

Bevezetés

A felsőfokú alapoktatásban a nagy hallgatói létszám, a kevés oktató és helyiség következtében egyre kevésbé lehetséges (ha ugyan már most nem lehetetlen) a személyre szóló vagy kics csoportos konzultáció, de még a szemináriumszerű feldolgozás is nagy nehézségekbe ütközik. Az élettan eléggé szerteágazó fogalmai és koncepciói között vannak bonyolultak, amelyeknek megértése nem lehetséges csak a tankönyv szövegének olvasásával és annak önálló értelmezésével. Ráadásul az élettan ismeretanyaga bonyolult összefüggérendszer is, amiben a kiigazodás és a tájékozódás sokszor okozott már eddig is problémákat a hallgatók egy része számára. Ezért van szükség olyan oktatási segédanyagra, amely ilyen körülmények között segíti a hallgatóknak az anyag nehezebben feldolgozható részeinek elemzését és értelmezését.

Önálló (otthoni) feldolgozásra alkalmas átfogó jellegű tankönyv, segédkönyv nálunk még nincs. Az élettani tankönyvek anyagának feldolgozása csak szemináriumokon vagy konzultációkon volna egyébként lehetséges.

Az *Élettan: Feladatok és megoldásaik* című egyetemi segédtankönyv a klasszikus orvosi élettan fejezeteinek megfelelően, de nem csak az emberre vonatkozóan és inkább a normális, fiziológias funkciókra tekintettel veszi sorra a fiziológia alap egyetemi tananyagát.

Mivel a művet a szerző önálló (otthoni) feldolgozásra szánja, főleg a fogalmak és a koncepciók körüljárását, kifejtését, a bonyolultabb fogalmak és gondolat-sorok több szempontú megértését tekinti céljának. Ezért egy-egy fogalom több fejezetben is előfordul. A fogalmak és koncepciók több fejezetben is fellelhető helyét részletes tárgymutató segít megtalálni. Ez különösen az összefüggések meglelését és feldolgozását segíti. A feladatokra adott válaszok néhol ezért elég részletesek, főleg a modernebb és a nehezebben értelmezhető részeknél.

Az első fejezet, az „Általános élettan” a kísérletezést, a hipotézist, a magyarázatot elemzi, majd áttér néhány centrális jelentőségű fogalom és koncepció (fiziológia, metabolizmus, folyamat, információ, kommuni-

káció, homeosztázis, szabályozás, dinamikus rendszer) megértésére.

A „Sejtélettan” fejezet feleleveníti néhány alapvető kutatási módszert (autoradiográfia, fáziskontraszt mikroszkópia, elektronmikroszkópia, festések, hibridizáció, immunhisztokémia, patch clamping, receptor-kötés), majd áttér a sejtek működéseinek legáltalánosabb jelenségeire: membránok, sejtvíz, sejtservecskék funkciói, a sejtek típusai. A membrántranszportokról szóló részben sorra kerülő fogalmak: aktív és passzív transzport, diffúzió, filtráció, ozmotikus munka, ionmegoszlások, ioncsatornák, permeabilitás, transzportrendszerek, ionpumpák. Ezt követi a „Bioelektromos jelenségek” című rész, amiben sora kerül a nyugalmi transzmembrán elektromos potenciálkülönbség (nyugalmi membránpotenciál), az akciós potenciálhullámok létrejötte és mechanizmusa. A „Kommunikációs hírvivők” című rész általános bevezetést nyújt a sejtek közötti kommunikációban részt vevő parakrin, endokrin és neurokrin hírvivőkről, azok szintéziséről, kiürüléséről és receptorokhoz kötődéséről.

Külön nagy fejezet részletezi a „Sejtek közötti kommunikáció”-t. Ebben először az általános jelenségek és struktúrák kerülnek említésre (differenciáció, elsődleges és másodlagos hírvívő, szoros illeszkedés, réskapcsolat, metabolikus kooperáció), majd konkrét hírvivőket mutatjuk be (egyes hormonok, növekedési tényezők, neurotranszmitterek és -modulátorok). Az „Extracelluláris mátrix” című rész tárgyalja a sejtek által elválasztott makromolekuláris anyagokat, amelyek befolyásolják a sejtek működéseit (proteo- és glükózaminoglikánok, kollagén, fibronektin, integrin stb.).

