

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 (simaiizom, 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 sejtterefogat 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;  $\text{Cl}^-$ : 4 mM;  $\text{Ca}^{2+}$ : 10<sup>-4</sup> 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 hátterét: 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. Mutassa be a helyi érzéstelenítők hatásmechanizmusát, jellemezze a rostokat helyi érzéstelenítők iránti érzékenységük alapján.

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 hírvívő 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<sup>2+</sup>-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 tetanuszá 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 tényezőket, melyeknek szerepe van a létrejöttében

Ismertesse a működő izom energiaforrásait.

## 11. A simaizomok 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 kapcsolat között. Vázzolja 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 transzcelluláris 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): 1,25 mM, plazmaklorid: 101-111 mM, plazmabikarbonát: 21-28,5 mM, plazmaglükóz: 4,2-5,9 mM, plazmabilirubin: 5,0-17,0  $\mu\text{M}$ , plazmafehérje: 60-80 g/l, plazmaalbumin: 34-45 g/l, plazma-összkoleszterin: <5,17 mM, plazma-összlipid: 4,5-10 g/l

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

Adja meg a vörösvértetek 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/ $\mu\text{l}$ , VVT átmérő: 7-8  $\mu\text{m}$ , VVT vastagság: 1-2  $\mu\text{m}$ , VVT élettartama: 120 nap, VVT süllyedés: 3-10 mm/óra, vér hemoglobin koncentrációja: 135-160 g/l, VVT ozmotikus 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  $\mu\text{M}$

## 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 ölősejtek (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, tüszőmentés).

Normálértékek: fehérvérsejt szám: 4000-10000 sejt/ $\mu\text{l}$ , 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 antigénbemutatás 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 (vazokonstriktio 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 prothrombin időt 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 sejttestjeinek 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 akciós potenciálját. Magyarázza el, milyen ionáramok és ionszatómák 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 rostösszevonás növelése (heterometriás szabályozás), a  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ -ATP-áz részleges gátlása, illetve az extracelluláris  $\text{Ca}^{2+}$ -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 coronariareg részleges és teljes perctérfogatból nyugalomban illetve fizikai munka során. Soroljon fel a coronariákra ható vazodilatátor és vazokonstriktor hatású anyagokat! Ismertesse a coronariaáramlás és a myocardialis terhelés összefüggését. Jellemezze azokat a humorális mechanizmusokat (anyagcsere metabolitok, NO), amelyek a coronariákat tágítják. Magyarázza el, hogy a szimpatikus ingerlés hogyan befolyásolja a szív működést és a coronariaerek ellenállását.

Normálértékek: coronariaáramlás nyugalomban: 250 ml/perc, a nyugalmi és munkavégzés alatti perctérfogat-részleges 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 transmurális 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 szélkazanfunkcióját. Ismertesse a muscularis artériák és arteriolák szerepét.

Jellemezze a vénákat felépítésük és az érfal tágulékonyasága 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 (szívpumpa: „vis a tergo” és „vis a fronte”, dinamikus izompumpa, légzési pompa, 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 összkétszámát: 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 anyagcserélődés, nyirokkeringés és ödémaképződés**

Ismertesse a kapillárisok típusait: folytonos, fenestrált, 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 (téjén 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).

Definiálja az ödéma fogalmát, mely tényezők vezethetnek ödéma kialakulásához.

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 szinuszoid 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 vaszkuláris simaizomzaton. 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, adenzin, PGE<sub>2</sub> és K<sup>+</sup>-ionok, hőmérséklet.

A gyulladáshyperaemia 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 carotis sinus és az aortaív baroreceptorai és a hozzájuk tartozó afferens idegek aktivitását, 2. a reflex integrációjában szerepet játszó nyúltvelői neuroncsoportok kapcsolatait, 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. Az artériás vérnyomás-szabályozás hosszú távú mechanizmusai. Volumenreguláció (a Na<sup>+</sup>-egyensúly és az extracelluláris folyadékterfogat szabályozása).**

Mi a Na<sup>+</sup> 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 sejtek).

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 fiziológias 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.

### **32 A vázizom keringése, a fizikai munkavégzés során kialakuló kardiovaszkuláris adaptáció**

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 perctérfogatból 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 ezekben 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. Hőszabályozás, a bőr vérkeringése**

Ismertesse a hőegyensúly kialakulásának feltételeit, a hőtermelés, a hőfelvétel és a hőleadás fizikai mechanizmusait: metabolizmus, hőszárazás, kondukció, konvekció, evaporáció.

Állítsa szembe a maghőmérséklet stabilitását a köpenyhőmérséklet variabilitásával. Ismertesse az ember maghőmérsékletének normálértékeit, változásának cirkadián ritmusát, függését a menstruációs ciklustól.

Termoneutrális komfortzóna fogalma.

Sorolja fel a kihűlés, illetve a túlhevülés elleni védekezés fő élettani mechanizmusait.

A metabolikus hőtermelés: alapanyagcsere, fizikai munkavégzés, a „shivering” hozzájárulása a hőtermeléshez. Non-shivering termogenezis: a barna zsírszövet felépítése, aktivitásának szabályozása és funkciója.

A bőr véráramlásának szabályozása: acralis és nem acralis bőrterületek mikrocirkulációs sajátosságai.

Hasonlítsa össze a szisztémás neurális és a lokális szabályozás szerepét a bőrben. A vazomotor szabályozás adaptációja a termoreguláció igényeihez.

A verejtékmirigyek felépítése, működése, neurális szabályozása. A mirigyvégkamrák szekréciójának és a kivezetőcső NaCl-reabszorpciójának mechanizmusai.

A hőszabályozási reflexek kialakításában szereplő neurális elemek: perifériás és centrális termoreceptorok, központi szabályozás (hypothalamus). Definiálja a termoregulációs „set point” fogalmát.

Magyarázza el a különbséget a passzív túlhevülés, a fizikai munkavégzés során fellépő hyperthermia és a fertőző betegségeket kísérő láz között.

Normálértékek: maghőmérséklet: 37 °C (36,2-37,5 °C), termoneutrális komfortzóna: 25-27 °C

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

Légutak funkciói. Belégzés és kilégzés mechanikája. Vákolja fel, hogy miként változik az intrapleurális nyomás, az alveolaris nyomás és tüdőterfogat 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 pleuraúrbe 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 tüdőtérfogatokat. Adja meg, hogy a különböző tüdőkapacitások mely térfogatokból 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 szekeciójának 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.

### **35. 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. karbaminkötésekkel 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. Magyarázza el az összefüggést a pO<sub>2</sub>, a hemoglobin-szaturáció és a vér oxigéntartalma között, és adja meg a normálértékeket. Magyarázza el a P<sub>50</sub> fogalmát és adja meg normálértékét. Írja le, miként befolyásolja az oxihemoglobin disszociációs görbét a hőmérséklet, a pCO<sub>2</sub> (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<sub>2</sub>-szállításához kritikus enzimet (szénsavanhidráz), írja le, hol található. Magyarázza el a kloridshift (Hamburger-shift) jelentőségét a vér CO<sub>2</sub>-szállításában.

