

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

PRIRUČNIK za VJEŽBE iz

BIOLOGIJE 2

Ana Bielen, Ivana Babić, Reno Hrašćan, Lidija Šver, Tomislav
Vladušić

SADRŽAJ

<i>UPUTE ZA RAD NA PRAKTIKUMU IZ MODULA „Biologija 2“</i>	<i>i</i>
<i>MANJE POZNATE RIJEČI</i>	<i>iv</i>
<i>ANIMALNA HISTOLOGIJA</i>	<i>1</i>
<i>EPITELNO TKIVO</i>	<i>1</i>
GRAĐA EPITELNOG TKIVA	3
1 Jednoslojni epiteli	4
A. Jednoslojni pločasti epitel	4
B. Jednoslojni kubični epitel	5
C. Jednoslojni cilindrični epitel	6
D. Višeredni (pseudostatificirani) epitel	7
2 VIŠESLOJNI EPITELI	8
SEKRECIJSKA ULOGA EPITELNOG TKIVA	11
<i>VEZIVNO TKIVO</i>	<i>12</i>
1. VEZIVNO TKIVO U UŽEM SMISLU	13
1.1. Rahlo vezivno tkivo	13
Retikularno vezivno tkivo	14
1.2. Gusto vezivno tkivo	14
2. VEZIVNO TKIVO S POSEBNIM SVOJSTVIMA	14
2.1 Masno (adipozno) tkivo	14
2.2. Hematopoetsko (krvotvorno) tkivo	15
2.3. Krv i limfa	16
3. POTPORNO (SKELETNO) VEZIVNO TKIVO	21
3.1. Hrskavično tkivo	21
3.1.1. Hijalina hrskavica	21
3.1.2. Elastična hrskavica	22
3.1.3. Vezivna (vlaknasta) hrskavica	22
3.2. Koštano tkivo	23
<i>MIŠIĆNO TKIVO</i>	<i>27</i>
1. SKELETNO MIŠIĆNO TKIVO	27
MIŠIĆNA KONTRAKCIJA	29

2. SRČANO MIŠIĆNO TKIVO	31
3. GLATKO MIŠIĆNO TKIVO	32
<i>ŽIVČANO TKIVO</i>	<i>34</i>
1. ŽIVČANE STANICE (NEURONI)	34
2. NEUROGLIJA (GLIJA-STANICE)	36
SEKCIJA MAČKE BLJEDICE (<i>Scyliorhinus canicula</i> Linneaus, 1758)	38
MAČKA BLJEDICA (<i>Scyliorhinus canicula</i>)	40
SEKCIJA MAČKE BLJEDICE	48
EMBRIOLOGIJA MORSKOG JEŽINCA	63
OBILJEŽJA CARSTVA METAZOA (ANIMALIA)	63
EMBRIONALNI RAZVOJ MORSKOG JEŽINCA	66
OPLODNJA (FERTILIZACIJA)	67
Spolne stanice ježinaca	67
RANI EMBRIONALNI RAZVOJ	73
OSNOVNE ZNAČAJKE MORSKIH JEŽINACA (razred ECHINOIDEA)	79
KLASIFIKACIJA	79
TJELESNA GRAĐA	79
EKOLOGIJA	81
SISTEMATIKA ŽIVOTINJA	89
Terenska nastava iz modula Biologija 2	89
Zoološki vrt grada Zagreba	89
ANATOMIJA BILJA - STABLJIKI	106
GRAĐA VIŠIH BILJAKA	108
BILJNA TKIVA I STANICE	109
1. Tvorna tkiva ili meristemi	110
2. Trajna tkiva	111
2.1. Osnovno ili parenhimsko tkivo	111
2.2. Pokrovno tkivo	112
2.3. Provodno tkivo	112
2.4. Potporno ili mehaničko tkivo	116
STABLJIKA	118
Anatomija stabljike u primarnoj i sekundarnoj građi	119

ANATOMIJA BILJA - KORIJEN I LIST	128
KORIJEN	128
Primarni rast korijena - uzdužni presjek korijena u primarnoj građi.....	129
Korijen u primarnoj građi - poprečni presjek	131
LIST	136
Anatomija lista.....	138
CVIJET	143
IZMJENA GENERACIJA U BILJAKA	143
GRAĐA CVIJETA	145
Razvoj muškog gametofita (peludnog zrna).....	155
Razvoj ženskog gametofita (embrionske vreće).....	156
PLOD	158
Oprašivanje	158
Oplodnja	159
Razvoj sjemenke	160
Razvoj i građa plodova	162
Klasifikacija plodova	167
1. Jednostavni plodovi - nastali iz jedne plodnice.....	167
1.1. Sui plodovi.....	167
1.2. Sočni plodovi.....	169
2. Složeni plodovi - nastali iz više plodnica	172
2.1. Zbirni plodovi - nastali iz više plodnica jednog cvijeta.....	172
2.2. Skupni plodovi - nastali iz više plodnica čitavog cvata.....	172
PRILOG: KLJUČ ZA ODREĐIVANJE PLODOVA:	174
Sistematika biljaka	176
Terenska nastava iz modula Biologija 2 (Botanički vrt grada Zagreba)	176

