

acinilor și insulelor. Capilarele limfatice se varsă în vasele limfatice, care trec alături de cele sanguine.

Inervația. Inervația eferentă a pancreasului se realizează de către nervii simpatici și vag. Fibrele simpatici însoțesc vasele sanguine, fiind după importanța lor vasomotorii. În pancreas există ganglioni vegetativi intraramurali. Masa principală a celulelor lor nervoase o constituie neuronii colinergici. Totodată ganglionii conțin și neuroni peptidergici, care secretă hormoni polipeptidici. Fibrele nervoase ale neuronilor colinergici și peptidergici se termină pe celulele acinilor pancreatici și de-a lungul capilarelor trec în insule, reglind funcția secretoare a glandei.

Fibrele nervoase senzitive formează în țesutul conjunctiv interlobular diverși receptori, inclusiv și corpusculi lamelari.

Modificările de vîrstă. În pancreas ele se manifestă mai întii de toate prin schimbarea raportului dintre partea lui exocrină și cea endocrină. Insulele glandei sînt dezvoltate mai intens în primii ani de viață. Cu vîrsta numărul lor treptat se micșorează.

Regenerarea. Activitatea proliferativă (mitotică) a celulelor pancreasului este foarte joasă, de aceea în condiții fiziologice reînnoirea celulelor are loc în urma regenerării intracelulare.

Capitolul XIX

APARATUL RESPIRATOR

Aparatul respirator asigură în organism respirația externă și un rînd de funcții principale nerespiratorii.

În componența lui intră diverse organe: *cavitatea nazală, nazofaringele, laringele, traheea, bronhiile extrapulmonare și plămîni*, care îndeplinesc funcția de conducere a aerului și funcția respiratorie (metabolismul gazos).

Respirația externă, deci absorbția din aerul inspirat a oxigenului, trecerea lui în sînge și eliminarea din organism a bioxidului de carbon, este funcția principală a aparatului respirator. Metabolismul gazos îl realizează plămîni. Alte funcții principale sînt: termoreglarea și umectarea aerului inspirat, purificarea lui de praf și microorganisme, trecerea sîngelui în depozite în sistemul vascular abundent dezvoltat, participarea la menținerea coagulării sîngelui, grație producerii tromboplastinei și a antagonistului ei — heparinei, participarea la sinteza unor hormoni necesari pentru metabolismul hidrosalin și lipidic, funcția de formare a sunetelor, olfactivă, de protecție imunologică.

Dezvoltarea. Laringele, traheea și plămîni se dezvoltă dintr-un primordiu comun, care apare în săptămîna 3—4 de dezvoltare embrionară în urma invaginării peretelui ventral al intestinului anterior. În săptămîna a 3-a la embrion se formează din peretele ventral al intestinului anterior o proeminență sacciformă impară, din al cărei seg-

ment superior se formează laringele și traheea. Segmentul inferior al acestui primordiu se împarte în două săculețe simetrice din care se vor dezvolta plămînul drept și stîng. La rîndul lor, aceste săculețe se divid în numeroase proeminențe mai mici între care se infiltrează mezenchimul. În săptămîna a 8-a apar primordiile bronhiilor în formă de tubi scurți și netezi, iar în săptămîna a 10—12-a pereții lor devin plicaturati și tapetați de epitelocite cilindrice. Din mezenchimul, care înconjoară arborele bronșic în formație se diferențiază țesutul muscular neted, țesutul cartilagos, țesutul conjunctiv fibros al bronhiilor, elementele elastice și colagene ale alveolelor și septurile de țesut conjunctiv, care se infiltrează între lobulii plămînului. La sfîrșitul lunii a 4-a a perioadei embrionare se diferențiază bronhiiolele, căptușite de un epitelu cubic. Din luna a 6-a și pînă la naștere în plămîni are loc procesul de dezvoltare a canalelor alveolare și a alveolelor. În decursul perioadei embrionare alveolele au aspectul de vezicule colabate cu un lumen redus și cu peretele gros, constituit din celule cilindrice sau cubice. Din mezenchim se dezvoltă concomitent rețeaua de vase sanguine, care împreună cu nervii intră în componența plămînilor. Din foițele viscerală și parietală a splancnotomului se formează foițele viscerală și parietală ale pleurei. La prima inspirație a nou-născutului alveolele plămînilor se destind, se mărește evident cavitatea lor, iar pereții alveolari se subțiază. Aceasta contribuie la metabolismul oxigenului și bioxidului de carbon între sîngele care circulă prin capilare și aerul din alveole.

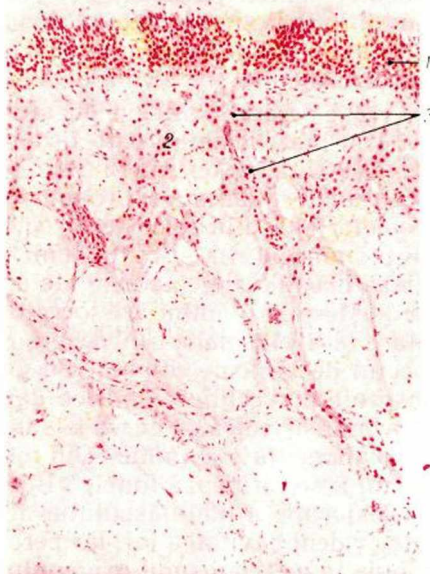
CAILE AERIFERE

Acestea includ : *cavitatea nazală, nazofaringele, laringele, traheea și bronhiile*. În căile aerifere cu pătrunderea aerului are loc purificarea, umectarea, apropierea temperaturii aerului inspirat de temperatura corpului, recepția excitanților de gaze, de temperatură și mecanici, reglarea volumului aerului inspirat. Laringele participă la formarea sunetelor.

Cavitatea nazală. În ea se disting *vestibulul și cavitatea nazală propriu-zisă*, care include regiunile respiratorie și olfactivă.

Vestibulul este format din cavitatea situată sub partea cartilaginoasă nazală. El este căptușit de un epitelu pluristratificat pavimentos, care reprezintă continuarea epitelului invelișului cutanat. Sub epitelu, în stratul de țesut conjunctiv se localizează glandele sebacee și rădăcinile părului aspru. Părul cavității nazale reține corpusculii de praf din aerul inspirat. În părțile mai profunde ale vestibulului părul devine mai scurt și mai rar.

Suprafața internă a cavității nazale propriu-zise în porțiunea respiratorie este acoperită de *tunica mucoasă*, constituită din *epitelu anizomorf prismatic ciliat și din lama proprie conjunctivă* (des. 227). În epitelu situat pe membrana bazală se deosebesc 4 varietăți de celule : *ciliate, cu microvilozități, bazale și caliciforme*. Celulele ciliate sînt aprovizionate cu cili vibrațili cu înălțimea de circa 3—5 mcm. Printre celulele ciliate se situează celulele cu *microvilozități*



Des. 227. Schema structurii tunicii mucoase a cavității nazale.

