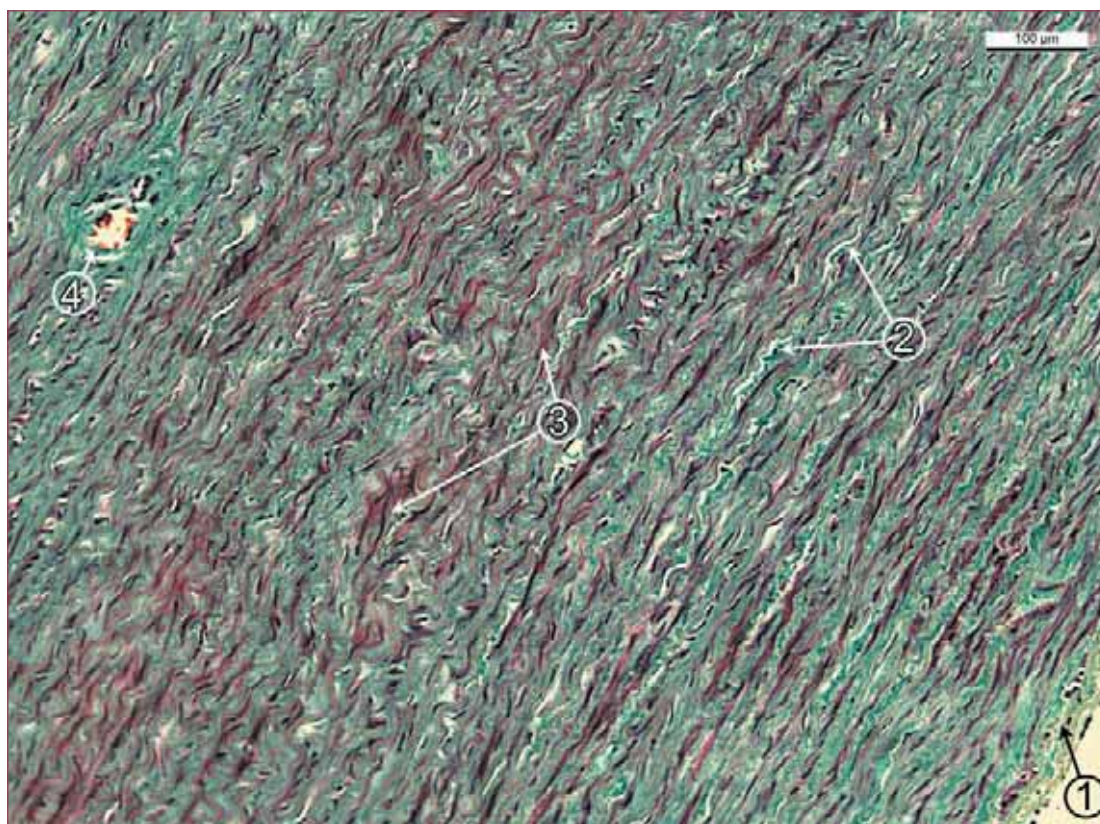
Obr. 1.3 Komorový myokard na podélném řezu (H.E.). 1 – interkalární disky; 2 – jádro kardiomyocytu; 3 – jádro fibroblastu v intersticiu; 4 – kapilára cévního zásobení.