A „Hámok és (belső elválasztású) mirigyek működése” című fejezet először a hámszövetek típusairól, az alapi hártýáról, a junkcionális komplexumokról, aztán a bőrről szerzett ismereteket ellenőrzi. A fejezet második része sorra veszi a főbb endokrin mirigyeket és szerveket fontosabb hormonjaikkal és hatásaikkal együtt, köztük az újabban azonosítottakat is (máj, vese, szív).

A „Kötő- és támasztószövetek, a porc és a csont működése” című fejezet először a kötőszövet sejtjeit,

rostjait, majd a zsírszövetet, aztán a porc- és a csontszövet működéseit dolgozza fel; végül a csont keletkezéséről szerzett ismeretekre kérdez rá.

„A vér, csontvelő és a vérképzés” című fejezet a vörsejtekről és a vérplazmáról, majd a vörösvérsejt oxigén-hemoglobin disszociációs görbéről kérdez, aztán a véralvadást, a vércsoport-rendszereket tárgyalja. A fejezetben vannak kérdések a vérképzésről és egyes rendellenességeiről is.

Az „Izomműködés” című fejezet mindhárom izomszövetípust áttekinti, de a harántcsíktolt vázizom működését részletezi a molekuláris és sejtes szinttől a kontrakció mechanizmusán át az ideg-izom junctionig. Szó van benne az izomösszehúzódnak fízológájáról, az izomfejlődésről és egyes izombántalmakról is.

Az idegrendszer működéseit több fejezet is tárgyalja. A bevezető fejezet „Az idegrendszer elemei: a neuron és a glia” címet viseli. Ebben részletesen szóba kerül a neuron összes része és azok funkciói, a gliasejtek típusai és tevékenységeik. Egy korábbi fejezet folytatásának tekinthető a „Nyugalmi transzmembrán potenciálkülönbség” című alfejezet, ami kifejezetten az idegsejtek membránjára vonatkozó ismereteket ellenőrzi. A „Lokális potenciálváltozások” című alfejezet összehasonlítja ezeket a csúcspotenciál-hullámmal és részletezi a típusaikat. Az „Integráció a neuronban” című alfejezet azt tárgyalja, hogyan jön létre a kisülés vagy csúcspotenciál-hullám a neuron kisülésgeneráló helyén. Végül a „Csúcspotenciál-hullám és impulzusvezetés” című alfejezet részletesen elemzi a kisülést és mechanizmusát, illetve a továbbterjedését az axonmembránon.

Ugyancsak az idegrendszer tárgyalását bevezető fejezet az „Idegi szinaptikus ingerületátvitel” is. Ebben a kémiai szinapszisok működése kerül sorra, a prés és a posztzinaptikus események egymás utáni elemzésével. Az idegrendszer bevezetését zárja az „Áttekintés az idegrendszeréről” című fejezet. Általános része számos fogalmat vesz sorra (receptor, adekvát inger, motoros végtag, idegszövet-pusztulás, központi idegrendszer, környéki idegrendszer, gerincvelő, reflex, vegetatív idegrost, fehér- és szürkeállomány, agytörzs, a nagyagy lebenyei, neurontan, effektor, összelvény (szomita), neuruláció, dúlcél, a központi idegrendszer fejlődése, idegi pályák azonosítása, Bell-Magendie-szabály, formatio reticularis, agykamrák, agyburkok). A „Kémiai neuroanatómia” az azonosított neurotranszmitterű idegsejtek és pályák anatómiai és funkcionális viszonyait elemzi. Végül az „Agyi folyadékkeringés” című rész az agy-gerincvelői folyadékról, az agyi véráramlásról és a vér-agy gátról szerzett ismereteket ellenőrzi.

Ezután következnek az egyes szervrendszerek speciálisabb működéseit részletesebben tárgyaló fejezetek.

„A tápcsatorna működései” című fejezet általános részében szó van a gyomor-bélhuzam egyes részeiről, a mozgásairól és nedvtermelésükről, azok szabályozásáról. „A tápcsatorna felső szakasza” című rész foglalkozik a szájüregi történésekkel, a nyáltermeléssel, a rágással, a nyeléssel és az ízérzékeléssel. „A gyomor működései” című alfejezet külön részletezi a gyomor funkcióit, a nedvtermelésének szakaszait, a sósavválasztást. Az ezt követő alfejezet a vékony-, vastag- és végbél, valamint a máj, az epehólyag és a hasnyálmirigy fontosabb tevékenységeiről szerzett ismeretekre kérdez rá. Ebben a legnagyobb részt az emésztés és a felszívódás foglalja el, de szóba kerül a működések hormonális és idegi szabályozása is. Emelítésre kerül néhány bélbetegség is.