1 — epiteliu anizomorf prismatic ciliat; 2 — lama de țesut conjunctiv; 3 — numeroase vase sanguine; 4 — glande.

scurte pe partea apicală și celulele bazale slab specializate. Celulele caliciiforme sînt glande unicelulare mucoase, care elimină secreția lor pe suprafața epiteliului ciliat.

Lama proprie a tunicii mucoase este constituită din țesut conjunctiv fibros lax, care conține un număr mare de fibre elastice. În ea se localizează segmentele terminale ale glandelor mucoase, canalele excretoare ale cărora se deschid pe suprafața epiteliului. Secreția acestor glande ca și secreția celulelor caliciiforme umectează tunica mucoasă.

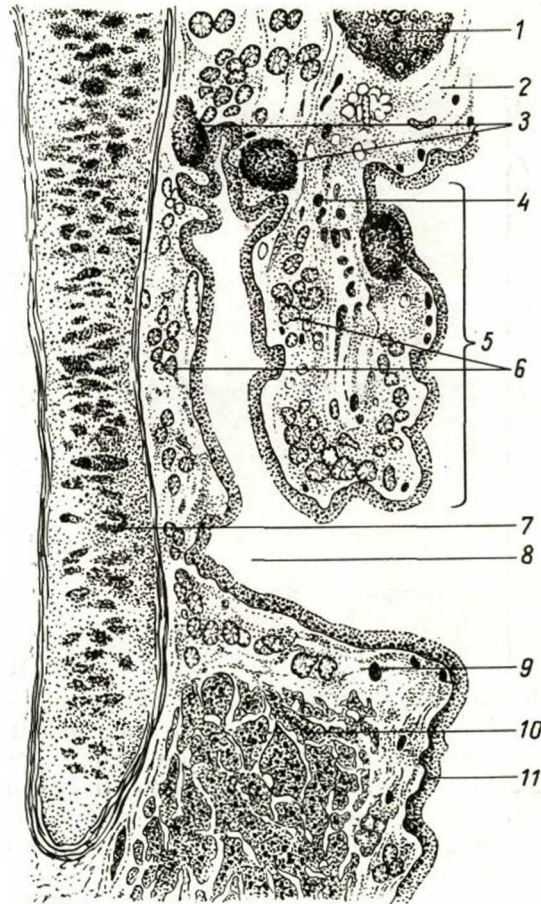
În consecință, pe suprafața ei se rețin particulele de praf, microorganismele, care apoi sînt îndepărtate prin mișcările cililor epiteliului vibrațil. În lama proprie a tunicii mucoase se întîlnesc permanent noduli limfatici, în special în regiunea orificiilor trompelor auditive, unde ei formează amigdalele tubare.

Vascularizația. Tunica mucoasă a cavității nazale este foarte bogată în vase sanguine, localizate în porțiunile superficiale ale lamei proprii, direct sub epiteliu, ceea ce contribuie la încălzirea aerului inspirat. La arterele și arteriolele cavității nazale este bine dezvoltată tunica medie. Această tunică este bine dezvoltată și în vene. În regiunea cornetului inferior se află un plex de vene cu lumenul larg. La umplerea lor cu sînge tunica mucoasă se tumefiază intens și împiedică inspirarea aerului.

Vasele limfatice formează o rețea deasă. Ele sînt în conexiune cu spațiul subarahnoidian și cu tecile perivascularare ale diferitelor regiuni ale creierului și cu vasele limfatice ale glandelor salivare mari.

Inervația. Tunica mucoasă a cavității nazale este abundant inervată, conține numeroase terminații nervoase libere și încapsulate (mecano-, termo- și angioreceptori). Fibrele nervoase senzitive încep din ganglionul trigemen al perechii a V-a a nervilor cranieni. Tunica mucoasă a sinusurilor paranazale, între care sinusurilor frontale și maxilare superioare are aceeași structură ca și tunica mucoasă a regiunii respiratorii a cavității nazale, numai că lama proprie conjunctivă este mult mai subțire.

Laringele este organul regiunii aerifere a aparatului respirator, care participă nu numai la conducerea aerului, ci și la formarea sune-



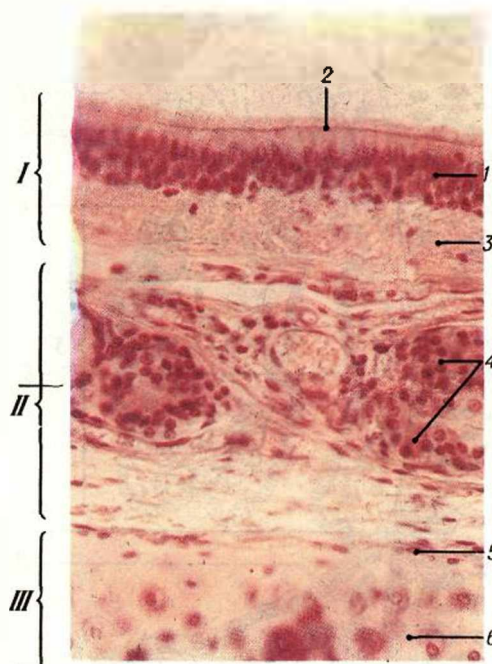
**Des. 228. Structura laringelui ;
secțiune frontală (schemă).**

1 — cartilajul epiglotei; 2 — lama proprie a tunicii mucoase; 3 — noduli limfatici; 4 — fascicule izolate de celule musculare netede ale ligamentului tiro-aritenoidian superior; 5 — ligamentul tiro-aritenoidian superior; 6 — glande; 7 — cartilajul tiroidian; 8 — ventriculul laringian; 9 — ligamentul tiro-aritenoidian inferior; 10 — mușchii ligamentului tiro-aritenoidian inferior; 11 — epitelul pluristratificat pavimentos.

telor. Laringele este format din trei tunici: tunica *mucoasă*, tunica *fibro-cartilaginoasă* și tunica *adventițială* (des. 228).

Tunica mucoasă (tunica mucosa), cu excepția ligamentelor vocale, este căptușită de epiteliu anizomorf ciliat. Lama proprie a tunicii mucoase reprezentată de țesut conjunctiv fibros lax conține numeroase fibre elastice fără orientare determinată. În straturile profunde ale tunicii mucoase fibrele elastice trec treptat în pericondru, iar în partea mijlocie a laringelui pătrund între mușchii striați ai ligamentelor vocale. Pe suprafața anterioară în lama proprie a tunicii mucoase se află *glande mixte sero-mucoase* (gll. mixteae seromucosae). Ele sînt foarte numeroase la baza epiglotei. Aici se află și numeroase aglomerări de noduli limfatici, care poartă denumirea de amigdale laringiene.

