

A biológia tudománya (a 2024-es követelmények szerint)

A biológiai kutatás főbb területei

Az élő anyag kémiai sajátágaival foglalkozó tudományág a **biokémia** és a **molekuláris biológia**, a sejtek szerkezetét és működését a **sejtbiológia**, a szövetekét pedig a **szövettan** vizsgálja. A szervek, szervrendszerek és a szervezetek felépítésével az **anatómia**, működésével az **élettan** foglalkozik. A populációk tulajdonságait a **populációbiológia**, az élőlények, életközösségek és környezetük kölcsönhatásait az **ökológia** tudománya vizsgálja.

Az élő rendszerek jellemzői

Az élő szervezeteket az élettelen világtól az különbözteti meg, hogy az élőlények **életjelenségeket** mutatnak. Alapvető életjelenség az anyagcsere, a mozgás, az ingerlékenység, a környezethez való alkalmazkodás, a növekedés, a szaporodás és a halál.

Anyagcseréjük során az élőlények különböző anyagokat vesznek fel környezetükből, és azokat átalakítják az életműködésekhez szükséges energia nyeréséhez, vagy testük felépítéséhez. A felesleges anyagok, az átalakítási folyamatok bomlástermékei a környezetbe kerülnek. Anyagcseréjük során az élőlények igyekeznek megőrizni testük **belső egységét**, viszonylagos állandóságát (**homeosztázis**). Az anyagcsere eredményeként az élőlények testének mérete, tömege gyarapodhat, ez a folyamat a **növekedés**.

Alapvető életjelenség az aktív **mozgás**, melynek energiaigényét az anyagcsere-folyamatokból származó energia fedezi. A mozgás lehet helyváltoztató (pl. futás, úszás stb.), helyzetváltoztató (testrészek mozgása), illetve belső (pl. szívműködés, a sejt plazma áramlása stb.).

Az élőlények jellemzője az **ingerlékenység**, ami azt jelenti, hogy felfogják a külső vagy a belső környezetből származó hatásokat, más szóval az ingereket, és azokra úgy válaszolnak, hogy minél inkább megőrizzék belső egyensúlyukat.

A **szaporodás** során az élőlények önmagukhoz hasonló utódokat hoznak létre.

A szaporodóképesség alapja az **öröklődés**, hogy az élőlények sejtjei örökítőanyagot tartalmaznak, ami nemzedékről nemzedékre közvetíti az életet irányító információt (**kódolt információhordozás és átadás**).

Az örökítőanyag azonban nem változatlan formában adódik át a következő nemzedékbe, hanem kisebb-nagyobb változásokkal. Ez az **öröklődő változékonyság** teszi lehetővé az élőlények csoportjainak folyamatos fejlődését, **evolúcióját**. Az evolúciós változások eredményeként a környezethez másféle módon alkalmazkodó szervezetek jöhetnek létre.

Az életjelenségek közé tartozik a pusztulás, a **halál** is. Az élőlények életjelenségei testük sérülése, öregedése következtében megszűnnek.

Ahhoz, hogy élőnek tekintsünk valamit, meg kell felelnie bizonyos követelményeknek, ún. **életkritériumoknak**. Alapvető életkritérium az **önszabályozó anyagcserére** való képesség, ami az élő anyag belső egyensúlyának fennmaradását biztosítja az adott környezetben. További feltétel, hogy rendelkezzen **határoló felülettel** (pl. az egysejtű sejtthártyával) és a működésre vonatkozó **információt tároló rendszerrel**.

Az öröklődés és az evolúcióra való képesség nem az egyes egyedek, hanem az élőlénycsoportok túlélését biztosító jellemzők. Az önszabályozó anyagcserére való képesség, a határoló felület és a működésre vonatkozó információ megléte ún. abszolút **életkritériumok**. **Evolúciós kritériumok:** a **szaporodás**, az **öröklődés** és a **változékonyság** képessége.

