

učební texty Univerzity Karlovy v Praze

# **PRAKTICKÁ CVIČENÍ** Z MORFOLOGIE A FYZIOLOGIE

pro posluchače farmaceutické fakulty

Miloslav Hronek  
Zděnka Kudláčková  
Miroslav Kovařík  
Ivana Němečková  
Petr Nachtigal

**Praktická cvičení z morfologie a fyziologie**  
pro posluchače Farmaceutické fakulty

**PharmDr. Miloslav Hronek, Ph.D.**  
**a kolektiv**

---

Recenzovali:

MUDr. Vladimíra Mužáková, Ph.D.

doc. MUDr. Mgr. Zbyněk Tonar, Ph.D.

Autorský kolektiv:

PhDr. Zdenka Kudláčková, Ph.D.

PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

RNDr. Ivana Němečková, Ph.D.

doc. PharmDr. Petr Nachtigal, Ph.D.

PharmDr. Miloslav Hronek, Ph.D.

Vydala Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum  
jako učební text pro Farmaceutickou fakultu UK  
Sazba DTP Nakladatelství Karolinum  
1. vydání

© Univerzita Karlova v Praze, 2013

© Miloslav Hronek a kolektiv, 2013

Text neprošel jazykovou ani redakční úpravou nakladatelství

ISBN 978-80-246-2293-4

ISBN 978-80-246-2329-0 (online : pdf)



Univerzita Karlova v Praze  
Nakladatelství Karolinum 2014

<http://www.cupress.cuni.cz>



# OBSAH

<b>MORFOLOGICKÁ ČÁST</b> .....	9
<b>1. Obecná histologie</b> .....	11
Jednovrstevný dlaždicový (plochý) epitel (obr. 1) .....	11
Jednovrstevný cylindrický epitel (obr. 2) .....	11
Víceřadý cylindrický epitel (obr. 3) .....	12
Vícevrstevný dlaždicový epitel (obr. 4) .....	13
Hyalinní chrupavka (trachea) (obr. 5) .....	13
Kost (Haversův systém, osteon) (obr. 6) .....	13
Kosterní svalovina (obr. 7) .....	14
Srdeční svalovina (myokard) (obr. 8) .....	15
<b>2. Kardiovaskulární systém</b> .....	16
Elastická arterie – aorta (obr. 9, 10) .....	16
Stavba srdeční stěny (obr. 11) .....	17
<b>3. Dýchací systém</b> .....	19
Průdušnice (trachea) (obr. 12) .....	19
Průdušinka (bronchiolus) (obr. 13) .....	20
Plíce (pulmo), plicní sklípky (alveoly) (obr. 14, 15) .....	21
<b>4. Trávicí systém</b> .....	22
Jazyk (lingua) – papíly (obr. 16) .....	22
Jícen (oesophagus) (obr. 17) .....	22
Žaludek (gaster) – sliznice (tunica mucosa) (obr. 18) .....	23
Tenké střevo (intestinum tenue) (obr. 19, 20) .....	24
Slinivka břišní (pancreas) (obr. 21) .....	26
Játra (hepar) (obr. 22, 23) .....	27
<b>5. Vylučovací systém</b> .....	29
Ledvina (ren), kůra ledviny (cortex renalis) (obr. 24, 25) .....	29
<b>6. Pohlavní systém</b> .....	30
Varle (testis) (obr. 26) .....	30
Vaječník (ovarium) (obr. 27) .....	30
<b>7. Nervový systém</b> .....	32
Mícha (medulla spinalis) (obr. 28) .....	32
Kůra mozečku (cortex cerebelli) (obr. 29, 30) .....	33
<b>8. Smyslový systém</b> .....	34
Oční koule (obr. 31, 32, 33) .....	34
<b>FYZIOLOGICKÁ ČÁST</b> .....	37
<b>1. Hematologie</b> .....	39
1.1 Sedimentace .....	39