În segmentul median al laringelui se află plicile tunicii mucoase, care formează așa-numitele *ligamentul tiro-aritenoidian inferior* și *ligamentul tiro-aritenoidian superior*. Plicile sînt acoperite de un epite-



Des. 229. Structura traheii.

I — tunica mucoasă; II — lama submucoasă; III — tunica fibro-musculo-cartilaginoasă; 1 — epitelul anizomorf prismatic ciliat; 2 — exocrinocite caliciforme; 3 — lama proprie a tunicii mucoase; 4 — glandele traheii; 5 — pericondriu; 6 — cartilaj hialin.

liu pluristratificat pavimentos. În tunica mucoasă de deasupra și de sub ligamentul tiro-aritenoidian inferior se situează glandele mixte sero-mucoase. Datorită contracției mușchilor striați, situați în profunzimea coardelor vocale, are loc modificarea dimensiunii fisurii dintre ele, care influențează asupra înălțimii sunetului produs de aerul ce trece prin laringe (vezi des. 228).

Tunica fibro-cartilaginoasă este formată din cartilaj hialin și elastic, înconjurat de țesut conjunctiv fibros dens. Ea asigură rolul

de carcasă, de apărare și de sprijin al laringelui.

Tunica adventiția este formată din țesut conjunctiv.

Laringele este despărțit de faringe prin *epiglota* a cărei bază este constituită dintr-un cartilaj elastic. În regiunea epiglotei tunica mucoasă a faringelui trece în tunica mucoasă a laringelui. Pe ambele suprafețe ale epiglotei tunica mucoasă este acoperită de un epiteliu pluristratificat pavimentos. Lama proprie a tunicii mucoase a epiglotei, pe suprafața ei anterioară, formează numeroase papile, care pătrund în epiteliu; pe suprafața posterioară ele sînt scurte, iar epiteliul mai scund.

Traheea. Este un organ tubular cavitar, constituit din *tunica mucoasă*, *lama submucoasă*, *tunica fibro-cartilaginoasă* și *tunica adventițială adventiția* (des. 229).

Tunica mucoasă (tunica mucosa) prin intermediul lamei submucoase fine aderă la tunica fibro-cartilaginoasă și de aceea nu formează plici. Ea este căptușită de un epiteliu anizomorf prismatic ciliat în care se evidențiază *celule ciliate*, *caliciforme*, *endocrine* și *bazale*.

Celulele ciliate au o formă prismatică, pe suprafața liberă conțin circa 250 de cili. Cili vibrează în direcția contrară aerului inspirat, mai intens la temperatura optimă (18—33°C) și în mediu slab alcalin. *Celulele caliciforme* sînt glande unicelulare endoepiteliale — elimină la suprafața stratului epitelial un secret mucos bogat în acid hialuronic și acid sialic. Secreția lor împreună cu secreția glandelor mucoase din lama submucoasă umețează epiteliul și asigură alipirea particulelor de praf, care pătrund cu aerul și care se elimină în urma expecto-

rației. Mucusul conține și imunoglobuline, eliminate de celulele plasmatice, care se află în componența tunicii mucoase. Ele inactivează numeroase microorganisme, care pătrund cu aerul. *Celulele endocrine* au o formă piramidală, un nucleu rotund și granule de secreție. Aceste celule elimină hormoni peptidici și amine biogene: noradrenalina, serotonina, dofamina și reglează contractia celulelor musculare ale căilor aerifere. *Celulele bazale* sînt celule cambiale, au o formă ovală sau triunghiulară. Cu specializarea lor în citoplasmă apar tonofibrilele și glicogenul, crește numărul organitelor.

Sub membrana bazală a epitelului se situează lama proprie a tunicii mucoase, constituită din țesut conjunctiv fibros lax neordonat bogat în fibre elastice. Spre deosebire de laringe, fibrele elastice ale traheii au o direcție longitudinală. În lama proprie a tunicii mucoase se găsesc noduli limfatici și unele fascicule de celule musculare netede amplasate circular.

Lama submucoasă (tela submucosa) a traheii este constituită din țesut conjunctiv fibros lax, care fără o limită distinctă trece în țesutul conjunctiv dens al pericondrului inelelor cartilajinoase neîncheiate. În lama submucoasă se localizează glandele mixte sero-mucoase, canalele excretoare ale cărora, formînd pe traiect dilatări, se deschid la suprafața tunicii mucoase. Aceste glande sînt foarte numeroase în pereții posterior și lateral ai traheii.

Tunica fibro-cartilajinoasă (tunica fibrocartilaginea) a traheii este formată din 16—20 inele de cartilaj hialin, neîncheiate în perelele posterior al traheii. Capetele libere ale acestor inele sînt unite prin fascicule de celule musculare netede, care se fixează pe suprafața externă a cartilajului. Datorită acestei structuri, suprafața posterioară a traheii este elastică și maleabilă. Ea joacă un rol foarte important în timpul deglutiției. Bolul alimentar, trecînd prin esofagul situat nemijlocit în partea posterioară a traheii, nu întîmpină nici o rezistență din partea peretelui traheii.

Tunica adventiția (tunica adventiția) este constituită din țesut conjunctiv fibros lax neordonat, care unește acest organ cu părțile adiacente ale mediastinului.

Vasele sanguine ale traheii, ca și ale laringelui, formează în tunica mucoasă cîteva plexuri, situate paralel, iar sub epitelu — o rețea densă de capilare. Vasele limfatice formează de asemenea plexuri, dintre care cel superficial este situat direct sub rețeaua capilară sanguină.

Nervii, apropiindu-se de trahee, conțin fibre rahidiene și vegetative și formează două plexuri ale căror ramificații se sfîrșesc în tunica mucoasă cu terminațiuni nervoase. Mușchii peretelui posterior al traheii sînt inervați de ganglionii sistemului nervos vegetativ.

Funcția traheii ca organ aerifer se află în strînsă legătură cu particularitățile structuro-funcționale ale arborelui bronșic al plămînilor.

PLĂMÎNII

Plămînii ocupă o mare parte din cutia toracică și permanent își modifică forma în dependență de faza respirației. Suprafața plămînului este acoperită de o tunică seroasă — pleura viscerală.