Ennek alapján az öszvérek – a ló és a szamár utódai – élőlények, mert jellemzőek rájuk az abszolút életkritériumok. Ugyanakkor az evolúciósok nem, hiszen terméketlenek, nem képesek szaporodni.

A magasabb szerveződési szintek – bár magukban foglalják az alacsonyabb szinteket – nem írhatók le csupán az alacsonyabb szintek jellemzőinek összegzésével. Az alsóbb szintek egyes elemei közötti kölcsönhatások eredményeként a **magasabb szinten új funkciók jelennek meg**. Ez az **emergencia** jelensége. A sejtalkotók szerkezetének, felépítésének ismeretéből például nem vezethető le a sejt egészének működése, ahogyan az erdei vöröshangya egyedeinek jellemzőiből sem következik a hangyaboly szerveződése.

A **hétköznapi ismeretek** egyéni tapasztalatokon alapulnak, amelyeket gyakran hiedelmek, tekintélyre való kritikátlan hagyatkozás is befolyásolnak.

A **tudományosan** megalapozott ismeretek **tényeken** alapulnak, oly módon, hogy újra **reprodukálható** kísérletek és megfigyelések igazolják az információk helyességét. Emellett fontos a **kritikus gondolkodásmód**, a már elfogadott, elméletek megkérdőjelezése! A tudomány fejlődése emiatt is folyamatos: újabb eredmények ismertté válásával folyamatosan cáfolunk meg korábbi nézeteket. A tudományos hipotézisek (feltevések) és elméletek (teóriák) felállítását és vitáit **raciónalis** és **logikus** gondolkodásnak kell vezérelnie.

A biológia vizsgálati módszerei

A biológiai kutatás problémafelvetéssel kezdődik. (**kutatási kérdés**) A kutató észlel egy jelenséget vagy megfogalmaz egy problémát, és annak magyarázatára **hipotézist** (feltevést) állít fel. Hipotézisének igazolására vagy elvetésére pedig megfigyeléseket, kísérleteket hajt végre.

Megfigyelés: a természeti jelenségek, élőlények, életközösségek stb. megfelelő szempontok szerinti szemlélése, adatgyűjtés a tapasztaltakról, majd az adatok összegzése, értelmezése. Megfigyelés eredménye például a fajok testfelépítésének, életmódjának leírása. A kutatók sok egyed megfigyeléséből vonnak le általános következtetéseket. A megfigyelő nem avatkozik a vizsgált rendszerbe.

A **kísérlet** megtervezett eljárás valamilyen oksági kapcsolat felderítésére. A kutatók kiemelik a kérdés megválaszolása szempontjából fontosnak vélt tényezőket, és azok hatását vizsgálják. A könnyebb érthetőség kedvéért nézzünk erre egy konkrét példát!

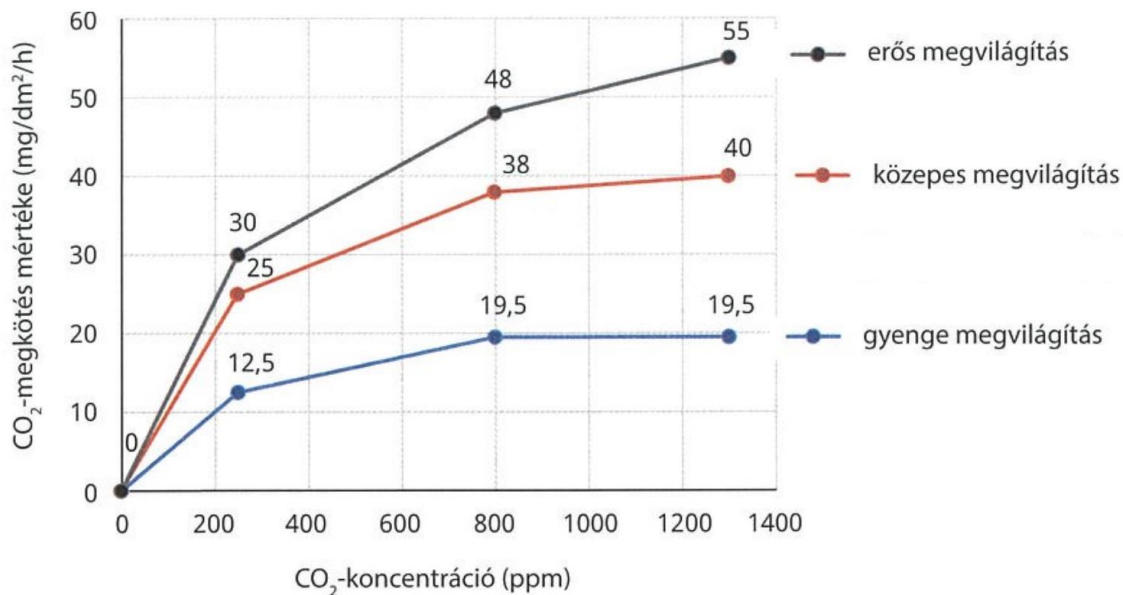
Kísérletünkben arra a kérdésre keressük a választ, hogyan függ egy adott növényfaj egyedeiben a fotoszintézis mértéke a szén-dioxid koncentrációtól, a hőmérséklettől és a fényerősségtől.

