

# BIOLÓGIA

11-12. OSZTÁLY



A 2016-OS ÉRETTSÉGI KÖVETELMÉNYEINEK  
MEGFELELŐ OKTATÁSI SEGÉDANYAG

© 2016 PRESSTERN SOLUTIONS

# Tartalomjegyzék

## Anatómia

<b>Az emberi test felépítése.....</b>	<b>2</b>
Az emberi test szerveződési szintjei .....	2
A szervek elhelyezkedése – topográfiája .....	2
Az emberi test tengelyei és síkjai .....	3
<b>Az emberi szervezet alapvető életműködései .....</b>	<b>4</b>
Kapcsolatteremtő életműködések .....	4
Az idegrendszer .....	4
A központi idegrendszer .....	5
A vegetatív idegrendszer .....	11
A szimpatikus idegrendszer .....	12
A paraszimpatikus idegrendszer .....	12
Az idegrendszert károsító betegségek .....	14
Analizátorok .....	14
A látás analizátora.....	15
A hallás és az egyensúlyérzés analizátora.....	19
Az egyensúlyérzés analizátora .....	20
A bőr analizátora .....	21
A belső elválasztású mirigyek (Endokrin mirigyek) .....	23
A hipofízis (agyalapi mirigy).....	23
A pajzsmirigy.....	25
A hasnyálmirigy endokrin része .....	25
A mellékvese.....	26
Nemi mirigyek.....	27
A helyváltoztatási rendszer .....	27
A csontrendszer.....	28
Az izomrendszer .....	30
Anyagforgalmi életműködések .....	32
Az emésztés és a felszívódás .....	32
A tápcsatorna szakaszai .....	32
A tápcsatorna járulékos mirigyei.....	33
Az emésztés .....	34
A vastagbél élettana .....	38
A keringés.....	38
A vércsoportok .....	39
Immunitás .....	40

A szív működése .....	40
A vérkeringés .....	42
A légzés .....	43
A tüdőszellőzés vagy ventiláció .....	43
A légzési gázok cseréje és szállítása .....	44
A kiválasztás .....	45
A vizeletképzés .....	45
Szaporodási életműködések .....	47
A szaporítórendszer .....	47
A női szaporítórendszer .....	47
A férfi szaporítórendszer .....	49
A szaporodás egészségtana .....	49
Betegségek .....	50

## Genetika

<b>Molekuláris genetika .....</b>	<b>52</b>
A nukleinsavak szerkezete és kémiai összetétele .....	52
A dezoxiribonukleinsav (DNS) .....	52
A DNS denaturálása és renaturálása .....	53
A genetikai anyag szerepe .....	53
Transzkripció .....	55
Transzláció .....	55
Ribonukleinsavak (RNS) .....	57
A genetikai anyag szerveződése .....	57
A vírusok genetikai anyagának szerveződése .....	57
A prokarióták genetikai anyagának szerveződése .....	58
Eukarióták genetikai anyagának szerveződése .....	58
<b>Humán-genetika .....</b>	<b>61</b>
Az emberi genom .....	61
A rákbetegséggel asszociált kromoszómaelváltozások .....	62
Karcinogenezis .....	62
A humán-genetika alkalmazási területei .....	63

## Humánökológia

<b>Az ember hatása a természetes ökoszisztémákra .....</b>	<b>67</b>
A környezet szennyezése .....	68
Az ember és tevékenységének környezetszennyező hatása .....	69
A levegő szennyezése .....	69
A víz szennyezése .....	70
A talaj szennyezése .....	70

# **Anat3mia**

# Az emberi test felépítése

## Az emberi test szerveződési szintjei

Az emberi szervezet a következő szerveződési szinteket foglalja magába: *atomok, molekulák, sejtek, szervek és szervrendszerek*. Ezek kölcsönhatásának köszönhetően az emberi szervezet – mint a legmagasabb szerveződési szint – 3 alapvető életműködésre képes: *kapcsolatteremtés, anyagforgalom, szaporodás*.

Minden élő szervezet szerkezeti, működési és genetikai alapegysége a *sejt*.

A *szövetek* a  $2n$  zigóta ismételt osztódásából, barázdálódásából jönnek létre.

