

––––––––––––––––––––––––––––––––––—–––––––––––––––––––––––––––––––––––––––

**BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM**

**Mezőgazdasági Kémiai Technológia Tanszék**

**EGÉSZSÉGÜGYI MIKROBIOLÓGIA**

biomérnök szakos hallgatók számára

(egészségügyi szakirány)

**I. FEJEZET**

**Egészségtani, mikrobiológiai és járványtani alapfogalmak**

**Írta:**

**Sveiczer Ákos**

**Lektorálta:**

**dr. Novák Ervin**

1997

**A higiéne tárgya és területei**

A **higiéne** görög szó, eredeti jelentése egészségtudomány (*Hygiea* a görög mitológiában az egészség istennője), ma a lakosság egészségének megőrzésével és a betegségek megelőzésével foglalkozó tudományt (**népegészségtan**, régebbi nevén közegészségtan) és gyakorlatot (**népegészségügy,** régebbi nevén közegészségügy) értjük rajta. Egyrészt egy tudományos oldala van tehát, a népegészségtan, ami a betegségek megelőzésének elvi alapjaival foglalkozik; másrészt van egy gyakorlati oldala is, a népegészségügy, amin az egészség promóciója körében végzett mindennapos gyakorlati tevékenységeket, az egészségügyi intézmények hálózatát, egészségpolitikát és jogi szabályozást egyaránt értjük.

A népegészségtan felhasználja a biológia és az orvostudomány módszereit, de a társadalomtudományok eljárásait is, mivel vizsgálatának tárgya többnyire nem az egyes ember, hanem egy közigazgatási egység népessége. Öt részterülete fejlődött ki: a **járványtan**, a munkaegészségtan, az élelmezés-egészségtan, a környezet-egészségtan és a társadalom-egészségtan. Ezen tárgy keretében elsősorban a járványtannal, azon belül is a fertőző betegségek járványtanával fogunk foglalkozni. A többi terület ugyanis elsősorban nem mikrobiológiai jellegű problémákkal foglalkozik, ezért ezeket külön nem fogjuk tárgyalni, hanem a számunkra fontos részeiket beépítjük a tananyag egyéb részeibe.

A higiéne célja az egészség megőrzése, javítása (**promóció**) ill. a betegségek megelőzése és meggyógyítása (**prevenció**). Utóbbinak három fokozatát különböztetjük meg, a primer, szekunder és tercier prevenciót. A **primer prevenció** arra irányul, hogy betegségek egyáltalán ne is forduljanak elő. Legfontosabb elemei: a betegségekkel szembeni fogékonyság mérséklése (pl. védőoltások), a veszélyes környezeti expozíciók csökkentése (fertőtlenítés, védőeszközök használata), a lakosság egészségre való nevelése. A **szekunder prevenció** lényege a betegség korai szakaszban történő megállapítása, és a betegek gyógykezelése a teljes gyógyulásig. Fontos elemei a **szűrővizsgálatok**, melyek célja, hogy a népességből kiválogassuk azon egyedeket ill. betegeket, akiknek betegsége még nem ismert. A **tercier prevenció** lényege az előrehaladott betegségben szenvedők gyógykezelése, rehabilitációja, a betegség fokozódásának megállítása, a komplikációk megelőzése.

**A higiéne története**

A népegészségtan története egyidős az orvostudományéval, tehát az ókorban alakult ki. *Hippokratész* munkái (i.e. VI-V. sz.) fontos megállapításokat tartalmaztak a levegőnek és a víznek az egészségre gyakorolt hatásairól. Hippokratész tanai nagyszámú eset gondos megfigyeléséből származnak, tehát a járványtan módszereit alkalmazta. A Bibliában leírt egészségügyi szabályok (az elhullott állatok fogyasztásának tilalma, a mosakodási szabályok, a leprások elkülönítése, a heti pihenőnap előírása, az alkohol és a disznóhús fogyasztásának tilalma ill. a körülmetélés, a circumscisio) pozitív hatást gyakoroltak az egészségre. Szintén az ókorban fontos állomás volt a rómaiak által épített közművek (vezetékes ivóvíz, szennyvízelvezetés, nyilvános fürdők és illemhelyek) megjelenése.

