

Kedves Hallgatók!

A tanulási támpontok a szóbeli és írásbeli vizsgákon számon kért legfontosabb ismereteket foglalják össze. 3 részből állnak: 1. cím, 2. támpontok, 3. normálértékek. A cím megegyezik a kollokviumi illetve szigorlati tételsor címeivel. A támpontok kérdésekből és feladatokból állnak, de számos esetben a válaszokra vonatkozó hasznos utalásokat is tartalmaznak. A normálértékek rendszerint a tananyagban való első előfordulás alkalmával jelennek meg, de minden későbbi téma megbeszéléséhez is fontosak lehetnek. Azoknál a normálértékeknél, ahol tartomány került megadásra, elvárás, hogy a vizsgázó a szóbeli vizsgán legalább egy, az élettani tartományon BELÜLI értéket a helyes mértékegységgel együtt legyen képes megnevezni. Fontos, hogy a szóbeli vizsgákon a választott tétel CSAK a címet tartalmazza majd, a részletes támpontokat nem. A vizsgázótól elvárt, hogy addigra ismerje a tételhez tartozó ismereteket.

Reményeink szerint a tanulási támpontok segíteni fogják a sikeres vizsgafelkészülést!

## Tanulási támpontok

### 1. Szabályozáselmélet

Definiálja a „belső környezet” fogalmát és magyarázza el, miért van szükség annak szabályozására.

Mit jelent a homeosztázis, a homeosztatis paraméter fogalma? Ismertessen legalább öt, az emberi szervezetben szabályozott folyamatot/értéket.

Írja le, milyen elvi lehetőségek állnak a szabályozás szolgálatában (neurális, humorális,).

Ismertesse az idegi szabályozókör (reflexív) alapvető részeit és funkcióit (receptor, afferens szár/útvonal, központ, „kell”-érték, efferens szár/útvonal, effektor). Magyarázza el a jelentését, és mondjon példát negatív, pozitív visszacsatolású folyamatokra. Mondjon példát vezérléses szabályozásra!

Írja le a különbséget az endokrin, parakrin és autokrin kommunikáció között a mediátor felszabadulásának helye és a célszövethez jutás útvonala alapján.

Mit értünk „viselkedés szintű szabályozás” alatt és miért van rá szükség? Említsen példákat!

### 2. A sejtmembrán passzív transzportfolyamatai

Írja le és ábrázolja a sejtmembrán molekuláris szerkezetét (fluid mosaic model). Magyarázza el a foszfolipidek és proteinek előfordulásának jelentőségét a membránpermeabilitás szelektivitására nézve, az ionok, hidrofób és hidrofil anyagok átjutásának szempontjából.

Ismertesse a transzmembrán egyszerű diffúzió fogalmát, a hajtóerők (kémiai és elektromos gradiens mentén, illetve egyensúlyi helyzetben) és a membrán tulajdonságainak szerepét. Definiálja Fick diffúziós törvényét.

Osztályozza és jellemezze a csatornákon keresztüli anyagtranszportot példákkal: ligandfüggő, feszültségfüggő, hőérzékeny, illetve mechanoszenzitív ioncsatornák. Definiálja a következő fogalmakat ioncsatornára vonatkozóan: szelektivitás, kapuzás, aktiválás, inaktiválás. Mondjon példát nem kapuzó csatornára (szívárgó ioncsatornák, aquaporinok).

Definiálja az ozmózis fogalmát. Magyarázza el az ozmotikus nyomás kialakulását a víz és oldott anyagok eltérő membránpermeabilitásának hatására.

Filtráció fogalma, jellemzése, előfordulása a szervezetben. Jellemezze a facilitált diffúzió tulajdonságait. Definiálja a transzporterek típusait (uniport, szimport, antiport). Definiálja a transzportmaximum, a szaturáció, a kompetitív és a nem kompetitív gátlás fogalmát.

Normálértékek: plazma ozmolalitása: 290 mosm/kgH<sub>2</sub>O, fehérjék által képviselt ozmolalitás. 1,6 mosm/kgH<sub>2</sub>O, ennek ozmotikus nyomása: 28 Hgmm.

### 3. A sejtmembrán aktív transzportfolyamatai

Definiálja az elsődleges és másodlagos aktív transzport fogalmát. Definiálja a transzportmaximum, a szaturáció, a kompetitív és nem kompetitív gátlás fogalmát.

Váolja fel az ATP-hidrolízisből származó energia felhasználását a Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> és a H<sup>+</sup> elektrokémiai potenciállal szembeni transzportjában példákon keresztül.

Magyarázza el, hogyan használhatja fel a sejt a Na<sup>+</sup> és K<sup>+</sup> elektrokémiai gradiens mentén történő mozgását egyéb oldott anyagok gradiens ellenében történő („uphill”) mozgatásához (pl. Na<sup>+</sup>/glükóz- kotranszporter, illetve Na<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup>-antiporter)

- másodlagosan aktív transzportfolyamatok. Értelmezze az ABC-transzporterek működését és jelentőségét példák segítségével.

Határozza meg a vezikuláris transzport (endocytosis, exocytosis, transcytosis) fogalmát. Soroljon fel példákat ily módon specifikusan, illetve aspecifikusan transzportált anyagokra.

#### **4. A sejt nyugalmi membránpotenciálja**

Magyarázza el a nyugalmi membránpotenciál kialakulását, az ionok diffúziójára ható kémiai és elektromos hajtóerőket. Írja fel az egyensúlyi potenciál kiszámítására alkalmas Nernst-egyenletet.

Írja fel a Goldman-Hodgkin-Katz-egyenletet. Sorolja fel az egyes sejtípusok (simaizom, vázizom, szívizom, idegsejt) nyugalmi membránpotenciál-értéket.

Ismertesse a passzív ionáramlás (pl.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) és ionpumpa ( $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ -ATP-áz) együttes működésének jelentőségét a membránpotenciál kialakulásában és a sejtterfogat fenntartásában. A  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ -pumpa gátlásának lehetősége és annak következményei.

Normálértékek: extracelluláris ionkoncentrációk:  $\text{Na}^+$ : 138-151 (145) mM,  $\text{K}^+$ : 3.4-5.2 (4) mM,  $\text{HCO}_3^-$ : 21- 28.5 (24) mM,  $\text{Cl}^-$ : 101-111 (110) mM, ionizált  $\text{Ca}^{2+}$ : 1,25 mM; és tipikus intracelluláris (citoplazmatikus) ionkoncentrációk:  $\text{Na}^+$ : 15 mM;  $\text{K}^+$ : 150 mM;  $\text{HCO}_3^-$ : 8 mM;  $\text{Cl}^-$ : 4mM;  $\text{Ca}^{2+}$ : 10-4 mM;  $E_{\text{K}^+}$ : -97 mV;  $E_{\text{Na}^+}$ : +61 mV;  $E_{\text{Cl}^-}$ : -88 mV;  $E_{\text{Ca}^{2+}}$ : 126 mV

#### **5. Az idegsejt membrán elektromos tulajdonságai, az akciós potenciál terjedése az idegrostokban axonklasszifikáció**

Definiálja és hasonlítsa össze az elektrotónusos potenciálváltozásokat és az akciós potenciált az alábbi szempontok szerint: aktivációs küszöb; potenciálváltozás iránya, amplitudója; terjedés sebssége; refrakteritás; szummáció; mechanizmus; biológiai jelentőség.

Írja le az alábbi lokális potenciálok ionális háttérét: excitatoros postsynapticus potenciál (EPSP), inhibitoros postsynapticus potenciál (IPSP), véglemezpotenciál (EPP) és receptorpotenciál.

Írja le a postsynapticus potenciálok (EPSP és IPSP) időbeli és térbeli szummációját és szerepüket az akciós potenciál keletkezésében.

Rajzolja fel egy idegsejt (tintahal óriásaxon) membránpotenciáljának alakulását az idő függvényében az akciós potenciál során, és az ábrán mutassa be a fázisokat. Értelmezze az ingerküszöb fogalmát, a „minden vagy semmi” törvényt.

Ismertesse a feszültségfüggő  $\text{Na}^+$ -,  $\text{K}^+$ - és  $\text{Ca}^{2+}$ -csatornák szerepét az idegsejt akciós potenciáljának kialakulásában és fázisaiban (depolarizáció, túllövés, repolarizáció, utóhiperpolarizáció). Értelmezze az abszolút és a relatív refrakter fázis fogalmát.