Kísérletünkben a levegő szén-dioxid koncentrációját **változtatjuk**, ez a **független változó**, ennek hatását vizsgáljuk a fotoszintézis mértékére.

A fotoszintézis intenzitását a növény által megkötött széndioxid mennyiségével mérjük, kísérletünkben ez a **függő változó**.

De csak akkor kapunk értékelhető eredményt, ha a fotoszintézis intenzitását befolyásoló egyéb tényezőket – fényerősséget, hőmérsékletet – állandó optimális értékre állítjuk be, és nem módosítjuk a mérés során. Ezek a kísérlet ún. **rögzített változói** (kontroll feltételei).

Cukorrépa fotoszintézis erősségének változása



A kísérletben a független változó a levegő szén-dioxid koncentrációja. A mérést 25 °C-on és a grafikonon megjelölt fényviszonyok mellett mérték. Az eredmények azt mutatják, hogy a szén-dioxid koncentrációjának emelése növeli a fotoszintézis intenzitását.

Egy **kísérlet** eredményeiből származó következtetések akkor fogadhatók el, ha a mérési eredmények **ellenőrizhetők**, **megismételhetők**, a kísérlet során mért értékek közelítenek a valódi értékhez (valódi érték = mért érték + mérési hiba).

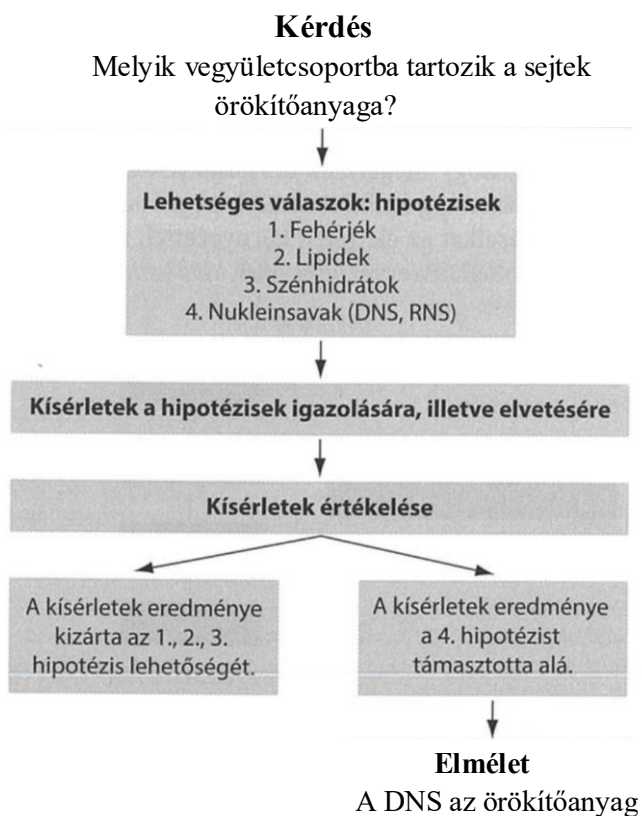
Az ellenőrzés lehetséges módja a **tesztelés**, az adott kísérlet megisméltése a közölt leírás alapján. A tesztelés akkor eredményes, ha megfelel három feltételnek: megbízhatóság, tárgyszerűség, érvényesség. A **megbízhatóság** azt jelenti, hogy az ismételt mérés ugyanazt az eredményt adja. A **tárgyszerűség** arra utal, hogy a mérés eredménye független a mérést végző személy(ek)től. Az **érvényesség** pedig akkor áll fenn, ha a mérés valóban azt méri, aminek a mérésére kidolgozták.