A középkor a higiéne számára visszaesést hozott. A közművek eltűntek, a népesség viszont jelentősen növekedett, a háborúk gyakoriak voltak, s mindezek eredményeként hatalmas járványok és éhínségek pusztítottak. Az orvosok feladata ezek megfékezése lett volna, de ehhez nem voltak megfelelő ismereteik és eszközeik. A higiéne ágai közül a **fertőző betegségek járványtana** indult leghamarabb fejlődésnek. Felismerték, hogy a járványok a betegek és egészségesek közötti kontaktus eredményei, ezért bevezették a **karantén** intézményét: a messziről jött hajóknak a kikötés előtt 40 napig kellett a tengeren vesztegelniük, hogy a járványmentesség megállapítható legyen.

Az újkorban a higiéne ismét erőteljes fejlődésnek indult. 1798-ban *Jenner* a fekete himlő elleni vakcinával létrehozta az első **védőoltás**t. A XIX. sz. közepén *Semmelweis* a gyermekágyi láz, *Snow* pedig a kolera terjedését tisztázta úgy, hogy a kórokozók még évtizedekig ismeretlenek maradtak. *Pasteur* felismerte, hogy a lépfene kórokozója a talajban éveken át megőrzi fertőzőképességét, illetve ki is dolgozta a lépfene valamint a veszettség elleni védőoltásokat. A század végén indult fejlődésnek a mikrobiológia, s vele együtt a fertőtlenítési és sterilezési eljárások. A XX. században történt a járványtanban a legnagyobb fejlődés. A védőoltások, a kemoterapeutikumok majd az antibiotikumok felfedezése, elterjedése és mindennapos használata alapvető változásokat hozott. Napjainkban a fejlett országokban a fertőző betegségek már nem tartoznak a vezető halálokok közé, s pl. a fekete himlőt, a középkor egyik legveszélyesebb járványos betegségét az egész Földön sikerült 1980-ra megszűntetni.

A járványtan mellett a népegészségtan egyéb ágai annál fiatalabb tudományágak. A **munkaegészségtan** atyjának *Ramazzini* számít, aki 1700-ban adta ki könyvét, melyben az ipari ártalmakat ismerteti. Az igazi fejlődés az ipari forradalomban következett be, amikor ismertté vált, hogy bizonyos munkahelyi ártalmak (ólom, kvarcpor, benzol, UV-sugárzás, zaj) munkaképtelenséget is okozhatnak. Az **élelmezés-egészségtan** igazából csak a XIX. sz. végén indult fejlődésnek, amikor *Eijkman* bebizonyította, hogy a beriberi nevű betegséget a B1-vitamin hiánya okozza. A **környezet-egészségtan** is eredeztethető *Hippokratész*tól, aki vizsgálta a környezet állapota és az egészség közötti kapcsolatot. Valójában erőteljes fejlődésnek sajnos csak nagyon későn, a XX. sz. közepétől indult, amikor a nagy létszámú emberiség gazdasági tevékenysége olyan mérvű környezetszennyezést eredményezett, ami már alapvetően és károsan befolyásolja az ember egészségét. A XIX. században alakult ki a **társadalom-egészségtan** is, amikor vizsgálni kezdték, hogy a társadalmi környezet befolyásolja az egyes betegségek előfordulását és lefolyását. Szociológiai kutatások indultak a veszélyeztetett csoportok felkutatására és egészségük fokozottabb védelmére.

**A higiéne története Magyarországon**

A higiéne fejlődésében magyar orvosok és kutatók is fontos szerepet játszottak, gondoljunk mindenekelőtt a már említett *Semmelweis Ignác*ra. A fekete himlő elleni védőoltás egy évvel Jenner felfedezése után megindult hazánkban is *Lenhossék Mihály* munkájának köszönhetően.