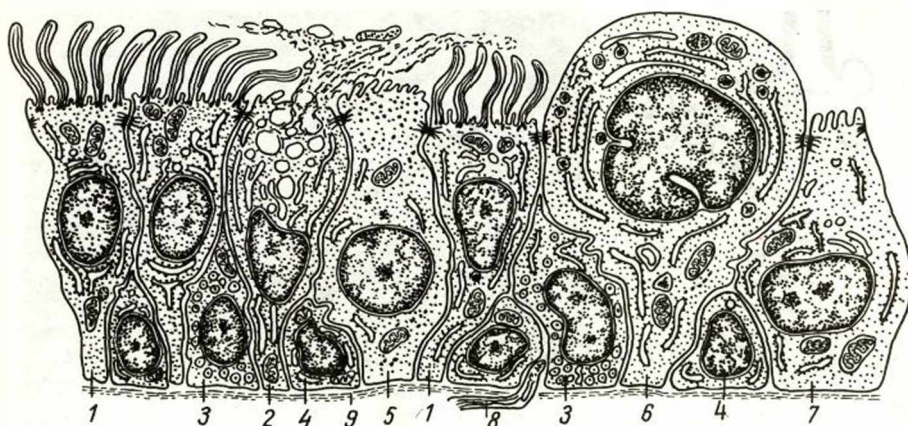
Structura. Plămînul este costituit din *sistemul de căi aerifere* — bronhiile (arborele bronșic) și din sistemul de vezicule pulmonare sau alveole, care îndeplinesc rolul de *sisteme respiratorii* proprii ale aparatului respirator.

Arborele bronșic al plămînului (arbor bronchialis). În componența lui intră *bronhiile principale* (dreaptă și stîngă), care se ramifică în *bronhii lobare extrapulmonare* (bronhiile mari de ordinul întâi), ultimele se ramifică în *bronhii mari zonale extrapulmonare* (cite 4 în fiecare plămîn) (bronhiile de ordinul al doilea). Bronhiile intrapulmonare *segmentare* (cite 10 în fiecare plămîn) se împart în bronhii de ordinul al treilea-al cincilea (subsegmentare), care, conform diametrului lor, sînt bronhii mijlocii (5—2 mm). Bronhiile mijlocii, ramificîndu-se, trec în bronhii mici (2—1 mm în diametru), iar apoi în *bronhiiole terminale* (bronchioli terminales). În continuare încep *segmentele respiratorii* ale plămînului, care îndeplinesc funcția metabolismului gazos.

Structura bronhiilor, deși este diversă pe traiectul arborelui bronșic, are particularități comune. Tunica internă a bronhiilor — mucoasa — este *tapetată de epiteliul ciliat*, grosimea căruia treptat se micșorează datorită modificării formei celulelor de la înalt prismatice pînă la cubice joase. Printre celulele epiteliale în afară de cele *ciliate, caliciforme, endocrine și bazale*, de acum descrise, în regiunile distale ale arborelui bronșic se întîlnesc *celule secretoare*, cu „*marginie în perie*”, și *celule aciliate* (Des. 230).

Celulele secretoare (cellulae secretoriae) se caracterizează prin apexul „în cupolă”, căruia îi lipsesc cilii și microvilozitățile și este umplut cu granule de secreție. Ele conțin un nucleu rotund, reticulul endoplasmatic de tip agranular bine dezvoltat, complexul Golgi. Aceste celule elaborează fermenți cu proprietatea de a disocia surfactantul, care acoperă segmentele respiratorii (vezi mai jos). *Celulele aciliate* (epitheliocyti aciliati) se întîlnesc în bronhiiole. Ele au o formă prismatică. Extremitatea lor apicală proemină puțin deasupra nivelului celulelor ciliate învecinate. În partea apicală se conțin aglomerări de granule de glicogen, mitocondrii și granule de secreție. Funcția lor nu este cunoscută. Celulele cu „*marginie în perie*” (epitheliocyti limbati) se caracterizează printr-o formă ovoidă și prin prezența pe suprafața apicală a microvilozităților scurte și boante (des. 230). Aceste celule se întîlnesc rar. Se consideră că ele îndeplinesc funcția de chemoreceptori.

Lama proprie a tunicii mucoase a bronhiilor este bogată în fibre elastice orientate longitudinal, care asigură dilatația bronhiilor la inspirație și revenirea lor în stare inițială la expirație. Tunica mucoasă a bronhiilor are plici longitudinale, condiționate de contracția fasciculelor de celule musculare netede orientate oblic-circular (lama musculară a tunicii mucoase), care separă tunica mucoasă de lama submu-



Des. 230. Schema structurii ultramicroscopice a celulelor epiteliale ale tunicii mucoase din căile aerifere (des. lui lu. I. Afanasiev).

1 — celule ciliate; 2 — celule caliciforme; 3 — celule endocrine; 4 — celule bazale; 5 — celule aciliate; 6 — celule secretoare; 7 — celule cu „marginie în perie”; 8 — fibra nervoasă; 9 — membrana bazală

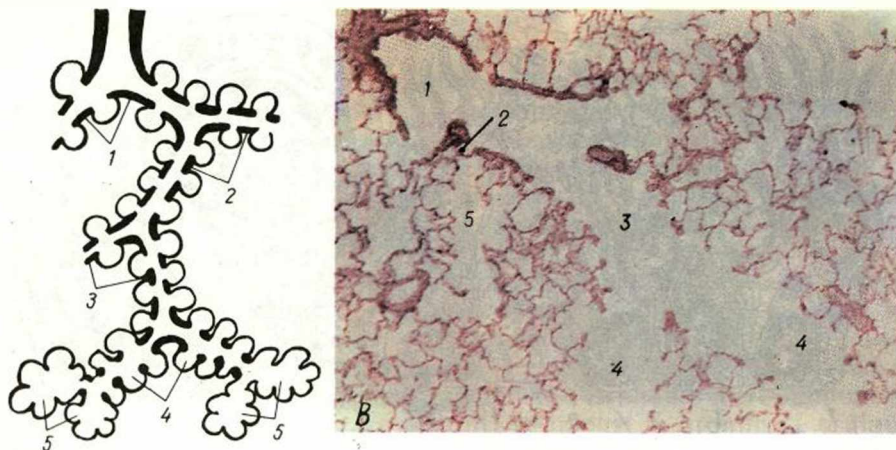
coasă conjunctivă. Cu cât diametrul bronhiei este mai mic, cu atât este relativ mai pronunțată contracția lamei musculare a mucoasei. În tunica mucoasă a bronhiilor, în special a celor mari, se întâlnesc *noduli limfatici*.

Lama submucoasă conjunctivă conține segmentele terminale ale glandelor mixte sero-mucoase. Glandele se situează în grupuri, mai frecvent, în locurile lipsite de cartilaj, iar canalele excretoare pătrund în tunica mucoasă și se deschid la suprafața epitelului. Secreția lor umezește tunica mucoasă și contribuie la alipirea, învelirea particulelor de praf și a altor particule, care apoi sînt eliminate în exterior. Mucusul posedă însușiri bacteriostatice și bactericide. În bronhiile de calibru mic (2—1 mm în diametru) glandele lipsesc.

Tunica fibro-cartilaginoasă pe măsura micșorării calibrului bronhiilor se caracterizează prin înlocuirea treptată a inelelor de cartilaj încheiate (la bronhiile principale) cu plăci de cartilaj (bronhiile lobare, zonale, segmentare, subsegmentare) și cu insule de țesut cartilagos (în bronhiile de calibru mijlociu). În bronhiile de calibru mijlociu în loc de țesut cartilagos hialin apare țesut cartilagos elastic. În bronhiile de calibru mic tunica fibro-cartilaginoasă lipsește.