UPUTE ZA RAD NA PRAKTIKUMU IZ MODULA „Biologija 2“

POTREBAN PRIBOR

Na praktikumu iz modula „Biologija II“ potrebno je imati sljedeći pribor:

- skripta
- bilježnica A4 formata, bez crta
- obična olovka i gumica
- papirnate maramice ili mekana krpica za brisanje.

Sav navedeni pribor je obavezan. Laboratorijska kuta potrebna je samo za određene vježbe, i to će biti na vrijeme najavljeno. Ostali pribor koji nije obavezan, ali je poželjan, su drvene bojice, britvice i histološke iglice.

Sav ostali pribor koji je potreban za rad na vježbama naći ćete na radnom mjestu. Svaki student je dužan ostaviti pospremljeno i uredno radno mjesto. Ukoliko nepažnjom studenta dođe do kvara/štete (primjerice razbijeni trajni preparat), student pojedinac snosi troškove popravka ili nabavke nove opreme.

RAD U PRAKTIKUMU

Prije održavanja pojedine vježbe trebate za nju se pripremiti, tj. naučiti potrebno gradivo služeći se Priručnikom. Na taj način ćete lakše pratiti samo izvođenje vježbe i uspješnije polagati izlazne kolokvije.

Svaka vježba se, uz pomoć nastavnice/nastavnika, izvodi u praktikumu, te se u bilježnicu crta viđeno i/ili odgovara na pitanja i zadatke iz skripte.

Na kraju vježbe polaže se **obavezan izlazni kolokvij** koji se sastoji od kratkih zadataka (zaokruživanje, nadopunjavanje, povezivanje smislenih pojmova i označavanje crteža). Ocjene iz kolokvija su konačne, odnosno ne mogu se ispravljati. Negativna ocjena iz kolokvija se također ne treba ispravljati već ulazi u prosjek. Na kraju semestra, prosječna ocjena kolokvija ulazi u završnu ocjenu modula «Biologija 2» s 30%.

Dakle, ocjena iz kolokvija vježbi značajno utječe na konačnu ocjenu i stoga je potrebno na vježbe dolaziti spremna/an, odnosno sa unaprijed naučenim gradivom vježbe. Na vježbama očekujemo Vaše aktivno sudjelovanje. Ako Vam bilo što oko izvođenja vježbe nije jasno, ne oklijevajte nego pitajte nastavnicu/nastavnika za pomoć - oni su tu da Vam pomognu da što bolje izvršite zadane zadatke.

CRTANJE U BILJEŽNICU (LABORATORIJSKI DNEVNIK)

Iako se u današnje vrijeme crtanje možda čini pomalo zastarjela metoda, ono i dalje ima važnu ulogu u mikroskopiji te se ne može u potpunosti nadomjestiti fotografijom. Smisao crtanja prilikom mikroskopiranja u praktikumu Biologije (a i šire) je u tome da se vježbate zapažati i razlikovati strukture na promatranom preparatu. Osim toga, na crtežu se treba istaknuti ono bitno, manje bitno samo naznačiti, a suvišno posve zanemariti (npr. ukoliko na preparatu uočite mjehurić zraka, nećete ga nacrtati u bilježnicu). Nadalje, pri označavanju crteža prisiljeni ste razmišljati o naučenom i na taj način još jednom utvrditi svoje znanje (prepisivanje bez razmišljanja je, dugoročno, samo gubljenje vremena).

U bilježnicu je potrebno nacrtati sve crteže koji su tijekom određene vježbe zadani. Svaki crtež/zadatak mora imati svoj naslov. Crteži moraju biti u potpunosti obilježeni (svaki crtež treba sadržavati i na njemu trebaju biti označene **sve** strukture navedene u skripti!). Također, u bilježnici je potrebno ispunjavati tablice i odgovarati na na pitanja iz pojedinih vježbi.

Točan, precizan i uredan crtež mikroskopom promatranog objekta, te na njemu naznačene strukture koje trebate prepoznati olakšat će Vam prepoznavanje preparata na **završnom kolokviju koji je uvjet za pristupanje parcijalnim ispitima.**

Uz vaše crteže u bilježnici, moguće je i fotografirati promatrane preparate i dobivene fotografije podijeliti s ostalim kolegicama/kolegama u Studentskom atlasu unutar kolegija Biologija 2 u sustavu Merlin.