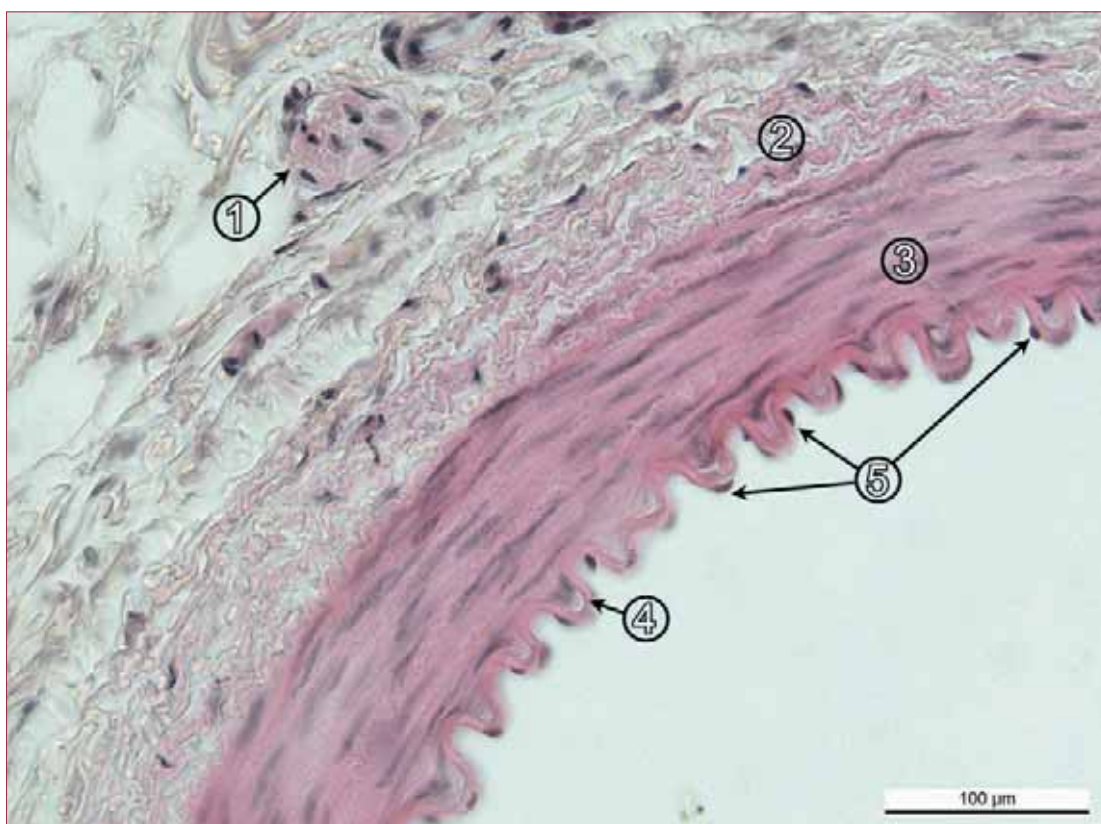
Obr. 1.4 Řez epikardem pravé síně (H.E.). 1 – mezotel; 2 – vény; 3 – arteriola; 4 – adipocyty.