Tunica externă — *adventiția* este formată din țesut conjunctiv fibros, care trece în țesutul conjunctiv interlobar și interlobular al parenchimului plămînilor. Printre celulele țesutului conjunctiv se observă bazofile tisulare, care participă la reglarea homeostazei și la coagularea sîngelui.

Astfel, **bronhiile de calibru mare** cu diametrul corespunzător de la 15 pînă la 5 mm se caracterizează prin tunica mucoasă plisată, grație contracției țesutului muscular neted și tapetată de un epiteliu anizomorf ciliat, prezența glandelor, plăcilor mari de cartilaj în tunica fibro-



Des. 231. Acinul

A — schemă; B — microfotografie. 1 — bronhiole respiratorii de ordinul 1; 2 — bronhiole respiratorii de ordinul 2; 3 — bronhiole respiratorii de ordinul 3; 4 — ducturi alveolare; 5 — saci alveolari.

cartilaginoasă. **Bronhiile de calibrul mijlociu** diferă prin micșorarea înălțimii stratului epitelial și grosimii tunicii mucoase, prezența glandelor, micșorarea dimensiunilor insulelor de cartilaj. **În bronhiile de calibrul mic** epiteliul este bistratificat, iar apoi unistratificat, lipsesc cartilajul și glandele, lama musculară a tunicii mucoase devine mai pronunțată în comparație cu grosimea peretelui. Contractia îndelungată a fasciculelor musculare în stările patologice, de exemplu în astmul bronșic, reduce intens lumenul bronhiilor mici și îngreuează respirația.

În consecință, **bronhiile mici îndeplinesc nu numai funcția de conducere**, ci și reglează pătrunderea aerului în segmentele respiratorii ale plămânilor.

Bronhiile terminale au un diametru de circa 0,5 mm. Tunica mucoasă este tapetată de un *epiteliu unistratificat cubic ciliat*, în care se întâlnesc celule cu „margină în perie”, *celule secretoare* și celule „fără margine în perie”. În lama proprie a tunicii mucoase a acestor bronhiole se află fibre elastice cu orientare longitudinală între care sînt amplasate fascicule izolate de celule musculare netede. Datorită acestui fapt, bronhiiolele se dilată ușor la inspirație și revin în starea inițială la expirație.

Segmentul respirator. Unitatea structuro-funcțională a segmentului respirator al plămînilor este **acinul** (*acinus pulmonaris*). El reprezintă un sistem de alveole, situate în peretele bronhiolei respiratorii, canalelor și sacilor alveolari, care asigură metabolismul gazos între sînge și aerul alveolar. Acinul începe cu *bronhiola respiratorie* (*bronchiolus respiratorius*) de ordinul întâi, care dicotomic se divide în bronhiiole respiratorii de ordinul al doilea, iar apoi și de ordinul al treilea. În lumenul bronhiiolelor se deschid *alveolele* (des. 231). Fiecare bronhiolă

respiratorie de ordinul al treilea se împarte în *ducturile alveolare* (ductuli alveolares), iar fiecare duct alveolar se termină cu doi *saci alveolari* (sacculi alveolares). În orificiul alveolelor ducturilor alveolare se află fascicule mici de celule musculare netede, care în secțiune se observă în formă de îngroșări. Acinii sînt separați unul de altul prin septuri fine de țesut conjunctiv; 12—18 acini formează *lobulul pulmonar*.

Bronhiiolele respiratorii sînt căptușite de un epiteliu *unistratificat cubic*. Celulele ciliate se întîlnesc rar (des. 232). *Lama musculară* se subțiază și se desface în fascicule izolate de celule musculare netede amplasate circular. Fibrele țesutului conjunctiv din *tunica adventițială-externă* trec în țesutul conjunctiv interstițial.

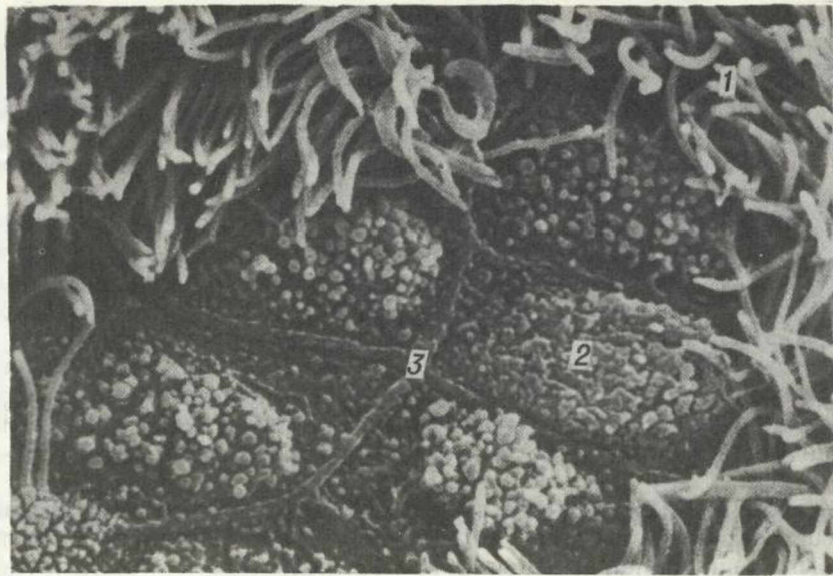
Pe pereții *ducturilor alveolare* și *sacilor alveolari* se localizează cîteva zeci de *alveole*. La adulți numărul lor total ajunge în mijlociu la 300—400 mln. Suprafața totală a alveolelor în inspirație la omul matur poate ajunge la 100 m², iar în expirație se micșorează de 2—2 1/2 ori.

Alveolele sînt separate de septuri fine de țesut conjunctiv, în care pătrund capilarele sanguine. Între alveole există comunicații în formă de orificii cu diametrul de circa 10—15 mcm — *porii alveolari* (des. 233, 234).