A szövetek kialakulása két szakaszban történik:

- a zigóta barázdálódása, a csíralemezek kialakulása – ami a *szedericsíra (morula)*, *hólyagcsíra (blasztula)*, *bélcsíra (gasztrula)* állapotokat jelenti; a kettős falú zsákhoz hasonló *bélcsíra* testfalát egy külső *ektoderma* és egy belső *entoderma* nevű csíralemez alkotja; később jelenik meg többféle módon a középső csíralemez, a *mezoderma*;
- a csíralemezek sejtjeinek differenciálódása eredményezi az *embrió* szöveit, szerveit, szervrendszereit. Például ektodermális eredetű az idegrendszer; endodermális eredetű az emésztőrendszer, légzőrendszer; mezodermális eredetű a csontrendszer, izomrendszer.

## A szervek elhelyezkedése – topográfiaja

Az emberi test fő részei: fej, nyak, törzs, végtagok.

*Fej*: agykoponya, arckoponya.

*Nyak*: elülső, oldalsó, hátsó tájék.

*Törzs*: mellkas (tartalmazza a mellüregt, a rekeszizom választja el a hasüregtől), has (tartalmazza a hasüregt), medence (tartalmazza a medenceüregt).

*Végtagok*: felső végtag – a vállöv kapcsolja a törzshöz – váza: felkar, alkar, kéz; alsó végtag – a medenceöv kapcsolja a törzshöz – váza: comb, lábszár, lábfej.

# Az emberi test tengelyei és síkjai

Az emberi test háromdimenziós, kétoldali szimmetriával rendelkezik.

Tengelyek:

- nyílirányú tengely,
- hosszirányú tengely (2 pólusa: fejkvégi–kraniális, farkvégi–kaudális)
- harántirányú tengely.

Síkok:

- frontális–homlok sík,
- szaggitális–nyílirányú sík,
- harántirányú sík.

A frontális sík a testet egy elülső – ventrális – és egy hátsó – dorzális részre osztja. A nyílirányú sík a test szimmetria síkja. A harántirányú sík a testet egy felső és egy alsó részre osztja.

# Genetika

# Humángenetika

A genetikának azon ága, amely az emberi populáció változékonyságát és öröklékenységét tanulmányozza.

## Az emberi genom

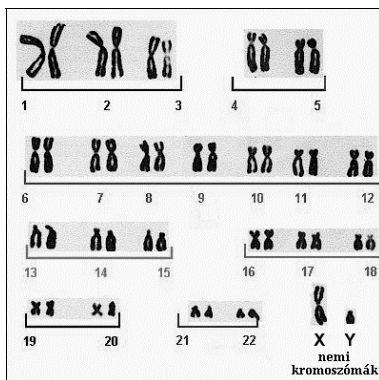
Az emberi (humán) genom tartalmazza az emberi szervezet genetikai információjának teljes egészét, beleértve a géneket és az információt nem hordozó DNS szakaszokat, az intronokat is.

A humán genom 99,9995%-a a sejtmagban található nukleáris DNS, míg 0,0005%-a a mitokondriumokban található mtDNS. A humán genom nukleáris részét 24 különböző típusú, dupla láncú DNS molekula képezi, mindenik kötődik hiszton és nem hiszton fehérjékhez, és így jön létre a 24 kromoszóma, amelyből 22 autoszóma, 2 pedig heteroszóma: x vagy y.

Mindenik kromoszómatípus jellegzetes nukleotid-sorrenddel és -összetétellel rendelkezik. A nukleotid-összetétel, a kromatin kondenzációs állapota, mindenik kromoszómatípusra meghatározott és sajátos. A modern kutatási módszerként alkalmazott színes csiktechnika a kromoszómák azonosítására, a DNS szekvenciák pontos elkülönítésére, a kromoszóma-eltváltozások megállapítására szolgál.

A normális emberi kariotípust 7 kromoszómacsoport alkotja a centroméra helye alapján, (erre volt már utalás). Jelölésük: *A* (1–3. kromoszóma, metacentrikus, szubmetacentrikus); *B* (4–5. kromoszóma, szubmetacentrikus); *C* (6–12. kromoszóma, metacentrikus és szubmetacentrikus); *D* (13–15. kromoszóma, akrocentrikus szatellitákkal); *E* (16–18. kromoszóma, metacentrikus és szubmetacentrikus); *F* (19–20. kromoszóma, kis metacentrikus); *G* (21–22. kromoszóma, akrocentrikus, ezek a legkisebbek). Az *X* kromoszóma a C csoportba tartozik, míg az *Y* a G csoportba.