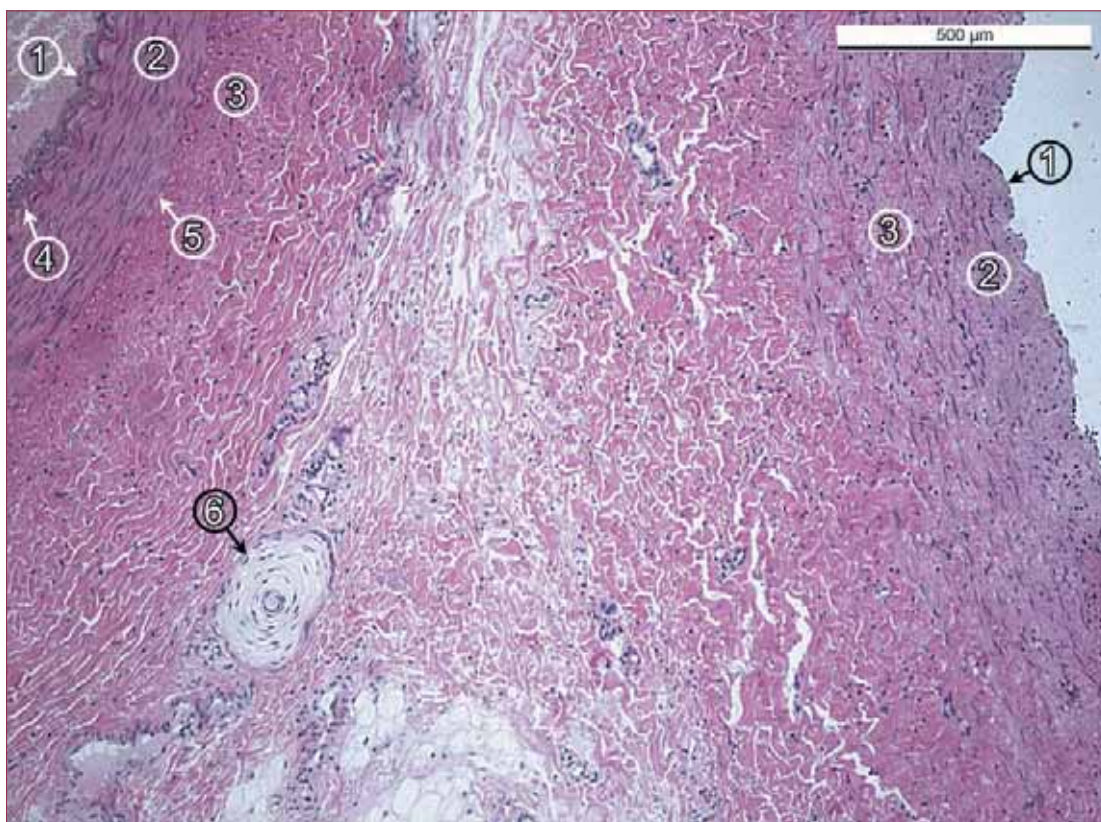
Obr. 1.5 Komorový myokard – terminální větvení cévního zásobení v kapiláry (H.E.). 1 – lipofuscin v sarkoplasmě kardiomyocytu; 2 – jádro kardiomyocytu; 3 – prekapilární arteriola.



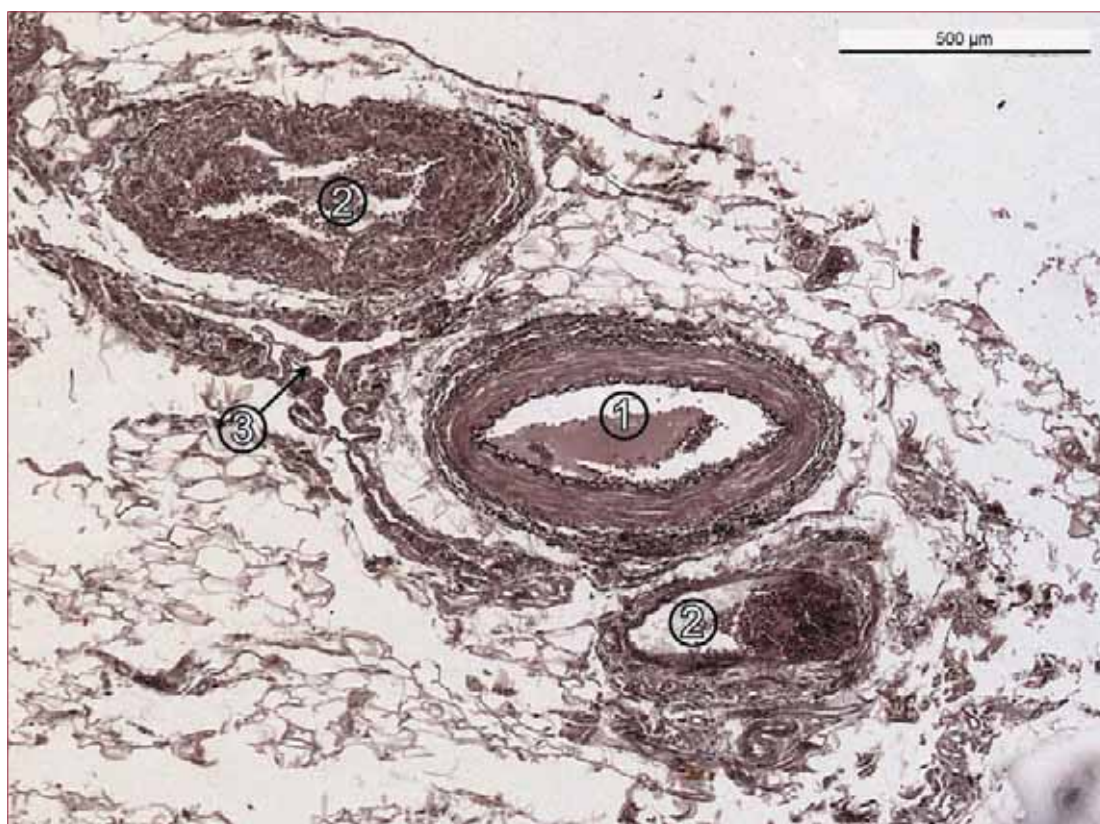
Obr. 1.6 Příčný řez aortou (Massonův zelený trichrom). 1 – intima pokrytá endotelem; 2 – fenestrované elastické membrány v medii; 3 – cirkulárně orientované buňky hladkého svalů; 4 – venula systému vasa vasorum na hranici s adventícií.