Normálértékek: légzési gázok parciális nyomásértékei (Hgmm): belégzett levegő / alveolaris levegő / artériás vér / vénás vér: pO<sub>2</sub>: 149/100-104/95-98/40, pCO<sub>2</sub>: 0,3/40/40/46; HbA P<sub>50</sub>: 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; arteriovenosus 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/

### **36. 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<sub>2</sub>-jét, pCO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub> és pCO<sub>2</sub> 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 akarattalagos 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

### **37. 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 (podocyták, 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: glomerulumembrán sajátosságai (permeabilitás, filtrációs felület), effektív filtrációs nyomás, vese véráramlása.

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

### **38. 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 ellenállásváltozásainak hatását a GFR-ra, a RBF-ra és a RPF-ra. Ismertesse a tubuloglomerularis visszacsatolást, a lokálisan ható vazóaktív 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 proximális 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

### **39. 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 plazmaáramlást (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 proximális tubulusban.

Az urea reabszorpciója a proximális 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

### **40. 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 proximális tubulusban (Na<sup>+</sup>-szubsztrát, Na<sup>+</sup>-H<sup>+</sup>-antiporter,

paracelluláris mechanizmusok), a Henle-kacs vastag felszálló szárában ( $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ -  $2\text{Cl}^-$ -szimporter), a distalis kanyarulat csatornában ( $\text{Na}^+$ - $\text{Cl}^-$ -szimporter) és a gyűjtőcsatornában ( $\text{Na}^+$ -csatorna). Melyik transzportmechanizmus áll hormonális szabályozás alatt? Jellemezze az egyes tubulussegmentumokat vízpermeabilitásuk szerint.

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

Vázolja 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 hyperosmotikus 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 célsejteit és magyarázza el, hogy miért nevezzük a vazopresszint antidiuretikus hormonnak. Mutassa be azt a tubulussegmentust, ahol a vazopresszin a víz- és ureapermeabilitás fokozása útján hat, és írja le az ADH hatásának celluláris mechanizmusát ( $\text{V}_2$ -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  $\text{K}^+$  szerepét az idegrendszer, a szív és az izommozgás normális működésében.

Adja meg a  $\text{K}^+$  megoszlását az extracelluláris és az intracelluláris folyadéktér között, az aldoszteron hatását az intracelluláris és extracelluláris folyadékok közötti  $\text{K}^+$ -transzportra. Ismertesse a  $\text{K}^+$ -reabszorpció és -szekréció helyeit a tubulusrendszerben.

Mutassa be a gyűjtőcsatornában a  $\text{K}^+$  szekrécióját szabályozó (aldoszteron, plazma  $\text{K}^+$ -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.

#### **41. 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  $\text{HCO}_3^-$ -visszaszívás (és a  $\text{HCO}_3^-$ -szekréció) főbb helyei a nephronban, emelje ki, hogy mi a  $\text{H}^+$ -szekréció szerepe a folyamatban. Ismertesse a  $\text{H}^+$ -szekréció mechanizmusait a proximális és a distalis nephronszakaszokon. Vázolja fel a  $\text{HCO}_3^-$  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;

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

Ismertesse a felső húgyutak motorikáját.

Ismertesse a húgyhólyag és a húgycső záróizmainak 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 kitéüntetett szerepet játszó struktúrákra. Ismertesse a vizeletürítési reflex ívét (inger, receptor, központ, efferens, válasz). Definiálja a passzív és az aktív incontinencia fogalmát.

Szerv	Tömege		Részeseése a nyugalmi perctérfogatból		Nyugalmi O <sub>2</sub> felhasználása		Részeseése 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>Zsír szövet</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

<b>Érterület</b>	<b>Bazalis tónus</b>	<b>Vazokonstriktor tónus</b>	<b>Tónusfokozódás szimpatikus aktivációt követően</b>
<b>coronária erek</b>	++++ +	-	-
<b>agyi erek</b>	++++ +	-	-
<b>vázizom erei</b>	++	++	+++
<b>vese erek</b>	+	-	+++
<b>splanchnikus érterület</b>	++	++	++++
<b>bőr-akrális erei</b>	-	++++	++++

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

<b>változó</b>	<b>edzetlen egyén</b>		<b>élsportoló</b>
	<b>edzés előtt</b>	<b>edzés után</b>	<b>(hosszútávfutó)</b>
nyugalmi szívfrekvencia (1/perc)	75	65	45
max. szívfrekvencia (1/perc)	185	183	174
nyugalmi pulzustérfogat (ml)	60	70	100
max. pulzustérfogat (ml)	120	140	200
nyugalmi szisztolés vérnyomás	135	130	120
vértérfogat (l)	4,7	5,1	6
max. ventiláció $V_{\max}$ (l/perc)	110	130	190
max. tejsav konc. (mmol/l)	7,5	8,5	9
$VO_{2\max}$ (ml/ttkg/perc)	40	50	80

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

### **43. A gasztrointesztinális rendszer szabályozásának alapelvei. A gasztrointesztinális simaizomzat működésének jellegzetességei**

Ismertesse a gasztrointesztinális rendszer (GI) alapfunkcióit (motilitás, szekréció, emésztés, felszívódás). Ismertesse a szájüregtől kiindulva, hogy a GI fenti funkciói hol állnak túlnyomóan központi idegrendszeri szabályozás (szájüreg, nyálmirigyek, nyelőcső, proximális gyomor, rectum) és hol főleg lokális neurális/humorális és/vagy hormonális kontroll alatt (disztális gyomor, vékonybél, vastagbél)!

Ismertesse az enterális idegrendszer felépítését és főbb alkotóit (szenzoros idegek, interneuronok, effektor [szekretomotoros] neuronok). Magyarázza el a bél keresztmetszeti képen a plexus myentericus és submucosus helyzetét és jellegzetességeit.

Magyarázza el a szimpatikus és paraszimpatikus idegrendszer és az enterális idegrendszer kölcsönhatását. Ismertesse a vagovagalis reflexet!

Írja le a következő hormonok főbb hatásait: gasztrin, szekretin, CCK, GIP, GLP, és motilin.

Írja le az enterális simaizomzat spontán és indukált elektromos aktivitását (elektromos lassú hullámok, akciós potenciál, kontrakció).

Ismertesse a Cajal-sejtek elhelyezkedését, szerepét a pacemaker aktivitásban és az enterális idegrendszeri hatások mediálásában.

Ismertesse a GI főbb motoros mintáit és funkcióit: perisztaltikus és szegmentáló mozgások. Mondja ki a Bayliss-Starling féle béltörvényt.

Ismertesse, hogyan hat a szimpatikus/paraszimpatikus moduláció a GI motorikára.

### **44. A splanchnicus keringés**

Ismertesse a splanchnicus vérátáramlás részesedését a nyugalmi perctérfogatból. Nyugalmi tónus összetői. Állítsa szembe a lokális szöveti és a szisztémás neurális szabályozás jelentőségét (fizikai munka, vérvesztés, táplálékfelvétel után).

Jellemezze a máj portális keringésének szerepét a gasztrointesztinális rendszer működésében. Ismertesse a máj mikrocirkulációját, a májszinuszoidok morfológiai és funkcionális sajátosságait.

Táblázat 1. és 2.