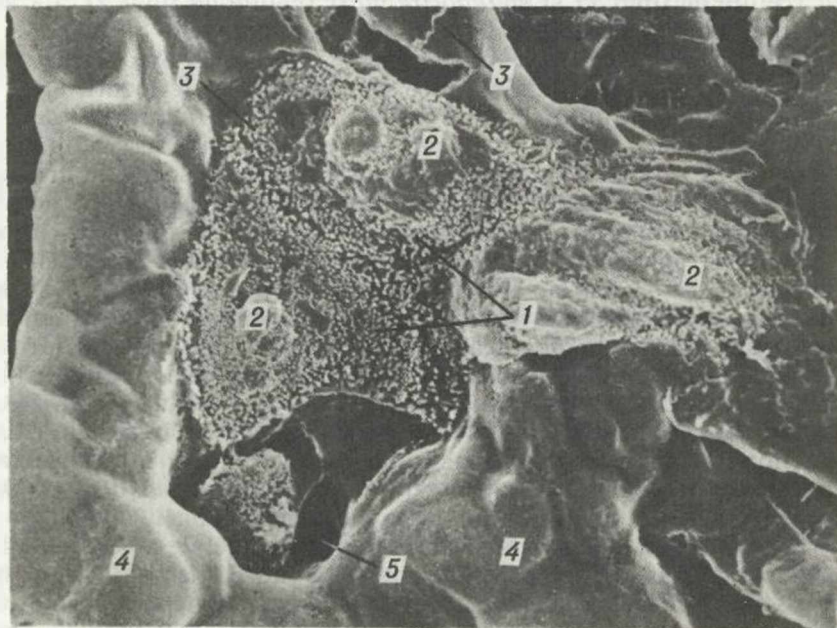
Alveolele au formă de vezicule deschise. Suprafața lor internă este căptușită de două tipuri principale de celule: *epiteliocite respiratorii* (celule de tipul 1) și *epiteliocite mari* (celule de tipul 2). La animale în alveole există celule de tipul 3 — cu „*marginie în perie*”.

Epiteliocitele respiratorii (epitheliocyti respiratorii) au o formă neregulată turtită și alungită. Grosimea celulelor în acele locuri, unde se localizează nucleii ajunge la 5—6 mcm, pe cînd în celelalte sectoare ea variază în limitele de 0,2—0,3 mcm. Pe suprafața liberă a citoplasmei acestor celule se află prelungiri citoplasmice foarte scurte, îndreptate în cavitatea alveolelor, care măresc suprafața de contact a aerului cu suprafața epiteliului. În citoplasma lor se observă mitocondrii mici și vezicule de pinocitoză. La sectoarele anucleate ale epiteliocitelor de ordinul 1 aderă sectoarele anucleate ale celulelor endoteliale ale capilarelor. În aceste sectoare membrana bazală a endoteliului capilarului sanguin aderă intim la membrana bazală a epiteliului. Datorită acestei interrelații dintre pereții alveolelor și ale capilarelor bariera dintre sînge și aer (**bariera aero-hematică**) este extrem de subțire — în medie 0,5 mcm (des. 234, A, B). Pe alocuri grosimea ei se mărește din cauza septurilor subțiri de țesut conjunctiv fibros lax. Componenta importantă a barierei aero-hematice este *complexul alveolar de surfactant* (des. 235). El joacă un rol însemnat la prevenirea colabării alveolelor în expirație și la apărarea lor de pătrunderea prin peretele alveolar a microorganismelor din aerul inspirat și de transudarea lichidului din capilarele septurilor interalveolare în alveole. Surfactantul este format din două faze — membranoasă și lichidă (hipofaza). Analiza biochimică a surfactantului a arătat că în componența lui intră fosfolipidele, proteinele și glucoproteinele.

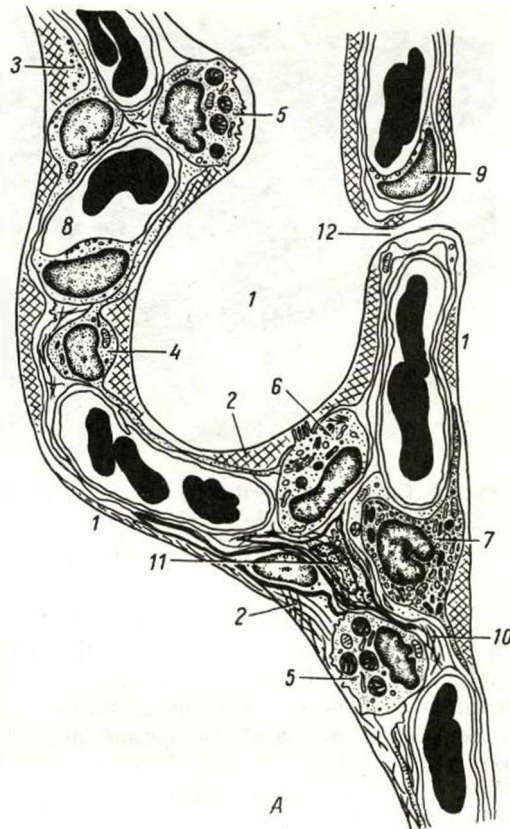
Fosfolipidele și proteinele formează componenta membranoasă,



Des. 232. Bronhiola respiratorie a plămânului la copilul de 1 1/2 ani. Electronmicrografie stereo-scan. $\times 8400$ (după L. C. Romanova).
1 — cili pe suprafața apicală a celulelor ciliate; 2 — celule acționate; 3 — limitele dintre celule.

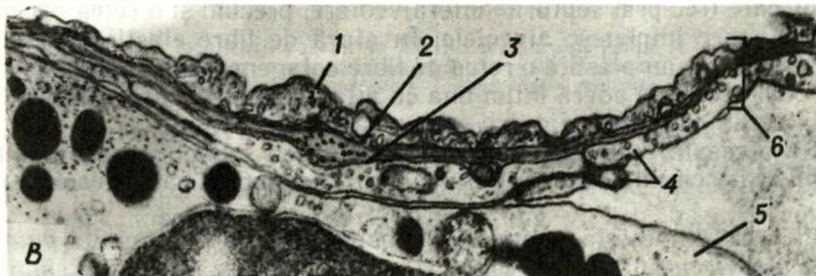


Des. 233. Alveola plămânului la șobolan. Electronmicrografie stereo-scan. $\times 3500$ (după L. C. Romanova).
1 — suprafața apicală cu microvilozități a alveolocitelor de tipul 2, 2 — eliminarea surfactantului; 3 — limitele intercelulare; 4 — capilare sanguine; 5 — por între alveolite



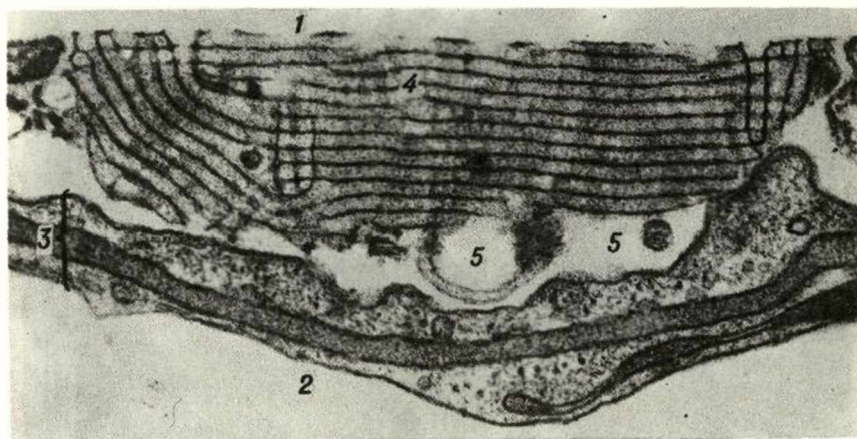
Des. 234. Structura alveolelor și a septurilor interalveolare ale plămînilui (după L. K. Romanova cu modificare).