A **kísérleti csoport** ki van téve a független változó hatásának.

A **kontrollcsoport** a kísérleti csoporthoz nagyon hasonló összetételű, azonban nincs kitéve a független változó hatásának.

Például gyógyszerkutatásnál azok csoportja, akik a vizsgált szert nem kapják (helyette hatástalan placebót kapnak). A kutatásban való részvételük azért szükséges, hogy a szer hatásossága tekintetében hozzájuk lehessen hasonlítani a kutatás többi alanyát.

Vízkezelés kísérleteknél egy-egy növényi tápanyag hiányának következményét vizsgálják, viszont a kontroll növények minden szükséges tápanyagot megkapnak (normál módon fejlődnek), hozzájuk lehet hasonlítani a tápanyaghiányos egyedek fejlődését.

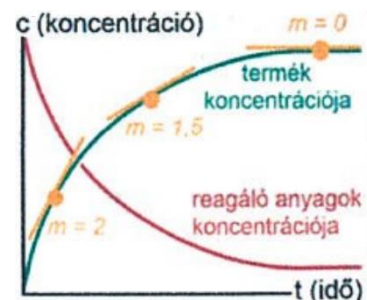


A feltevések (hipotézisek) közül azokat, amelyeket nem igazolnak a kísérleti eredmények, illetve a megfigyelések, el kell vetni. A kísérletek, megfigyelések által igazolást nyert, többször is ellenőrzött hipotézis a feltett kérdésre adott válasz, a jelenséget leíró **elmélet (teória)**.

Függvény meredeksége és a változás gyorsaságának értelmezése

Minél nagyobb a meredekség, annál közelebb áll a grafikonon látható vonal a függőlegeshez (y-tengelyhez), alacsonyabb meredekség esetén pedig „laposabb” állású lesz, közelebb a vízszinteshez. A meredekebb függvény azt jelenti, hogy y változása az x-hez képest gyorsabb, a kisebb meredekségű tehát „lassabb” változást jelent.

Az ábrán egy kémiai reakció lejátszódása látható úgy, hogy az idő (t) függvényében ábrázolták a koncentrációk változását: a kiindulási anyagok koncentrációi kezdetben gyorsan, majd egyre lassulva csökkennek, ahogy a görbe meredeksége is csökken, ugyanígy a termék koncentrációja egyre lassuló sebességgel nő, amit a görbe egyes pontjainak meredeksége mutat. Szépen látszik, hogy a reakció végénél a meredekség nulla, a koncentrációk nem változnak (csökkennek/nőnek) tovább, tehát ekkor már a reakciósebesség is nulla.



A **modell** valóságos rendszert szemléltet, annak lényegi vonatkozásait tükrözi vissza.

A struktúra modellek a valósághoz térbelileg hasonlóak (pl. levélmodell, gége modellje).

A funkció modellek működésükben hasonlítanak (pl. Donders-féle tüdőmodell).

Az elméleti modell, gondolati modell (pl. az ideális populáció).