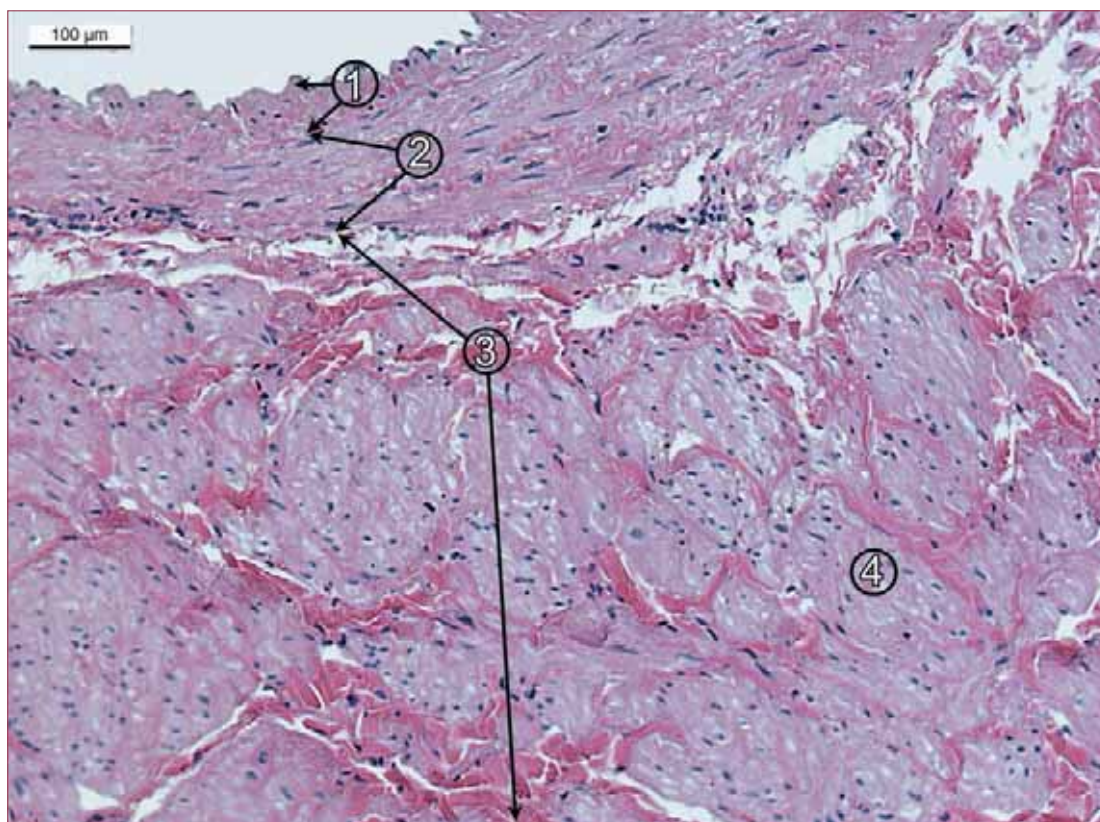
Obr. 1.7 Arterie svalového typu (H.E.). 1 – nerv; 2 – tunica adventitia; 3 – tunica media; 4 – membrana elastica interna; 5 – jádra endotelových buněk.