### **45. A felső gasztrointesztinális rendszer funkciói: rágás, nyáleválasztás, nyelés**

Ismertesse a táplálékfelvétel mechanizmusait: szopás, harapás, rágás.

Írja le a nagy nyálmirigyekből származó nyál mennyiségét és összetételét. Magyarázza el, hogyan módosul az acinusok szekréciójának összetétele a nyálmirigy ductalis sejteinek működése révén. Írja le a nyál élettani funkcióit, összetevőit.

Írja le a nyálszekrécióhoz vezető ingereket és idegi pályákat, valamint azok hatásait. Ismertesse, hogy a szimpatikus, ill. a paraszimpatikus ingerlés hatására szekretálódó nyál miért lesz eltérő összetételű? Ismertesse a nyelési reflexet. Ismertesse az oesophagus felső és alsó szakasza között fennálló anatómiai és izomzatbeli különbségeket, különös tekintettel a felső és alsó oesophagealis sphincterre. Adja meg primer és szekunder oesophagus perisztaltika fogalmát.

### **46. A gyomor motoros funkciói. Hányás. A gyomorszekréció és szabályozása**

Ismertesse a gyomor funkcionális felosztását a gyomormotilitás szempontjából.

Gyomortelődés: ismertesse a proximális gyomor receptív relaxációjának lokális és hosszúpályás (vago-vagális) reflexszabályozását.

Adja meg a gyomorperisztaltika funkcióit (keverés, aprítás, gyomortartalom továbbítása). Írja le a hányás mechanizmusát, és ismertessen néhányat a hányás lehetséges okai közül. Ismertesse az oxintikus area gyomormirigyeiben levő parietális sejtek (HCl, az intrinsic faktor), fő sejtek (pepszinogén), és a mucosa sejtek (bikarbonát tartalmú mucos) szekréciójait. Ismertesse a HCl elválasztás celluláris mechanizmusát.

Írja le a HCl szerepét a: fehérje és szénhidrát emésztésben; a pepsinogen aktiválásában; a szervezet fertőzések elleni védekezésében!

Ismertesse, hogyan hat a szimpatikus/paraszimpatikus moduláció a GI szekrécióra. Ismertesse a parietális sejtet közvetlenül stimuláló neurotranszmittert (Ach), parakrin anyagot (hisztamin) és hormont (gasztrin), forrásukat, receptoraikat és szignáltranszdukciós mechanizmusait. Ismertesse a GRP és a szomatostatintin szerepét.

Ismertesse a duodenumtartalom szerepét a gyomorszekréció szabályozásában. Ismertesse az intesztinális gátlás neurális és hormonális mechanizmusait.

Ismertesse a gyomormucosa védelmét biztosító mechanizmusokat (prostaglandinok, bikarbonát barrier).



Normálértékek: gyomornedvtermelés: 1-1.5 L/nap; gyomornedv H<sup>+</sup> cc: 70-80 mmol/L; gyomornedv pH: 1.10-1.15

#### **47. Az exocrin pancreas: szekréció és szabályozás. Emésztés és felszívódás a vékonybélben.**

Írja le a hasnyál szekréciójának mechanizmusát, összetevőit, ismertesse a hasnyál fő enzimeit, és a pancreasenzimek duodenumban történő aktiválását. A duodenális enteropeptidáz (enterokináz) szerepe.

Magyarázza el, miért nem emészt meg a pancreas önmagát?

Ismertesse, hogyan vesz részt az exocrin pancreas a duodenum pH-jának szabályozásában (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> szekréció).

Ismertesse az exocrin pancreas szekréció neurális (vago-vagal reflexek) és hormonális (szekretin, CCK) szabályozását. A vékonybél felszíne és ennek szerepe a felszívásban.

Ismertesse a szénhidrátok emésztését a szájüregtől a vékonybélig, valamint a szénhidrátok felszívódásának membrántranszport mechanizmusait az intestinális hámsejtekben.

Ismertesse a fehérjék emésztését a gyomortól a vékonybélig, valamint az aminosavak felszívódásának membrántranszport mechanizmusait az intestinális hámsejtekben

Ismertesse a zsírok emésztését és felszívódását a vékonybélben. Ismertesse a kilomikronok keletkezését és összetételét, útjukat a vérben.

Ismertesse a víz és a fő elektrolitok intestinális transzepiteliális transzportját.

Normálértékek: hasnyáltermelés: 500-700 ml/nap, bélnedv szekréció: 3-4 L/nap, folyadék felszívódás a vékonybélben 5-6 L/nap.

#### **48. Az epe: szekréció, tárolás, ürítés, és ezek szabályozása.**

Ismertesse az epesavas sók szintézisének, és szekréciójának hepatikus mechanizmusait.

Ismertesse a primer epe összetevőit (epesavas sók, epefestékek, foszfolipidek, koleszterin, bikarbonát-ion), és hogy miképp változik ennek összetétele az epehólyagban.

Epemobilizáció: az epehólyagkontrakció és az Oddi-szfinkter relaxáció szabályozása. Modjon példát cholereticus és cholekinetikus faktorokra. Az epesavas sók szerepe a zsírok emésztésében.

Ismertesse az epesavas sók enterohepatikus keringését.

Normálértékek: epeszekréció: 600 ml/nap

#### **49. A vékonybél motoros működése. A vastagbél funkciói: motoros működések, emésztés és felszívódás.**

##### **Széketürítési reflex.**

Írja le a vékonybél digesztív motoros működését: szegmentáló mozgás, perisztaltika, Bayliss-Starling féle béltörvény. Mutassa be a vékonybél interdigesztív motoros működését: migráló mioelektromos komplex (MMC) kialakulása és jelentősége. Mutassa be a boholyozás jelentőségét a vékonybélben.

Írja le a colon egyes régióinak motoros tevékenységét: haustráció, antiperisztaltika, tömegperisztaltika, defecatio.

Írja le, miképp hat a colon motorikája a víz és elektrolitok visszaszívására.

Ismertesse a nátrium-klorid és víz felszívódását, valamint a bikarbonát és kálium transzportot a vastagbélben (aldoszteron).

Ismertesse a colon szerepét a normális bélflóra kialakításában.

Írja le a széketürítési reflexet és a reflex akarattalagos szabályozását. Határozza meg a passzív és aktív inkontinencia fogalmát.

Normálértékek: folyadék felszívódás a vastagbélből 1,5-2 L/nap; széklet víztartalma: 75-150 mL/nap.

#### **50. Táplálkozás: Az energiaforgalom, a makronutriensek szerepe az energiaigény fedezésében**

Ismertesse a makronutrienseket (szénhidrátok, fehérjék, zsírok) és jellemezze azokat a következő szempontok alapján: Fehérjék a táplálkozásban: forrás, fehérjeminimumok, esszenciális aminosavak fogalma (példák), magas és alacsony biológiai értékű fehérjék, biológiai jelentőség, szerepük a kalóriaigény fedezésében.

Szénhidrátok a táplálkozásban: forrás, biológiai jelentőség, szerepük a kalóriaigény fedezésében.

Zsírok a táplálkozásban: forrás, esszenciális zsírsavak fogalma (példák), biológiai jelentőség, szerepük a kalóriaigény fedezésében.