A fajra jellemző összes kromoszómatípusból egyet tartalmazó sorozatot *kromoszóma-szerelvénynek* nevezik, a sejt összes



*Az emberi kariotípus, kiemelve a nemi kromoszómákat*



kromoszómája alkotja a *kromoszómakészletet*. Ezt mutatja be a *kariotípus*. A kariotípust a kromoszómák képeinek csökkenő sorrendbe való helyezésével kapjuk a legnagyobbaktól (A csoport), a legkisebbekig (B csoport). A humán kariotípus 23 pár kromoszómából áll: 22 pár autoszóma és 1 pár heteroszóma. A női heteroszómák azonosak, *XX*-szel jelöljük, a férfiaknál különbözők, *XY* a jelük. 1955 óta tudjuk, hogy az emberi sejtekben a kromoszómakészlet:  $2n=46$ . Szomatikus –  $2n$  diploid sejtekben két kromoszómaszerelvény található, a haploid  $n$  sejtekben – gamétákban egy kromoszómaszerelvény van.

## A rákbetegséggel asszociált kromoszóma- elváltozások

A rák fenotípusa: a rák egy komplex, többfaktoros rendellenesség, amely a sejt-osztódás szabályozottságának elvesztéséhez vezet. A rákos sejtek gyakrabban osztódnak. A normális sejtek befejezik a növekedést amikor közvetlen kapcsolatba kerülnek egymással – kontakt gátlás lép fel. A rákos sejtek nem mutatnak kontakt gátlást, hajlamosak egymásra nőni, és így kialakul a *tumor*. A normális sejtek nagy része adhézió révén összekapcsolódik és szöveteket alkot, a rákos sejtek elvesztik adhéziós képességüket, más szervekbe vándorolnak és *metasztázist* (áttétet) alakítanak ki.

### Karcinogenezis

Egy több lépésből álló folyamat, amikor egy normális, egészséges sejtől rákos sejt alakul ki. Szakaszai: *iniciálás*, amikor egy karcinogén ágens elváltoztatja a normális sejt DNS-ét; *progresszió*, a sejt egy növekedési faktor hatására osztódni és növekedni kezd. Egy olyan mikrotumor alakul ki amelyet *halhatatlan sejtek* alkotnak. Ezek osztódásuk során a leánysejteknek átadják genetikai információjukat, a leánysejtek felhasználva az egészséges sejtek tápanyagait osztódnak, növekedésnek indulnak. A karcinogenezis létrejöhet spontán vagy környezeti hatásokra. Mivel mutációt okoznak, mutagén tényezőknek nevezzük. Ilyenek: a kémiai mutagének *azbeszt-nikotin*, *formaldehid*, *kátrány*, *benzol*; fizikai mutagének *radioaktív*, *UV*, *Röntgen-sugárzások*; biológiai mutagének *onkogén vírusok* – *hepatitis B*, *humán papiloma vírus*, *B<sub>1</sub> alfatoxin* – az *Aspergillus flavus* gomba termeli. Egyes karcinogének a magzatot is megtámadják, ez a *teratogén* hatás, vagyis veleszületett fejlődési rendellenességeket okoznak. A rákbetegség–genetikai anyag kapcsolatát jól tükrözi az emberi kariotípus. A rákos sejtek kromoszómájában átszerveződések figyelhetők meg: *törés* a melanóma esetében a 9. kr. páron, *inverzió* a 12. kr. páron a hererák esetén, *transzlokáció* a 2. és 13. kr. páron alveoláris rabdoszarkoma esetén. Okozhatnak triszómia típusú számbeli eltéréseket a 17. és 18. kromoszómapárokon a vastagbél–végbélrák esetén.

A *Humán Genom Projekt* befejezése után azonosították azokat a géneket, melyek jelzik a különböző rákos megbetegedésre való hajlamot. Ezen gének tanulmányozása lehetővé teszi a betegségek korai felismerését, így a betegség génterápiával gyógyítható lesz. Ilyen betegségek: melanoma malignum, endokrin neoplazma, mellrák, mellrák és petefészekrák.

## A humángenetika alkalmazási területei

A humángenetika alkalmazási területei közül gyors fejlődésnek indult a gyógyászati klónozás, a génterápia, a szülés előtti genetikai tanácsadás, a DNS vizsgálatok, az *in vitro* megtermékenyítés, a kriminalisztikai vizsgálatok.