Írja le az akciós potenciál terjedését mielinizált és nem mielinizált axonban. Jellemezze a szaltatórikus ingerületvezetést. Csoportosítsa az idegrostokat az Erlanger-Gasser-klasszifikáció szerint.

Normálértékek: ideg akciós potenciáljának időtartama: 1 ms, akciós potenciál tipikus vezetési sebessége a perifériás axonostályokban (Erlanger-Gasser):  $A\alpha$ : 100,  $A\beta$ : 50,  $A\gamma$ : 20,  $A\delta$ : 15, B: 7, C: 1 m/s

#### **6. Receptorok, szignáltranszdukció - jelátviteli mechanizmusok**

Ismertesse a mediátorok (jelátvivő anyagok) típusait: parakrin és autokrin jelzőmolekulák, hormonok, neurotranszmitterek, neurohormonok, citokinek.

Ismertesse a receptor, ligand, agonista, antagonist (kompetitív, nem kompetitív) fogalmakat. Receptorok osztályozása: 1. elhelyezkedésük alapján (membrán- és citoszolreceptorok, magreceptorok, intracelluláris membránreceptorok (IP<sub>3</sub>, ryanodin), 2. működésük alapján (ionotrop és metabotrop receptorok, receptorenzimek, illetve enzimhez kapcsolt receptorok).

Ionotrop receptorok: szelektív és nem szelektív receptorok, kation- és anioncsatornák. Említsen egy- egy példát.

G-protein-kapcsolt metabotrop receptorok: heterotrimer G-fehérjék szerkezete, típusai ( $G_s/G_i/G_q$ ),

működésük. Definiálja a másodlagos hírvivő fogalmát, ismertesse a legfontosabbakat (cAMP, cGMP, kalcium, IP<sub>3</sub>/DAG, arachidonsav). Vázolja fel a szignalizációs útvonalat, a szignáltranszdukció elemeit és jelentőségüket a sejtben egy-egy példán keresztül.

Receptorenzimek, illetve enzimhez kapcsolt receptorok szerkezetének és működésének bemutatása egy-egy példán keresztül (tirozin-kináz receptorok).

Írja le a membránhoz kötött receptorok következő folyamatait: aktiváció, inaktiváció, internalizáció, upreguláció, downreguláció, szenzitizáció és deszenzitizáció.

Intracelluláris receptorokhoz kapcsolódó jelátvitel: citoszoláris és magreceptorok működésének bemutatása egy-egy példán keresztül (pl. szteroid és pajzsmirigy hormon receptorok).

## 7. Neurotransmisszió

Jellemezze az elektromos szinapszisokat, illetve az azokban található réskapcsolatok (gap junction) felépítését és működését. Hasonlítsa össze az ingerületátvitelt elektromos és kémiai szinapszis esetében (információtovábbítás iránya, sebessége, módja).

Írja le a kémiai neurotransmisszió időben egymást követő folyamatait (a praeszinaptikus membrán depolarizációjától a posztzinaptikus membránon keletkező gradált válasz (PSP) kialakulásáig).

Írja le a klasszikus neurotranszmitterek jellemzőit.

Csoportosítsa a neurotranszmittereket kémiai felépítésük alapján: 1. acetilkolin, 2. aminosavak (glutamát, glicin, GABA), 3. biogén aminok (dopamin, noradrenalin, adrenalin, hisztamin, szerotonin), 4. gázok (NO, CO), 5. lipidek (endocannabinoidok), 6. peptidek (endorfinok, enkefalinok, dinorfinok, P-anyag, CGRP, VIP), 7. purinok. NO szintézise, hatásmechanizmusa és jelentősége.

Ismertesse a felszabadult neurotranszmitterek sorsát: receptorkötés, enzimatis bomlás, diffúzió, reuptake.

Normálértékek: szinaptikus késés kémiai szinapszisban: 1-1,5 ms.

## 8. A perifériás idegrendszer: motoneuronok, neuromuszkuláris junkció

Lokalizálja anatómiailag a motoneuronok sejttestjeit (gerincvelő mellső szarva, agyidegek motoros magvai), illetve sorolja be a perifériás idegekben elhelyezkedő motoneuron-axonokat az Erlanger- Gasser-klasszifikáció szerint ( $A\alpha$  és  $A\gamma$  rostok). Rajzolja le a vázizom neuromuszkuláris junkcióját, és jelölje a rajzon a neuromuszkuláris transzmisszió lépéseit sorrendben.

Jellemezze a véglemezpotenciál (EPP) és a vázizom akciós potenciálja közötti különbséget.

Mutassa be az izomrelaxánsok lehetséges támadáspontjait a neuromuszkuláris junkcióban. Sorolja fel a neuromuszkuláris junkció működésének gátlószereit (kuráre, szukcinil-kolin, botulinum toxin), hatásuk pontos helyét és mechanizmusát.

Határozza meg a motoros egység fogalmát, beszéljen a motoros egységek besorozási sorrendjéről („motor recruitment”) különböző erejű izommunka során.

## 9. A vázizom működése: struktúra, elektromechanikai kapcsolás, az izomkontrakció

Jellemezze a vázizom működési egységének (sarcomer) felépítését. Jellemezze a vastag és vékony filamentumokat, sorolja fel fehérje-összetevőiket (szabályozó fehérjék).

Sorolja fel a vázizomban az elektromechanikai kapcsolás lépéseit, ismertesse a sarcolemma, a T-tubulusok, a sarcoplasmás reticulum, a vékony filamentumok és a  $Ca^{2+}$ -ion szerepét.

Ismertesse a keresztötés-ciklusok kémiai és mechanikai lépéseit, magyarázza el, hogyan vezet ez izomösszehúzódáshoz.

Ismertesse a relaxáció mechanizmusát.

Foglalja össze az ATP szerepét a vázizom kontrakciójában és relaxációjában. Mi az oka a hullamerevség (rigor mortis) kialakulásának?

## 10. A vázizom működése (az izomrost fajták jellemzése); izomműködés mechanikája (kontrakció típusok) és energetikája

Hasonlítsa össze a vörös és fehér vázizomtípus szerkezetét, energetikáját és működését.

Definiálja és hasonlítsa össze az izometriás, izotóniás és auxotóniás kontrakciót.

Jellemezze a rángás és a tetanusz közötti különbséget vázizomban. Magyarázza el, hogy a rángásnak miért kisebb az amplitúdója. Magyarázza el a kontrakció-szummáció mechanizmusát: mondja el, hogyan alakul a rángás tetanusszá az ingerlés frekvenciájának növelésével; definiálja az inkomplett és a komplett tetanuszos kontrakció fogalmát.

Ismertesse és magyarázza el az izomerőt fokozó tényezőket (aktin-miozin kapcsolódások számának növelési lehetőségei): 1. aktivált motoros egységek számának növelése, 2. akcióspotenciál frekvenciájának növelése (több kalcium)-tetanusz, 3. nyugalmi sarkomerhossz, 4. tréning.

Határozza meg a fáradás fogalmát, soroljon fel olyan intracelluláris ftényezőket, melyeknek szerepe van a létrejöttében. Ismertesse a működő izom energiaforrásait.

## 11. A simaizom működése: struktúra, izomkontrakció

Jellemezze a simaizomsejt felépítését. Definiálja és hasonlítsa össze az egy- és többegységes simaizmot: sejtek közti kapcsolat, szabályozás, előfordulás.

Ismertesse a  $\text{Ca}^{2+}$  lehetséges forrásait, mozgását és szerepét a kontrakció és relaxáció során. Magyarázza el a különbséget az elektromechanikai és a farmakomechanikai kapcsolás között. Vázzon a simaizom kontrakciójában és relaxációjában részt vevő intracelluláris folyamatokat.

Hasonlítsa össze az aktin-miozin-kapcsolatok szabályozását sima- és vázizomban; térjen ki a szerkezeti hasonlóságokra.

## 12. A test folyadékterei. A vérplazma

Határozza meg az extracelluláris (intra- és extravaszkuláris) és intracelluláris tér fogalmát, valamint az extracelluláris tér kompartmentjeinek mennyiségét. Mely terek tartoznak a transzcéluláris térhez.

Írja le a vér centrifugálását követően kialakult frakciókat (sejtes elemek: fajtái, számuk; plazma: térfogata).