Pisanje znanstvenog nazivlja biljnih i životinjskih rodova i vrsta

Znanstvena imena rodova i vrsta (najčešće izvedena iz latinskog jezika) pišu se

pisanim (ne štampanim!) slovima i to ime roda velikim slovom (*Allium*), a svojstveno ime vrste malim slovom (*cepa*). Također, znanstvena imena vrsta, prema konvenciji, pišu se kosim pismom, kurzivom (*italic*). Budući da Vi niste u mogućnosti pisati kosim pismom, da naglasite da se radi o znanstvenim imenima biljnih ili životinjskih rodova i vrsta ta imena podcrtavate, posebno ime roda te ime vrste (ne i razmak između njih):

Luk, *Allium cepa* → Luk, Allium cepa

Kratice "sp." (ili "spec.") se koristi kada nije poznato pravo znanstveno ime; npr. *Allium* sp. znači "vrsta roda *Allium*". Kratica "spp." (množina) zamjenjuje "više nepoznatih vrsta".

MANJE POZNATE RIJEČI

a-	ne-
aboralan	sa suprotne strane od usta
adsorpcija	vezivanje na površinu
amfi-	okolo, na obje strane
anterioran	prednji
apikalan	vršni
apsorpcija	upijanje
baza	osnova
bi-; di-	dva
bilateralan	dvostran, obostran
cefalan	glaveni
cirkularan	kružni
distalan	dalje od medijalne ravnine
dorzalan	leđni
egzo- (od exo)	vani, izvan
ekskrecija	izlučivanje, izbacivanje produkata (ekskreta) žlijezda ili organa (mokraće, znoja)
ekstra-	izvan
endo-	unutar
evaginacija	izvrtnje prema van
hemi-	polu-
hetero-	različito
heteronoman	raznovrsan

homo-	isto-
homonoman	istovrsan
inter-	među
intra-	unutar, unutra
kaudalan	repni
lamela	sloj
lateralan	bočni, sa strane
letalan	smrtonosan
linearan	poput crte, linije
longitudinalan	uzdužni
lumen	šupljina unutar nekog tkiva ili organa
medijalan (medijani)	srednji
mera	jedinica, dio nečega
mono-	jedan
oligo-	malo, neznatno, nekoliko
oralan	usni
peri- (grč.)	oko, u blizini, uokolo
perilateralan	obostran
poli-	mnogo, puno
posterioran	stražnji
proksimalan	bliži medijalnoj ravnini
pseudo-	lažan
radijalan	zrakast
retikulum	mrežica
sagitalan	streličast

sekrecija	lučenje produkta izvan mjesta nastanka, lučenje u krvotok
semi-	polu-
sesilan	sjedilački
sferičan	kuglast
soma (grč.)	tijelo, tjelešce
spina (lat.)	trn, bodlja
stratum (lat.)	pokrov, sloj, krevet
trans	preko, s onu stranu
transverzalan	poprečni
ventralan	trbušan
ost- (grč. osteon)	kost
blast (grč. blastos)	pup, pupoljak, tvorni
hondro- (grč. chondros)	hrskavica, zrno
-cit (grč. kytos)	šupljina, spremnik, stanica

ANIMALNA HISTOLOGIJA

Kod svih višestaničnih organizama stanice slične strukture i funkcije su međusobno povezane u tkiva. Znanost koja proučava tkiva naziva se **histologija**. **Tkivo** se može definirati kao skupina stanica koje su povezane međustaničnom tvari, a često i fizički spojene te su specijalizirane za vršenje jedne ili više funkcija. Takva specijalizacija, iako dovodi do povećanja učinkovitosti organizma kao cjeline, znači da zajednička aktivnost različitih tkiva mora biti koordinirana i međusobno povezana da bi organizam mogao preživjeti.

Različita tkiva su često grupirana u veće funkcionalne jedinice koje se nazivaju **organi**. U životinja se organi povezuju u **organske sustave**, primjerice probavni sustav (gušterača, jetra, želudac, dvanaestnik, crijevo i dr.) i krvožilni sustav (srce i krvne žile).

Sve stanice u tkivu mogu biti istovrsne, primjerice stanice pločastog epitela, ili tkiva mogu sadržavati različite vrste stanica, kao kod rahlog vezivnog tkiva.

Glavne tehnike za proučavanje građe i uloge tkiva su mikroskopija i tehnike koje se koriste za očuvanje i vizualizaciju strukture tkiva - bojenje i rezanje materijala. Kako bi se struktura određenog tkiva mogla bolje povezati s funkcijom tog tkiva, važno je imati na umu trodimenzionalnu strukturu stanica i njihov međusobni odnos. Uvid u trodimenzionalnu strukturu obično se dobije zajedničkim proučavanjem poprečnih (transverzalnih) i uzdužnih (longitudinalnih) tankih prereza materijala.