A XIX. sz. második felében kiemelkedett *Fodor József* munkássága, aki meghonosította nálunk a közegészségtan oktatását. Kiemelkedő eredményeket ért el a talajszennyezések kimutatásával kapcsolatban. A világon elsőként írta le a vér baktériumölő képességét. Ugyanakkor oroszlánrésze volt a közegészségügy rendezéséről szóló 1876. évi XIV. törvénycikk kidolgozásában, amely a világon elsőként mondta ki, hogy a közegészségügyi helyzet felmérése, ellenőrzése, az intézkedések megtétele állami feladat.

A XX. sz. első felében dolgozott a magyar közegészségügy másik legnagyobb alakja, *Johan Béla*, a Belügyminisztérium népjóléti államtitkára. Rockefeller anyagi támogatásával ő hozta létre 1927-ben az Országos Közegészségügyi Intézetet (OKI), melynek első igazgatója lett. Halála után az intézet tiszteletből felvette megalkotójának nevét. Az intézetben már akkor is egyszerre folyt laboratóriumi, szervező és oktató munka. Vidéki centrumok alakulásával tényleg országos hálózattá fejlődött. Johan Béla nevéhez fűződik még a védőnőképzés elindítása, a torokgyík elleni kötelező védőoltás bevezetése, a falusi egészségházak létesítése Magyarországon.

**Az egészség és a betegség fogalma, a betegségek típusai**

A szervezetet **egészséges**nektekintjük, ha szervei és szövetei anatómiailag és funkcionálisan sértetlenek, “normálisan” működnek. A normális működés általánosan nem definiálható, hiszen figyelembe kell venni a szervezet faját, nemét és korát, ami ezt jelentősen befolyásolja. Azt is mondhatjuk, hogy az élőlénynek van egy fajára, nemére, korára jellemző szerkezete és működése, egy dinamikus állandósult állapot (**homeosztázis**), amit fenntartani igyekszik. A szervezet normálistól eltérő viselkedését, vagy másképp megfogalmazva az egészség hiányát nevezzük **betegség**nek (morbus).

A betegségek lehetnek **organikus**ak(szerviek) vagy **pszichés**ek, de a pszichés betegségek is gyakran szervi tünetekben nyilvánulnak meg. Az organikus betegségek feloszthatók **öröklött** (genetikai) és **szerzett** betegségekre. Pl. a sarlósejtes anémia öröklött betegség, míg a szívinfarktus szerzett. Egyes betegségek (pl. bizonyos daganatok) esetén csak a hajlam öröklődik, de maga a betegség nem, ilyenkor a kialakuló betegséget szerzettnek tekintjük.

A szerzett betegségek lehetnek **élettani**ak (pl. diabetes) vagy **fertőző**ek (pl. vérbaj). A fertőző betegségeket valamilyen külső ágens (élő vagy holt mikroorganizmus vagy annak toxinja, enzime, metabolitja) okozza a gazdaszervezetben, míg az élettani betegségek esetén nincs külső kóroki tényező. Meg kell említeni, hogy a fertőző betegségeknek is élettani tüneteik vannak, mint pl. a vérbaj elsődleges stádiumában a bőr- és nyálkahártya-kiütések. Lényeges az is, hogy megkülönböztessük a **fertőzés** és a **fertőző betegség** fogalmát. Szűk értelemben a fertőzés a gazdaszervezet találkozása a kórokozóval (expozíció), ami még nem jelent betegséget. Tág értelemben az expozíciótól a betegség kialakulásáig az egész folyamatot fertőzésnek nevezik, de az egyértelműség kedvéért ezen tárgy keretében maradjunk a szűk értelmezés használatánál. A fertőző betegségeken belül beszélünk **ragályos (kontagiózus)** betegségekről, ahol a kórokozó emberről emberre v. állatról emberre terjed (pl. influenza, kolera, veszettség), de ugyanakkor számos fertőző betegség **nem ragályos** (pl. tetanus, botulizmus).