„A légzőrendszer működései; a légzés” fejezet is az alapfogalmakkal kezdődik: légzés, szellőzés, gázcsere, légzőmozgások, gázszállítás, a légzőrendszer anatómiai viszonyai; de szól a légzőrendszer egyedfejlődési létrejöttéről is. A „Tüdő- és légzési téréfogatok; légutak; légzésdinamika” című alfejezet részletezi a spirometria alapismereteit, a tüdő nyomás-téréfogatok görbéit, a tüdőbeli nyomásviszonyokat és változásait, a légúti ellenállást, a különféle téréfogatok normális és kóros változatait. „A légzőrendszer működései” alfejezet tárgyalja az alveolusok szellőzését, a felületaktív anyagát, az alveoláris gázkicserélődéseket; majd az utolsó előtti alfejezet a tüdő és a légzőrendszer vérátáramlását elemzi, a hipoxia és a hipoxémia viszonyait, majd a hemoglobin oxigénkötését. „A légzés szabályozása” a légzőmozgásokat kivitelező izmok idegi működtetésének regulációjával foglalkozik a vér gáztenzióinak és pH-jának hatására.

„A vese működése; vizelettermelés” című fejezet az általános részben áttekinti a vese morfológiáját és fejlődését, de már számos funkciót is említve. Itt szerepel például a veseműködésben központi jelentőségű „clearance” fogalma, koncepciója és alkalmazása is. Ezt követően kerül sorra a „Glomeruláris filtráció” tárgyalása, majd „A vesecsatornácskák transzportfolyamatai” következnek.

Külön fejezet foglalkozik a testfolyadékok fízológiai állapotával, mert ez többféle működés integrált eredménye. Itt kerül szóba először a különféle testfolyadékok téréfogatának és ozmotikus koncentrációjának szabályozása, a testfolyadékok összetétele és az összetétel változása, a dehidráció és a szomjúság is. Ezt a részt követi egy rövid fejezet a testnedvekben zajló anyagforgalmakról. A legnagyobb rész a „A testnedvek pH-ja” című alfejezet, ami elemzi az egyes testnedvek hidrogénion-koncentrációját, annak fenntartó mechanizmusait, a puffereket és a szabályozó rendszereket. Részletesen kitér a pH különféle zavaraira és kompenzációjukra.

A „Szívműködés és testfolyadék-keringés” című fejezet előbb a szív működéseit elemzi részletesen a szívizomsejtektől az elektromos és mechanikai jelenségek tárgyalásán át a szívműködés hormonális és idegi befolyásolásáig; közben szó esik néhány szívbetegség lényegéről is. A fejezet második része a „Vérkeringés”-t tárgyalja. Ebben először a szív és az érrendszer szerkezete és fejlődése kerül elő, aztán a véráramlás mechanikája, az egyes érszakaszok fiziológiai jellemzői és működései. Nem marad ki a nyirokrendszer tárgyalása sem. Szó esik a keringési perctérfogatról, a kamrafunkciók elemzéséről, a keringés alkalmazkodásairól, a hormonális és az idegi szabályozásáról, az egyes szervek vérátáramlásáról.

Az „Anyag- és energiaforgalom” című fejezet három részből áll. Az első a táplálkozás fiziológiai aspektusait járja körül (táplálék, annak összetétele, biológiai értéke, vitaminok, egyes elemek háztartása, a táplálék energiatartalma). A második a legnagyobb rész, amely a gerinces (emlős) szervezet anyagcseréjét tekinti át a biokémiai szinttől a fiziológiai szintekig. A kérdések körüljárják a glikolízis, a glikoneogenezis, a citrátciklus, a terminális oxidáció, a glikogénraktározás, a glükózforgalom és szabályozása, annak zavarai, aztán a zsírok és zsírsavak, illetve az aminosavak és a nukleotidok anyagforgalmának legfontosabb szempontjait, megemlítve ez utóbbiak közül egyes zavarokat is. Ez a rész tárgyalja az elhízást és a lesóványodást, az éhséget és a jóllakottságot is. Egyes fontosabb anyagcsereutak külön is említése kerülnek (például karbamidciklus). Külön rész foglalkozik a szervezet energia- és hőforgalmával, ezekkel összefüggésben a testhőmérséklettel és szabályozásával.