Osztályozza a vérplazma összetevőit (organikus és anorganikus anyagok koncentrációi). Definiálja a hematokritot és adja meg normálértékét felnőtt emberben.

Nevezze meg a vérplazma fehérjefrakcióit, és sorolja fel azok lehetséges funkcióit. Nevezze meg és jellemezze a vérplazma lipoproteinjeit (VLDL, LDL, HDL).

Normálértékek: teljes víztartalom: kb. a testtömeg 60%-a (intracelluláris: 40%, extracelluláris: 20%), intersticiális folyadékterfogat: 11 l, vértérfogat: 5-6 l (80 ml/ttkg), plazmatérfogat: 3 l, hematokrit: 0,44-0,46, plazma ozmolalitás: 290 mOsm/kgH<sub>2</sub>O, plazmanátrium: 138-151 mM, plazmakálium: 3,4-5,2 mM, plazmakalcium (összes): 2,4-2,8 mM, (szabad, ionizált): 1,5 mM, plazmaklorid: 101-111 mM, plazmabikarbonát: 21-28,5 mM, plazmaglükóz: 4,2-5,9 mM, plazmabilirubin: 5,0-17,0 µM, plazmafehérje: 60-80 g/l, plazmaalbumin: 34-45 g/l, plazma-összcholeszterin: <5,17 mM, plazma-összlipid: 4,5-10g/l

## 13. A vörösvérsejtek általános jellemzői és keletkezésük. A hemoglobin lebontása. Az epefestékek

Adja meg a vörösvértestek következő paramétereit: szám, méret, alak, élettartam, felépítés (membrán specifikus tulajdonságai).

Jellemezze a vörös csontvelőt és sorolja fel a vörösvérsejtek fő progenitor alakjait. Reticulocytá fogalma. A vasforgalom jellemzése: felszívódás, szállítás, tárolás. A B<sub>12</sub>-vitamin és a folsav szerepe a vérképzésben. Az erythropoetin (keletkezés helye, trigger, funkció). Az erythropoesisre ható egyéb hormonok (pl. növekedési hormon, tesztoszteron). Definiálja az anaemiát és típusait.

Jellemezze a vörösvérsejtek ozmotikus rezisztenciáját. Írja le a vérsüllyedés mechanizmusát, mérési módszerét, jelentőségét és normálértékét.

Írja le az előregedett vörösvérsejtek kivonásának folyamatát. Ismertesse a macrophagok szerepét a folyamatban.

Írja le a hemoglobin lebontásának lépéseit, a vas, a globinláncok és a porfirinváz sorsát. A bilirubin felszabadulása a makrofágból, transzportja a vérben, felvétele a májban, a konjugáció és az epébe történő szekréció lépései. Definiálja az indirekt és a direkt bilirubint.

A bilirubin sorsa a bélben, az enterohepatikus körforgás és kiválasztás folyamata.

Normálértékek: vörösvértest (VVT) szám: 4,3-5,2 millió/µl, VVT átmérő: 7-8 µm, VVT vastagság: 1-2 µm, VVTélettartama: 120 nap, VVT süllyedés: 3-10 mm/óra, vér hemoglobin koncentrációja: 135-160 g/l, VVTozmotikus rezisztenciája: 0,45-0,50% NaCl-oldat; napi ajánlott vasfelvétel (recommended dietary allowance, RDA): 10-20 mg, napi vasvesztés: 1-3 mg, relatív reticulocytaszám: 0,4-1,5%, plazmabilirubin: 5,0-17,0 µM

## 14. A fehérvérsejtek osztályozása. A kvalitatív vérkép. A veleszületett (természetes) immunitás

Adja meg a normál fehérvérsejtszámot.

Sorolja fel a fehérvérsejtek típusait, ezek főbb morfológiai és funkcionális jellemzőit. Írja le a kvalitatív vérkép fogalmát és adja meg az egyes fehérvérsejtek százalékos eloszlását. Írja le a phagocytosis jelentőségét és a gyulladáshoz vezető reakció mechanizmusát.

Írja le a monocytá/makrofág-rendszer elemeit és szerepét (transzvaszkuláris migráció). Ismertesse a komplementrendszer fő elemeit és funkcióit (gyulladás, véralvadás).

Ismertesse a természetes ölüsejtek (NK-sejtek), granulocyták és a szöveti hízósejtek funkcióit.

Természetes barrierék (mechanikai, kémiai és biológiai barrierék: bőr, nyálkahártya, nyál, könny, gyomor sósav és proteázok; természetes baktériumflóra) és védekező folyamatok (köhögés, tüszentés).

Normálértékek: fehérvérsejt szám: 4000-10000 sejt/µl, neutrophil: 60-80%, lymphocytá: 20-30%, monocytá: 2-6%, eosinophil: 1-5%, basophil: 0-1%.

### **15. Az adaptív immunitás celluláris és humorális elemei**

Definiálja az antigén fogalmát és vázolja fel az antigénbemutató folyamatát. Jellemezze az MHC (I és II) és CD (4 és 8) molekulák szerepét.

Hasonlítsa össze a helper és a cytotoxikus T-sejtek szerepét.

Definiálja a B-sejtek szerepét. Írja le az antigénprezentáló sejtek, a T-sejtek és a B-sejtek együttműködését (celluláris és humorális immunválasz kapcsolata). Ismertesse az immunglobulinok szerkezetét, típusait és sorolja fel az antigén-antitest kapcsolódás lehetséges következményeit.

Ismertesse az aktív és passzív immunizálást.

### **16. Az AB0 és Rh vércsoportok**

Jellemezze a vércsoportok antigénjeit és a keringő antitesteket (Landsteiner-szabályok, ellenanyagok jelenléte/megjelenése és típusa).

Írja le a vércsoportok meghatározásának folyamatát. Transzfúzió előtti vizsgálatok (major teszt, minor teszt, biológiai próba).

Írja le az Rh-szenzibilizáció folyamatát és következményeit (prophylaxis, erythroblastosis foetalis). Az agglutináció és hemolízis definíciója, folyamata és következményei.

### **17. A thrombocyták jellemzése, funkciói. Az elsődleges haemostasis**

Adja meg a normál thrombocytaszámot. Írja le a thrombocyták keletkezését, főbb morfológiai jellegzetességeit, méretét, a granulomok típusait és tartalmukat.

Sorolja fel és jellemezze az elsődleges haemostasis szerepét, részfolyamatait (vazokonstrikció okai, thrombocyta aktiváció és aggregáció) és azok jelentőségét. Sorolja fel a thrombocytákat aktiváló anyagokat és eredetüket. Vázolja az endothelsejtek szerepét a vérzéscsillapításban.

A thrombocyta funkció károsodásának mérése (vérzési idő).

Normálértékek: thrombocytaszám: 150000-300000 sejt/ $\mu$ l, vérzési idő (Ivy-féle módszerrel): 3-5 perc

### **18. A másodlagos haemostasis: a véralvadás (coagulatio). A véralvadás gátlása. A fibrinolysis folyamata**

Hasonlítsa össze a fehér és a vörös thrombust.

Definiálja az alvadási faktorokat, működésük mechanizmusát, adja meg szintézisük helyét, ismertesse nevezéktanukat.

Ismertesse a véralvadás extrinsic és intrinsic útját. Ismertesse a véralvadás közös szakaszát, a stabil fibrinháló kialakulását.

Ismertesse a K-vitamin szerepét az ún. K-vitamin-függő véralvadási faktorok bioszintézisében.

Definiálja a vérsavó (szérum) fogalmát, hasonlítsa össze a vérplazmával.

Hasonlítsa össze a prothrombinidőt és az alvadási időt. Definiálja az INR-t, kiszámításának módját és jelentőségét.

Ismertesse a plazminrendszer aktivációját és szabályozását.

Ismertesse a thrombomodulin/protein C és a heparin/antithrombin rendszereket és szabályozásukat.

Soroljon fel csak in vitro felhasználható véralvadásgátló anyagokat (EDTA, oxalát), ismertesse a hatásmechanizmusukat.

Soroljon fel in vivo alkalmazható véralvadásgátló és fibrinolyticus anyagokat, és ismertesse hatásmechanizmusukat (ciklooxigenáz-gátló szerek, heparin, K-vitamin-antagonisták, plasminogen-aktivátorok).