Životinjska (animalna) tkiva se dijele u četiri skupine: epitelno, vezivno, mišićno i živčano tkivo.

EPITELNO TKIVO

Epitelno tkivo pokriva unutrašnje i vanjske površine nekog organizma. Epiteli mogu biti jednoslojni ili višeslojni. **Pravo epitelno tkivo** se tijekom embrionalnog razvitka diferencira ili iz ektoderma, iz kojeg nastaje epitel kože, živčani sustav i dio stijenke crijeva, ili iz endoderma, iz kojeg nastaje epitel ostatka probavne cijevi, jetre i

gušterače (pankreas). Treba napomenuti da **endotel**, sloj stanica koji oblaže unutrašnje površine krvnih žila, nije pravo epitelno tkivo jer nastaje iz embrionalnog mezoderma.

Osnovne značajke epitelnog tkiva su:

1. **vrlo gusto poredane** stanice tako da između njih nema međustaničnog prostora i međustanične tekućine (sjetite se međustaničnih veza: čvrstih i tijesnih spojeva te dezmosoma i hemidezmosoma);
2. stanice su **bipolarne**, što znači da imaju specifičnu orijentaciju zbog koje se razlikuju apikalni (vršni, slobodni) i bazalni dio;
3. bazalni dio epitelnih stanica čvrsto je vezan za tanku adhezivnu **bazalnu membranu** ispod koje se nalazi vezivno tkivo. Bazalna membrana nije građena od stanica (acelularna struktura), to je koloidalna tvorevina sastavljena od kompleksa proteina (pretežito kolagena), polisaharida i retikularnih vlakana;
4. **epitelno tkivo nije prokrvljeno** tj. ogranci krvnih kapilara koje prožimaju vezivno tkivo završavaju ispod bazalne membrane. Kisik i hranjive tvari do epitelnih stanica dolaze iz završetaka krvnih kapilara procesom *difuzije*. Sloj koji se nalazi ispod bazalne membrane građen je od vezivnog tkiva, krvnih i limfnih kapilara, limfocita, plazma stanica, eozinofila i mastocita. Taj se sloj u probavilu, urogenitalnom i respiratornom traktu naziva **lamina proprija**.
5. Epitelne stanice se neprestano dijele (**mitotičke diobe**).

Osnovna **uloga** epitelnog tkiva je **zaštita** struktura koje leže ispod njega **od ozljeda** uzrokovanih abrazijom ili pritiskom i zaštita organizma **od infekcije**. Na površini tijela gdje ima ulogu zaštite, epitelno tkivo često zadebljano i oroženo (keratinizirano), a površinske stanice se neprestano ljušte (zbog stalnog trenja), izgubljene stanice se, zahvaljujući neprestanim diobama epitelnih stanica, brzo nadomještaju novima. Slobodna površina epitela, uz zaštitnu, može imati i **apsorpcijsku, sekrecijsku, ekskrecijsku ili osjetilnu funkciju**. Osjetilni epitelni imaju u sebi osjetilne stanice i živčane završetke specijalizirane za primanje podražaja.



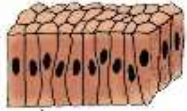
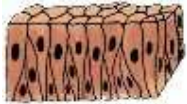
Epitelno tkivo se prema građi i funkciji obično dijeli u dvije glavne skupine: **pokrovni** i **žljezdani** epitelni. Ta je podjela proizvoljna, jer postoje pokrovni epitelni u

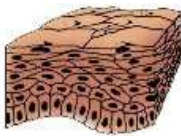

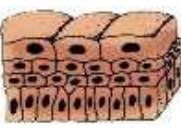

kojima sve stanice izlučuju sluz (npr. pokrovni epitel želuca) i epitelni u kojima su žljezdane stanice vrlo rijetke (npr. vrčaste stanice u tankom crijevu ili dušniku). Dakle, u mnogim dijelovima tijela epitelno tkivo se ne može klasificirati u određeni tip jer se miješaju različite vrste stanica.

GRAĐA EPITELNOG TKIVA

Pokrovni epitelni su tkiva u kojima su stanice poredane u slojeve i prekrivaju vanjsku površinu tijela ili omeđuju tjelesne šupljine. Morfološki se mogu podijeliti prema broju staničnih slojeva i izgledu stanica površinskog sloja (Tablica 1). Kao što im i samo ime kaže, jednoslojni epitel sadržava samo jedan, a višeslojni više slojeva stanica.

Tablica 1. Tipovi pokrovnog epitela.