Jellemezze a makronutrienseket energiahordozó funkciójuk alapján: élettani égéshőjük megadása és összehasonlítása.

Ismertesse az alpanyagcsere (basal metabolic rate, BMR) fogalmát és az alpanyagcsere meghatározásának feltételeit.

Sorolja fel az alpanyagcserét meghatározó tényezőket (életkor, nem, pajzsmirigy funkció...).

Ismertesse a táplálkozás hatását az energiaforgalomra: specifikus dinamikus hatás (diet-induced thermogenesis, DIT). Melyik makronutriens anyagcsere-serkentő hatása a legkifejezettebb? (fehérjék)  
Melyek a napi energiaforgalmat meghatározó tényezők? (BMR+DIT+fizikai aktivitás). Írja le a fizikai aktivitás hatását az energiaforgalomra.

Normálértékek: régi/új mértékegységek átváltása: cal, Cal=kcal, 1 kcal=4,2 kJ; élettani égéshő szénhidrát/fehérje/zsír: 17,2/17,2/39 kJ/g; BMR felnőtt nő/férfi: 6300/7100 kJ/nap; napi ajánlott fehérje/szénhidrát/zsír bevitel: 60-80/300/50-100 g/nap; WHO ajánlás optimális fehérjebevitelre: 1-1,5 g/ttkg.

### **51. Táplálkozás: víz, ásványi sók, vitaminok, élelmi rostok**

Mekkora mennyiségű, és mi a forrása annak a folyadékmenyiségnek, ami naponta a tápcsatornába kerül?  
Mely ásványi anyagokat nevezzük nyomelemeknek? Mi a nyomelemek jelentősége a szervezet működésében? Soroljon fel néhány fontosabb nyomelemet és élettani funkcióikat (Fe, Zn, Cu, Se, I, F etc.).  
Adja meg a vitamin definícióját, és a vitaminok csoportosítását. Határozza meg a hypovitaminosis és a hypervitaminosis fogalmát.  
Sorolja fel a víz- és zsíroldékony vitaminokat, forrásaikat, élettani hatásaikat, hiánybetegségeiket. Adja meg a nem emészthető élelmi rostok forrásait, szerepüket a bélmotilitás és a normál bélflóra fenntartásában.

Normálértékek: folyadékbevitel: 1,5-2 L/nap, GI szekréció: 6-8 L/nap; napi aszkorbinsav igény: 65-75 mg

### **52. Táplálkozás: A táplálékfelvétel szabályozása.**

Ismertesse, hogyan befolyásolja a felvett táplálék mennyisége és az energiaforgalom szintje az energia-mérleg egyensúlyát, és a zsírraktárak telítettségét. Nevezze meg azokat a tényezőket, amelyek a táplálékfelvételt és a lebontó folyamatokat szabályozzák.  
Hogyan ítéltető meg a tápláltsági státusz? (testtömeg-index (BMI), lean body mass).  
Jellemezze a táplálékfelvétel szabályozásában szereplő kulcsfontosságú perifériás és centrális receptorokat, mediátorokat (ghrelin, CCK, inzulin, leptin), mechanizmusokat (vagus afferensek), hipotalamikus magcsoportokat (orexigén/anorexigén hatású mediátorok: NPY, MSH). Ismertesse a táplálékfelvétel rövid- és hosszútávú szabályozását. Írja le a szomjúság és a sófelvétel (sóétvágy) központi szabályozását.

### **53. Az endokrin szabályozás alapelvei**

Ismertesse a hormon és a hormonális szabályozás fogalmát. Csoportosítsa a hormonokat kémiai szerkezetük alapján (aminosav származékok, biogén aminok, peptidek, fehérjék, szteroidok).  
Csoportosítsa a hormonreceptorokat (membránreceptorok, intracelluláris receptorok) és ismertesse hatásmechanizmusukat. Mondjon egy-egy példát ezekre a csoportokra.  
Ismertesse egy-egy példán keresztül a hormonális hatás típusait (serkentő, gátló, permisszív hatások).  
A plazma hormonkötő fehérjéinek szerepe pl. a pajzsmirigy- és szteroid hormonok hozzáférhetőségének, lebomlásának és a hormonszekréció szabályozásának szempontjából.  
Mi a jelentősége a pulztilis felszabadulásnak, valamint a diurnális és a menstruációs ciklus alatti hormonszekréciós mintázatoknak? Soroljon fel példákat!

### **54. A hypothalamus működései: vegetatív működések központi idegrendszeri integrációja. A hypothalamo-hypophysealis (neuroendokrin) rendszer általános jellemzése.**

A hypothalamus funkcionális anatómiája és integratív működése: szenzoros, szomatomotoros és vegetatív működések és a viselkedés központi idegrendszeri integrációja. Hierarchikus szerveződés a vegetatív idegrendszerben. Vegetatív reflexek.  
A hypothalamo-hypophysealis (neuroendokrin) rendszer:  
Írja le a hypophysis elülső és hátsó lebenyének kapcsolatát a hypothalamusszal.  
Írja le az elülső hypophysislebeny hormonjait (6 db), és nevezze meg az elülső hypophysis lebenyhormonjainak felszabadulásáért felelős hypothalamicus faktorokat (releasing és inhibiting hormonok), írja le transzportjuk útvonaltól a hypothalamustól az elülső lebenyig.  
Magyarázza el az elülső hypophysislebeny-hormonok felszabadulásának negatív visszacsatolós szabályozását.  
Ismertesse a neurohypophysis hormonjait (ADH, oxitocin), szekréciójuk szabályozását, hatásmechanizmusukat és élettani hatásaikat.

### **55. A pajzsmirigyhormonok: szintézis, szabályozás, hatások**

Jellemezze a jodidion felvételét a pajzsmirigybe. Írja le a trijód-tironin (T<sub>3</sub>) és a tiroxin (T<sub>4</sub>) bioszintézisének, tárolásának és szekréciójának lépéseit.

Ismertesse a hypothalamus-adenohypophysis-pajzsmirigy tengely működését, a T<sub>4</sub>/T<sub>3</sub>-szekréció negatív visszacsatolós szabályozását. A TSH trophicus hatása a pajzsmirigyre.

Ismertesse a pajzsmirigyhormonok szállításában részt vevő szállítófehérjéket. Mi a pajzsmirigyhormon-kötés jelentősége a vér szabad és teljes pajzsmirigyhormon-tartalmának szempontjából?

Magyarázza el, mi a jelentősége a T<sub>4</sub>-T<sub>3</sub> átalakulásnak a perifériás szövetekben, nevezze meg az átalakítást végző enzimet.

Lokalizálja a pajzsmirigyhormon-receptorokat, ismertesse a ligand-receptor komplex hatását. Ismertesse a pajzsmirigyhormonok élettani hatásait: az energiaforgalomra, a szénhidrát-, zsír- és fehérjemetabolizmusra, a kardiovaszkuláris rendszerre, idegrendszeri funkciókra, GI rendszer működésére, légzőrendszerre, a hosszönvekedésre, nemi funkciókra.

Ismertesse a pajzsmirigyhormonok túltermelésének (hyperthyreosis), illetve csökkent termelésének (hypothyreosis) tüneteit. Magyarázza el, milyen okai lehetnek a pajzsmirigy megnagyobbodásának.