Obr. 1.8 Cévní svazek – vlevo arterie, vpravo vena (H.E.). 1 – tunica interna – intima; 2 – tunica media – u arterie kompaktní cirkulární hladké svalstvo; 3 – tunica adventitia – řídké kolagenní vazivo; 4 – membrana elastica interna; 5 – membrana elastica externa; 6 – Vater-Paciniho tělíčko.



Obr. 1.9 Příčný průřez cévami (přukaz elastiky orceinem). 1 – arterie; 2 – vény; 3 – lymfatická céva.



Obr. 1.10 Věna svalového typu (H.E.). 1 – tunica interna – intima; 2 – tunica media – cirkulárně probíhající snopce hladkého svalu; 3 – tunica adventitia; 4 – podélně probíhající snopce hladkého svalu na příčném řezu.

2 Imunitní systém

Imunitní systém zahrnuje kostní dřeň, brzlík, slezinu, lymfatické uzliny a jeho součástí je i lymfocytová infiltrace a uzlíky (folikuly) sliznic (MALT – Mucosa-Associated Lymphoid Tissue) a tonzily.

Kostní dřeň

Kostní dřeň (*medulla ossium*) vyplňuje dutiny uvnitř kostí. Tradičně se rozeznává „červená“ a „žlutá“ kostní dřeň podle vzhledu podmíněného různým zastoupením elementů krvetvorby, retikulárních fibroblastů a diferencovaných unilokulárních adipocytů.

Základ kostní dřeně tvoří retikulární vazivo. Skládá se z retikulárních fibroblastů s výběžky (buňky retikulárního vaziva) a z retikulárních vláken. Výběžky fibroblastů a retikulární vlákna tvoří trojrozměrnou síť, v níž jsou uloženy skupiny vyvíjejících se erytrocytů, vývojová stadia leukocytů i trombocytů. Fibroblasty lze rozeznat podle světlejšího oválného jádra s jemně zrnitou chromatinovou strukturou a zřetelnými nukleoly. Cytoplazma některých fibroblastů retikula je vyplněna početnými lipidovými inkluzemi, takže připomíná cytoplazmu funkčně odlišných tukových buněk (multilokulární adipocyty). Jejich počet závisí na intenzitě krvetvorby. Z dalších buněk lze v kostní dřeni zachytit plazmocyty, makrofágy i ojedinělé žírné buňky (heparinocyty – „mast cells“). V cytoplasmě makrofágů lze nalézt fagocytované zbytky krvinek, fagocytovaná pyknotická jádra normoblastů po extruzi, ba i celé erytrocyty. Vzhledem k odbourávání erytrocytů vykazuje cytoplazma makrofágů pozitivní reakci na trojmocné železo. Součástí kostní dřeně mohou být i skupiny buněk lymfatické řady, organizované i v lymfatické folikuly. Kostní dřeň je bohatě vaskularizována širokými krevními sinusoidami, jejichž výstelkou jsou endotelové buňky s četnými póry v cytoplazmatickém listu a s fenestracemi mezi nimi.