1.2	Hematokrit	40
1.3	Počítání krvinek	42
1.3.1	Stanovení počtu erytrocytů	42
1.3.2	Stanovení počtu leukocytů	42
1.4	Testy hemostázy	44
1.4.1	Krvácivost (metoda podle Dukea)	44
1.4.2	Srážlivost	45
1.5	Příprava krevního nátěru	46
1.6	Diferenciální rozpočet leukocytů	47
<b>2.</b>	<b>Oběhový a dýchací systém</b>	50
2.1	Měření krevního tlaku rtuťovým tonometrem	50
2.2	Měření krevního tlaku kompaktním poloautomatickým monitorem krevního tlaku	51
2.3	Vyšetření fragility kožních kapilár	52
2.4	EKG	53
2.5	Vyšetření činnosti plic člověka – spirometrie	57
2.5.1	Statické ventilační parametry	57
2.5.2	Dynamické ventilační parametry	60
2.6	Měření maximální rychlosti výdechového proudu	64
<b>3.</b>	<b>Gastrointestinální trakt a metabolismus</b>	67
3.1	Hodnocení kvality chuti	67
3.2	Stanovení doby polykání	68
3.3	Antropometrie a složení těla	69
3.3.1	Antropometrie	69
3.3.2	Složení těla	71
3.3.3	Dynamometrie	74
3.4	Fyziologie látkové výměny, základní stanovení energetického metabolismu	75
3.4.1	Energetický výdej	76
3.4.2	Stanovení energetického výdeje	76
3.4.3	Stanovení energetického příjmu, sestavení vhodné diety podle energetických a biologických požadavků	80
<b>4.</b>	<b>Vylučovací systém</b>	87
4.1	Kvalitativní vyšetření močového sedimentu	89
4.2	Vyšetření vzorků moči pomocí diagnostických proužků HeptaPHAN	92
<b>5.</b>	<b>Nervový systém a smysly</b>	95
5.1	Vyšetření činnosti mozečku	95
5.1.1	Testy hodnotící koordinaci pohybu	95
5.1.2	Testy hodnotící rovnováhu	96
5.1.3	Testování rychlostních schopností	97
5.2	Vyšetření reflexního oblouku	99
5.2.1	Vyšetření jednotlivých reflexů	100
5.3	Vyšetření sluchu	101
5.3.1	Rinnův test	102
5.3.2	Weberův test	102
5.4	Vyšetření zraku	103
5.4.1	Vyšetření barvocitu	103
5.4.2	Vyšetření vizu nablízko	104
5.4.3	Hodnocení zrakové ostrosti	104
5.4.5	Vyšetření astigmatismu	105
5.4.7	Vyšetření sítnice	106
	<b>Seznam obrázků</b>	109
	<b>Seznam tabulek</b>	111
	<b>Použitá literatura</b>	113

Vážení posluchači,

Dostávají se Vám do rukou skripta určená pro praktická cvičení z Morfologie a fyziologie na Farmaceutické fakultě v Hradci Králové. Současná verze je rozšířením předchozího vydání jak o morfologickou část, tak o nové metody v oblasti fyziologie. Na vypracování některých metodik uvedených v těchto skriptech se vedle autorů podíleli i dřívější pracovníci katedry. Vedle nich patří poděkování také M. Pancířové, L. Peterkové a R. Zdanovcové. Zároveň poděkování patří i MUDr. Vladimíře Mužákové, Ph.D., a doc. MUDr. Mgr. Zbyňku Tonarovi, Ph.D., kteří se ochotně ujali odborné recenze.

V rámci praktických cvičení z morfologie máte možnost se seznámit s vybranými histologickými preparáty. Při demonstraci těchto preparátů nebo při jejich mikroskopování bude kladen důraz na spojitost mezi základními histologickými strukturami a funkcí tkání či orgánů. Tyto struktury jsou vyznačeny i v následujících histologických obrázcích, které budete moci využít v praktických cvičeních ke snadnější orientaci v preparátech a případně pro vlastní nákresy do vašich protokolů.

Ve fyziologické části se seznámíte s vybranými vyšetřovacími metodami z oblasti humánní fyziologie, z nichž některé se běžně používají v klinické praxi. Jejich osvojení pomůže posluchačům farmaceutické fakulty v návaznosti na přednášky pochopit sledované funkce, vztahy mezi jednotlivými tělesnými systémy. Zároveň si osvojí funkci a manipulaci s jednotlivými přístroji, tedy znalosti, které budou moci využít ve své budoucí praxi např. v lékárně, kde je budou nabízet pacientům společně s jinými zdravotnickými prostředky.

Přejeme Vám hodně úspěchů ve Vašem studiu.