## **56. A Ca<sup>2+</sup>- és foszfátháztartás szabályozása. A csontszövet szerepe a Ca-homeosztázisban.**

Csont élettana: csontok fajtái, felépítésük. Csontátépülés folyamata.

Ismertesse a Ca<sup>2+</sup>- és foszfát felvétel és leadás fő útjait. Nevezze meg a hormonális szabályozás alatt álló transzportmechanizmusokat.

Nevezze meg a parathormont (PTH) termelő sejteket. Ismertesse a PTH-szekréció szabályozását és a Ca<sup>2+</sup>-szenzor receptor szerepét a folyamatban.

Sorolja fel a PTH-hatás célsejtjeit, és ismertesse az egyes sejtekre gyakorolt hormonhatásokat. Ismertesse a PTH fokozott és csökkent termelésének következményeit. Hypokalcemia tünetei.

Nevezze meg a D-vitamin forrásait, vázolja fel a D-vitamin bioszintézisét, és ismertesse a különböző szervek szerepét a kalcitriol (1,25-(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>) előállításában. Ismertesse a kalcitriol célszerveit, hatásait és a hormonhatás celluláris mechanizmusát. Ismertesse a D-vitamin-hiány következményeit.

Ismertesse a kalcitriol és a PTH-szekréció közötti negatív visszacsatolós szabályozást.

Nevezze meg a kalcitonin szekrécióját fokozó hatásokat. Milyen hatásai vannak a kalcitoninnak, és ezek közül melyik bírhat egyáltalán élettani jelentőséggel?

Sorolja fel a kalcium anyagcserében és a csontképződésben résztvevő egyéb hormonokat!

## **57. A mellékvesekéreg hormonszintézise. A glükokortikoidok: szintézis, szabályozás, hatások. Stressz és általános adaptációs szindróma. A mellékvesekéreg szexuálszteroidjai.**

A mellékvese funkcionális felosztása (3 corticalis, 1 medullaris zóna), az egyes kérgi zónákban termelt legfőbb hormonok (glükokortikoidok, mineralokortikoidok, androgének).

Ismertesse a glükokortikoid-szekréciót szabályozó neuroendokrin (hypothalamo-hypophyseo- adrenalis) tengely elemeit. Az adenohypophysis corticotrop sejtjei. A POMC.

Hasonlítsa össze a glükokortikoidok és a mineralokortikoidok szekréciójának szabályozását.

Ismertesse az ACTH trophicus hatását a mellékvesekéregre, és ennek jelentőségét glükokortikoid- terápia során.

Ismertesse a mellékvesekéreg-szteroidok celluláris hatásmechanizmusát (receptorait).

Ismertesse a glükokortikoidok fő hatásait az energiaforgalomra, a szénhidrát-, zsír- és fehérjeanyagcserére, a kardiovaszkuláris rendszerre, az immunrendszerre, a központi idegrendszerre és más endokrin rendszerekre, amelyek az anyagcserehatásokat kiegészítve segítik a túlélést (GI, surfactant, csont, növekedés). Sorolja fel a cortisol permisszív hatásait. Ismertesse a glükokortikoidok csökkent, illetve fokozott szekréciójának következményeit.

A „stresszor” és a „stressz” fogalma. Írja le a stresszválasz során létrejövő általános adaptációs szindróma (general adaptation syndrome, GAS) három fázisát.

Ismertesse a mellékvesekéreg és a mellékvesevelő hormonjainak (Cannon-féle vészreakció) kölcsönhatásait stresszor által kiváltott szekréciófokozódás során.

Mutassa be a mellékvesekéreg által termelt szexuálszteroidokat, azok szerepét!

## **58. Az endokrin pancreas. A tápanyagforgalom integrált endokrin szabályozása.**

Mi a plazma glükózkoncentrációjának normál tartománya? Sorolja fel, milyen formában és milyen szövetekben tárolja a szervezet a szénhidrátokat és egyéb tartaléktápanyagokat.

Nevezze meg az endokrin pancreas fő hormonjait (inzulin, glukagon, szotatosztatin, pancreaticus polipeptid, amylin), kémiai szerkezetüket és az ezeket termelő sejteket. Ismertesse az inzulin receptor működését. Sorolja fel az inzulin

célsejtjeit/célszöveit, ismertesse a rajtuk kifejtett fő hatásokat, és azok következményeit a transzporttápanyagok plazmakoncentrációjára.

Ismertesse a plazma glükózkoncentrációja és az inzulinszekréció közötti kapcsolatot.

Az „inkretin” fogalma és példák (GLP-1, GIP). Az inzulinszekréció neurális és humorális (gastrointestinalis hormonok/inkretinek) szabályozása. Jellemezze az inzulin csökkent, illetve fokozott szekréciójának hatásait. Diabetes mellitus: típusai, tünetei, komplikációk (magas vércukorszint, ketoacidózis, hypovolémia).

Ismertesse a glukagonszekréció szabályozását. Sorolja fel a glukagon célsejtjeit/célszöveit, és ismertesse a rajtuk kifejtett fő hatásokat.

Ismertesse azokat az egyéb hormonokat (növekedési hormone, katekolaminok, pajzsmirigy hormonok, glükokortikoidok) amelyek a raktározó sejtek glükóz-, lipid- és aminosav-felvételét és -leadását szabályozzák, és ezek hatását egyéb szövetek/sejtek glükózfelvételére.

## **59. A férfi nemi szervek fejlődése és élettana. Nemi aktus élettana**

Definiálja a kromoszomális, a gonadalis és a szomatikus nemet.

A férfi külső és belső nemi szervek működése.

A Sertoli-sejtek, a Leydig-sejtek és a bazálmembrán spermatogenezisben betöltött szerepe. A vér-here gát fogalma.

A here működésének endokrin szabályozása: a GnRH-pulzusok, az FSH, az LH, a tesztoszteron és az inhibin szerepe.

A tesztoszteron és egyéb androgén hormonok bioszintézise, szállítása a vérben.

Sorolja fel a tesztoszteron és egyéb androgén hormonok legfontosabb célszerveit, hatásait (androgén és anabolikus) és a hatások létrejöttének intracelluláris mechanizmusát.

A pubertás előtt, illetve az azt követően kialakuló tesztoszteron-túltermelés és tesztoszteronhiány következményei férfiakban.

A férfi nemi aktus: írja le az erectio, emissio és az ejaculatio mechanizmusának neuronális, vascularis és endokrin komponenseit.

Normálértékek: az ejaculatum térfogata: 1,5-5,0 ml, spermium koncentráció: >15 (20-40) millió/ml, >60% motilis

## **60. A női nemi szervek élettana: ovariális és endometriális ciklus**

Sorolja fel a külső és belső női nemi szerveket. Írja le a petefészkek ösztrogén- és progeszteronszintézisének és -szekréciójának hormonális szabályozását. Térjen ki a szintézist végző sejtekre, a hormonok vérben való szállítására. Melyek az ösztrogének célszervei és célsejtjei, milyen hatásokat fejt ki rajtuk a hormon? Melyek a progeszteron célszervei és célsejtjei, milyen hatásokat fejt ki rajtuk a hormon?