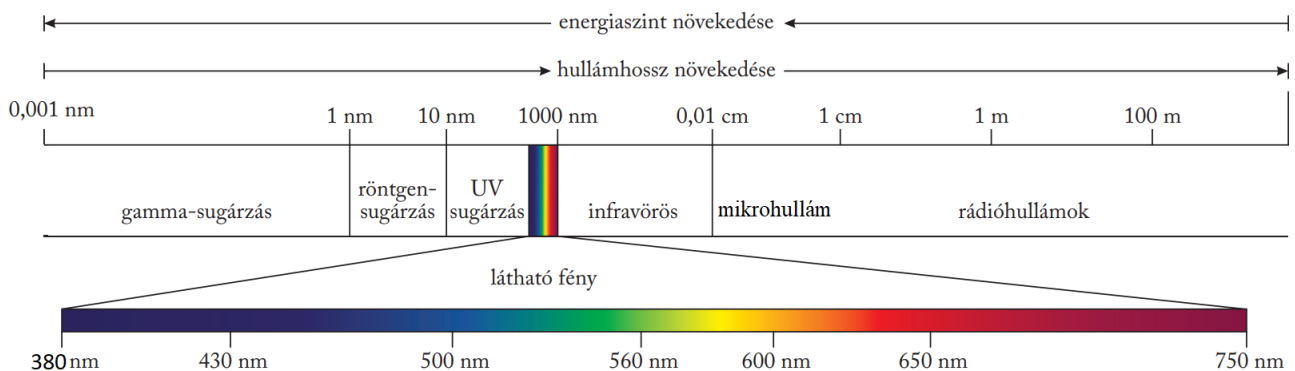
Az élőlények határozásánál egyes lépéseknél két különböző lehetőség közül választva (**dichotómikus kulcs**) lehet továbbhaladni.

Az elektromágneses spektrum

A rövidebb hullámhosszú sugarak nagyobb energiájúak.

Elektromágneses sugarak növekvő hullámhossz szerint:

- A gamma-sugárzás atommagátalakulás közben keletkezik.
- A röntgensugarak nagy áthatolóképességűek, ezért a gyógyászatban átvilágításra használják. A röntgen veszélyes az élő szervezetekre (ionizáló és mutagén), de évi néhány alkalommal, orvosi vizsgálat esetén a pillanatnyi röntgenbesugárzás nem okoz akkora sugárterhelést, amely kárt okozna.
- Az UV-sugárzás (ultraviola-sugárzás = ibolyántúli-sugárzás) bőrünk leburnulását okozza. A túl erős/tartós UV sugárzás a bőr leégését okozza. Hosszú távon növeli a szürkehályog veszélyét, ezért erős napsütésben viseljük napszemüveget.
- A látható fény hullámhossza 380-750 nm, az ibolya színtől a vörösig terjed a spektrum.
- Infravörös: hőszugárzás.
- Mikrohullámok.
- Rádiósugárzás.



Elektromágneses sugárzások alkalmazása biológiai vizsgálatokban

Infravörös fényképezési technológiával, hőkép készítésével a környezet és az élőlények hőmérséklete könnyen mérhető, az éjjel aktív állatok életvitele is könnyebben megfigyelhető. A bőrfelszín alatti vénák és a szemfenék is láthatóvá tehető infravörös fényképezéssel,

Látható fényt használunk fénymikroszkópos vizsgálatoknál. (Az elektronmikroszkóp viszont elektronsugarat alkalmaz, ami nem elektromágneses sugárzás!)

Fotometria során oldott anyagok koncentrációja határozható meg, az oldaton áteresztett fénysugár (vagy UV-sugár) elnyelésének mérésével.

UV-sugárzás: Nukleinsavak (DNS, RNS) laboratóriumi analíziseinél is gyakran alkalmaznak UV-fényt a nukleotidok láthatóvá tételére.

Speciális mikroszkóptípusoknál is alkalmaznak UV-fényt, pl. bizonyos sejtalkotók vagy makromolekulák láthatóvá tételére. (Az UV-sugárzás károsítja a szemet, ezért az ilyen mikroszkópokba megfelelő UV-szűrő van beépítve.)