Broj staničnih slojeva	Oblik stanica	Primjeri	Funkcija
Jednoslojni	Pločast 	unutrašnjost krvnih žila (endotel), serozne ovojnice tjelesnih šupljina (mezotel)	olakšava pokretanje utrobnih organa (mezotel), aktivni transport pinocitozom (mezotel i endotel)
	Kubičan 	jajnik, štitna žlijezda	prekrivanje, sekrecija
	Cilindričan 	crijevo, žučni mjehur	zaštita, podmazivanje, apsorpcija, sekrecija
	Višeredan 	dušnik, dušnice (bronhi), nosna šupljina	zaštita, sekrecija, transport čestica zadržanih u sluzi prema izlazu iz zračnih putova pomoću trepetljika

Višeslojni	 <p>Pločasti</p>	epidermis kože, usta, jednjak, grkljan, rodnica, anus	zaštita, sekrecija, sprečavanje gubitka vode
	 <p>Kubičan</p>	izvodni kanali žlijezda znojnica, folikuli jajnika u razvoju	zaštita, sekrecija
	 <p>Prijelazni</p>	mokraćni mjehur, mokraćovodi, bubrežne nakapnice	zaštita, rastezljivost
	 <p>Cilindričan</p>	očna spojnica, prekriva epididimis, mliječne žlijezde, grkljan	zaštita

1 Jednoslojni epiteli

A. Jednoslojni pločasti epitel

Stanice su tanke, spljoštene i sadrže malo citoplazme koja okružuje diskoidalnu jezgru smještenu u središtu stanice (Slika 1). Pločasti epitel se nalazi npr. u Bowmanovim čahurama u bubregu, plućnim alveolama i stijenkama krvnih žila (kapilara). U sva tri navedena primjera pločasti epitel je vrlo tanak što olakšava difuziju tvari kroz njega.

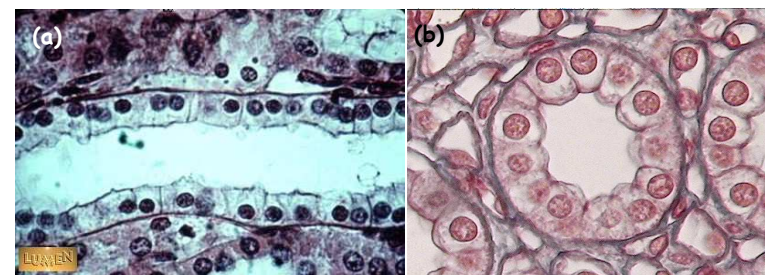


Jednoslojni pločasti epitel koji omeđuje šupljinu krvnih žila naziva se **endotel** i kao što je ranije rečeno, ne spada u pravi epitel jer je mezodermalnog porijekla.

Slika 1. Jednoslojni pločasti epitel, poprečni presjek krvne žile.

B. Jednoslojni kubični epitel

Kubični epitel je najmanje specijaliziran od svih epitela i kao što mu ime kaže, stanice su kubičnog oblika. Jezgre se nalaze u središtu stanica i sferičnog su oblika (Slika 2). Ako se stanice promatraraju u poprečnom presjeku, one su ili pentagonalnog ili heksagonalnog oblika. Tvore unutrašnju stijenku mnogih žlijezda s egzokrinom i endokrinom funkcijom; u nekima imaju sekrecijsku ulogu, a u drugima ne. Primjeri kubičnih epitela koji nemaju sekrecijsku ulogu su epitel u izvodnim kanalima žlijezda slinovnica, gušterače i sabirnim cjevčicama bubrega. Kubični epitel u drugim dijelovima tijela je sekrecijski i nalazi se u mnogim žlijezdama kao što su slinovnice, sluzne (mukozne), znojne žlijezde i štitnjača (tiroidna žlijezda).



Slika 2. Jednoslojni kubični epitel; (a) uzdužni i (b) poprečni presjek tubula u bubregu.

Zadatak 1: Promatranje jednoslojnog kubičnog epitela na preparatu štitne žlijezde i bubrega.

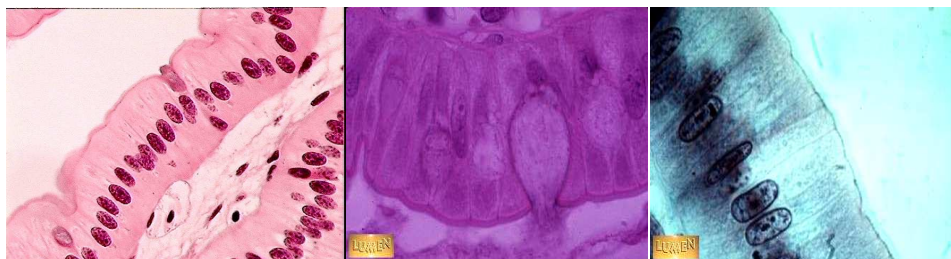
Strukturu štitne žlijezde čini mnoštvo mjehurića (folikula) koji su omeđeni jednoslojnim sekrecijskim kubičnim epitelom. Kubične stanice izlučuju svoj sekret u lumen folikula (sekrecijski kubični epitel).