Ismertesse az oogenesis kapcsán a petefészkek folliculusaiban bekövetkező változásokat: az FSH, az LH, az ösztradiol és az inhibin oogenesisben betöltött szerepe.

Írjon le egy ovariális és endometriális ciklust, mely során ismertesse az ovuláció bekövetkezésében és a corpus luteum kialakulásában részvevő hormonokat.

Ábrázolja grafikonon a vér FSH-, LH-, ösztradiol- és progeszteron koncentrációjának változását a ciklus során, ismertesse ezek összefüggését az ovariumban (ovariális ciklus) és az endometriumban (proliferatív és szekréciós fázis), valamint a testhőmérsékletben bekövetkező változásokkal.

Normálértékek: menstruációs ciklus hossza 25-30 nap; menstruáció ideje 4-6 nap; LH-csúcs időtartama: 10-12 h.

## **61. A megtermékenyítés és a terhesség kialakulásának élettana. A terhesség, a szülés, és a tejtermelés neuroendokrin szabályozása**

A megtermékenyítés folyamata, helye, a beágyazódás ideje és helye. Soroljon fel méhlepény eredetű hormonokat? Mi a humán choriogonadotropin (hCG) szerepe a corpus luteum működésének fenntartásában a terhesség korai szakaszában? A terhességi tesztek endokrin alapjai.

A magzat intrauterin fejlődését meghatározó egyéb hormonális tényezők (inzulin, pajzsmirigyhormonok).

Mi a nemi hormonok, az oxitocin, a relaxin és a prosztaglandinok szerepe a szülés megindításában és egyes fázisaiban?

Melyek az emlőmirigy fejlődését befolyásoló hormonhatások a nemi érés, a terhesség és a tejelválasztás során (ösztrogén, progeszteron, prolaktin, oxytocin)?

Normálértékek: az oocita migrációja 1-2 nap; a blastocysta beágyazódása: ovulatiót követő 7. nap; terhesség időtartama: 40 hét

## 62. Növekedésben szerepet játszó hormonok. Pubertás alatti változások.

Sorolja fel az extrauterin növekedésben szerepet játszó fontosabb hormonokat (növekedési hormon, IGF-1, szexuálissteroidok, kalcitriol, pajzsmirigyhormonok, glükokortikoidok, inzulin).

Írja le a növekedési hormon és az inzulinszerű növekedési faktor közötti kapcsolatot és szerepüket a növekedés szabályozásában.

Írja le a növekedési hormon anyagcserére gyakorolt és növekedést elősegítő hatásait.

Milyen következményei vannak a növekedési hormon túltermelésének a csontok hossznövekedésének befejeződése előtt (gigantizmus), illetve után (acromegalia)? Milyen tünetei vannak a növekedési hormon alultermelésének?

Milyen hatással van a növekedésre a pajzsmirigyhormon-hiány (aránytalan törpeség), illetve a stressz?

Milyen változások következnek be a férfi- és női nemi szervek felépítésében a nemi érés során?

Ismertesse a női pubertás szakaszait: adrenarche, thelarche, pubarche, menarche. Mit jelentenek ezek a kifejezések?

Milyen hatása van a nemi hormonoknak a növekedésre?

## 63. Az agyi véráramlás szabályozása, a liquor cerebrospinalis, az agy barrierrendszerei

Ismertesse az agyi véráramlás normálértékét, részesedését a nyugalmi perctérfogatból. Mit jelent az agyi vérkeringés autoregulációja? Cushing reflex ismertetése.

Állítsa szembe a lokális szöveti és a szisztémás neurális szabályozás jelentőségét és mechanizmusát az agyban. Értékelje a PO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub>, pH és a vércukorszint hatását az agyi véráramlásra.

Írja le a cerebrospinalis folyadék (CSF) képződését, áramlását, felszívódását és szerepét. Adja meg a CSF normális térfogatát, képződési rátáját, nyomását.

Írja le a vér-agy gát alkotóit és jellemezze. Nevezze meg a vér-agy gáton kívüli területeket és jellemezze a cirkumventrikuláris szervek funkcióit!

Normálértékek: agyi véráramlás (felnőtt): 750 ml/perc, a nyugalmi perctérfogat 15%-a. CSF volumen: 140 ml; CSF termelődés: 500 ml/nap. CSF nyomás: 5 Hgmm (8-10 vízcmm);

## 64. A perifériás idegrendszer: primer szenzoros neuronok.

Rajzoljon le egy primer szenzoros neuront; nevezze meg és jellemezze a következő részeit: perifériás nyúlvány, centrális nyúlvány, sejttest. Lokalizálja anatómiailag a primer szenzoros neuronok sejttestjeit (spinális idegek hátsó gyökei és az agyidegek érződucai). Sorolja fel a primer szenzoros neuronokból felszabaduló fontosabb neurotranszmittereket.

Definiálja a receptor érzékenységét, a receptor specificitását (modalitás) és a receptív mező fogalmát.

Csoportosítsa a szomatoszenzoros receptorokat a szenzoros inger eredete (extero-, intero-, proprioceptorok) és modalitásuk alapján (mechano-, thermo, uni- és polimodális nociceptorok). Definiálja az adaptáció fogalmát (lassan és gyorsan adaptálódó receptorok).

Határozza meg, hogyan befolyásolja az egy perifériás idegen belül futó különböző szenzoros axonok vezetési sebességét az axonok átmérője és myelinizációja. Csoportosítsa az érző idegrostokat a Lloyd- Hunt (Ia, Ib, II, III és IV)-, illetve az Erlanger-Gasser-klasszifikáció szerint (A $\alpha$ , A $\beta$ , A $\delta$ , és C).

Definiálja a szekunder és terciér érzősejt fogalmát. Mondjon egy-egy példát.

## 65. A szomatoszenzoros rendszer: a hátsó kötegi (lemniscus medialis) pályarendszer.

Írja le a hátsó kötegi lemniscus medialis által szállított szomatoszenzoros szubmodalitásokat (finom tapintás, propriocepció).

Írja le és jellemezze (elhelyezkedés, adaptációs képesség) a bőrben található mechanoreceptorokat és funkciójukat: Vater-Pacini-test, Meissner-test, Ruffini-test, Merkel-test, szabad idegvégződés.

Írja le a test topográfiai szerveződését a szomatoszenzoros kéreg szintjén (szenzoros homunculus). Magyarázza el, hogyan befolyásolja egy adott terület perifériás beidegzésének sűrűsége a gyrus postcentralison található kérgi reprezentációs területének nagyságát.

Definiálja a dermatomát, írja le a dermatomák szerveződését a fej és a test területén.

## 66. A szomatoszenzoros rendszer: az anterolaterális pályarendszer. Exteroceptív gerincvelői reflexek. Gyulladásos fájdalom. Hyperalgézia. A fájdalom endogén kontrollja és a fájdalomcsillapítás élettani alapjai.

Definiálja a nociceptor, nocicepció és a fájdalom fogalmát. Írja le a nociceptorok aktivációjának lehetséges mechanizmusait. Írja le a különbséget a gyors és lassú fájdalom között, és azonosítsa a szállításukért felelős perifériás idegeket és központi kapcsolataikat.