**A patogenitás fogalma és formái**

Ezen tárgy keretében részletesen foglalkozni fogunk a fertőző betegségekkel (az élettaniakkal viszont értelemszerűen nem), valamint ezen betegségek kórokozóival, a **patogén mikroorganizmusok**kal. A **patogenitás** görög eredetű szó, szó szerint fájdalom (pátosz) létrehozását jelenti, de tágabb értelemben betegség okozását értjük rajta. Patogenitás mindig kórokozó és gazdaszervezet viszonyában értelmezhető, általában patogén mikrobáról nem beszélhetünk, meg kell adni azt is, hogy milyen élőlényre patogén (pl. a száj és körömfájás vírusa patogén a szarvasmarhára, a *Clostridium tetani* nevű baktérium pedig az emberre). A patogén mikroba lehet **obligát** vagy **fakultatív** (opportunista, alkalmi), míg a gonorrhoeát okozó baktérium obligát humán kórokozó, addig a *Candida albicans* nevű imperfekt élesztő csak alkalmi kórokozó: immunológiailag gyenge szervezeteket támad meg (pl. újszülöttek, idősek, AIDS-esek).

A patogenitásnak három formáját ismerjük: az inváziót, a toxikózist és az allergiát; de ezek egy adott kóros folyamatban keverten is jelentkezhetnek.

Ha az **élő kórokozó** bejut a makroszervezetbe, a szövetekbe vagy akár a sejtekbe, s ott elszaporodik, akkor **invázió**ról beszélünk. Az invazív mikrobák enzimeikkel, metabolitjaikkal, térkitöltésükkel vagy toxinjukkal károsíthatják a gazdaszervezetet.

Ha a mikroba által termelt nagy molekulájú (sokszor fehérje természetű), mérgező hatású anyag, a **toxin** károsítja a gazdaszervezetet, akkor **toxikózis**ról beszélünk. Ebben az esetben nincs szükség a mikroba és a makroszervezet közötti kontaktusra, elég csak a mikroba toxinjával találkozni. Valódi toxinnak vagy **eutoxin**nak nevezzük azon toxinokat, amelyeket a mikroba extracellulárisan kiválaszt sejtjéből, ezért használatos az **exotoxin** kifejezés is. Pl. a *Clostridium botulinum* által termelt eutoxin annyira hőstabil, hogy sterilezett konzervekben is megőrizheti toxicitását, és mérgezést okozhat, miközben a sterilezés alatt az egyébként sem invazív baktérium elpusztul. A konzerv tehát élő mikrobát nem tartalmaz, csak a toxinját, de az bőven elég a kórfolyamat létrehozásához. Ezzel szemben bizonyos Gram-negatív baktériumok (pl. *Salmonella enteritidis*) sejtfelszíne tartalmaz toxikus hatású anyagokat, amelyek nem választódnak ki a termelő sejtből, ezért ezeket **endotoxin**oknak nevezzük. Ebben az esetben az élő mikroba szaporodik el a szervezetben, majd az elpusztult kórokozókból a sejtek szétesése révén szabadul fel a toxin. Az endotoxin nem valódi toxin, hanem a sejt alkotórésze tehát, ezért csak közelre hat, szemben a mikrobától távol is hatni képes exotoxinokkal.

**Allergiá**ról akkor beszélünk, ha a szervezet valamilyen hatásra feleslegesen erős válaszreakciót ad (pl. asztma, ekcéma). Az egyén hajlamának döntő szerepe van ebben a folyamatban. A kiváltó ok lehet a mikroba testének valamilyen anyaga vagy lebomló anyaga, az **allergén** (az allergén persze nemcsak mikroba lehet, hanem a pl. legkülönbözőbb porok is: pollen, liszt, azbeszt, de ezekkel ezen tárgy keretében nem foglalkozunk).