- A *genetikai tanácsadás* a leendő szülők felvilágosítása, és azoknak a rizikófaktoroknak az azonosítása, amelyek a születendő gyermek genetikai betegségeinek a lehetőségeire utalnak. A tanácsadást szükségessé tevő tényezők:
  - genetikai betegség megléte az egyik szülőnél.
  - genetikai betegségben szenvedő rokonok.
  - ha az anya 35, az apa pedig 45 évnél idősebb.
  - rokonsági kapcsolat a szülők között (első- másodfokú unokatestvérek).
  - két vagy több spontán vetélés.
- A *születés előtti diagnózis* a magzat fejlődését kíséri figyelemmel, és az esetleges rendellenességeket hivatott feltárni. Alkalmazott módszerek, technikák:
  - *nem invazív módszerek*: echográfia, pedigrévizsgálat;
  - *invazív módszerek*: amniocentézis (a terhesség második harmadában lehetővé teszi a magzati sejtek kariotípusának a vizsgálatát, általa azonosítani lehet az esetleges mutált géneket, valamint a mutált gének által kódolt enzimeket), köldökzsinór-punkció (véralvadási rendellenességek vagy vírusos fertőzés veszélye esetén alkalmazzák a köldökzsinórból vett magzati vér vizsgálatát.)
- *In vitro megtermékenyítés* – A megtermékenyítés, a zigóta kialakulása nem az emberi szervezetben, hanem laboratóriumi környezetben, egy Petri-csészében történik. A zigótából vagy zigótákból keletkezett embriókat ültetik be (négyet belőle) a petevezeték első harmadába, a többbit fagyasztással tárolják. A beültetés sikeressége ikerterhességgel társul. Ezt a módszert a házastársak meddősége esetén alkalmazzák.
- A *gyógyászatban alkalmazott klónozás* során azonos genetikai anyagot tartalmazó sejteket hoznak létre. Az azonos sejtek helyettesíthetnek szöveteket és szerveket. A szövetklónok előállításának egyik módszere az őssejtek alkalmazása. Az őssejtek

(stem sejtek) nem differenciálódott sejtek, *nem elkötelezett sejtek*, vagyis bármilyen sejt alakulhat belőlük. Jelen vannak az *embrióban, a felnőtt ember vérképző csontveljében*. Az őssejtből bármilyen szövetet vagy szervet elő lehet állítani sejtenyészéssel, ami helyettesíteni tudja a beteg szöveteket, szerveket. Esetükben nem áll fenn a kilökődés esélye.

- A *génterápia* az a módszer, amelynek során egy sejtbe terápiás célból genetikai anyagot juttatnak be. Általa a mutáns géneket egészséges génekkel lehet helyettesíteni. A gének szállítására és beékelésére természetes vektorként vírusokat, mesterséges vektorként zsírokba burkolt DNS darabokat alkalmaznak. Ezeket a módszereket tökéletesíteni kell, mert többször megfigyeltek vírusos fertőzéseket, amelyek halálos kimenetelűek voltak.

Az új felfedezések bioetikai kérdéseket vetettek fel: Ki férhet hozzá a genetikai adatbázishoz? Ki tárolhatja és ellenőrizheti a személyes genetikai anyag információit? Milyen hatást gyakorolnak a társadalomra az új reprodukciós genetikai technikák?

# **Humánökológia**

# Az ember hatása a természetes ökoszisztémákra

Az emberi populációk növekedése állandó veszélyforrást jelent a környezetre. Az egyén mindennemű erőforrásait a környezet rovására szerzi be. A világ népességének növekedése túllépte azt a határt, ameddig még biztosítható lenne a környezet megújulási képessége. Gyors védekezési intézkedésekre van szükség, mert az emberi tevékenység ökoszisztémákra gyakorolt hatása veszélybe sodorja a Föld *eltartóképességét*. Ilyen károsító emberi tevékenységek:

- *Az élőhelyek tönkre tétele.* A természetes ökoszisztémákat (erdők, rétek, tavak, folyamok stb.) az ember elfoglalta, átalakította a maga javára (duzzasztógáták építése, csatornák, lakóterületek kialakítása stb.) Ez az átalakítás megbontja az energiaáramlás, anyagmegújulás és az önszabályozó rendszerek egyensúlyát, amelyek biztosítják az ökoszisztéma fennmaradását. A trópusi erdők a Földön élő fajok mintegy felének biztosítottak élőhelyet, ezeknek az erdőknek a kiirtása az utóbbi 30 évben az itt élő populációk felének a kipusztulását eredményezte. A csökkent egyedszámú populációkkal könnyen elbánnak a természeti katasztrófák (az egyedek szétszóródnak, leromlanak a párosodás körülményei, a nemek aránya változást szenved). A jó szándékú intézkedések is hatástalanok, ha a környezetszennyezés nincs határok közé szorítva.
- *Új fajok betelepítése.* A fajok természetes migrációja-vándorlása mindig létezett. Az ember felgyorsította a populációk migrációját azzal, hogy új területekre vitt be olyan fajokat, amelyek az adott területeken nem voltak honosak, vagy természetes akadályok miatt soha nem juthattak volna oda. A betelepített fajok az őshonos fajok rovására fejlődtek, terjedtek el, az őshonos és „új fogyasztók” együtt versengtek a táplálékért, sokszor *élősködőkként*. Mivel az új fajok evolúciója nem az őshonosokéval együtt történt, ezért nincsenek természetes ellenségeik, gátlástalan szaporodásuk, túlzott elterjedésük akadálytalan. A táplálékszerzésben versenytársaik a ritka vagy kihalófélben levő őshonos fajoknak, amelyek megint kedvezőtlenebb helyzetbe kerülnek, populációik egyedszáma egyre csökken.
- *A biológiai erőforrások túlzott kihasználása.* A túllegeletetés, a mértéktelen vadászat, halászat, az erdőirtások, a talaj kimerítése, a nyersanyagok túlzott mértékű kitermelése mind súlyos károkat okoz a biodiverzitásban, és a természetes egyensúly megbontásához vezet. A fenti folyamat érinti a genetikai alapokat is, csökken a genetikai diverzitás, és csökken a fajok környezeti változásokhoz való alkalmazkodó képessége. A fajgazdagság csökkenése a fajon belüli és a fajok

közötti kapcsolatokra egyaránt kihat, megbontva a táplálékláncot és az energiaáramlás egyensúlyát. A túlzott vadászat következtében fajok tűntek el (amerikai gerle), vagy nagyon népes populációkat (amerikai bölény) a kipusztulás veszélye fenyeget. A kipusztulás szélére jutott számos faj közül csak kevés faj esetében sikerült visszaállítani a populáció egyedszámának nagyságát, bebizonyítva ezáltal a génállomány gazdagságának fontosságát amellyel a különböző fajok rendelkeznek.

- *Az urbanizáció és iparosodás* környezetre gyakorolt hatása nagyon kedvezőtlen: nő a hulladékok és kibocsátott gázok mennyisége, romlik a vizek minősége. A városiasodás legsúlyosabb hatása a vizet érinti: az utak és járdák, valamint a háztetők nagy felülete részben jelentősen csökkentik a talajvíz szintjét, a tetőkről lefolyó víz nagy mennyiségben a folyókba kerül. A vízelvezető csatornák építésekor a talaj erodálódik, ez rombolja az élőhelyeket az elvezetett víz szennyezettsége miatt, a folyók, tavak eutrofizációját, N-, P-vegyületekkel való feldúsulását okozza. Az eutrofizált tavakban a vízi növények elszaporodnak, nagy lesz a növényesűrűség, az elhalt növények és más szerves anyagok bomlása következtében csökken a víz O<sub>2</sub>-tartalma, ami az összes vízi élőlény elhalásához vezet, a tó pedig idővel kiszárad. Az iparosítás rontotta a biodiverzitást, szennyezve a talajt, a levegőt és a vizet.

## A környezet szennyezése

A környezetet veszélyeztető, károsító, az emberi tevékenységgel összefüggő jelenséget, folyamatot környezetszennyezésnek nevezzük. A szennyező anyagok *fizikai*, *vegyi* vagy *biológiai* eredetűek lehetnek. Károsító hatásukat mind önmagukban, mind más tényezőkkel együtt fejthetik ki, vagy az ökoszisztéma egy részére, vagy az egész bioszférára. A természetet egyaránt szennyezhetik a természeti katasztrófák valamint az emberi tevékenység következményei.