Brzlík

Brzlík (*thymus*) představuje centrální nebo též primární lymfatický orgán. Je tvořen dvěma nestejně velikými laloky, obalenými vazivovým pouzdrém. Na řezu brzlíkem lze rozlišit tmavší kůru a světlejší dřeň. Od vazivového pouzdra odstupují vazivová septa, dosahují však

jen na rozhraní kůry a dřeně, takže vlastně rozdělují thymus na nepravidelné lalůčky, které spolu souvisejí dřením (obr. 2.1). Podkladem thymu je prostorová síť epitelových buněk (retikulární epitel), pocházejících převážně z entodermu 3. žaberní výchlípy. V okách tohoto retikula jsou umístěny potenciálně volné buňky – imunokompetenci získávající T-lymfocyty (thymocyty). Epitelové buňky retikula lze rozlišit od lymfocytů podle rozměrnějšího oválného jádra se zrnitým chromatinem (obr. 2.2). Buňky retikula tvoří také svými výběžky souvislou plazmatickou vrstvu pod vazivovým pouzdrém, která pokračuje na vazivová septa a na stěny krevních cév po jejich vstupu do parenchymu brzlíku.

V kůře brzlíku je zastoupení T-lymfocytů bohatší, proto má kůra výrazně tmavší vzhled (obr. 2.3). Lze tu nalézt stadia mitózy i apoptotická tělíška po rozpadu (apoptóze) lymfocytů, které neprošly selekcí, a též makrofágy s fagocytovanými fragmenty rozpadlých buněk. Na rozhraní se dřením se vyskytují cévy s vysokým endotelem (HEV – „high endothelial veins“), které jsou specializovány pro vstup T-lymfocytů při procesu jejich recirkulace (obr. 2.3).

Dřeň je světlejší, T-lymfocytů je tu méně, proto jsou také epitelové buňky retikula nápadnější. Vyskytují se tu dále různá stadia tvorby Hassalových tělíšek jako koncentricky vrstvené shluky buněk retikulárního epitelu (obr. 2.1, 2.2 a 2.4). Tělíška mají kulovitý tvar, střed vyplňuje často homogenní acidofilní hmota z rozpadlých keratinizovaných buněk. Na obvodu mají cibulovitou strukturu z příkládajících se epitelových buněk s kondenzovanými jádry, jako by si v hloubi dřeně keratinizující buňky pamatovaly původní povrch epitelu embryonálního základu. O tom ostatně svědčí v buňkách kolem homogenního centra tělíška i přítomnost granul (obr. 2.2) podobných keratohyalinovým, jaká jsou ve *stratum granulosum* epidermis. Je však třeba připomenout, že epitel má i celou řadu dalších funkcí, jako např. účast v procesu „edukace“ T-lymfocytů, endokrinní produkci thymosinů – polypeptidických hormonů, které ovlivňují maturaci T-lymfocytů, apod.

Velikost brzlíku i poměr kůry a dřeně se mění v závislosti na věku. Dětský *thymus* má rozsáhlou tmavou kůru s hustě nahromaděnými T-lymfocyty, dřeň tvoří užší zónu s ojedinělými a drobnými Hassalovými tělíšky. *Thymus* v pozdním věku se zmenšuje (**involute thymu**), je složen z perzistujících úzkých provazců lymfatické složky

kůry, které obklopují dřev s množstvím rozměrnějších Hassalových tělísek (obr. 2.4). Redukce lymfatické komponenty je nahrazena masivním rozvojem tukové tkáně složené z unilokulárních adipocytů jak v septech, tak i při pouzdru.