Az allergén tk. olyan “toxin”, amelyre a populáció tagjai érzékenységüktől függően nagyon változó erősséggel reagálnak, az érzékenyekben már mikromennyiségben is rohamokat okozhat (légúti tünetek, kiütések, sokkos állapot), míg a nem érzékenyekben semmilyen reakció nincs. Pl. egyes penészgombák (falpenészek is) vagy a vízben élő cianobaktériumok (vízvirágzás) allergizáló hatású anyagokat termelnek. Az allergének a légutakat vagy a bőrt támadják meg, ill. a tápcsatornából is felszívódhatnak (alimentáris vagy ételallergia). Az ételallergia esetén is a tünetek általában a bőrön jelentkeznek.

**Az élőlények ökológiai relációi**

A társulásokban különböző fajú egyedek populációi élnek együtt, melyek különböző módokon hatnak egymásra. Az **ökológiai relációk** definiálásában a fő szempont a táplálékszerzés módja, tehát hogy az egyes élőlények táplálkozásuk szerint milyen kapcsolatban vannak egymással. A hatás lehet segítő, károsító vagy semleges (utóbbi létezését sokan vitatják).

A **segítő** kapcsolatokat **szimbiózis**nak nevezzük (ez a szimbiózis szűk értelmezése, hiszen tágabb értelemben mindenfajta élőlények közötti ökológiai reláció szimbiózis). A támogatás lehet kölcsönös, ekkor **mutualizmus**ról beszélünk, illetve egyoldalú, akkor pedig **kommenzalizmus**ról. A mutualizmus érdekes példáit a zuzmók adják, ahol a gombák és algák olyan szorosan együtt élnek, hogy tk. új fajokat alkotnak. A humán tápcsatornában, bőrön, testüregekben lakó, nem patogén mikrobák, az ún. normál flóra és az ember kommenzalista kapcsolatban állnak. Utóbbi kapcsolatot is tekinthetjük azonban mutualizmusnak, ha nemcsak a tápanyagszerzést vesszük figyelembe, ugyanis ezen mikrobák (az autochton flóra) segítenek az embernek a kórokozók távol tartásában.

A **károsító** kapcsolatok is lehetnek kölcsönösek (kompetíció) vagy egyoldalúak (ammenzalizmus). A **kompetíció** talán a leggyakoribb ökológiai reláció, a normál flóra is így tartja távol a kórokozókat az embertől.

Az **ammenzalizmus**nak számos változata létezik. **Antibiózis**nak nevezzük, amikor az egyik élőlény valamilyen metabolitja károsítja a másikat, pl. a szájüreg tejsavbaktériumai tejsavat termelnek, ami gátolja a fakultatív patogén *Candida albicans* elszaporodását. Ugyanakkor az élesztő által termelt B-vitamin elősegíti a tejsavbaktériumok szaporodását, aminek eredményeképp egyik faj sem tud a másik rovására túlzottan elszaporodni, de nem is pusztul ki egyik sem. Bár a tejsavbaktériumok nem patogének, de túlzott elszaporodásuk elősegítheti a fogszuvasodást. A rendszer dinamikai viselkedése is érdekes, periodikus ingadozásokat mutat a kölcsönös visszacsatolások miatt. Ha sok a tejsavbaktérium, akkor az élesztők gátlódnak, emiatt csökkenni kezd a B-vitamin mennyisége, ami a baktériumok számának csökkenéséhez vezet. Ekkor az élesztők szaporodásnak indulhatnak ugyan, de az általuk termelt B-vitamin megint elősegíti a baktériumok elszaporodását is, s a folyamat kezdődhet elölről.

Az ammenzalizmus másik formája a **predáció**, amikor az egyik élőlény zsákmányul ejti és “megeszi” a másikat. A mikrobák világában ez a reláció nagyon ritka (*Bdellovibrio bacteriovorans*).