V Hradci Králové 2013

autoři





# MORFOLOGICKÁ ČÁST



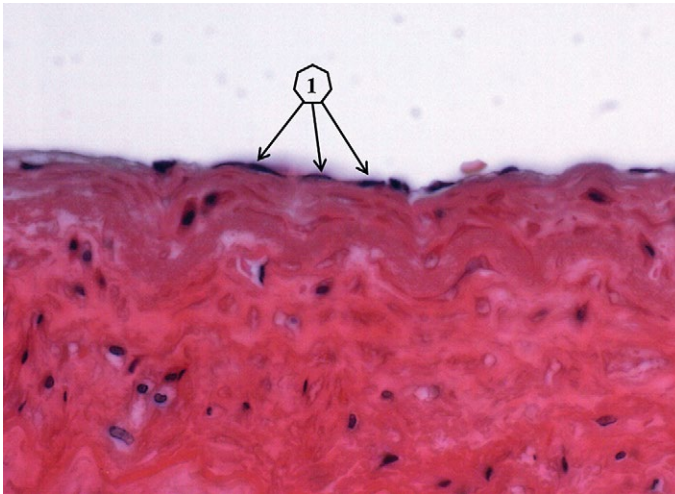
# 1 OBECNÁ HISTOLOGIE

## Jednovrstevný dlaždicový (plochý) epitel (obr. 1)

Základní charakteristikou epitelu je oploštělé jádro uložené uprostřed buňky.

Významným zástupcem tohoto typu epitelu je cévní výstelka nazývaná endotel. Endotel se podílí hlavně na regulaci cévní permeability, má antiagregační, vazodilatační účinky, zejména díky produkci oxidu dusnatého.

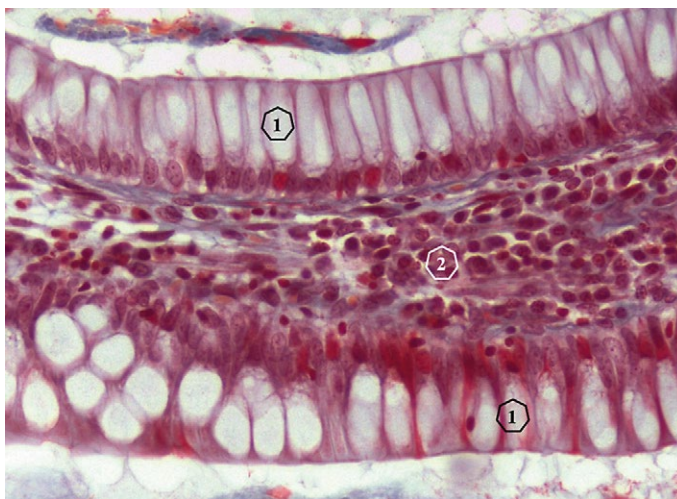
Plochý epitel tvoří také výstelku serózních dutin – mezotel – např. u epikardu.



**Obr. 1** Arterie (příčný řez, H&E). 1 – jednovrstevný dlaždicový epitel, jádra endotelových buněk. Zvětšení 100×.

## Jednovrstevný cylindrický epitel (obr. 2)

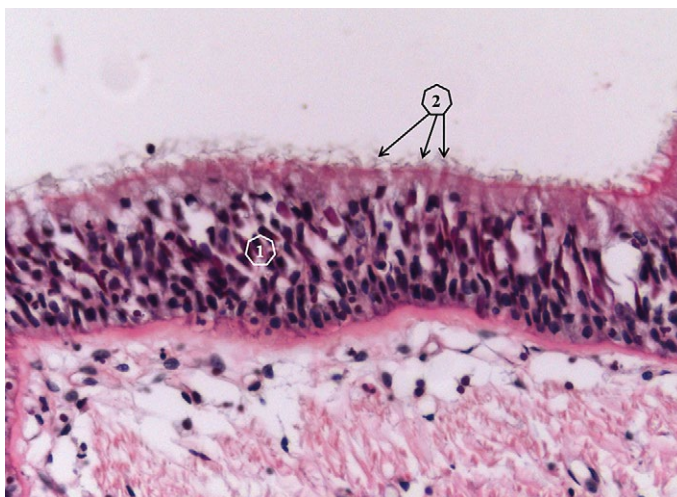
Tento epitel je tvořen vysokými protáhlými buňkami s protáhlými jádry uloženými u bazálního pólu (blíže bazální membrány). Vyskytuje se např. v žaludku a tenkém střevě, kde se buňky epitelu podílí zejména na trávení a vstřebávání potravy.



**Obr. 2** Tenké střevo – Intestinum tenue (příčný řez, H&E). 1 – jednovrstevný cylindrický epitel; 2 – pojivová tkáň (lamina propria mucosae). Zvětšení 400×.