Slezina

Slezina (*lien*) je na povrchu obalena pouzdrem z tuhého kolagenního vaziva, od něhož dovnitř odstupují různé široké trámce (*trabeculae*) vedoucí větší krevní cévy (obr. 2.5 a 2.8). Pouzdro je kryto jednovrstevným dlaždicovým epitelem – mezotelem, který vystylá peritoneovou dutinu. Trabekuly mezi sebou anastomozují a tvoří hrubou prostorovou síť, na kterou navazuje trojrozměrná síť (retikulum) mikroskopická, složená z retikulárních vláken a výběžků retikulárních fibroblastů – retikulární vazivo nosného stromatu. Retikulární vlákna jsou povlečena tenkou plazmatickou pochvou tvořenou výběžky fibroblastů. Tato pochva tvoří rovněž lem na vnitřní straně vazivového pouzdra, na povrchu trabekul i kolem stěn cév po jejich vstupu do pulpy sleziny. **Pulpa sleziny** vyplňuje prostory mezi trabekulami a dělí se na **červenou a bílou** (obr. 2.6 a 2.7).

Červená pulpa představuje retikulum, které je vyplněno všemi krevními elementy cirkulující krve, nejvíce je tu samozřejmě erytrocytů. Z dalších buněk tu jsou makrofágy a plazmocytů. V cytoplazmě makrofágů se nacházejí fagocytované erytrocyty i jejich fragmenty, které dávají pozitivní reakci na železo pocházející z hemoglobinu.

Červená pulpa je prostoupena širokými, klikatými **krevními sinusy** (obr. 2.5 a 2.7). Jsou vystlány podélně uspořádanými retikuloendotelovými buňkami s větovitým jádrem. Endotelové buňky nepřiléhají těsně k sobě, jsou mezi nimi štěrbin. V těchto místech je rovněž redukována či zcela chybí *lamina basalis*, takže tu existují skutečné otvory (fenestrace), kterými prostupují červené krvinky i ostatní krevní elementy. Zevně jsou sinusy opásány cirkulárně probíhajícími retikulárními vlákny, povlečenými výběžky retikulárních fibroblastů.

Bílá pulpa je složka lymfatická, obalující centrální arterie čili větve arterií trabekulárních. Kolem centrální arterie je periarteriální zóna (PALS – Periarterial Lymphoid Sheat) složená z B- a T-lymfocytů. Právě pro přítomnost T-lymfocytů nazýváme tuto oblast thymodependentní. V závislosti na antigenech pronikajících do sleziny je tato periarteriální pochva buněk imunitního systému ložiskovitě aktivována, což se projevuje podobně jako v lymfatické uzlině vývojem lymfatických folikulů. Lymfatické folikuly mohou mít různě rozměrnou světlou centrální zónu (*centrum germinativum* sekundárního folikulu) složenou z B-lymfocytů transformovaných v lymfoblasty, které mají více cytoplazmy i větší jádra s jemnější chromatinovou strukturou (centroblasty). Podél zárodečného centra probíhá nyní excentricky původní *arteria centralis*, která je proto vhodněji označována jako *arteria follicularis*.

Na obvodu folikulu je tmavší zóna odpovídajícího klonu B-lymfocytů, která je opět při povrchu prostoupena T-lymfocyty a nese pro vztah k červené pulpě a početnější makrofágy označení *zona marginalis* (obr. 2.6). Lze tedy shrnout, že slezina kromě aktivní reakce na v krvi kolující antigeny má podíl i na odbourávání erytrocytů v červené pulpě.

Lymfatické uzliny

Lymfatické uzliny (*lymphonodi*) představují organizované struktury ledvinového tvaru v lymfatickém systému, zařazené do průběhu lymfatických cév. Na povrchu jsou obaleny pouzdrem z kolagenního vaziva, z něhož odstupují dovnitř radiálně uspořádaná jemná vazivová septa, případně trabekuly (obr. 2.9).

Mikroskopickou kostru uzliny tvoří retikulární vazivo. Skládá se z retikulárních fibroblastů s dlouhými výběžky a z retikulárních vláken. Výběžky fibroblastů a retikulární vlákna tvoří trojrozměrnou síť vyplněnou volnými buňkami. Na řezu uzlinou rozlišujeme kůru (*cortex*) a dřev uzliny (*medulla*).