Az idegrendszer vegetatív irányító funkcióját járja körül a feladataival „A vegetatív működések irányítása” című fejezet. Az „Áttekintés” itt is az alapfogalmak tisztázására szolgál, bár helyenként konkrét példák segítségével. A következő nagy rész „A vegetatív tevékenységek hormonális irányítása”-val foglalkozik. Ez már nem veszi sorra az összes fontos hormontermelő szervet és hormonjaikat, hiszen több más fejezet is foglalkozott (más szempontok szerint) e témával. Inkább a szervezet egyes nagyobb rendszereinek sorrendjében történik a tárgyalás (korábbi vagy későbbi fejezetek folytatásaként): először a tápcsatorna működéseinek idegi és hormonális befolyásolása kerül terítékre, aztán az anyag- és energiaforgalomé, majd a vizelettermelő rendszer és ezzel összefüggésben a testfolyadékok összetételének szabályozása; ezt követik a szívműködés és a vérkeringés szabályozásának feladatai, majd a légzés irányításával összefüggő feladatok. A fejezetet az „Általános és egyéb hatások” című rész zárja, itt szóba kerül a vészreakció, stressz, szorongás, védekezési reakciók, fájdalom, könnyezés,

kávés és tea hatásai, fizikai munkavégzés hiányának hatásai.

Külön fejezet foglalkozik a mozgásszabályozással és a testtartással. Az első alfejezet általános áttekintés a mozgásokról és idegi irányításukról, a következő rész az izmok fiziológiai működését tárgyalja, majd következik a motoros egység működéseire vonatkozó tömb. Az alsó motoros rendszerek rész a gerincvelői és az agytörzsi mozgatóidegsejtek és interneuronális körök funkcióit elemzi, míg a felső motoros rendszerek alfejezet az alsók irányítását végző idegi köröket és struktúrákat (agytörzsi szerkezetek, motoros agykéreg, kisagy, törzsdúcok) ismerteti.

Ezután következnek „Az érzékelés” fejezetei. A „Receptorok és az érzékelés” című fejezetben először az érzékelés és az észlelés alapfogalmait és koncepcióit (modalitás, minőség, inger és érzet viszonya, érzet intenzitása, receptorok és adaptációjuk) mutatjuk be a feladatok segítségével, majd a testi (szomatikus) érzékelés és a fájdalom fogalmait járják körül a kérdések. Ebben lesz szó a diszkriminációról, az afferens idegrostokról, a propriorecepcióról, a kinesztéziáról, az érzékelési folyamat leszálló ellenőrzéséről, aztán a fájdalom érzékeléséről.

A „Speciális érzékszervek és érzékelés” című fejezet első része a szem optikai rendszerét, a renehártyát, a fotoreceptor sejtek fototranszdukcióját, a szem sötétadaptációját, a retinának a színlátásban való közreműködését, a retinális dúcsejtek fiziológiai válaszait, majd a központi látórendszer egyes részeit elemzi: a külső térdestestet, az elsődleges agykérgi látómezőt, az agykéreg további látási areáit, az ottani sejtek sajátosságait veszi sorra. A második alfejezet a fül részeivel, a hangrezgések továbbításával, a belső fül szerkezetével, az audiometriával, a Corti-szervvel, a szőrsejtekkel és a fonotranszdukcióval, a hallóneuronok működésével, a központi hallópályával és az agykérgi hallóareákkal kapcsolatos feladatokon keresztül méri fel a hallásról szerzett ismereteket. A harmadik rész „A labirintus és a szemmozgások” címet viseli. Ebben a labirintusról általában, a tömlőcskéről, a zsákocskáról és a félkörös ívjáratokról, a szőrsejtek működéseiről, a vesztibuláris idegmagvakról és a szemmozgások vesztibuláris, illetve optikai eredetű befolyásolásáról lesz szó. Végül „A kémiai érzékelés” című rész tárgyalja az ízlelésről és a szaglásról szerzett ismereteket: az alapízeket, az ízérzékelő receptorokat, a központi ízérzőpályát, a szaglóneuronokat, a szaglólagyma és a központi szaglópályák főbb működéseit, illetve a szaglás és az ízlelés által befolyásolt szervezeti (vegetatív) és viselkedési mechanizmusokat.