### Víceřadý cylindrický epitel (obr. 3)

Tento epitel představuje speciální formu jednovrstevného epitelu. Všechny buňky leží na bazální membráně, nicméně nestejná velikost a uložení jader buněk vytváří dojem více řad buněk. Tento epitel je významný zejména v dýchacím systému (nosní dutina, trachea, bronchy), kde se ještě na jeho povrchu nachází řasinky a kde se nazývá respirační epitel.

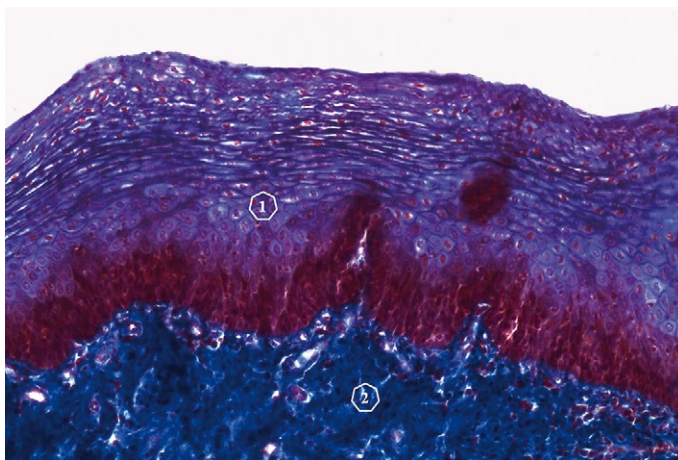


**Obr. 3** Průdušnice – Trachea (příčný řez, H&E). 1 – víceřadý cylindrický epitel s řasinkami; 2 – řasinky. Zvětšení 200×.

## Vícevrstevný dlaždicový epitel (obr. 4)

Tento epitel obsahuje několik vrstev epiteliálních buněk různého tvaru. Jsou zde cylindrické až kubické elementy v bazální části a ploché buňky v apikální části epitelu. Podílí se zejména na mechanické ochraně a zabraňuje také ztrátám vody ze tkáně. Vyskytuje se v některých částech trávicího systému (jícen, jazyk, distální části análního kanálu).

Dále se tento epitel vyskytuje na kůži, kde vytváří epidermis. Zde dochází k významnému rohovatění.



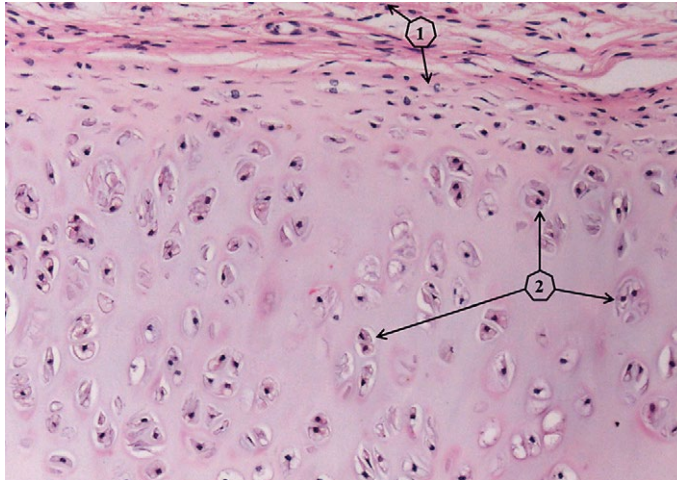
**Obr. 4** Jícen – Oesophagus (příčný řez, Massonův modrý trichrom). 1 – vícevrstevný dlaždicový epitel nerohovatějící; 2 – pojivová tkáň (lamina propria mucosae). Zvětšení 100×.