Normálértékek: prothrombinidő: 18-20 s, INR: 0,8-1,2, alvadási idő (Lee-White-módszer): 5-8 perc, fibrinogén: 3 g/l

### **19. A perifériás idegrendszer: paraszimpatikus idegrendszer**

Jellemezze a paraszimpatikus idegrendszer anatómiai felépítését: a prae- és postganglionáris neuronok sejtestjeinek és axonjainak lokalizációja.

Rendszerezze a perifériás idegekben elhelyezkedő vegetatív prae- és postganglionáris axonokat az Erlanger-Gasser-klasszifikáció szerint (B és C rostok).

Jellemezze a praeganglionáris rost és a vegetatív ganglionsejt közötti szinapszist (acetilkolin, neurális típusú nikotinos acetilkolin receptor). Magyarázza el az acetilkolin szintézisét, felszabadulását, az effektor szervek receptorain (muszkarinos acetilkolin receptor) kifejtett hatásmechanizmusát és eliminációját a szinaptikus részből. Sorolja fel a kolinerg receptorok által mediált paraszimpatikus hatásokat.

Említsen további, a paraszimpatikus idegekből felszabaduló neurotranszmittereket és általuk mediált hatásokat (kotranszmitterek: VIP). Definiálja a vegetatív tónus fogalmát.

### **20. A perifériás idegrendszer: szimpatikus idegrendszer, mellékvesevelő**

Jellemezze a szimpatikus idegrendszer anatómiai felépítését: prae- és postganglionáris neuronok sejttestjeinek és axonjainak lokalizációja.

Szimpatikus adrenerg rendszer: magyarázza el a noradrenalin, illetve adrenalin bioszintézisét, a noradrenalin felszabadulását és eliminációját a szinaptikus részből. Sorolja fel az effektor szerveken található adrenerg receptorokat (alpha- és beta-receptorok), és a hozzájuk kapcsolódó szignáltranszdukciós útvonalakat (G-fehérje típusa, másodlagos messenger... ). Sorolja fel az adrenerg receptorok által létrehozott szervi hatásokat.

Jellemezze a mellékvesevelő anatómiai felépítését és hormonelválasztásának szabályozását.

Ismertesse a szimpatikus kolinerg hatásokat (verejtékmirigyek, vázizom erek).

## **21. A szívizom strukturális és funkcionális sajátosságai, elektromechanikai csatolás. A szívizom anyagcseréje.**

Hasonlítsa össze a szívizomrostot a vázizomrosttal a myofilamentumok elrendeződése szempontjából. Jellemezze a réskapcsolatok jelentőségét a szívizomzat „funkcionális syncytium” jellegének a kialakításában.

Ismertesse a kalcium-jel kialakulását, az elektromechanikus csatolás és az azt követő izomrelaxáció lépéseit a szívizomban.

Hasonlítsa össze a szívizomrostot a vázizomrosttal az akciós potenciál és a refrakter periódus időtartama szempontjából.

A szívizomrost akciós potenciáljának és rángás időbeni összefüggése alapján magyarázza el, miért nem hozható tartós kontrakcióba (nem „tetanizálható”) a szívizom?

Jellemezze a szívizomrostok energiaigényét fedező szubsztrátokat, és írja le, milyen arányban részesül a szívizom a nyugalmi oxigénfelhasználásból. Ismertesse az oxigénextrakció és az arteriovenosus oxigénkülönbség mértékét a szívizomban a többi szervvel összehasonlítva.

Normálértékek: szív AVDO<sub>2</sub>-értéke: a test átlagának több mint duplája (114 ml/l).

## **22. A szívizom celluláris elektrofiziológiája. Elektrokardiográfia**

Rajzolja fel és hasonlítsa össze egy kamrai munkaizomrost és egy pacemaker sejt akcióspotenciálját. Magyarázza el, milyen ionáramok és ionszatórnák felelősek az akciós potenciál egyes fázisaiért.

Mi a hosszú platófázis kialakulásának mechanizmusa, és mi ennek funkcionális jelentősége?

Ismertesse a sinuscsomótól kiindulva a szív ingerképző és -vezető rendszerének működését.

Mi a funkcionális jelentősége a lassú vezetési sebességnek az AV-csomóban?

Hasonlítsa össze a szimpatikus és a paraszimpatikus vegetatív beidegzés hatását a szívizom ingerképző és ingerületvezető rendszerére. Definiálja a pozitív, illetve negatív chronotrop és dromotrop hatás jelentését, jellemezze a hatás kialakulásának sejtszintű mechanizmusait a sinus- és az AV-csomó területén. Mi a hiperkalaemia hatása a szív ingerelhetőségére?

Az EKG keletkezésének alapjai. Ismertesse a bipoláris és unipoláris EKG-elvezetéseket.

Egy típusos II. elvezetéssel nyert EKG-regisztrátumon nevezze meg valamennyi hullámot, szegmentumot és intervallumot, adja meg időtartamaik normálértékeit és feleltesse meg őket a szív egyes elektromos állapotainak.

Normálértékek: szívizom akciós potenciáljának hossza: 200-300 ms. Sinuscsomó intrinsic pacemaker frekvenciája: 100 l/perc, ingerületvezetés sebessége az AV-csomóban 0,02-0,05 m/s, a Purkinje-rostokban 2-4 m/s; EKG: rögzítési papírsebesség: 25 mm/s (1mm=40 ms), standard amplitúdó: 1 cm = 1 mV; P-hullám: <100 ms, PQ-intervallum: 120-200 ms, QRS-komplexum: 80 ms (<100 ms); QT- intervallum: 320-390 ms

## **23. A mechanikai szív ciklus.**

Ismertesse a bal kamra munka (nyomás-térfogat) diagramját: jelölje be, nevezze meg és jellemezze a mechanikai szív ciklus egyes szakaszait a nyomás és térfogatváltozás, valamint a billentyűk helyzete alapján. Ismertesse a pitvari és kamrai nyomásokat mindkét oldalon a szív ciklustól függően.

Nevezze meg a szívhangok kialakulásának okát, és adja meg az első és a második szívhang keletkezésének idejét.

Definiálja a pulzustérfogat, a perctérfogat, a szívindex és az ejekciós frakció fogalmát, és adja meg az egészséges felnőttre jellemző normálértékeket.

Ismertesse a szív szívó-nyomó pumpa jellegét, a bázis-sík mechanizmust.

Jellemezze a szisztolés és diasztolés időtartamának változását a szívfrekvencia függvényében.

Normálértékek: systole/diastole hossza 270/530 ms (75 l/perc szívfrekvenciánál); bal kamra nyomása (systole/diastole): 110/6-8 Hgmm, jobb kamra nyomása (systole/diastole): 24/0-2 Hgmm; bal pitvari nyomás: 6-8 Hgmm; jobb pitvari nyomás: 0-2 Hgmm, szívfrekvencia nyugalomban/maximális munkavégzéskor: 70-180 (l/perc); pulzustérfogat nyugalomban/maximális munkavégzéskor 70-80/125 ml; bal kamra végdiasztolés térfogata 110-160 ml; bal kamra végsystolés térfogata 40-80 ml; bal kamra ejekciós frakció: 0,5-0,7; szívindex 3,2 l/perc/m<sup>2</sup>

## 24. A keringési perctérfogatot meghatározó tényezők. A szívizom kontrakciós erejének befolyásolása. Frank-Starling-szívtörvény.

Adja meg a nyugalmi és fizikai munkavégzés során jellemző perctérfogat értékeket.

Hasonlítsa össze a szimpatikus (Beta1 receptor) és a paraszimpatikus (M2 receptor) vegetatív beidegzés hatását a szívfrekvenciára. Definálja a preload (előterhelés) és az afterload (utóterhelés) fogalmát, és magyarázza el miként vesznek részt a pulzustérfogat meghatározásában.

Ismertesse a perctérfogat növeléséhez vezető tényezőket fizikai munkavégzés folyamán (szív pumpafunkciójának fokozása [preload↑ a fokozott vénás visszaáramlás miatt, afterload↓ az izomerek vazodilatációja miatt, szimpatikus aktiváció] és a szívfrekvencia növelése [szimpatikus aktiváció miatt]).