Jednoslojni kubični epitel se također može lijepo uočiti na preparatu bubrega, gdje čini stijenke sabirnih kanalića (tubula). Ovaj kubični epitel nema ulogu sekrecije.

Proučite trajne preparate na malom i velikom povećanju. Nacrtajte i označite:

- jezgra
- bazalna membrana
- mjehurić (folikul) (označiti samo na preparatu štitne žlijezde)

- lumen folikula (označiti samo na preparatu štitne žlijezde)



Slika 3. (a) Cilindrični epitel; (b) Cilindrični epitel s vrčastom stanicom (svjetlije); (c) Detalj cilindričnog epitela s mikrovilima koji služi za apsorpciju.

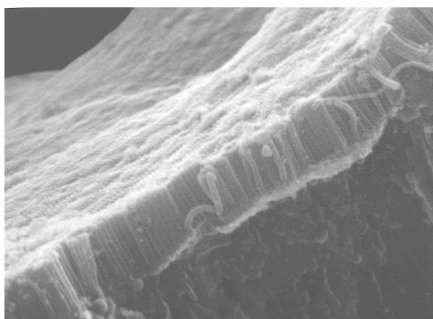
C. Jednoslojni cilindrični epitel

Jednoslojni cilindrični epitel izgrađuju visoke prizmatične stanice (Slika 3). Svaka stanica ima ovalnu, stojeću jezgru (dulji joj je promjer koji je okomit na bazalnu membranu) koja je smještena u bazalnom dijelu stanice. Cilindrični epitel se dijeli na:

- cilindrični epitel bez trepetljika (ciliija)
- cilindrični epitel s trepetljikama
- cilindrični epitel s dugim citoplamskim izdancima (mikrovilima).

Između stanica cilindričnog epitela često su raštrkane svjetlije okruglaste

vrčaste stanice (Slika 3b) koje izlučuju sluz (mukus), tekućinu koja služi za zaštitu npr. crijeva od infekcije, mehaničkog oštećenja i samorazgradnje, te olakšava prolaz hrane kroz crijevo. Cilindrične stanice mogu imati sekrecijsku i/ili apsorpcijsku ulogu. Na površinama kroz koje se obavlja



Slika 4. Scanning elektronska mikrofotografija (SEM) mikrosesica.

apsorpcija, primjerice u crijevu, cilindrični epitel na slobodnoj apikalnoj površini ima pravilne i gusto zbijene izdanke citoplazme, tzv. **mikroskopske resice (mikrovili)** (Slika 4). Mikroskopske resice povećavaju staničnu površinu za apsorpciju i lučenje (sekreciju). Mikrovili se u svjetlosnom mikroskopu ne vide pojedinačno, već su vidljivi kao jedinstvena naslaga, **četkasta prevlaka**.

Trepetljikavi cilindrični epitel oblaže, primjerice, jajovode i dišne (respiracijske) prolace. Funkcija mu je da pomiče stanice, tvari i čestice s jednog mjesta na drugo.

Cilindrični epitel bez trepetljika oblaže primjerice želudac, gdje vrčaste stanice luče sluz koja oblaže želudac i štiti tkivo samog želuca od njegovog kiselog sadržaja i enzimske razgradnje.

Zadatak 2. Promatranje jednoslojnog cilindričnog epitela na preparatima poprečnog presjeka tankog crijeva.

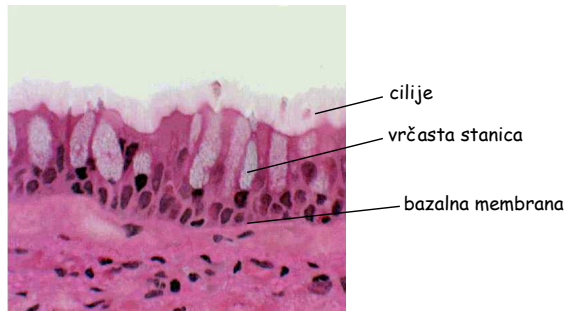
Nacrtajte sliku jednoslojnog cilindričnog epitela na poprečnom presjeku crijeva i označite:

- lumen crijeva
- crijevna resica
- lamina proprija
- bazalna membrana
- stanica cilindričnog epitela
- jezgra
- vrčasta (mukozna) stanica
- mikrosesice (mikrovili) - četkasta prevlaka

D. Višeredni (pseudostratificirani) epitel

Višeredni cilindrični epitel ostavlja dojam epitela sastavljenog od više slojeva stanica, jer su okrugle i ovalne jezgre smještene u više redova, odnosno razina. To je zbog toga što sve stanice nisu jednake visine, pa ne dopiru sve do slobodne površine epitela (Slika 5). Ipak, epitel je jednoslojan, jer stanice dolaze samo u jednom sloju (**svaka stanica naliže na bazalnu membranu**) dok se jezgre stanica nalaze u više redova (a ne u jednom redu kao kod tipičnog cilindričnog epitela). Površinske stanice ovog epitela mogu na slobodnoj površini imati pokretne trepetljike (dišni sustav). U dišnom sustavu, u ovom se epitelu među površinskim cilindričnim stanicama nalaze i vrčaste

(mukozne) stanice.