„A viselkedésirányítás központi integrációja” című fejezet azokat az idegi-pszichikai működéseket veszi sorra, amelyekkel a központi idegrendszer integrálja

a mozgató és az érzőrendszerek funkcióit egységes viselkedéssé. Az általános áttekintés után az idegi elektromos ritmusok, az elektroencefalográfia megbeszélése után az alvás és az ébrenlét fiziológiai mechanizmusai kerülnek elemzésre. Ez a rész az eszméleti és tudati állapotok mélység szerinti fokozataival és minőségeivel foglalkozik: tárgyalja az alvást és szakaszait, azok fiziológiai történéseit és ismert mechanizmusait, aztán az ébredés (az arousal) jelenségét és mechanizmusát járja körül, majd az eszmélet és a tudat fogalmát próbálják kibontani, végül a speciális és irányított szelektív odafigyelés kerül terítékre. A következő alfejezet, „Kondicionálás, tanulás és emlékezet”, megpróbálja körüljárni a tanulás koncepcióját és főbb típusait: az egyutas tanulásokat (habituáció, szenzitizáció), az asszociatív tanulások modelljeit (a klasszikus vagy pavlovi kondicionálást, az instrumentális vagy operáns kondicionálást), a látens, a belátásos, az utánzásos és a modellező tanulásokat, valamint a térbeli tanulást. A második rész a tanulással összefüggő emlékezés főbb sajátosságainak, típusainak, aztán molekuláris és szinaptikus mechanizmusainak ismeretét ellenőrzi a feladataival. A „Motivációk és emóciók” alfejezet a mozgások és a viselkedés hajtóerejével és az idegrendszeri történések szubjektív átélésével kapcsolatos érzelmek fiziológiai aspektusaival (zsigeri válaszok és érzelmkifejezések) foglalkozik. Ebben a részben nem esik szó azonban a reprodukciós folyamatok motivációiról (arról a „Reprodukció” fejezetben lesz szó). A „Verbális kommunikáció” című alfejezet a nyelv és a beszéd mögötti fiziológiai mechanizmusok ismeretét ellenőrzi. A „Viselkedés-neurokémia” a viselkedés idegi-pszichikai integrációjában fontos szerepet játszó főbb idegi pályák azonosított neurotranszmitter-rendszereit és azok gyógyszeres befolyásolását veszi sorra.

„A reprodukció fiziológiája” című fejezet már olyan jelenségeket tárgyal, amelyek túlmennek az egyedeken, hiszen az utódok létrehozásával összefüggő élet-

tani folyamatokat elemzik. Az általános részben itt is tárgyalásra kerülnek a legalapvetőbb fogalmak és koncepciók: reprodukció, nemiség (szexualitás), nemi jelleg, ivari kétalakúság, ivarszerv, ivarsejt, megtermékenyítés, illetve az egyedfejlődés élettanának legalapvetőbb fogalmai. A második rész tárgyalja részletesebben a nőstény (női) és a hím (férfi) nemi működéseket, elsősorban hormonális és idegi vonatkozásokban. Itt esik szó a nemi ciklusokról, azok fázisairól, a szabályozásokról, a petesejt és a hímivarsejt termeléséről és befolyásolásáról. Ezután kerül sor a nemi (szexuális) viselkedésnek a fiziológus szempontjából fontos részjelensége, a pázás (közösülés) néhány aspektusa megtárgyalására, majd következik az ivaros szaporodás centrális jelentőségű eseménye, a megtermékenyítés elemzése. Ezt követően kerül sorra a terhesség (a vemhesség), a szülés, a szülői magatartás, illetve az emlősök tejelválasztásának fiziológiai elemzése, elsősorban ismét hormonális szempontokból. A fejezet utolsó részének kérdései az embrió, a magzat, illetve az életkorok és a pubertás fontosabb fiziológiai sajátosságára és folyamataira irányulnak.

A nagyon sokrétű tematika és az a tény, hogy ez a segédkönyv az első próbálkozás ebben a műfajban, elkerülhetetlenné teszi, hogy hibák is belekerülhettek a kötetbe. Ezek egyértelműen a szerző számlájára írandók. Kérem ezért a felhasználókat, hogy felfedezésük esetén tájékoztassanak az ilyen problémás részletekről. Mindazonáltal bízom benne, hogy a biológiával foglalkozók mégis haszonnal forgatják, és az élettan bonyolult témáinak feldolgozásában segítségükre lesz.

Budapest, 2004. január

Kiss János

*ELTE Élettani és Neurobiológiai Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c*