## Hyalinní chrupavka (trachea) (obr. 5)

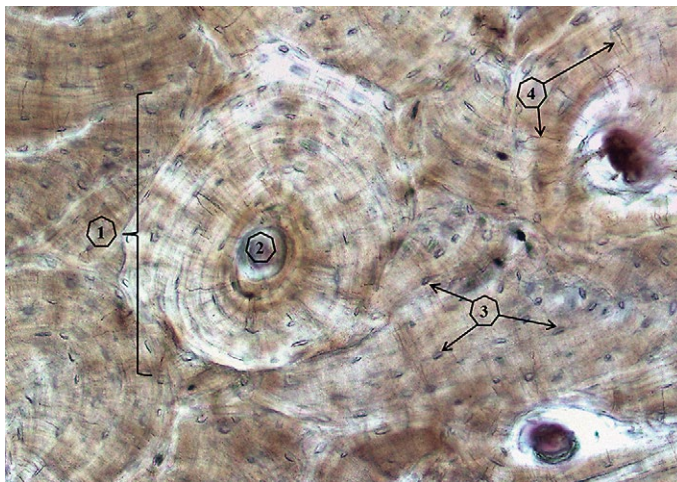
Hyalinní chrupavka je nejběžnější chrupavka v lidském těle. V prenatalním vývoji se podílí na tvorbě primárního zárodečného skeletu, který později osifikuje a je nahrazován kostní tkání. V hyalinní chrupavce nalezneme amorfní základní hmotu, izogenetické skupiny chondrocytů společně s převažujícími kolagenními vlákny. Kolem chrupavky se nachází obal nazývaný perichondrium. Hyalinní chrupavka se u dospělého jedince vyskytuje např. na artikulacích plochých dlouhých kloubů a zejména v dýchacím systému (nos, hrtan, trachea, bronchy).

## Kost (Haversův systém, osteon) (obr. 6)

Haversův systém je typický systém uspořádání tzv. kompaktní kosti (substantia compacta). Tento systém představuje komplex koncentricky uspořádaných lamel obklopujících Haversův kanálek, v němž jsou cévy, nervy a vazivo. V jednotlivých lamelách se nacházejí tzv. lakuny, ve kterých se vyskytují osteocyty s výběžky, které procházejí v kanálcích (cana-



**Obr. 5** Hyalinní chrupavka (příčný řez, H&E). 1 – perichondrium; 2 – chondrocyty v izogenetických skupinách. Zvětšení 100×.

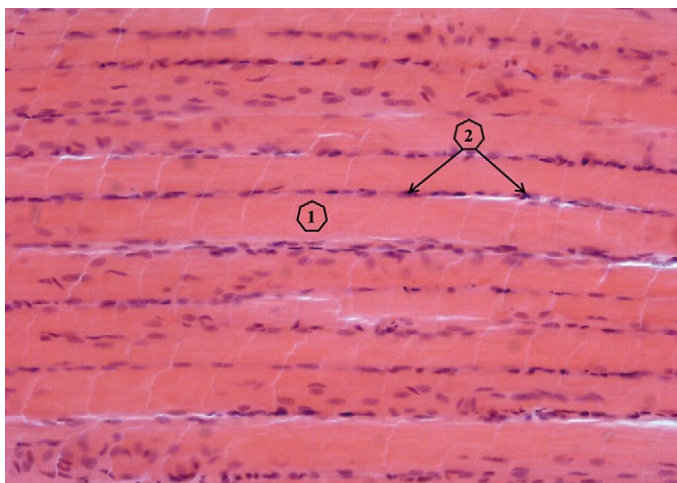


**Obr. 6** Kost – Substantia compacta (výbrus, příčný řez, H&E). 1 – Haversův systém (osteon); 2 – Haversův kanál; 3 – osteocyty; 4 – výběžky osteocytů. Zvětšení 100×.

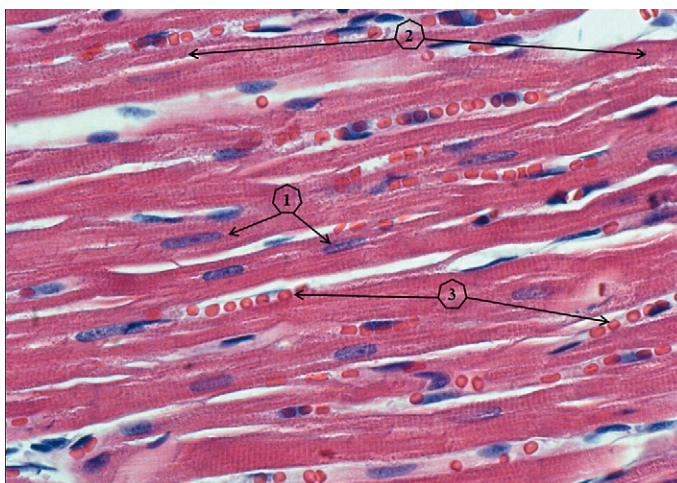
liculi ossei). Tyto výběžky osteocytů jsou zásadní pro jejich komunikaci. Haversův systém je důležitý pro výživu a metabolismus vlastní kostní tkáně.