A természetes szennyezést okozó természeti katasztrófák közé soroljuk a vulkáni kitöréseket, a homokviharokat, a nagy árvizeket, a természetes eredetű tűzvészeket. Káros hatások eltörpül az emberi tevékenységből eredő szennyező hatás mellett, mely az összes élőhelyet, az összes élőlényt veszélyezteti.

Szennyezést keltő tevékenységek:

- *Ipar*. Mérgező anyagok felhalmozódása, és talajba, levegőbe valamint vízbe bocsátása. Radioaktív anyagok kijutása balesetek következtében.
- *Mezőgazdaság*. A monokultúrákban alkalmazott rovarirtó szerek, növényvédő szerek, rágcsálók elleni vegyianyagok, termés hozamot növelő trágyázás (műtrágyák). Az alkalmazott vegyszerek mennyiségük és minőségüknél fogva

csökkentik a biodiverzitást, szennyezik a vizeket, a talaj minőségét szerkezetének károsításával rontják.

- *Háztartási szennyezés.* A háztartásból származó szerves hulladékok, csomagoló anyagok, szennyvizek, tisztítószeres oldataik, túlzott energiafogyasztás során keletkezett hő.

## Az ember és tevékenységének környezetszennyező hatása

### *A levegő szennyezése*

A levegőszennyező anyagok: a légkör természetes összetételét megváltoztató gáz, folyékony vagy szilárd halmazállapotú anyagok. A levegőbe kibocsátott por és mérgező gázok következményeként visszafordíthatatlan károkat okozhatnak az ökológiai rendszerek biotikus és abiotikus tényezőiben. A legfőbb légszennyezők: *ipari termelési folyamatok, energia előállítása iparban, háztartásban, közlekedésben.*

A legkárosabb, leggyakoribb szennyező anyagok: a kén-dioxid ( $\text{SO}_2$ ), a szén-monoxid (CO), a szén-dioxid ( $\text{CO}_2$ ), a nitrogén-dioxid ( $\text{NO}_2$ ), a hőmérséklet növekedése, ózon ( $\text{O}_3$ ), szmog. A kén-dioxid, a nitrogén-oxidok és a sósav felelősek a *levegő egyre fokozódó savasodásáért.* A károsító anyag közvetlenül vagy oldatként a levegőből kimosódva mint „savas eső” gyakorolhat hatást az élőlényekre, anyagi javakra. A savas esőket az erdőpusztulással hozzák kapcsolatba, de károsítják a vizeket (csökkentik a tavak, folyók vízének pH értékét, 4,5 pH érték alatt a szervezetek elpusztulnak), az épületeket, elsősorban a műemlékek veszélyeztetettsége miatt váltak közismertté. A CO veszélyes mind az emberek, mind az állatok számára. Felvétele a tüdőn keresztül történik, a légzőhólyagocskák levegőjéből a CO a vérbe diffundál, ahol erősen kötődik a hemoglobin vasatomjához HbCO-t alkotva, mérgezést okoz, tünetei az  $\text{O}_2$  szállítás meggátolása, a légzési  $\text{CO}_2$  felhalmozódik a sejtekben, a citoplazma savanyodik, az anyagcsere zavarokat szenved, a szívverés szaporább lesz, volumene is nagyobb lesz, ez különösen veszélyes szív- és érrendszeri betegek esetében. A  $\text{CO}_2$  mint a C körforgásának fontos eleme, gyakorlatilag egyáltalán nem mérgező. A légköri  $\text{CO}_2$  a rövid hullámú napsugárzást átengedi, a Föld hosszabb hullámhosszú, visszaverődő sugárzását fogja fel (infravörös abszorber) így *fokozza a Föld felmelegedését* (üvegházhatás). A  $\text{CO}_2$  szint növekszik a trópusi esőerdők felégetése, és a másodlagos növénytakaró kisebb mértékű  $\text{CO}_2$  megkötése miatt. Az *ózon* hat a szövetekre és a tüdő működésére, csökkenti a fotoszintézist, roncsolja a felületi szöveteket, csökkenti így a terméshozamot. A Földet érő UV sugárzás az ózonpajzs károsodása miatt felerősödik, és minden élőlény szervezetében csak károsodást okoz.

A *cigarettafüst* dohányosokra és nemdohányosokra egyaránt káros szennyező anyag. Zárt helyen ha felgyűl, mérgező hatása megsokszorozódik. A benne előforduló nikotin és kátrány rákkeltő anyagok, elősegítik a légúti, a szív-, és az érrendszeri betegségek kialakulását – krónikus hörghurut, magas vérnyomás, ischemia, infarktus.