Ammenzalista kapcsolat a **parazitizmus** is, amikor az egyik élőlény (parazita) be- vagy rátelepszik a másikba vagy másikra (gazda), s belőle táplálkozik, elszívja anyagait. A parazita beköltözhet a gazdaszervezet testüregeibe, szöveteibe vagy akár sejtjeibe (pl. vírusok) is. A parazitizmus lehet **biotróf**, amikor a parazita hosszú időre berendezkedik a gazdába, élősködik benne, de nem pusztítja el. Ezzel szemben **nekrotróf** parazitizmusról beszélünk, ha a parazita elpusztítja a gazda sejtjeit, szöveteit vagy akár az egész szervezetét is. A parazitizmus általában, de nem mindig, egyben kórokozás, patogenitás is. A kivételek közé tartozik pl. a humán tápcsatornában élősködő *Entamoeba coli* nevű protozoon, amely betegséget nem okoz, tehát nem patogén, de parazita életvitelű. Patogenitás is lehetséges parazitizmus nélkül (pl. toxikózis), bár nagyon gyakran párosul vele (invázió). A patogenitás tehát kapcsolatban áll a parazitizmussal, önmaga azonban nem ökológiai reláció (a kórokozó sokszor nem is élő mikroba).

Megemlítendő, hogy az eddig tárgyalt, tág értelemben szimbionta relációkon kívül létezik **szaprobionta** (korhadéklakó) kapcsolat is, amikor az egyik élőlény a már elpusztult másik maradványaival táplálkozik (pl. gombák).

**A mikroorganizmusok helye az élővilágban**

Az önálló életre képes élőlényeket (**eubióták**at) sejtszerkezetük alapján két nagy csoportra osztjuk: **prokarióták**ra és **eukarióták**ra. A prokarióták országába (rendszertani neve **Monera**) soroljuk valamennyi **baktérium**ot, köztük a régebben kékmoszatoknak nevezett **cianobaktériumok**at és a sugárgombáknak nevezett **fonalas baktériumok**at is. A prokarióták elsősorban citoplazmamembránjuk kémiai összetétele alapján két nagy csoportra oszthatók: az **ősbaktériumok**ra és a **valódi baktériumok**ra. Újabban egyre többen próbálják igazolni, hogy az ősbaktériumok fejlődtek ki a valódi baktériumokból, s nem fordítva, tehát az elnevezés nem helytálló. Ezen elméletek szerint az ősbaktériumok egy érdekes próbálkozásai az evolúciónak, amely zsákutcához vezetett, de bizonyos speciális élőhelyeken (mocsarak, vulkánok, hőforrások, meddőhányók) mégis évmilliárdokon keresztül napjainkig fennmaradtak.

Az eukariótákat négy további országba tagolhatjuk. Valódi szövetes felépítésűek a növények (**Plantae** v. **Metaphyta**) és az állatok (**Animalia** v. **Metazoa**), álszövetesek a gombák (**Fungi**), a véglényeket pedig a **Protista** v. **Protoctista** országba sorolják. Utóbbiba tartoznak a protozoonok, algák, nyálkagombák. A prokariótákkal együtt tehát öt országba sorolhatók az eubióta szervezetek.

Emellett foglalkoznunk kell azonban olyan “szervezetekkel” is, amelyek önálló életre képtelenek ugyan, nem is sejtes felépítésűek, de eubióta sejtekben parazita módon mégis mutatnak életjelenségeket. Ezek a **parabióták**, s ide tartoznak a **vírusok** (alkotójuk nukleinsav és fehérje), a **viroidok** (alkotójuk csak nukleinsav) és a **prionok** (alkotójuk csak fehérje).

Mikroorganizmusokon eredetileg apró, szabad szemmel nem látható élőlényeket értettek. Ma inkább azt a definíciót fogadjuk el, hogy szövetes felépítésűnél primitívebb szervezetek. Ide soroljuk tehát a prokariótákat, az eukarióták közül a gombákat és a protisztákat, valamint, ha élőnek tekintjük őket egyáltalán, akkor a parabiótákat is.