## Kosterní svalovina (obr. 7)

Základní morfológickou jednotkou kosterní svaloviny je svalové vlákno. Je to dlouhá mnohjaderná buňka, která se také nazývá soubuní (syncytium). Jejím typickým histologickým znakem je přítomnost buněčných jader na periferii vlákna pod buněčnou membránou.



**Obr. 7** Příčně pruhovaná kosterní svalovina (podélný řez, H&E). 1 – svalové vlákno; 2 – periferně uložená jádra svalového vlákna. Zvětšení 100×.



**Obr. 8** Myokard (podélný řez, H&E). 1 – jádra kardiomyocytů; 2 – interkalární disky; 3 – kapiláry s erytrocyty. Zvětšení 200×.

## Srdeční svalovina (myokard) (obr. 8)

Základní jednotkou srdeční svaloviny je buňka zvaná kardiomyocyt. Jednotlivé buňky jsou za sebou (v podélné ose) pospojovány strukturami, které se nazývají interkalární disky. Tyto struktury zajišťují pevnost v tahu a brání roztržení myokardu během kontrakce. Část struktury těchto disků, nazvaných nexy (gap junctions), se podílí na snadném přechodu iontů mezi kardiomyocyty, a zabezpečují tak přenos a vedení vzruchu v myokardu. Kardiomyocyty mají protáhlé jádro doutníkovitého tvaru, které je centrálně uloženo.

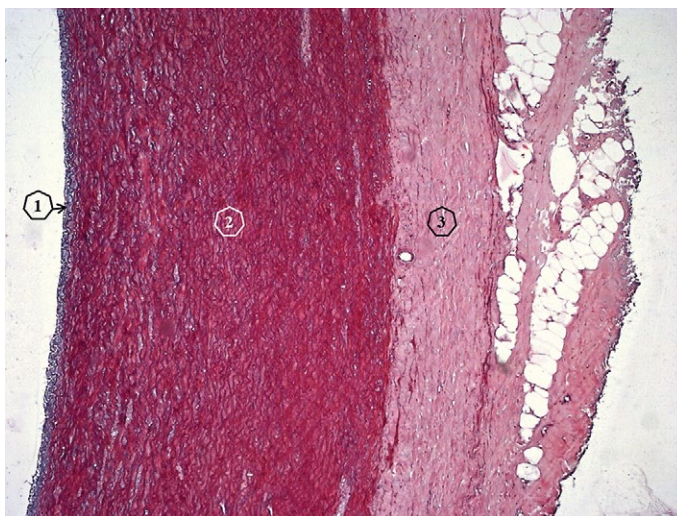
# 2 KARDIOVASKULÁRNÍ SYSTÉM

## Elastická arterie – aorta (obr. 9, 10)

Tunica intima je vnitřní vrstva cévy. Lumen cévy vystýlá endotel (jednovrstevný dlaždicový epitel). V intimě jsou obsažena četná, podélně orientovaná vazivová vlákna a buňky hladké svaloviny.

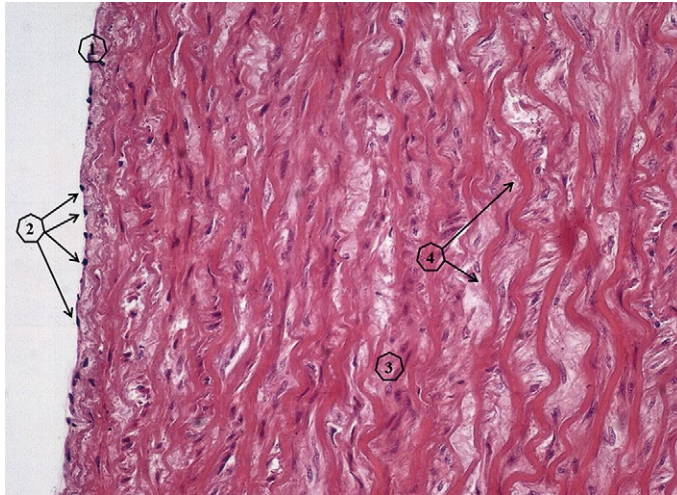
Tunica media je střední vrstva, která obsahuje velké množství koncentricky uspořádaných elastických vláken, tvořících fenestrované, tzv. „elastické blanky“. Mezi elastickými blankami se nacházejí buňky hladké svaloviny, základní vazivová hmota (obsahující proteoglykany) a kolagenní vlákna.