A kontrakció erejének homometriás és heterometriás szabályozása: hogyan fokozza a kontrakció erejét (pozitív inotrop hatás) az adrenerg receptorok ingerlése (homometriás szabályozás), a rosthosszúság növelése (heterometriás szabályozás), a Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-ATP-áz részleges gátlása, illetve az extracelluláris Ca<sup>2+</sup>-koncentráció emelkedése a szívizomban? Ismertesse a Frank-Starling-szívtörvényt, mutassa be érvényesülésének okait (calcium szenzitivitás, sarcomer hossz).

Normálértékek: keringési perctérfogat nyugalomban/maximális munkavégzéskor 5,5-24 l/perc; szívindex 3,2 l/perc/m<sup>2</sup>; szív AVDO<sub>2</sub>-értéke: a test átlagának több mint duplája (114 ml/l).

## 25. A coronaria keringés.

Írja le a coronariaerek véráramlási viszonyait a szív ciklus során. Hasonlítsa össze a jobb és bal kamrai izomzat áramlási viszonyait.

Mi jellemző a coronariaerek nyugalmi tónusára, sorolja fel az értónus változásának lehetséges okait. Határozza meg a coronáriaregion részeseződését a perctérfogattól nyugalomban illetve fizikai munka során. Soroljon fel a coronáriákra ható vazodilatátor és vazokonstriktor hatású anyagokat! Ismertesse a coronariaáramlás és a myocardialis terhelés összefüggését. Jellemezze azokat a humorális mechanizmusokat (anyagcsere metabolitok, NO), amelyek a coronáriákat tágítják. Magyarázza el, hogy a szimpatikus ingerlés hogyan befolyásolja a szív működést és a coronariaerek ellenállását.

Normálértékek: coronariaátáramlás nyugalomban: 250 ml/perc, a nyugalmi és munkavégzés alatti perctérfogat-részesezési értékek: 4-5%-a; szív AVDO<sub>2</sub>-értéke: a test átlagának több mint duplája (114 ml/l); 1. és 2. táblázat

## 26. A vér viszkozitása és a vérkeringés áramlási alaptörvényei (Hagen Poiseuille-törvény, Laplace-törvény)

Határozza meg az áramlás és a lineáris áramlási sebesség fogalmát és mértékegységét. Adja meg az áramlás, az áramlási sebesség és a csőkeresztmetszet közötti összefüggést.

Ismertesse a nyomásfő (nyomásgradiens), az áramlás és az ellenállás közötti összefüggést (keringési Ohm-törvény). Mutassa be hogyan alakul ez a sorosan kapcsolt nagy és kis vérkör esetén. Ismertesse a sorosan, valamint a párhuzamosan kapcsolt érszakaszok ellenállásának hatását az eredő vascularis ellenállásra.

A Hagen Poiseuille-törvény alapján sorolja fel az ellenállás meghatározó tényezőit. Ismertesse a □ lamináris és a turbulens áramlás fogalmát. Ismertesse a turbulencia kialakulásának elősegítő tényezőit. A turbulens áramlás kapcsolata a keringési rendszerben tapasztalható hallgatózási hangokkal (vényomásmérés).

Transmurális nyomás fogalma.

Ismertesse a vascularis compliance fogalmát, kiszámításának képletét ( $\Delta V/\Delta p$ ). A kritikus záródási nyomás fogalma.

Ismertesse a transmuralis nyomás, az ér sugara és az érfal feszülése közötti összefüggést: a Laplace-törvényt. Hol a legvalószínűbb az érfal szakadása e törvény alapján?

## 27. Az egyes érszakaszok hemodinamikai jellemzése. Az artériás rendszer működése. A vénás keringés jellegzetességei

Jellemezze az artériák, arteriolák, kapillárisok, venulák és vénák felépítését, hozzájárulását a vascularis ellenálláshoz, valamint a vényomás, az összkérszmet, a véráramlás sebesség, és a vérvolumen alakulását az egyes érszakaszokon.

Írja le az artériás vényomás mérésének módszerét. Adja meg az artériás szisztolés, diasztolés, közép- és pulzusnyomás fogalmát, és egészséges felnőttre jellemző normálértékeit. Ismertesse az aorta szélkázánfunkcióját. Ismertesse a muscularis artériák és arteriolák szerepét.

Jellemezze a vénákat felépítésük és az érfal tágulékonysága szempontjából. Magyarázza el, hogy miért a vénás rendszer térfogata változik jelentős mértékben a testhelyzet változásával kapcsolatos hidrosztatikai nyomásváltozások kapcsán.

Jellemezze a vénás keringést befolyásoló tényezőket (szív pumpa: „vis a tergo” és „vis a fronte”, dinamikus izompumpa, légzési pumpa, venokonstrikció, pozitív hasúri nyomás, artéria pulzáció, gravitáció, véna billentyű).

Normálértékek: perfúziós nyomás a nagy / kis vérkörben: 83/6 Hgmm, nyomásesés a szisztémás rezisztenciaereken: 60 Hgmm, véráramlás átlagos sebessége az aortában: 22,5 cm/s, a kapillárisokban: 0,03 cm/s, aorta keresztmetszete 4 cm<sup>2</sup>, kapillárisok összkétszertmetszete: 4000 cm<sup>2</sup>, artériás systolés/diastolés/középnomás: 110/70/83 Hgmm; pulzusnyomás: 40 Hgmm, centrális vénás nyomás: 0-2 Hgmm.

## **28. A mikrocirkuláció: kapilláris anyagkicserélődés, nyirokkeringés és ödémaképződés**

Ismertesse a kapillárisok típusait: folytonos, fenesztrált, megszakított endothelium. Ismertesse a kapillárisfalon történő folyadék- és oldottanyag transzportot.

Definiálja az ozmotikus, az onkotikus (kolloidozmotikus) és a hidrosztatikus nyomás fogalmát, és adja meg a Starling-erők normál értékeit a kapilláris vérben és az interstitiumban (térj ki a speciális területekre pl. vese glomerulusokra is!) Írja fel a Starling-féle egyenletet, és részletezze, hogy az egyes komponensek hogyan befolyásolják a transcapillaris folyadéktranszportot.

Jellemezze a nyirokrendszert, hasonlítsa össze a nyirokkapillárisokat a vérerekkel, és magyarázza el, hogyan képesek a nyirokerek nagy molekulák, pl. fehérjék reabszorpciójára. Mi a nyirokrendszer simaizomelemeinek funkciója?

Jellemezze a nyirokrendszer legfontosabb funkcióit: filtrált fehérjék és folyadék reabszorpciója a keringésbe, zsírok felszívódása, lymphocytá-, „örjárat” kialakítása.

Nyirokkeringést befolyásoló tényezők (dinamikus izompumpa, légzési pompa, nyirokér kontrakció, szív pumpafunkciója, pozitív hasúri nyomás, gravitáció, billentyű).

Normálértékek: kapilláris átlagos hidrosztatikai (vér) nyomás: 17,3 Hgmm, interstitium hidrosztatikai nyomása: -3 Hgmm, plazma kolloidozmotikus nyomása: 28 Hgmm, interstitium kolloidozmotikus nyomása: 8 Hgmm; pulmonalis és máj szinusoid kapillárisok hidrosztatikai nyomása: 10-11 Hgmm; vese glomerulusok hidrosztatikai nyomása: 40-60 Hgmm; nyirokáramlás: 3-4 l/nap

## **29. A helyi (lokális) véráramlás szabályozása: keringési autoreguláció, funkcionális hyperaemia, szöveti vazoaktív anyagok**

Ismertesse az áramlási autoreguláció fogalmát.

Ismertesse a miogén tónus hozzájárulását a helyi áramlásszabályozáshoz. Bayliss-effektus. Ismertesse az endothelből felszabaduló vazoaktív mediátorokat (NO, endothelin). Írja le a nitrogén-monoxid hatásmechanizmusát a vaszkulárisizomzaton. Ismertesse a véráramlás-szabályozás metabolikus teóriájának alkalmazásával az aktív és a reaktív hyperaemia kialakulásának mechanizmusát. Ismertesse a metabolikus szabályozásban általánosan szerepet játszó faktorok hatását: PO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub>, pH, adozin, PGE<sub>2</sub> és K<sup>+</sup>-ionok, hőmérséklet.

A gyulladásos hyperaemia humorális szabályozása. A hízósejtekből származó hisztamin, a bradikinin és a polimodális primer szenzoros neuronokból felszabaduló neuropeptidek vazoaktív hatásai. A bőr hármás válasza, axonreflex.