Kůra je charakterizována přítomností různého počtu lymfatických folikulů (obr. 2.9 a 2.10). Mají kulatý až oválný tvar a jsou v nich hustě nahromaděny B-lymfocyty se silně barvitelnými jádry a malým množstvím bazofilní cytoplazmy. Nahromadění lymfocytů dává folikulům tmavý vzhled a jsou označovány jako primární. Můžeme na nich rozlišit kortikální B-zónu (B-lymfocyty) a parakortikální T-zónu (T-lymfocyty). Mezi lymfocyty se ve folikulech vyskytují dendritické buňky s výběžky, které se odlišují od lymfocytů větším, světlejším jádrem oválného tvaru. Tyto buňky mají úlohu při zachycení a podržení antigenu pro usnadnění jeho identifikace buňkami imunitního systému – patří do rodiny antigen prezentujících buněk (APC – „Antigen Presenting Cells“).

Většina folikulů je obvykle ve stadiu sekundárního folikulu. Ten se vyznačuje různě velikým světlým zárodečným (reakčním) centrem s aktivovanými B-lymfocyty (centroblasty – B-lymfocyty transformované v lymfoblasty) s jádrem, které má jemnější chromatinovou strukturu, a s větším objemem bazofilní cytoplazmy. Kolem světlého centra je tmavá periferní zóna přivrácená k zóně parakortikální. V této tmavé zóně jsou nahromaděny diferencované B-lymfocyty určitého klonu. Ty mají receptorovou výbavu pro daný antigen (ten, který vyvolal reakci T- či B-lymfocytů a stimuloval obrannou reakci). Z dalších buněk se tu vyskytují makrofágy s fagocytovanými zbytky rozpadlých lymfocytů, které neprošly selekcí, folikulární dendritické buňky s velkým světlým oválným jádrem a také i diferencované plazmocytů. Na kortikální B-zónu bezprostředně navazuje thymodependentní parakortikální T-zóna. Probíhají v ní venuly vystlané vysokými endotelovými buňkami (HEV) kubického tvaru s velkým světlým jádrem. Vzhledem k nahromadění lymfocytů je parakortikální zóna stěží odlišitelná od kortikální B-zóny. B- a T-lymfocyty nelze

totiž ve světelném mikroskopu od sebe prakticky odlišit, pokud nepoužijeme histochemickou či spíše imunohistochemickou techniku identifikace CD znaků jako jejich specifických povrchových markerů.

Po parakortikální zóně následuje **dřeň** přivrácená ke konkávní straně uzliny. Lymfocytů je tu méně, zato se tu vyskytují četné makrofágy s fagocytovanými částicemi prachu nebo antrakotického černého pigmentu (plicní uzliny). Z dalších buněk tu mohou být zastoupeny plazmocyty i ojedinělé žírné buňky.

Lymfatická uzlina je protkána širokými anastomozujícími lymfatickými sinusy. Odstupují dovnitř uzliny

od marginálního sinusu (obr. 2.10), uloženého pod vazivovým pouzdrém, jako parafolikulární (perifolikulární, interfolikulární, intermediární) a pokračují do dřeně jako medulární. Lymfatické sinusy nejsou na rozdíl od krevních vystlány endotelem; jde o různě široké prostory v retikulárním vazivu stromatu, kterými se procezuje lymfa a strhává sebou lymfocyty. Sinusy lze rozeznat jako světlejší štěrbinovité prostory přemostěné retikulárními buňkami a vlákny, s menším počtem lymfocytů odplavovaných protékající lymfou. V hilu uzliny odstupuje již jen jedna (maximálně dvě) eferentní lymfatická céva (obr. 2.11), která odvádí lymfu z drénovaného okrsku přes lymfatickou uzlinu.