**Károsító kapcsolatok az egyes élőlénycsoportok között**

Az alábbiakban sorra vesszük, hogy az egyes mikrobák mint kórokozók milyen gazdaszervezeteket képesek megbetegíteni, illetve milyen egyéb módon károsíthatják azokat. Le kell szögezzük azt is, hogy egy élőlény károsító hatásáról csak egy másik élőlény aspektusából beszélhetünk, amelyre nézve az első káros hatású. Hajlamosak vagyunk a *Homo sapiens*t kiemelni, s az ő szempontjából nézve általánosságban “káros” és “hasznos” élőlényekről beszélni. Ez hiba, de érthető, viszont a bioszféra szempontjából nincsenek káros és hasznos fajok! Az élőlények csak azt teszik, amit genomjuk lehetővé tesz, illetve amit abból a környezet manifesztálódni enged. Ugyanakkor még egy adott fajt sem biztos, hogy az ember szempontjából mindig hasznosnak vagy károsnak ítélünk, mert az szintén a helyzet függvénye lehet. Pl. az *Aspergillus fumigatus* nevű penészgomba hasznos, ha fumagillint termel a számunkra, de káros, ha a belélegzett spórái tüdőmikózist okoznak.

A parabióták közül a **prionok** állatokat, jelenlegi ismereteink szerint csak emlősöket és az embert támadhatják meg. A **viroidok** kizárólag növényi kórokozók. A **vírusok** lehetnek patogének növényekre, állatokra, emberre, gombákra, sőt baktériumokra (bakteriofágok) is. Persze, az egyes vírusokra szigorú gazdaspecifitás jellemző.

A **prokarióták** között növényi, állati, emberi kórokozók vannak, de metabolitjaikkal (pl. fonalas baktériumok által termelt antibiotikumok) károsíthatnak gombákat, protisztákat, sőt más baktériumokat is. Ritka példaként predátort is találhatunk köztük, a *Bdellovibrio bacteriovorans* képes más baktériumok elpusztítására, majd azok sejtalkotóinak “elfogyasztására”.

Az eukarióta protiszták közül a **protozoonok** emberi és állati megbetegedéseket okozhatnak (pl. malária). A **gombák** között sok emberi, állati és növényi kórokozót találunk, valamint számos példát az antibiózisra, főleg a baktériumokkal szemben (pl. penicillin-termelés).

A **növények** nem mikrobák, de érdemes megemlítenünk, hogy sok közülük mérgező emberre, állatokra, valamint egyesek antibiotikus hatású anyagokat, **fitoncidokat** termelnek (pl. a hagyma allicinje baktériumok és gombák ellen hatásos). A növények bizonyos kórokozók köztes gazdái is lehetnek, ilyenkor a mikroba (főként gomba) bizonyos fejlődési stádiumai a növényhez kötöttek. Az **állatok** sem mikrobák, de számos fertőző betegségben közvetítőként vagy gazdaként ill. köztes gazdaként szerepet játszanak, mindenekelőtt bizonyos rágcsálók és ízeltlábúak (pl. a sárgaláz nevű vírusos betegséget szúnyogok terjesztik, és az őserdei majmok valamint az ember a vírus gazdái; köztes gazdái pedig csak eukarióta kórokozóknak lehetnek, protozoonok esetén a definíció kissé eltér a fent gombákra megadottól, ld. később).

**A mikrobák és környezetük**

Az egyes élőlények csak **környezet**ükben lehetnek életképesek, önállóan nem. A mikrobákat is környezetük látja el tápanyaggal, energiával, valamint felveszi kibocsátott anyagcseretermékeiket. A környezetet az alapján ítéljük meg, hogy ezen funkcióit hogyan látja el. A környezet lehet **elpusztító**, ahol kizárt bármilyen élet, pl. tömény kénsav. Az **indifferens** környezet nem pusztítja el az élőlényeket, de nem is látja el őket tápanyagokkal: az életjelenségeiket tehát nem teszi lehetővé (azok lecsengenek), de azt igen, hogy kitartó képletek (pl. spórák) formájában sokáig fennmaradhassanak.