2. táblázat

## **30. Az artériás vérnyomásszabályozás rövid távú mechanizmusai**

Definiálja az erek nyugalmi tónusát (neurogén, bazális, miogén).

Ismertesse a szimpatikus eredetű vazomotor tónus fogalmát és eredetét, jellemezze a hatás kialakulásáért felelő transzmitterrendszert és receptort. Mi a szimpatikus vazomotor tónus fiziológias jelentősége? Mondjon példát olyan szervekre, ahol az arteriolákon jelentős, illetve ahol elhanyagolható mértékű a szimpatikus tónus.

Írja le az artériás vérnyomás mérésének módszerét. Adja meg az artériás szisztolés, diasztolés, közép- és pulzusnyomás fogalmát, és egészséges felnőttre jellemző normálértékeit. Vérnyomást meghatározó tényezők: szív pumpafunkciója, keringő vértérfogat, teljes perifériás ellenállás.

Jellemezze a magas nyomású baroreceptor reflexív elemeit: 1. a carotissinus és az aortaív baroreceptorai és a hozzájuk tartozó afferens idegek aktivitását, 2. a reflex integrációjában szerepet játszó nyúltvelői neuroncsoportok kapcsolatát, 3. a reflex efferenciájában szerepet játszó szimpatikus és paraszimpatikus idegek aktivitását, 4. az effektorokon (szív, arteriolák, vénák) megvalósuló hatásokat.

A baroreceptor reflex jelentősége, működése a testhelyzet változtatásakor (felállás, lefekvés).

Normálértékek: felálláskor (orthostasis) a láb vénás vértérfogatának az emelkedése: 500 ml; 2. táblázat

## **31. Volumenreguláció (a Na<sup>+</sup>-egyensúly és az extracelluláris folyadéktérfogat szabályozása). Az artériás**

## **vérnyomás-szabályozás hosszú távú mechanizmusai.**

Mi a  $\text{Na}^+$  szerepe az extracelluláris folyadék térfogatának beállításában?

Mutassa be az extracelluláris folyadék térfogatának érzékelésében és szabályozásában szereplő mechanizmusokat (magas nyomású baroreceptor reflexek, alacsony nyomású baroreceptor reflexek, a JGA sejtjei, pitvari ANP-termelő sejtjei). Ismertesse a reninválasztás szabályozását, valamint a renin-angiotenzin rendszer aktiválódásának lépéseit. Nevezze meg a fő mineralokortikoid hormont, írja le, hol termelődik, sorolja fel célsejtjeit és biológiai hatásait. Sorolja fel, milyen fiziológiai változások fokozzák az aldosteron szekrécióját. Vesse össze ezeket a hatásokat az aldosteron nátrium- és káliumkiválasztásra gyakorolt hatásaival. Ismertesse a mineralokortikoidok csökkent, illetve fokozott szekréciójának okait és következményeit.

Ismertesse az alacsony nyomású cardiopulmonalis receptorok szerepét a hosszú távú vérnyomás szabályozásban.

Az angiotenzin II, a vazopresszin és az atrialis natriuretikus hormon (ANP) szintjének hatása az artériás vérnyomásra: direkt vaszkuláris és indirekt renális mechanizmusok, a hatások mediálásában részt vevő receptorok és másodlagos hírvivő rendszerek.

## **332 A vázizom keringése, a fizikai munkavégzés során kialakuló kardiovaszkulárisadaptáció**

Ismertesse a fizikai munkavégzés hatásait a teljes perifériás ellenállás, a perctérfogat, az arteriovenosus oxigénkülönbség és az artériás vérnyomás értékeire.

Határozza meg a vázizomerek részesedését a perctérfogattól nyugalomban illetve fizikai munkavégzés során.

Mi jellemző a vázizom erek nyugalmi tónusára, sorolja fel az értónus változásának lehetséges okait. Jellemezze a szisztémás neurális és a lokális szabályozás szerepét a vázizomban. Soroljon fel ezeken az ereken ható vazodilatátor és vazokonstriktor hatású anyagokat!

Ismertesse a keringési perctérfogat fenntartott sportteljesítmény (pl. hosszútávfutás) során létrejövő redistribúcióját a különböző szervekben (agy, koszorúerek, splanchnikus, bőr- és vázizomkeringés).

Hasonlítsa össze a fázikus/dinamikus és a statikus izomkontrakció hatását. Izompumpa fogalma és jelentősége.

1., 2. és 3. táblázat

## **33. Légzésmechanika: A tüdő és a mellkas statikus mechanikája. Spirogram. A légzés ritmogenezise.**

Légutak funkciói. Belégzés és kilégzés mechanikája. Válaszolja fel, hogy miként változik az intrapleurális nyomás, az alveolaris nyomás és tüdőtérfogat normális nyugodt légzés esetén.

Írja le azokat az erőket, melyek a negatív intrapleurális nyomást létrehozzák (a tüdő collapsus-, illetve a mellkas tágulási tendenciája), és magyarázza el, mi történik, ha a pleuraürbe levegő kerül (pneumothorax).

Definiálja és magyarázza el a következő fogalmakat: anatómiai és élettani holttér, légzésfrekvencia, teljes légzési perctérfogat és alveolaris perctérfogat.

Rajzoljon fel egy normális spirogramot, megjelölve rajta a különböző statikus tüdőtérfogatókat. Adja meg, hogy a különböző tüdőkapacitások mely térfogatókból tevődnek össze. Definiálja az erőltetett vitálkapacitást (FVC), az időzített kilégzési térfogatot (FEV<sub>1</sub>). Definiálja a Tiffeneau-index (FEV<sub>1</sub>/VC) fogalmát. Definiálja a felületi feszültséget és a surfactant szerepét. Írja le a surfactant forrását, összetevőit, termelődésének szabályozását.

A légutak tágasságának (bronchomotor tónus) és szekréciójának szabályozása: szimpatikus és paraszimpatikus hatások, gulladásos mediátorok (hisztamin, prosztanoidok, leukotriének).

Ismertesse a nyugodt, valamint az erőltetett légzésben résztvevő izmokat, az izomzatot működtető motoneuronok lokalizációját (C3-5, Th1-11). Írja le az agytörzs szerepét a légzésszabályozásban.

Normálértékek: statikus tüdőtérfogatok és -kapacitások férfi/nő (ml): TV: 500/500, IRV: 3100/1900, ERV: 1200/800, RV: 1200/1000, FRC: 2400/1800, VC: 4800/3200, TLC: 6000/4200. Tüdőcompliance: 0,2 l/vízcm, mellkas+tüdő compliance-e 0,1 l/vízcm, intrapleurális nyomás be-/kilégzés végén: -8/-5 vízcm, intraalveolaris nyomás be-/kilégzési áramlás csúcán: -1/+1 vízcm, légáramlás be-/kilégzési áramlás csúcán: -0,5/0,5 l/s, Tiffeneau-index (FEV<sub>1</sub>/VC): 75-80%, anatómiai holttér: 150 ml, légzésfrekvencia: 14 l/perc, légzési perctérfogat: 7 l/perc, alveolaris perctérfogat: 5 l/perc. Maximális hyperventillációs kapacitás: 100-200 l/perc.

## **34. Pulmonalis gázcseré. A vér oxigén és szén-dioxid szállítása**

Adja meg az oxigén és szén-dioxid parciális nyomását a belégzett ill. az alveolaris levegőben, az artériás és a kevert vénás vérben?

Definiálja a következőket: hypoventilatio, hyperventilatio.

Ismertesse az oxigén (1. hemoglobin által szállított, 2. fizikailag oldott) és széndioxid (1. fizikailag oldott, 2. bikarbonát

formájában oldott, 3. karbaminokötésekkel hemoglobinhoz kötött) szállítási lehetőségeit a vérben. Hasonlítsa össze arányukat. Adja meg a bikarbonát koncentrációját és a pH értékét artériás és kevert vénás vérben.