A **fénymikroszkópban** üveglencsék törik meg a látható fényt.

(Fontos tudni, amit a mikroszkópos órán lediktáltam!)

Az **elektronmikroszkóp** elektronnaláb (nagy sebességre felgyorsított elektronokat) használ a képképzésre. Az elektronnaláb fókuszálásához elektromágneseket alkalmaznak. Az

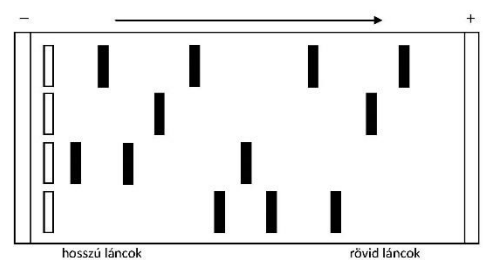
elektronnyalábok hullámhossza sokkal rövidebb, mint a látható fényé, ezért a hagyományos fénymikroszkópéhoz képest sokkal jobb a felbontása. Elektronmikroszkópos felvételeken a sejtalkotókon belüli részletek, de atomok kontúrjai, kristályrácsszerkezet is megfigyelhetők. Szemünk felbontóképessége 0,2 mm.

A fénymikroszkóp felbontóképességét 0,2 mikrométer. Így fénymikroszkópban még láthatjuk a baktériumokat, színtestet, mitokondriumot, de nem láthatjuk a vírusokat.

A vírusokat elektronmikroszkóppal lehet láthatóvá tenni, ennek felbontóképessége kb. 0,5 nm,

A **centrifugálás** egy keverék szilárd és folyékony fázisainak szétválasztására alkalmas egy középpont körül igen gyorsan forgatással, ami sűrűség és a tömeg alapján történő elválasztást tesz lehetővé.

A **gélelektroforézis** alapelve, hogy a töltéssel rendelkező molekulák elektromos térben töltésüknek megfelelően az ellentétes töltésű elektróda felé mozognak. Elsősorban fehérjék vagy DNS részek elválasztására használják. Elektroforézis során áramot vezetünk át egy gélen, amely a kérdéses molekulákat tartalmazza. A DNS-törödékek töltése negatív, ezért a pozitív elektróda felé mozognak. A kisebb darabok gyorsabban haladnak a gélben, mint a nagyobbak.



Antociánok pH-tól függő színváltozása

Az antociánok vízben oldódó színyanyagok, színük a pH-tól függően változik. Megtalálhatók virágokban, levelekben, gyümölcsökben. Az antociánok pH-indikátorként használhatók: savas pH-n vörös, lúgoson kék, nagyon lúgos értékeken pedig zöld színűek.

Vörös káposztát lereszelünk, dörzsmozsárban aprítjuk, konyhai szűrővel lecsepegtetjük a levét. ezt szétosztjuk öt üveg pohárba. A középső üveg poharat hagyjuk érintetlenül, az egyik oldalán lévő poharakba csepegtessünk színváltozásig sósavat, a másik oldaliakba pedig nátrium-hidroxidot, a két oldal legszélső poharaiba nagyobb mennyiségeket adagoljunk. Az antocián pH-csökkenés (HCl hozzáadás) hatására először lilás, még több sósav hozzáadásával egyre vörösebb árnyalatú lesz; a pH emelésére (NaOH) pedig egyre zöldesebb.

Videó: <https://www.youtube.com/watch?v=PUpq3CfKcR4> (3 perc)

Vizsgálóeljárások

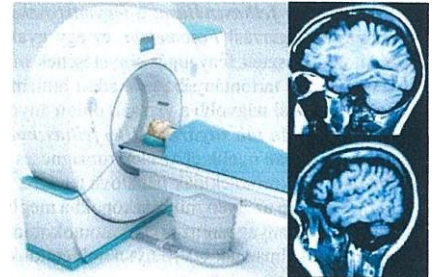
EKG (elektrokardiográfia): A szívizomzat működése során keletkező elektromos változásokat detektálják. A végtagokra és a mellkas bőrére helyeznek érzékelőket, és ezek jeleiből rajzol görbét az EKG berendezés, amiből megítélhető a szív normál vagy kóros működése.