A *dioxin* egyik forrása a fa égése, 1 kg fa égetésekor 160 mikrogramm dioxin szabadul fel. A dioxin vegyületek gyűjtőneve. Hatása rákkeltő, teratogén, mutagén, örökítő anyagot károsító, az emberi szervezetből több mint 7 év alatt ürül ki.

Az *ólom* mint a benzin adalékanyaga kerül a levegőbe, az ólommal szennyezett levegő belégzésének következményei az ideg- és a kiválasztórendszer betegségei, valamint a vörösvértetek elroncsolódása.

A *hőmérséklet növekedése* a földi atmoszférában, éghajlatváltozást idéz elő, változnak a csapadékok, nő a tengerek szintje, megváltozik az élőlények életciklusa, mindez közvetve kihat az emberi populációra is.

A *szmog* kulcsszereplői a nitrogénoxidok, az ózon, a szénhidrogének. Izgatja a nyálkahártyákat, a tüdőbe jutva szétmarhatja a kapillárisok falát, ennek következménye asztma, halálos kimenetelű tüdőödéma. (1952-ben a londoni szmog – füstköd katasztrófa, több ezer halálos esetet követelt, ekkor került kapcsolatba a légszennyezés az egészségkárosodással)

## *A víz szennyezése*

Főként az emberi tevékenységnek tulajdonítható. Szennyező anyagok kerülhetnek a vízbe: ipartelepekről higany, kádmiium mint a cinkkohászat mellékterméke, városok csatornarendszeréből, savas esőkből, mezőgazdasági területekről DDT, antrazin, közúti, vasúti, óceáni szállításokat ért balesetektől, háztartási hulladékok helytelen kezeléséből (felelőtlen vízbedobás), nemkívánatos ökológiai terhelést jelent az ivóvíz klórozása. Említést érdemel a folyók sószennyezése, amelyet a bányák szennyvizei okoznak Mg-sókkal, NaCl-dal, K<sup>+</sup>-mal terhelve a folyók vizét. A vizek hőszennyezése is említésre méltó. A melegvíz bevezetése a folyókba, ha szennyvízbevezetéssel is párosul, módosítja a biocönózis faji összetételét. Az ivóvízzel terjedő járványok a trópusi övezetben, a gyengén fejlett országokban gyakoriak: kolera, tífusz, vérhas, gyermekbénulás, májgyulladás. A vizekben jelenlevő *nitrátok* nagyobb töménységben a csecsemők egészségét károsítják, a felnőttek esetében az emésztőrendszer rákos megbetegedéséhez vezetnek.

## *A talaj szennyezése*

A szennyezés forrásai: mezőgazdasági, ipari tevékenység, a szemét és hulladékok felhalmozása. Az utóbbiak számára megfelelő lerakóhelyeket kell létesíteni. Ha nincs



megfelelő szilárd altalaj, a lerakóhelyet mesterséges módon kell a talajvíz felé szigetelni pl. bitumen, műanyag fólia, műgyantával átitatott talaj, szilikátok vagy más kötőanyagok segítségével. Mivel a hulladékok teljes körű újrahasznosítására jelenleg nincs kilátás, a lerakóhelyek léte szükségszerű. A fő talajszennyező források közé tartozik a bányászat. A felszíni kitermelések után hatalmas gödrök maradnak befedetlenül, melyekből homok és por szóródik (szél) a környezet talajára, azt szennyezve.

Az ökológiai rendszerek leromlása károsítja az emberek egészségét. Az ember károsító anyagokat felvesz légzése során (por, aeroszolok), táplálékával, ivóvizével, kisebb mértékben a bőrén keresztül. A káros anyagok részben hatástalanítódnak, kiválasztódnak, részben pedig a szövetekben halmozódnak fel. A szövetekbe jutott károsító anyagok mennyiségétől, minőségétől függően betegségeket okozhatnak, amelyek visszafordíthatók, kevésbé súlyosak, vagy visszafordíthatatlan, súlyos betegségek lehetnek. Kevésbé súlyosak: hányinger, fejfájás, szédülés, bőr-, torok-, gégeirritációk. Súlyosnak minősíthetők: idegrendszeri bántalmak, örökölhető bántalmak, vetélés, bronchitis, asztma, vesét, májat érintő ártalom, rákos daganatok.