Rajzolja fel a hemoglobin oxigéndisszociációs görbét. Magyarozza el az összefüggést a  $pO_2$ , a hemoglobin-szaturáció és a vér oxigéntartalma között, és adja meg a normálértékeket. Magyarozza el a  $P_{50}$  fogalmát és adja meg normálértékét. Írja le, miként befolyásolja az oxihemoglobin disszociációs görbét a hőmérséklet, a  $pCO_2$  (Bohr-hatás), a pH és a 2,3-DPG koncentrációja, és magyarázza el ennek élettani következményeit. Vázolja fel a hemoglobin kémiai szerkezetét. Írja le a speciális/kóros hemoglobinformákat (HbF, methemoglobin, karboxi-hemoglobin) és ezek funkcionális jellemzőit. Írja le az oxigénszállítást az alveolusból a kapillárisba.

Nevezze meg a vér  $CO_2$ -szállításához kritikus enzimet (szénsavanhidráz), írja le, hol található. Magyarozza el a kloridshift (Hamburger-shift) jelentőségét a vér  $CO_2$ -szállításában.

Normálértékek: légzési gázok parciális nyomásértékei (Hgmm): belégzett levegő / alveolaris levegő / artériás vér / vénás vér:  $pO_2$ : 149/100-104/95-98/40,  $pCO_2$ : 0,3/40/40/46; HbA  $P_{50}$ : 26 Hgmm; artériás/kevert vénás vér oxigénszaturációja: 97-98/75%; az artériás/vénás vér oxigénkoncentrációja: 200/150 ml/l; arteriovenosus oxigénkülönbség (AVDO<sub>2</sub>): 50 ml/l; nyugalmi oxigénfelvétel: 250-280 ml/perc, az artériás/vénás vér szén-dioxid-koncentrációja: 480/520 ml/l; artériás/vénás vér bikarbonát-koncentrációja: 24/27 mmol/l; arteriovenózus szén-dioxid-különbség (AVDCO<sub>2</sub>): -40 ml/l; nyugalmi szén-dioxid-termelés: 210 ml/perc, artériás és vénás vér pH-ja: 7,38-7,42/

### **35 Pulmonalis keringés. A tüdőből kiinduló légzésszabályozó reflexek. A légzés kémiai szabályozása.**

Hasonlítsa össze a pulmonalis és a szisztémás keringést a nyomások, ellenállások és a hypoxiára adott válasz szerint. A tüdőkeringés befolyásoló tényezők: idegi hatások (szimpatikus, paraszimpatikus és szenzoros), vazokonstriktor (alveolaris hypoxia, hypercapnia, alacsony pH, szerotonin, hisztamin, prosztaglandinok, angiotenzin, leukotriének, endothelin) és vazodilatátor (magas alveolaris O<sub>2</sub>, prostacyclin, NO, bradikinin, dopamin, hisztamin) anyagok.

Sorolja fel a vér  $pO_2$ -jét,  $pCO_2$ -jét és pH-ját érzékelő receptorok elhelyezkedését, és írja le jelentőségüket a vérgázok változásának detektálásában. A perifériás kemoreceptorok felépítése és működése. A centrális kemoreceptorok működése. Írja le, miképp változtatják meg az alveolaris ventilációt a  $pO_2$  és  $pCO_2$  változásai, beleértve azt is, amikor egyszerre változnak.

Írja le, hogy a centrális kemoreceptorok adaptációját követően mi a légzés hajtóereje, és magyarázza el, mi történik, ha ez a beteg tiszta oxigént kap.

Normálértékek: maximális oxigénfelvétel: 4000 ml/perc, maximális szén-dioxid-termelés: 3200-4000 ml/perc, maximális akaratos légzés (maximal voluntary ventilation, MVV): 100-200 l/perc; arteria pulmonalis systolés/diastolés/középnnyomása: 24/9/14, arteria pulmonalis pulzusnyomása: 15 Hgmm, bal pitvari nyomás: 6-8 Hgmm; 1. és 2. táblázat

### **36 A glomerularis filtráció: a szűrlet mennyiségét és minőségét meghatározó tényezők**

Mutassa be a glomerularis rendszer részeit: afferens arteriola, efferens arteriola, glomerularis kapilláris hálózat, Bowman-tok, juxtaglomerularis apparátus (specializált juxtaglomerularis arteriolasejtek és a macula densa).

Mutassa be a filtrációs barriert: írja le a glomerularis barrier háromrétegű felépítését (podocyta, kapilláris endothelium, bazális membrán). Ezek közül melyik képezi a legerősebb barriert? Definiálja a glomerularis filtrációs rátát (GFR), a renalis plazmaáramlást (RPF) és a filtrációs frakciót (FF), adja meg a normálértékeket. Milyen típusú anyagok alkalmasak a GFR és RPF meghatározására?

A glomerularis kapilláris és a Bowman-tok hidrosztatikai, valamint kolloidozmotikus (onkotikus) nyomása (Starling-erők) alapján számolja ki a glomerularis filtráció hajtóerejét (az effektív filtrációs nyomást). Sorolja fel a GFR-t meghatározó tényezőket: glomerulusmembrán sajátosságai (permeabilitás, filtrációs felület), effektív filtrációs nyomás, vese véráramlása.

Normálértékek: GFR: 120-125 ml/perc, RPF: 660 ml/perc, FF: 0,2

### **37. A vese vérátáramlása. A GFR és a RBF szabályozása**

Jellemezze a vesekeringési rendszer elemeit az arteria renalistól a vena renalisig, mutassa be a glomerularis kapillárisokat, a peritubularis kapillárisokat és a vasa recta rendszerét.

Definiálja a renalis vérátáramlást (RBF), adja meg normálértékét és részesedését a nyugalmi keringési perctérfogatból. Jellemezze a veseerek nyugalmi tónusát, és az értónus változásának lehetséges okait (vérvessztés, fizikai munka).

Mutassa be az RBF/RPF/GFR autoregulációját (az autoregulációs tartományt). Mutassa be az afferens arteriola ellenállás-változásainak hatását a GFR-ra, a RBF-ra és a RPF-ra. Ismertesse a tubuloglomerularis visszacsatolást, a lokálisan ható vasoaktív metabolitok (parakrin angiotenzin II és prosztaglandinok) és a miogén válasz (Bayliss-effektus) szerepét az autoregulációban.

Mutassa be a peritubularis kapillárisok alacsony hidrosztatikai és magas onkotikus nyomásának hatását a proximalis tubulusban lévő folyadék nettó reabszorpciójára.

Normálértékek: autoregulációs tartomány: 60-180 Hgmm, RBF 1320 ml/perc, a nyugalmi perctérfogat 20-23%-a, 1. és 2. táblázat

### **38. A tubuláris transzportfolyamatok (reabszorpció és szekréció) általános jellemzése a vesetubulusokban. A renalis clearance**

Mutassa be a tubulusrendszer részeit, az ultrafiltrátum útját a Bowman-toktól a vesemedencéig.

Mely szegmensek vannak a kéregben és melyek a velőben? A glomerulus helyzete és a Henle-kacs hossza alapján különítse el a juxtamedullaris és a corticalis nephronokat.

Mutassa be a fő tubulusszegmensek szerepét a filtrált anyagok és a víz reabszorpciójában és szekréciójában.

Definiálja a tubularis reabszorpció és szekréció fogalmát.

Magyarázza el a clearance elvét. A számítási képlet és a megfelelő anyagok (inulin/kreatinin, PAH) felhasználásával határozza meg a glomerularis filtrációs rátát (GFR), renalis plazmaátáramlást (RPF) és renalis vérátáramlást (RBF).

Adja meg a clearance értékét inulin, kreatinin, PAH és glükóz esetében.

A glükóz típusú reabszorpcióval visszaszívódó szerves anyagok (monoszacharidok, aminosavak, ketontestek). A glükóz visszaszívódása: luminalis és basolateralis transzportmechanizmusok jellemzése.

Definiálja a glükóz renalis küszöbkoncentrációját és tubularis transzportmaximumát. Glucosuria fogalma, mutassa be az ozmotikus diuresist a diabetes mellitust kísérő glucosuria kapcsán. A filtrált peptidek és fehérjék sorsa a proximalis tubulusban.

Az urea reabszorpciója a proximalis tubulusban, az urea körforgása a distalis nephronban.