Tunica adventitia je vnější vrstva. Obsahuje zejména kolagenní a elastická vlákna. Jsou zde také tzv. vasa vasorum (cévy cév), která se podílí na výživě cévy. Adventicie obsahuje také nervi vasorum, což jsou nervy, které inervují arterie a žíly a podílejí se na vazokonstrikci a vazodilataci cév.



**Obr. 9** Elastická arterie – aorta (příčný řez, H&E). 1 – tunica intima; 2 – tunica media; 3 – tunica adventitia. Zvětšení 40×.



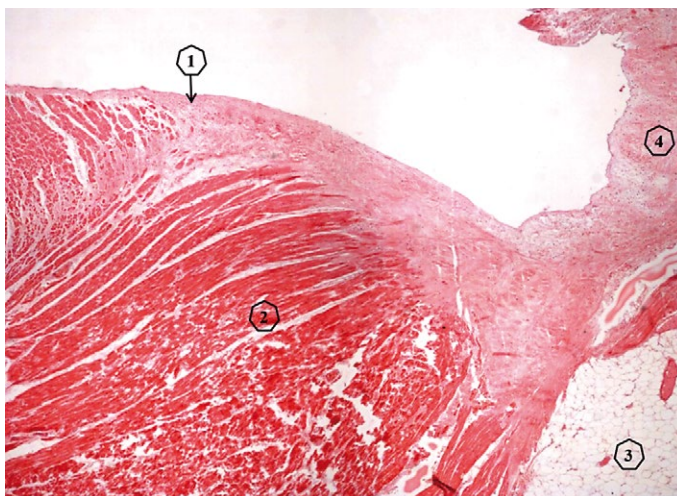


**Obr. 10** Elastická arterie – aorta (příčný řez, H&E). 1 – tunica intima; 2 – jádra endotelových buněk; 3 – tunica media; 4 – fenestrované elastické membrány. Zvětšení 100×.

## Stavba srdeční stěny (obr. 11)

Endokard je vnitřní vrstva srdce, která obsahuje na svém povrchu jednovrstevný plochý epitel. Pod endokardem se nachází tzv. subendokardová vrstva, která obsahuje vazivo, cévy a také větve převodního srdečního systému (Purkyňova vlákna).

Myokard je srdeční svalovina tvořená buňkami, které se nazývají kardiomyocyty. Tyto kardiomyocyty se rozdělují dle své histologické struktury a funkce na pracovní myokard



**Obr. 11** Srdce – Cor (příčný řez, H&E). 1 – endokard; 2 – myokard; 3 – epikard; 4 – srdeční chlopeč. Zvětšení 20×.

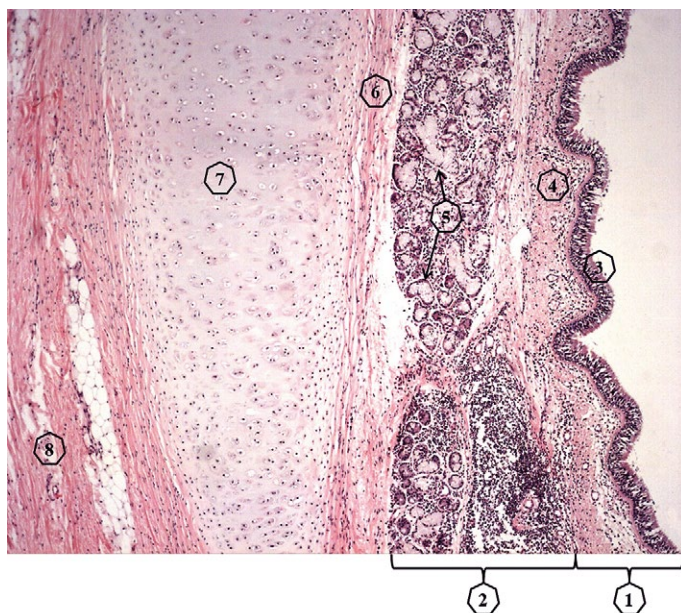
(kontraktilní elementy) a vzrušivý myokard (buňky převodního systému srdečního). Kromě svalových komponent zde také nalézáme malé množství kolagenního vaziva. Je zde také významné cévní zásobení (cévy, kapiláry), které slouží k zásobení kyslíkem pro jednotlivé kardiomyocyty.