A — schemă: 1 — lumenul alveolei; 2 — surfactantul; 3 — hipofaza surfactantului; 4 — alveolocitul de tipul 1; 5 — alveolocitul de tipul 2; 6 — alveolocitul de tipul 3; 7 — macrofag; 8 — lumenul capilarului; 9 — celula endoteliată a capilarului; 10 — fibre de colagen; 11 — fibroblast; 12 — por. B — electronmicrografie. $\times 24000$ 1 — alveolocitul de tipul 1; 2 — membrana bazală a alveolocitului; 3 — membrana bazală a endoteliului hemocapilarului; 4 — endoteliocite; 5 — citoplasma granulocitului în lumenul hemocapilarului; 6 — bariera aero-hematică.



asemănătoare cu membrana biologică elementară. Glucoproteinele sînt situate mai profund și formează hipofaza. Sinteza fosfolipidelor, care participă la formarea membranelor surfactantului are loc în epiteliocitele de ordinul 2, care îl și elimină.

Epiteliocitele de tipul 2, sau *epiteliocitele mari* (epitheliocyti magni), sînt ceva mai mari după înălțime decît celulele de tipul 1. În citoplasmă se evidențiază mitocondrii mai voluminoase, complexul Golgi, corpusculi osmiofili și reticulul endoplasmatic.

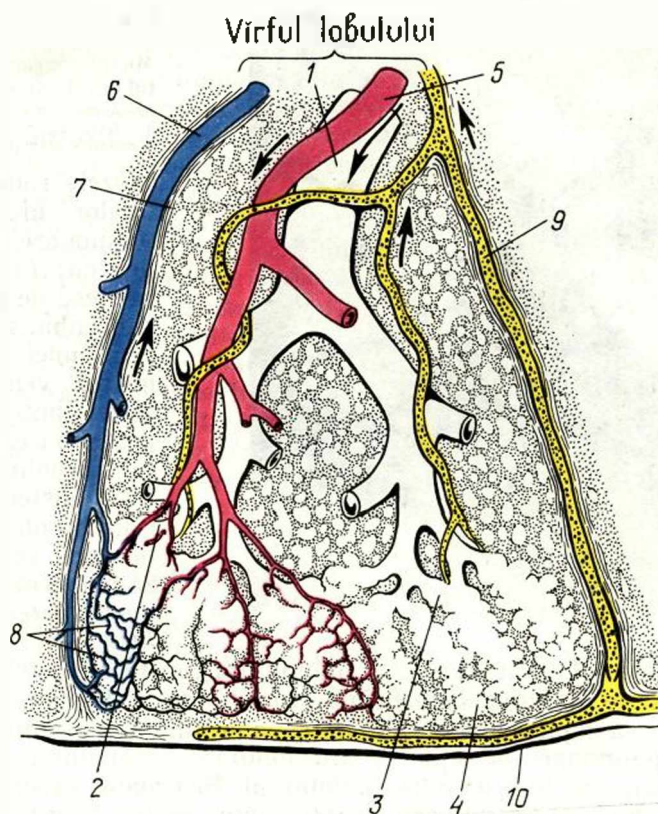


Des. 235. Complexul alveolar de surfactant al plămînului la șobolan. Electronmicrografie. $\times 60\ 000$ (după L. C. Romanova).
 1 — lumenul alveolei; 2 — lumenul capilarului sanguin; 3 — bariera aero-hematică; 4 — membranele surfactantului; 5 — hipofaza (faza lichidă) de surfactant al complexului alveolar.

În peretele alveolelor, în afară de tipurile de celule descrise se observă *macrofage*, care conțin particule heterogene fagocitate, surplus de surfactant. În citoplasma macrofagelor se găsesc permanent numeroase picături lipidice, lizozomi. Oxidarea lipidelor în macrofage condiționează eliminarea căldurii, care încălzește aerul inspirat. Macrofagele pătrund în alveole din septurile interalveolare de țesut conjunctiv. Macrofagele alveolare ca și macrofagele altor organe au proveniență osteomedulară.

La membrana bazală din partea exterioară aderă capilarele sanguine, care trec prin septurile interalveolare, precum și o rețea de fibre elastice, care împletesc alveolele. În afară de fibre elastice, în jurul alveolelor este amplasată o rețea de fibre colagene fine, care le susține. Așa cum alveolele aderă intim una cu alta, capilarele care le împletesc contactează cu o suprafață cu o alveolă, iar cu cealaltă — cu alveola vecină. Aceasta asigură condiții optime pentru schimbul gazos dintre sângele care circulă prin capilare și aerul care umple cavitatea alveolelor.

Pleura. Plămînii la exterior sînt acoperiți de pleură, numită *pulmonară*, sau *viscerală*. Pleura viscerală se consolidează dens cu plămînii, fibrele ei elastice și colagene pătrund în țesutul interstițial, de aceea separarea pleurei, fără lezarea plămînului, e dificilă. În pleura viscerală se întîlnesc celule musculare netede. În pleura parietală, care căptușește peretele extern al cavității pleurale, elementele elastice sînt mai puține, celulele musculare netede se întîlnesc rar. Din mezoderm în procesul de organogeneză se formează numai epiteliul unistratificat pavimentos — mezoteliu, iar baza conjunctivă a pleurei se dezvoltă din mezenchim. În dependență de starea plămînului celulele mezoteliale devin fie plate, fie mai înalte.

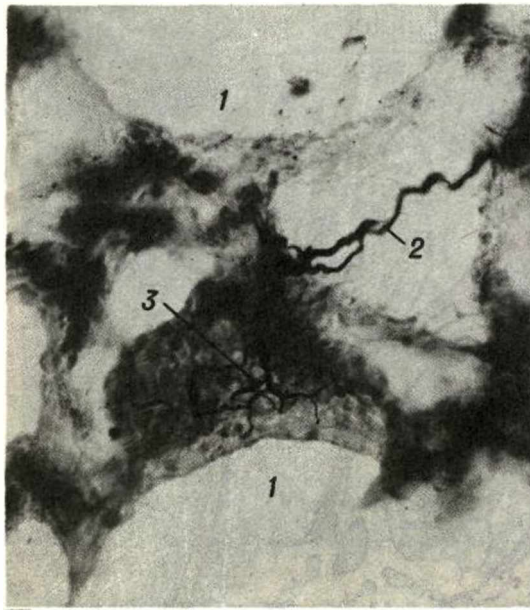


Des. 236. Schema localizării vaselor în lobulul plămînilui (după A. Hăm).