EEG (elektroenkefalográf): ezzel a készülékkel az agytevékenység (idegsejtek aktivitása) következtében keletkező elektromos jelek vizsgálhatók a fej bőrére helyezett érzékelőkkel, pl. különböző tudatállapotok (alvás és ébrenlét) eltérő agyhullámai. Segít az agykutatásban, valamint egyes idegrendszeri működéssel összefüggő betegségek diagnosztikájában, pl. epilepszia, alvászavarok.

A **Röntgen** képalkotást leggyakrabban a csontváz vizsgálatához használják, de fontos többek között TBC kimutatásában, és bélrendszerben ragadt idegen tárgyak felkutatásában is. A bélrendszer kontrasztanyag vizsgálat is gyakori: ezt a béltől eltérő sugárelnyelési képességű kontrasztanyag bevitelével valósítják meg, ezáltal az emésztési rendszer a felvételen jól kirajzolódik és vizsgálhatóvá válik.

A **CT** (computertomográf) a röntgensugárzáson alapuló módszer, azonban nem egyetlen síkban készül a kép, hanem az emberi szervezet vizsgált részéről több képszeletet készít a tomográf, lehetővé téve így a háromdimenziós ábrázolást. Számos kóros folyamat (vérzés, daganat) következtében megváltozik az adott terület sugárelnyelő képessége, és ez a CT-vel pontosan lokalizálható, míg a hagyományos röntgenteknikával nem lehetett meghatározni a pontos térbeli helyet. A vizsgálat során szükség lehet kontrasztanyag alkalmazására is, melyet vénán keresztül juttatnak be az érrendszerbe.



Az **MRI-vizsgálat** („mágneses rezonanciás képalkotás" angol ki-fejezés rövidítése) egy erős mágneses tér gerjeszti az atommagokat, melyek energiát nyelnek el, majd kisugározzák, amelyet a gép detektál. Ez a vizsgálat a lágy szövetekről (pl. az agy) jóval részletesebb képet ad, mint a röntgensugár. Az ún. funkcionális MRI (fMRI) elsősorban az agyvelő vizsgálatára szolgál. Az eljárással azt mutatják ki, hogy az agy egyes területein milyen az anyagcsere intenzitása. Ennek alapján tehát megállapítható, hogy egy adott időpontban az agy mely területei különösen aktívak.

Az **ultrahangvizsgálathoz** (UH) használt készülék vizsgálófeje magas frekvenciájú (>20 000 Hz), az emberi fül számára nem hallható ultrahanghullámokat bocsát ki. Az emberi test és a vizsgálófej közé zselés anyagot kell juttatni, ez közvetíti az ultrahangot a bőrfelszínhez. Az ultrahanghullámok egy része a szervezeten belül különböző felületekről visszaverődik, szóródik, más része elnyelődik. A visszaverődő hullámokat ugyanaz a vizsgálófej érzékeli, majd elektromos jelekké alakítja, melyekből a monitoron látható képet hoz létre. Maga a vizsgálat kockázatmentes, akárhányszor megismételhető. A hanghullámokat a csontok leárnycolják, ezért ezzel az eljárással a csontok mögé nem láthat be az orvos. Főleg a hastájéék, a pajzsmirigy és egyes ízületek vizsgálatára alkalmas.

Endoszkóp: csöszzerű vizsgálóeszköz, aminek a végén kamera van. A szervezet belső tereibe (légutak, emésztőszervek, húgyutak, méh, gége, ízület) tolva belső képalkotásos vizsgálatot és műtét közbeni megfigyelést tesz lehetővé. Egyes endoszkópok végén sebészeti beavatkozás elvégzésére alkalmas műszer is van.