Ismertesse a spinothalamicus pályák által szállított szomatoszenzoros szubmodalitásokat (fájdalom/hőmérséklet/durva

tapintás), írja le a szállításukért felelős rendszert és kapcsolatát a nagyagykéreggel. Különböztesse meg a modalitás-specifikus és a "wide dynamic range" afferenseket az anterolaterális rendszerben.

Írja le a test reakcióit a fájdalomra (motoros, vegetatív, affektív komponensek). Mutassa be a keresztezett flexor-extensor reflex ívét.

Gyulladásos fájdalom: gyulladáshoz vezető mediátorok, receptorok.

Ismertesse a következő fogalmakat és mechanizmusait: hyperalgesia, allodynia.

Ismertesse az agytörzsből leszálló endogén analgetikus pályát (PAG, LC, raphe magvak), illetve a pályarendszer neurotranszmittereit. Írja le, hogyan befolyásolhatják az endogén opiátok a fájdalomérzést.

Írja le a viscerális fájdalom jellemzőit, a kisugárzó fájdalom mechanizmusát. Ismertesse az ún. Head- zónákat, soroljon fel legalább három példát.

## **67. Látás: a szem védelme, képpalkotása, fénytörési hibák. A fotoreceptorok működése, jelfeldolgozás a retinában. A látótér és a látópálya. Agykérgi mechanizmusok. Binocularis látás, színlátás**

Ismertesse a könnytermelést: a könny összetétele és funkciói, a könnytermelés szabályozása (könnymirigy beidegzése).

Írja le a szem optikai szerkezetét, a fény útját a szemben és az egyes törőközegek szerepét. Írja le a közeledéskor létrejövő akkomodáció mechanizmusát (Adja meg az akkomodációs triász elemeit). Közelpont fogalma.

Ismertesse az emberi látásélesség meghatározásának módszerét, adja meg a visus normálértékét. Írja le a myopia, a hypermetropia, a presbiopia és az astigmia (astigmatismus) okait és korrekciós lehetőségeit.

Ismertesse a csarnokvíz termelődését, funkcióit, felszívódását. Adja meg a szem belnyomásának normálértékét. Mi a glaucoma?

Sorolja fel az emberi retina sejtípusait. Ismertesse a különböző fotoreceptorok tulajdonságait (szám, eloszlás; scotopiás és photopiás látás). Magyarázza el a „sötétáram” mechanizmusát, a fototranszdukciót és a receptorok válaszát a fényre.

Magyarázza el a látótér retinára való vetülését és a látóideg részleges kereszteződésének következményét.

Ismertesse a látópálya lefutását a primer látókéregig (occipitális lebeny), a retinalis ganglionsejtek CGL-en kívüli projekcióit (nucl. suprachiasmaticus, colliculus superior, pretectum) és ezek jelentőségét.

Írja le a pupilla fényreflexét, a reflexívét. Mit jelent a direkt, illetve a consensualis reflex megléte, illetve hiánya?

Ismertesse a távolságérzékelés mechanizmusait. Ismertesse a színlátás neuronális mechanizmusait.

Normálértékek: visus: 5/5 (térbeli felbontás: 1 szögperc); a szem teljes törőereje 60 D, a cornea törőereje: 40-43 D, a szemlencse törőereje: 17-20 D (távolra akkomodációkor), közelpont: 7-10 cm, fiziológiás astigmia: 0.5 D, a szem belnyomása: 10-20 Hgmm, középérték: 16 Hgmm.

## **68. Hallás: a külső-, közép és belfül működése. Hallásvizsgálatok. Hallópálya**

Ismertesse az alábbi fogalmakat: alaphang, zenei hang, zaj, hangfrekvencia és intenzitás (decibelskála), hang hullámtermészete.

Ismertesse a külsőfül és a középfül fiziológiai szerepét, értelmezze az akusztikus impedanciaillesztés fogalmát. Különítse el a légvezetéses és a csontvezetéses hallást. Ismertesse a középfülizmokat és szerepüket (tympikus reflex).

Ismertesse a vezetéses és percpációs halláskárosodások közötti különbségeket és sorolja fel az ezek vizsgálatára használatos hangvilla tesztek. A cochlea fizikai tulajdonságai alapján magyarázza el a cochleában zajló passzív frekvenciaanalízist (Békésy helyteóriája - tonotópia).

Mutassa be a Corti-féle szerv neuronális elemeit. Ismertesse a külső és a belfő szőrsejtek működését.

Magyarázza el, hogy a membrana basilaris deformációja miként alakul át a nervus cochlearison regisztrálható akciós potenciállá. Ismertesse a hallópályát.

Magyarázza el, hogy történik a hang intenzitásának kódolása (frekvenciakód, populációs kód).

Normálértékek: emberi hallás frekvenciatartománya: 20-20000 Hz; emberi hallás intenzitás tartománya: 0-120 dB; referencia hangnyomásszint: 20  $\mu$ Pa; emberi hallásküszöb: 0 dB; beszédhang frekvenciatartománya; 250-4000 Hz; fonskála referenciacentrálisja: 1000 Hz.

## **69. A szaglás és ízézés élettana**

Ismertesse a szaglóreceptorsejtek elhelyezkedését, felépítését.

Ismertesse az olfactoricus cilium funkcióját és a szaganyag (odorant)- receptorcsalád jellegzetességeit.

Magyarázza el, hogyan aktiválódnak a szaglóreceptorok, ismertesse a szaglásért felelős szenzoros transzdukciós folyamatokat. Értelmezze a szaglórészrendszerben a funkcionális topográfia (pl. bulbus olphactorius epitoptérkép) fogalmát.

Ismertesse a szaglópályát. Ismertesse az alábbi fogalmak jelentését: anosmia, hyposmia, dysosmia.

Ismertesse az ízéző receptorsejtek elhelyezkedését, felépítését és afferens beidegzését. Ismertesse az ízlelőbimbó sejt típusait. Nevezze meg az alap ízkválításokat, identifikálja az öt alapízt.

Magyarázza el, hogyan aktiválódnak az ízéző receptorok, ismertesse az egyes alapízkválítások detektálásáért felelős szenzoros transzdukciós folyamatokat.

Nevezze meg azokat az agyidegeket, amelyek ízézással kapcsolatos információkat közvetítenek a központi idegrendszerbe. Ismertesse a központi idegrendszeri ízéző központokat.

### **70. A motoros reflex fogalma. Az izmok proprioceptorainak felépítése és működése. A myotaticus és az inverz myotaticus gerincvelői reflex. A gamma fusimotor szervómechanizmus (gamma-hurok).**

Határozza meg a motoros reflex fogalmát, és sorolja fel a reflexív elemeit. Írja le a különbséget az exteroceptív és proprioceptív reflex között.

Határozza meg a proprioceptor, propriocepció fogalmát, nevezze meg a proprioceptorokat. Nevezze meg az izomorsó és a Golgi-féle inorsó fő funkcióját, elhelyezkedését, szerkezetét, beidegzését.