Slika 5. Višeredni cilindrični trepetljikavi epitel dušnika sa blijedim mukoznim stanicama.

Zadatak 3. Promatranje višerednog cilindričnog epitela na preparatima uzdužnog presjeka dušnika.

Sve su stanice cilindričnog epitela dušnika vezane za bazalnu membranu, iako im se jezgre vide u više slojeva, ovisno o veličini pojedine stanice. Pod većim povećanjem vidljive su mukozne stanice i trepetljike (cilije) na apikalnoj strani cilindričnih stanica. Pokretanjem trepetljika u sluz uhvaćene čestice prašine i druga strana tijela prenose se izvan dušnika.

Proučite trajni preparat na malom i velikom povećanju. Nacrtajte i označite:

- lumen dušnika
- trepetljike (cilije)
- bazalna membrana
- stanica cilindričnog epitela
- jezgra
- vrčasta (mukozna) stanica

2 VIŠESLOJNI EPITELI

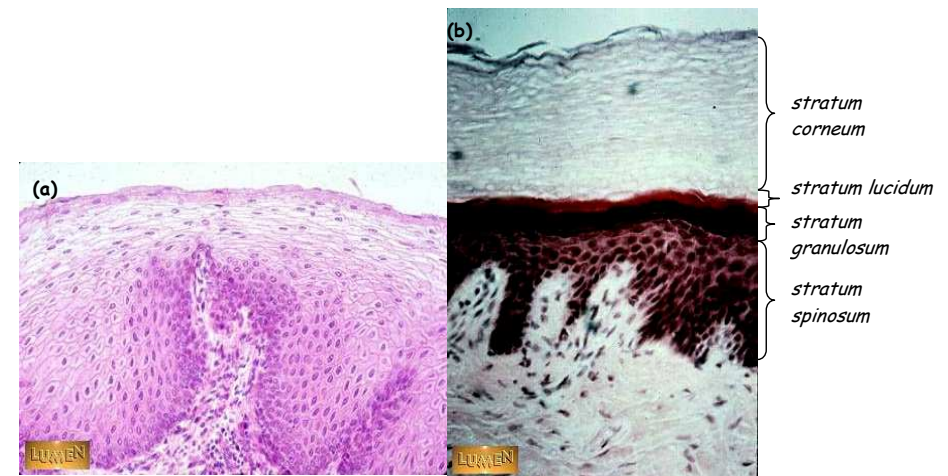
Višeslojni epitel se sastoji od više slojeva stanica, pa su i odgovarajuće deblji od jednoslojnih epitela i tvore relativno čvrste, nepropusne barijere (funkcija im više nije, kao kod jednoslojnih epitela, apsorpcijska i sekrecijska već prvenstveno zaštitna). Stanice nastaju mitotičkim diobama **temelnog sloja (stratum basale)** kojeg čini jedan sloj cilindričnih stanica koje leže na bazalnoj membrani. Stanice koje nastaju diobama cilindričnih stanica germinativnog sloja su kubičnog oblika, no kako bivaju potisnute prema slobodnoj površini, postaju sve tanje i spljoštenije pa su stanice na samoj površini

pločaste. One mogu ostati **neorožene** kao u jednjaku (*oesophagus*), gdje epitel zaštićuje tkiva koja leže ispod njega od mehaničkog oštećenja progutanom hranom. Na drugim područjima tijela su pločaste stanice na površinskom dijelu višeslojnog epitela **orožene (keratinizirane)**. Takav se epitel naziva rožnati, i posebno je dobro razvijen na vanjskoj površini kože.

Prema obliku stanica koje ga čine višeslojni (stratificirani) epitel možemo podijeliti na:

A) Višeslojni pločasti epitel (Slika 6) koji se sastoji od različitog broja slojeva stanica. Stanice u dubljim slojevima su visoke, a prema površini su spljoštene i pločaste. Ovaj epitel javlja se u dva oblika - orožen na koži (epidermis) i neorožen na sluznicama (npr. usne šupljine, jednjaka, rodnice). Neoroženi višeslojni pločasti epitel građen je, idući od baze epitela prema slobodnoj površini, od sljedećih slojeva:

- Temeljni sloj (*stratum basale*) čini jedan sloj cilindričnih stanica koje leže na bazalnoj membrani.
- Nazubljeni sloj (*stratum spinosum*) građen je od više slojeva velikih mnogokutnih stanica, koje su međusobno povezane međustaničnim mostićima. Na površini izoliranih stanica ovog sloja prekinuti međustanični mostići izgledaju kao bodlje