A követelményrendszerben szereplő tudósok kutatási eredményei

Karl Linné (18. század) Az élőlények modern tudományos rendszerezésének kiemelkedő tudósa volt, az élőlényeket rendszertani kategóriákba sorolta (törzs, osztály, stb.), bevezette a fajok kettős latin elnevezését: ennek első része a nemzetségnév (pl.: Homo sapiens).

Kitaibel Pál (18-19. század) A magyar flóra (növényvilág) felfedezője.

Semmelweis Ignác (19. század) Az anyák megmentője. Észrevette, hogy a kórházban szülő nők közül többen halnak meg fertőzés miatt, mint az otthon szülők közül. Felismerte, hogy a halálozásért felelős gyermekági láz kórokozóját az orvosok terjesztették, akik hullaboncolás után vizsgálták, kezelték a szülő nőket. Kötelezővé tette a klórmész híg vizes oldatával való

kézmosást (*higiéncia!*), amellyel intézményében a halálozási arányt kb. a huszadára csökkentette.

Szent-Györgyi Albert (főként a 20. században élt) magyar orvos és biokémikus. Először izolálta (különítette el) a C-vitamint növényekből, valamint a sejtek anyagcserefolyamatainak vizsgálatát folytatta, főleg a citromsav-ciklus kutatásában ért el jelentős eredményeket.

Selye János (20. század) magyar orvos, a stresszelmélet kidolgozója. Elmélete a rövid távon szükséges és normális fokozott idegrendszeri izgalom, az „üss vagy fuss” (Cannon-féle stresszreakció) hosszú távon jelentkező formáját, és annak a szervezetre gyakorolt káros hatásait írja le (a mellékvese megnagyobbodása, az immunrendszer leépülése). Munkássága nagy horderejű, hisz az általa leírt krónikus stressz összefüggésben áll a mai társadalom „népbetegségeivel” és az elhízással.

ALAPFOKÚ ÚJRAÉLESZTÉS

- Megnézzük, hogy a helyszín biztonságos-e.
- Megszólítás: közben óvatosan rázzuk meg a sérült vállát. Nézzük meg, reagál-e valamilyen módon. (Ha reagál, nincs szükség újraélesztésre.)
- Légzésvizsgálat: a fejet hátrahajtani, majd fülünket a sérült orrára helyezni, közben tekintünk legyen a mellkason. Ha lélegzik, észlelhetjük: A) a mellkas emelkedését, B) a párákat az arcunkon, C) a légvételi hangját. Ha nem lélegzik, keressünk légúti akadályt (tekintsünk be a szájba, orrba), majd biztosítsuk a szabad légutakat az akadály eltávolításával.
- Megkérjük a segítőt, hívjon mentőt, mert a betegnek nincs légzése. Megkezdjük az újraélesztést.
- Mellkas kompresszió (30x): kézfejeinket összekulcsolva kézpárnánkat tegyük a mellkas közepére a férfi mellbimbók által meghatározott magasságban, majd súlyunkat a kezünkre helyezve nyomjuk kb. 5 cm-rel le a mellkast 100-120/perc frekvenciával (kb. 0,5-0,7 másodpercenként).
- Befúvásos lélegeztetés (2x): a 30 kompresszió után 2 befúvás, Fejet hátrahajtva, orrot befogva szájon át befújni normál légvételnymi levegőt. (A korábbi protokoll szerint orron át kellett alkalmazni a befúvást.)
- Majd az egészet újra elölről: 30 kompresszió, 2 befúvás.
- Addig végezzük az újraélesztést, míg valamilyen életjelet nem tapasztalunk, míg a mentő nem érkezik meg, vagy el nem fáradunk.

Félautomata defibrillátor (AED) használata: direkt laikusok számára készült, vagyis könnyű használni a hangutasítások és a részletes ábramagyarázat alapján. Az elektródák mellkasra helyezése után a gép elemzi a szív működését, majd ha megfelelő a helyzet defibrillációra, azt is jelzi, nekünk csupán engedélyeznünk kell azt.

Összeállította: Gergely Tibor