1 — bronhiola finală (terminală); 2 — bronhiola respiratorie; 3 — ductul alveolar; 4 — alveola; 5 — ramurile arterei pulmonare; 6 — ramurile venei pulmonare; 7 — sept de țesut conjunctiv interlobular; 8 — rețeaua de capilare sanguine; 9 — vas limfatic; 10 — pleura.

Vascularizația. Vascularizația plămînilui se efectuează prin două sisteme vasculare (des. 236). Pe de o parte, plămîniile primesc sînge arterial din arterele pulmonare, deci din circuitul mic. Ramurile *arterei pulmonare*, însoțind arborele bronșic, ajung pînă la baza alveolelor, unde formează o rețea microareolară de capilare alveolare. Prin capilarele alveolare, cu un diametru care oscilează între 5—7 mcm, eritrocitele trec într-un singur rînd, ceea ce creează condiții optime pentru înfăptuirea metabolismului gazos dintre hemoglobina eritrocitelor și aerul alveolar. Capilarele alveolare se adună în venule postcapilare, care formează sistemul venei pulmonare.

Arterele bronhiale pornesc direct de la aortă, aprovizionează bronhiile și parenchimul pulmonar cu sînge arterial. Pătrunzînd în perețele bronhiilor, ele se ramifică și formează plexuri arteriale în lama lor submucoasă și în tunica mucoasă. În tunica mucoasă a bronhiilor vasele circuitului mare comunică cu vasele circuitului mic prin anasto-



Des. 237. Terminație nervoasă în peretele alveolei. Microfotografie (preparatul lui T. G. Oganesean). 1 — alveole; 2 — fibră nervoasă; 3 — terminație nervoasă liberă în peretele alveolei.

mozele ramurilor arterelor bronhiale și pulmonare. Venulele postcapilare, care pornesc de la alveole și bronhii, se unesc în vene mici, care formează venele bronhiale anterioare și posterioare. La nivelul bronhiilor mici, între sistemele arteriale bronhiale și pulmonare, se localizează numeroase *anastomoze arteriolo-venulare*.

Sistemul limfatic al plămânului constă din rețelele de capilare și vase limfatice *superficială și profundă*. Rețeaua superficială se localizează în pleura viscerală. Rețeaua profundă se află în interiorul lobulilor pulmonari, în septurile interlobulare, localizându-se în jurul vaselor sanguine și bronhiilor plămânului. În bronhii vasele limfatice formează două plexuri anastomozate; unul se localizează în tunica mucoasă, iar celălalt — în lama submucoasă.

În pleură se află vase sanguine și limfatice și numeroase terminații nervoase. În pleura parietală vasele formează trei plexuri în planuri succesive.

Inervația. Se realizează, în special, de nervii simpatici, parasimpatici și de nervii rahidieni. Nervii simpatici conduc impulsurile, care provoacă dilatarea bronhiilor și contractia vaselor sanguine, iar nervii parasimpatici — conduc impulsurile care, din contra, provoacă contractia bronhiilor și dilatarea vaselor sanguine. Ramificațiile acestor nervi formează în septurile de țesut conjunctiv al plămânului plexul nervos amplasat pe traiectul arborelui bronșic și vaselor sanguine (des. 237): În plexurile nervoase ale plămânului se întâlnesc ganglioni mari și mici, care asigură după toată probabilitatea inervația țesutului muscular neted al bronhiilor.

În pleura pulmonară se află două plexuri nervoase: microareolar sub mezotelium și macroareolar în straturile profunde ale pleurei.

Modificările de vîrstă. În perioada postnatală aparatul respirator suportă modificări evidente, ce țin de începutul realizării metabolismului gazos și ale altor funcții după ligătura cordonului ombilical la nou-născut. La copii și în perioada de adolescență se mărește progresiv su-

prafața respiratorie a plămînilor, crește numărul fibrelor elastice în stroma organului, în special la efortul fizic (sportul, lucrul fizic). La adolescenți și la tineri numărul total de alveole pulmonare se mărește circa de 10 ori. În același mod se schimbă și suprafața respiratorie. Însă cu vârsta dimensiunea relativă a suprafeței respiratorii se micșorează. După vârsta de 50—60 de ani are loc proliferarea stromei de țesut conjunctiv al plămînului, depunerea sărurilor în peretele bronhiilor, în special parahilari. Aceasta duce la reducerea excursiei plămînilor și la scăderea funcției principale — schimbului de gaze.

Regenerarea. Regenerarea fiziologică a organelor de respirație are loc mai intens în limitele tunicii mucoase pe baza celulelor slab specializate. Însă restabilirea după extirpația unei părți a organului (căile aerifere) practic nu are loc. Experimental, după pulmonectomie în plămînul rămas are loc hipertrofia compensatoare cu mărirea volumului alveolelor de 3—4 ori și diviziunea ulterioară a componentelor structurale ale septurilor alveolare. Concomitent se dilată vasele rețelei microcirculatorie, care asigură troficitatea și respirația.

Capitolul XX

PIELEA ȘI DERIVATELE EI

Pielea (*cutis*) formează învelișul exterior al organismului, suprafața căruia atinge la omul matur 1,5—2 m². Derivatele pielii la om sînt glandele sudoripare și sebacee, părul și unghiile.

PIELEA

Pielea îndeplinește diferite funcții. Ea apără părțile subiacente ale organismului de leziuni. Pielea sănătoasă este impermeabilă pentru microorganisme, substanțele toxice și nocive¹. Pielea participă la metabolismul hidro-salin și la termoreglare cu mediul extern. În decursul a 24 de ore prin pielea omului sînt eliminate circa 500 ml de apă, ce constituie 1% din toată cantitatea aflată în organism. În afară de apă prin piele se elimină împreună cu sudoarea diferite săruri, în special cloruri, precum și acidul lactic și produsele metabolismului azotat. Aproape 82% din toate pierderile de căldură ale organismului se efectuează prin suprafața pielii. Dereglarea acestei funcții (de exemplu lucrul îndelungat în combinezonul de cauciuc) poate provoca supraîncălzirea organismului și șocul caloric.

În piele sub acțiunea razelor ultraviolete se sintetizează vitamina D. Lipsa ei în organism provoacă o boală grea — rahitismul.

Prezența în piele a unei rețele sanguine abundente și a anastomozelor arteriolo-venulare determină rolul ei ca un depozit sanguin. La omul matur în vasele cutanate se poate reține aproape 1 l de sînge.

Datorită inervației abundente, învelișul cutanat constituie un vast cîmp receptor, în care sînt concentrate terminațiile nervoase

¹ Grăsimile și uleiurile sînt capabile să pătrundă în piele. Cel mai ușor pătrund în pielea omului grăsimea cașalotului și uleiul de piersic, care pot transporta în organism substanțele dizolvate în ele.