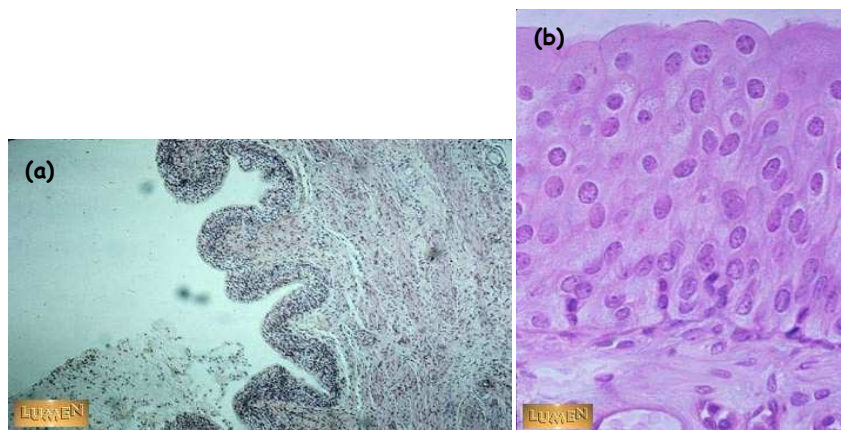
Slika 6. Višeslojni pločasti epitel. (a) neoroženi epitel na površini jednjaka, (b) oroženi epitel - presjek tankog dijela kože.

(*spinæ*). Prema površini epitela stanice postepeno mijenjaju oblik, postaju spljoštene i prelaze u sljedeći sloj.

- Površinski sloj (*stratum superficiale*) je građen od pločastih stanica čiji je dulji promjer usporedan s površinom epitela. Izgledaju poput ljuščica, a jezgre su im razvučene.

U **oroženom obliku višeslojnog pločastog epitela** površinski slojevi (*stratum superficiale*) podijeljeni su prema građi u nekoliko dodatnih slojeva te završavaju rožnatim slojem tj. slojem spljoštenih površinskih stanica koje podliježu procesu keratinizacije odnosno orožavanja (Slika 6b).

- B) Višeslojni kubični epitel** građen je od više slojeva kubičnih stanica prepoznatljivih po okruglim jezgrama.
- C) Višeslojni cilindrični epitel** je građen od više slojeva stanica, koje su u dubljim slojevima gotovo kubična oblika, a u površinskom sloju visoke i prizmatične. Višeslojni cilindrični epitel je rijedak.
- D) Višeslojni prijelazni epitel** oblaže mokraćovod, mokraćni mjehur i početni dio mokraćne cijevi. Značajka tog epitela su velike zaobljene stanice, smještene na površini epitela, koje nisu ni cilindrične ni pločaste već im oblik ovisi o stupnju rastezanja mokraćnog mjehura. Prijelazni epitel u mlohavom stanju (mokraćni



Slika 7. Prijelazni epitel u mokraćnom mjehuru; (a) malo povećanje, (b) veliko povećanje - mokraćni mjehur je kontrahiran pa je epitel debeo; da se mjehur rastegne, epitel bi bio tanji.

mjehur prazan) sastoji se od 5 do 6 slojeva velikih zaobljenih stanica (Slika 7). Oblik i broj slojeva stanica ovog epitela se mijenja ovisno o stupnju rastezanja mokraćnog mjehura (zato se i zove «prijelazni epitel»). Kada je epitel rastegnut (mjehur pun mokraće), on ima samo 3-4 sloja stanica, a površinske stanice se spljošte i rastegnu.

Zadatak 4: Promatranje višeslojnog pločastog epitela na preparatima jezika i kože.

Nacrtajte i na crtežu označite sljedeće strukture:

- jezgra
- bazalna membrana
- *stratum spinosum*
- *stratum superficiale*
- *stratum basale*

SEKRECIJSKA ULOGA EPITELNOG TKIVA

Neke stanice epitela imaju ponajprije sekrecijsku ulogu, tj. sintetiziraju i izlučuju sekrete.

Između pokrovnih epitelnih stanica mogu biti smještene pojedinačne žljezdane stanice, kao već spomenute vrčaste stanice, ili nakupine žljezdanih stanica mogu tvoriti višestaničnu žljezdu.

Postoje dva tipa žljezdanih stanica: **endokrine** i **egzokrine**. Egzokrine su one stanice čiji se sekret izlučuje **na slobodnu površinu** epitela. Višestanične egzokrine žlijezde izlučuju svoje sekrete putem izvodnih kanala. Endokrine žlijezde su one koje svoje izlučevine otpuštaju **izravno u krvotok**.