Definiálja az intrafusalis és extrafusalis izomrostokat, nevezze meg az intrafusalis izomrostok típusait. Határozza meg az Ia-, II- és Ib-afferensek működése közötti különbséget. Definiálja a gamma- és alfa- motoneuronokat és az általuk beidegzett izomrostokat. Magyarázza el, hogy a gamma-motoneuronok aktivitása hogyan kompenzálja az extrafusalis rostok összehúzódása miatt bekövetkezett változásokat az izomorsóban.

Határozza meg a myotaticus és az inverz myotaticus reflex fogalmát, a reflexek receptorait és adekvát ingereit.

Kövesse az idegi aktivitás útját a patellareflex során, írja le a reflexívét, hasonlítsa össze az inverz myotaticus reflex ívével.

Definiálja az agonista és antagonist izmok fogalmát, határozza meg a reciprok beidegzést és mechanizmusát.

Definiálja a Jendrassik manővert, a hyporeflexia, hyperreflexia és areflexia fogalmát.

### **71. Az izomtónus és testtartás szabályozása. A vestibularis rendszer**

Definiálja az izomtónust és magyarázza el az alfa- és a gamma-motoneuronok szerepét az izomtónus fenntartásában.

Sorolja fel az agytörzsi izomtónus-szabályozó struktúrákat (nucl. ruber, nucl. vestibularis Deitersi, hídi és nyúltvelői formatio reticularis) és szerepüket a flexor és extensor tónus kialakításában.

Hogyan változtatja meg a motoros cortex és a cerebellum sérülése az izomtónust?

Nevezze meg a testtartás szabályozásában fontos szenzoros mechanizmusokat (vestibularis rendszer, propriocepció, vizuális feldolgozás).

Nevezze meg és vázolja fel a vestibularis rendszer alapelemeit (félkörös ívjáratok, otolith szervek). Magyarázza el a szőrsejtek működését. Endolympha, perilympha, receptorpotenciál és a n. vestibularis aktivitása.

Hasonlítsa össze a félkörös ívjáratok és az otolith szervek funkcióit.

Írja le a nystagmust és típusait: optokinetikus, rotatoros, posztrotatoros és kalorikus nystagmus és mechanizmusai.

### **72. A gerincvelő teljes és részleges sérülésének következményei. A mozgások kérgi szervezése. A kisagy és a bazális ganglionok szerepe a mozgásszabályozásban.**

Határozza meg a spinalis shock fogalmát, sorolja fel a teljes harántlézió szenzoros, motoros és vegetatív következményeit.

Sorolja fel, hogy mely funkciók térnek vissza a spinalis shock után, és melyek nem.

Határozza meg az alsó és felső motoneuron fogalmát.

Definiálja az atrophia fogalmát.

Sorolja fel a mozgatókéreg részeit (primer motoros, premotoros, suplementer motoros) és elhelyezkedését és funkciójukat.

Írja le a primer motoros kéreg funkcióit, a somatotopia és a plaszticitás jelenségét.

Írja le a corticospinalis pálya eredését, lefutását, funkcióját, sérülésének következményeit (Babinski- jel).

Sorolja fel a kisagy fő részeit (vestibulocerebellum, spinocerebellum, cerebrocerebellum) és vázolja fel funkcióit.

Soroljon fel három-négy tünetet, ami a kisagy károsodását követően jelentkezik (nystagmus, ataxia, dysmetria, hypotonia, skandáló beszéd).

Nevezze meg a basalis ganglionok alkotóelemeit (neostriatum, pallidum, nucl. subthalamicus, substantia nigra). Írja le a fő neurokémiai rendszereket a basalis ganglionok területén (glutamát, GABA, dopamin, acetilkolin, peptid kotranszmitterek). Vázolja fel a direkt és indirekt pályákat és funkciójukat.

Beszélgjen a basalis ganglionok motoros, kognitív és affektív funkcióiról. Ismertesse a parkinson kór tüneteit.

### **73. Electroencephalogram (EEG) és az alvás-ébrenlét élettana. A cirkadián ritmus és a tobozmirigy**

Mi az elektrofiziológiai alapja és eredete az elektroencefalogramnak?

Milyen hullámtípusokat különböztethetünk meg az EEG-n, és ezek milyen viselkedési állapotokhoz köthetők?

Jellemezze a non-REM és REM alvás fázisát: hogyan változik a légzés, a szív működés-keringés, a veseműködés, a gastrointestinalis működés, a szemmozgás, izomtónus és az endokrin funkció a non-REM és REM alvás alatt? Ismertesse a cirkadián ritmus fogalmát és legfontosabb jellemzőit (genetikailag determináltan egy belső, önfenntartó pacemaker által létrehozott, egyes külső ingerekhez szinkronizálódó, kb. 24 óra periódusidejű biológiai változás). Adjon példákat cirkadián ritmussal rendelkező élettani jelenségekre (testhőmérséklet, növekedési hormon-, kortizolszekréció).

Ismertesse a hypothalamus nucl. suprachiasmaticus (SCN) tulajdonságait, melyek alkalmassá teszik a cirkadián pacemaker (Zeitgeber) funkció betöltésére.

Ismertesse a retinohypothalamicus pálya szerepét az SCN aktivitásának fény-sötét ciklushoz történő illesztésében. Mit tudunk a melatoninról és fiziológiás hatásairól? (Melatonin receptorok, endokrin cirkadián transducer)

#### 74. Sportélettan

Beszélgjen a működő izom metabolizmusáról és lehetséges energiaforrásairól, illetve ezek hormonális szabályozásáról (inzulin, androgének, cortisol, GH, pajzsmirigy hormonok). Beszélgjen a fáradás és kimerülés jelenségéről és lehetséges magyarázatairól!

Ismertesse a sport akut kardiorespiratorikus hatásait (pl. szívfrekvencia, perctérfogat, vérnyomás, légzésszám, ventiláció, oxigénfogyasztás)!

Jellemezze a rendszeres testedzés hatására bekövetkező változásokat a szív-érrendszerben, a légzőrendszerben, és a vázizomzatban (szívfrekvencia, pulzustérfogat, perctérfogat, plazmatérfogat,  $VO_2max$ ).

Sorolja fel a sportteljesítményt meghatározó tényezőket! (természetes tehetség = genetikai faktorok, edzés, élettani állapot = neuromuszkuláris és kardiorespiratorikus rendszerek egészsége, pszichológiai faktorok = motiváció, taktika).

Beszélgjen a táplálék- és a folyadékbevitel (mennyiség, minőség, időzítés) szerepéről a sportteljesítmény optimalizálásban!

#### Normálértékek:

változó	edzetlen egyén		élsportoló hosszútávfutó
	edzés előtt	edzés után	
nyugalmi szívferkvencia (1/perc)	75	65	45
max. szívfrekvencia (1/perc)	185	183	174
nyugalmi pulzustérfogat (ml)	60	70	100
max. pulzustérfogat (ml)	120	140	200
nyugalmi szisztolés vérnyomás	135	130	120
vértérfogat (l)	4,7	5,1	6
max. ventiláció $V_{max}$ (l/perc)	110	130	190
max. tejsav konc. (mmol/l)	7,5	8,5	9
$VO_2max$ (ml/ttkg/perc)	40	50	80

3. táblázat: testedzés hatására bekövetkező változásokat