Epikard je viscerální list serózní blány srdce, na jehož povrchu se nachází mezotel. Dále se zde nachází tenká vrstva vaziva. Subepikardová vrstva obsahuje tukové buňky.

# 3 DÝCHACÍ SYSTÉM

## Průdušnice (trachea) (obr. 12)

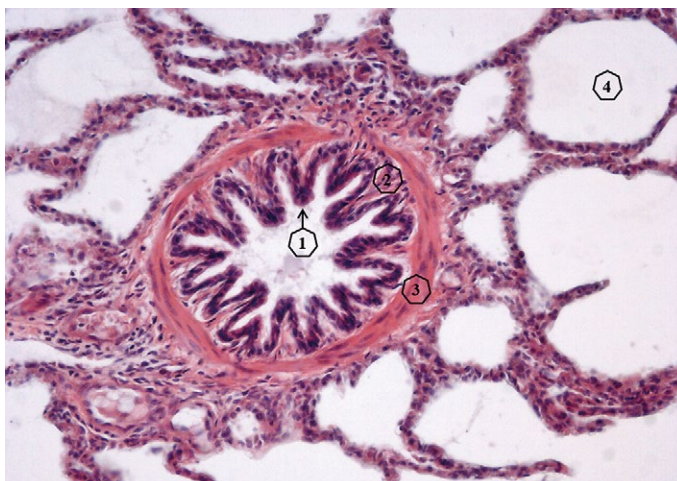
Lumen trachey vystýlá víceřadý cylindrický epitel s řasinkami (respirační epitel). Pod epitelem se nachází vazivová lamina propria mucosae. Submucosa obsahuje seromucinózní žlázy, vazivové buňky a vlákna, dále hyalinní chrupavku, která je v zadní části spojena hladkým svalem, který se nazývá musculus trachealis. Poslední vrstvou stěny trachey je vazivová adventicie.



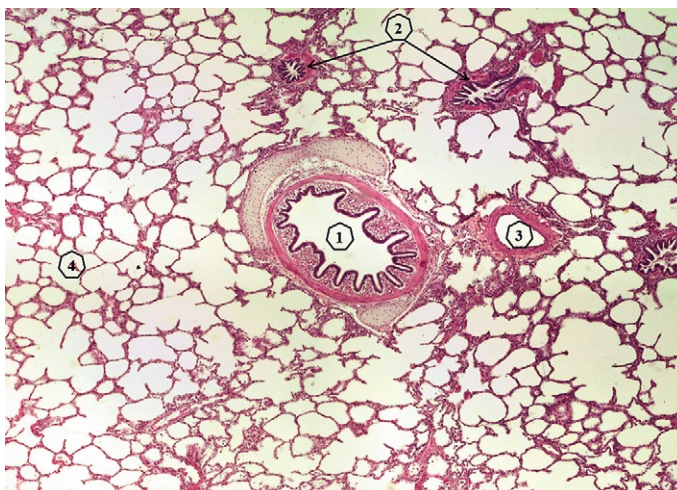
**Obr. 12** Průdušnice – Trachea (příčný řez, H&E). 1 – tunica mucosa; 2 – tela submucosa; 3 – víceřadý cylindrický epitel s řasinkami; 4 – lamina propria mucosae; 5 – seromucinózní žlázy; 6 – perichondrium; 7 – hyalinní chrupavka; 8 – tunica adventitia. Zvětšení 40×.

## Průdušinka (bronchiolus) (obr. 13)

Bronchioly mají průměr menší než 1 mm. Na jejich povrchu se nachází jednovrstevný cylindrický až kubický epitel. Vyskytují se zde také tzv. Clarovy buňky, které produkují látky analogické surfaktantu (produkovaným pneumocyty II. typu v alveolech). Ve struktuře bronchiolu nenalezneme na rozdíl od bronchu žlázky ani chrupavku. Stěnu tedy tvoří zejména hladká svalovina, která může např. způsobovat bronchokonstrikci u bronchiálního astmatu, a která může být zároveň cílem působení farmak.



**Obr. 13** Průdušinka – Bronchiolus (příčný řez, H&E). 1 – jednovrstevný cylindrický epitel; 2 – lamina propria mucosae; 3 – lamina muscularis mucosae; 4 – alveolus. Zvětšení 100×.



**Obr. 14** Plíce – Pulmo (příčný řez, H&E). 1 – intrapulmonární bronchus; 2 – bronchiolus; 3 – plicní arterie; 4 – plicní alveoly. Zvětšení 40×.