Normálértékek: inulin-clearance=GFR, 120 ml/perc, PAH-clearance= RPF=660 ml/perc, a glükóz renalis küszöbkoncentrációja: 10 mM

### **39. A NaCl és a víz tubularis transzportfolyamatai, a medullaris ozmotikus gradiens kialakulása. A vizelet koncentrációja és hígítása, ozmoreguláció. A K<sup>+</sup>-háztartás szabályozása**

Mutassa be a Na<sup>+</sup>-reabszorpció luminalis mechanizmusait a proximalis tubulusban (Na<sup>+</sup>-szubsztrát, Na<sup>+</sup>-H<sup>+</sup>-antiporter, paracelluláris mechanizmusok), a Henle-kacs vastag felszálló szárában (Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-2Cl<sup>-</sup>-szimporter), a distalis kanyarulat csatornában (Na<sup>+</sup>-Cl<sup>-</sup>-szimporter) és a gyűjtőcsatornában (Na<sup>+</sup>-csatorna). Melyik transzportmechanizmus áll hormonális szabályozás alatt? Jellemezze az egyes tubulusszegmentumokat vízpermeabilitásuk szerint.

Mutassa be a tubularis folyadék és az interstitialis folyadék ozmolaritásának változását a Henle-kacstól kezdve, és ezek hatását a vizelet hígítására, koncentrálására.

Váolja az ellenáramlásos sokszorozó mechanizmust: mi a szerepe a Henle-kacs ellenáramlásos elrendezésének és a leszálló, illetve felszálló szár eltérő transzportmechanizmusainak abban, hogy a vesevelő interstitiumában hyperosmoticus gradiens (medullaris gradiens) alakul ki (Natrium és urea körforgás)? Ismertesse a vesevelő-vérátáramlás (vasa recta) ellenáramlásos elrendezésének szerepét a medullaris ozmotikus gradiens fenntartásában (ellenáramlásos kicserélődés). Ismertesse a szervezet vízforgalmát: a vízfelvételt és a vízvesztés módjait.

Lokalizálja az arginin-vazopresszint (AVP/ADH) termelő sejteket, és írja le a hátsó hypophysislebenyből történő neurosecretio mechanizmusát. Sorolja fel a vazopresszin-szekréciót szabályozó mechanizmusokat. Sorolja fel a vazopresszinhatás célsejtjeit és magyarázza el, hogy miért nevezzük a vazopresszint antidiuretikus hormonnak. Mutassa be azt a tubulusszegmenst, ahol a vazopresszin a víz- és az ureapermeabilitás fokozása útján hat, és írja le az ADH hatásának celluláris mechanizmusát (V<sub>2</sub>-receptor, aquaporin, ureatranszporter).

Írja le, hogy ezek a változások miként hatnak a vizelet koncentrálására és hígítására.

Ismertesse a diabetes insipidus és az ozmotikus diuresis által létrehozott polyuria közti különbséget (fajsúly, urea tartalom).

Ismertesse az extracelluláris K<sup>+</sup> szerepét az idegrendszer, a szív és az izommozgás normálisműködésében.

Adja meg a K<sup>+</sup> megoszlását az extracelluláris és az intracelluláris folyadéktér között, az aldoszteron hatását az

intracelluláris és extracelluláris folyadékok közötti K<sup>+</sup>-transzportra. Ismertesse a K<sup>+</sup>-reabszorpció és -szekréció helyeit a

tubulusrendszerben.

Mutassa be a gyűjtőcsatornában a  $K^+$  szekrécióját szabályozó (aldoszteron, plazma  $K^+$ -koncentrációja) faktorokat.

Normálértékek: maximális ozmotikus koncentráció a külső velőben (rövid kacsú nephron): 600 mosmol/l, a belső velőben (hosszú kacsú nephron): 1200 mosmol/l, vizelet ozmotikus koncentrációja: 70-1200 mosmol/L; vizelet sűrűsége (fajsúlya) 1001-1030 g/l (plazma 1012 g/l); vizeletmennyiség és értékelése: <100 ml/nap: anuria; 100-600 ml/nap oliguria, 600-2500 ml/nap: normális tartomány, >2500 ml/nap: poliuria, diabetes insipidusban elérheti a 18-25 l/napot.

#### **40. Sav-bázis háztartás**

Adja meg a vér normál pH-tartományát.

Nevezze meg a vér puffereit. Vázolja a pufferek, valamint a tüdő és a vese szerepét a normál pH fenntartásában.

Nevezze meg, hogy melyek a  $HCO_3^-$ -visszaszívás (és a  $HCO_3^-$ -szekréció) főbb helyei a nephronban, emelje ki, hogy mi a  $H^+$ -szekréció szerepe a folyamatban. Ismertesse a  $H^+$ -szekréció mechanizmusait a proximális és a distális nephronszakaszokon. Vázolja fel a  $HCO_3^-$ - transepithelialis transzportjáért felelős intracelluláris folyamatokat.

Mi a vizelet puffereinek a jelentősége? Hogyan történik az ammónium képződése és elválasztása?

Ismertesse a sav-bázis zavarok típusait és okait! Ismertesse a pH hirtelen növekedése vagy csökkenése után aktiválódó kompenzációs folyamatok (pufferek, légzési kompenzáció, a vesék kompenzáló működése) hatékonyságát. Vázolja a sav-bázis zavarok respiratorikus és vese eredetű kompenzálásának mechanizmusait.

Normálértékek: artériás pH: 7,37-7,43, standard bikarbonát: 24 mmol/L, pufferbázis (BB): 44-49 mmol/L, vizelet pH: 4.0-8.0;

#### **41. A húgyutak funkciója. A vizeletürítés szabályozása**

Ismertesse a felső húgyutak motorikáját.

Ismertesse a húgyhólyag és a húgycső záróizmának beidegzésében fontos viscerosensoros, vegetatív (szimpatikus és paraszimpatikus) és somatomotoros idegeket. Térjen ki a lumbalis és sacralis gerincvelői szegmentumokban, valamint a hídban található, a continencia fenntartásában és a vizeletürítés szabályozásában kitüntetett szerepet játszó struktúrákra. Ismertesse a vizeletürítési reflex ívét (inger, receptor, központ, efferens, válasz). Definiálja a passzív és az aktív incontinencia fogalmát.

Szerv	Tömege		Részese­dése a nyugalmi perctérfogatból		Nyugalmi O <sub>2</sub> felhasználása		Részese­dése a megnövekedett perctérfogatból (munkavégzés­kor)		Maximális vazodilatációval elérhető vérellátása
	kg	%	ml/perc	%	ml/perc	%	ml/perc	%	
<b>összesen</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	<b>5000</b>	<b>100</b>	<b>250</b>	<b>100</b>	<b>25000</b>	<b>100</b>	
<b>Agy</b>	1,4	2	750	15	45	18	750	3	1500
<b>Szív</b>	0,3	0,4	250	5	30	12	1250	5	1250
<b>Splanchnikus területek</b>	4	5,7	1000	20	55	22	750	3	9000
<b>Máj</b>	1,5	2,1	500	10					5000
<b>Vese</b>	0,3	0,4	1000	20	17,5	7	750	3	1800
<b>Vázizom</b>	35	50	800	16	50	20	21250	85	21250
<b>Bőr</b>	2	2,9	250	5	10	4			3000
<b>Zsír­szövet</b>	9	13	250	5	42,5	17	250	1	1800
<b>Csont stb</b>	18	25,6	200	4					2000

**1. táblázat: keringési redisztribúció**

Érterület	Bazális tónus	Vazokonstriktor tónus	Tónusfokozódásszimpatikus aktivációt követően
coronária erek	+++++	-	-
agyi erek	+++++	-	-
vázizom erei	++	++	+++
vese erek	+	-	+++
splanchnikus érterület	++	++	++++
bőr-akrális erei	-	++++	++++

**2. táblázat: egyes érterületek nyugalmi értónusa**

változó	edzetlen egyén		élsportoló
	edzéselőtt	edzésután	(hosszútávfutó)
nyugalmiszívferkvencia(1/perc)	75	65	45
max.szívfrekvencia (1/perc)	185	183	174
nyugalmipulzustérfogat(ml)	60	70	100
max.pulzustérfogat(ml)	120	140	200
nyugalmiszisztolésvérnyomás(Hgmm)	135	130	120
vértérfogat(l)	4,7	5,1	6
max.ventillációV <sub>max</sub> (l/perc)	110	130	190
max.tejsavkonc.(mmol/l)	7,5	8,5	9
VO <sub>2max</sub> (ml/ttkg/perc)	40	50	80

**3. táblázat: testezés hatására bekövetkező változásokat**