**Támogató** környezetnek nevezzük azt, amelyik biztosítja az élőlény számára szükséges tápanyagokat. A támogatás lehet **mérsékelt**, amikor a biztosított feltételek nem elegendőek az élő szervezet számára: ilyen körülmények között az élet hosszabb távon éppúgy nem marad fenn, mint az indifferens környezetben. Ha a támogatás minőségi és mennyiségi értelemben is megfelelő, akkor **megtartó** környezetről beszélünk, ebben maradhat fenn hosszú távon az élet, hiszen az élőlény növekedni, szaporodni is képes benne (egyensúly nincs, csak állandósult állapot, steady-state). Természetesen a megtartó környezetet az egyes élőlényekre eltérően lehet csak megadni, hiszen a különböző szervezetek igényei is eltérnek. A következőkben sorra fogjuk venni, hogy az egyes mikrobák környezetükkel szembeni igényeik vagyis életfeltételeik szerint hogyan csoportosíthatók.

**1. Hőmérséklet**

Az élőlények hőmérsékletigénye két adattal jellemezhető: hogy hol található az élőlény számára optimális hőmérséklet és milyen széles a tűrési tartomány. Tűrési tartomány az, ahol az élőlény még szaporodni is képes, nemcsak túlélni, ezért vegetatív alakra vonatkoztatjuk, s nem kitartó képletre (pl. spóra). A csak szűk tűrési tartományban életképes fajokat **sztenoterm**eknek, míg a széles tartományokat elviselőket **eüriterm**eknek nevezzük. Hőmérsékleti optimumuk alapján megkülönböztetünk **pszichrofil**, **mezofil** és **termofil** élőlényeket, aszerint hogy az optimum 20oC alá, 20 és 40oC közé vagy 40oC fölé esik-e. A **termotoleráns** és **pszichrotoleráns** kifejezések viszont nem az optimumra, hanem a tűrési tartományra vonatkoznak, pl. az a mikroba termotoleráns, amely más mikrobáknál jóval szélesebb tartományban képes elviselni a meleget (eüriterm), ugyanakkor hőfokoptimuma alapján mezofil is lehet, nemcsak termofil.

Az eddigiekben a külső hőmérsékletről volt szó. Belső hőmérsékletük alapján az élőlények lehetnek változó (**poikiloterm**) vagy állandó testhőmérsékletűek (**homoioterm**). Utóbbiak kizárólag a madarak és az emlősök, tehát a mikroorganizmusok valamennyien poikilotermek, de a gazda lehet homoioterm is.

**2. Nedvesség**

A víz valamennyi élőlény számára élettérként, reakcióközegként, reakciópartnerként egyaránt fontos. Az egyes élőlények optimális vízigénye (ami egzakt módon a vízaktivitással fejezhető ki) mégis eltérő, eszerint beszélhetünk **higrofil** vagy annak ellentéteként **xerofil** (**ozmofil**, **halofil**) fajokról, ill. léteznek széles tűrési tartományú, azaz **higrotoleráns** vagy **xerotoleráns** fajok is. A xerofil és xerotoleráns mikrobák csekély száma adja elvi alapját pl. az élelmiszerek cukorral vagy sóval ill. szárítással való tartósításának. A gombák között azonban vannak alacsony vízigényűek, ezt igazolják a cukorral tartósított lekvárokon vagy a falakon megjelenő penésztelepek.

**3. Kémhatás**

A mikrobák **acidofilek**, **neutrofilek** vagy **alkalofilek** lehetnek pH-optimumuk alapján, illetve a tág tűrési tartományú fajok lehetnek **acidotoleránsak** vagy **alkalotoleránsak**. A baktériumok általában neutrofilek vagy enyhén alkalofilek (pH optimumuk 7 vagy 8 körüli), de pl. a tejsavbaktériumok acidofilek és *erősen* acidotoleránsak. Ezzel szemben a gombák általában acidofilek (különböző gombák enyhén, közepesen vagy erősen), s tökéletlen biológiai oxidációjuk eredményeképp szerves savakat (pl. a TCA-ciklus intermediereit vagy oxálsavat) termelnek s juttatnak környezetükbe, így biztosítva a számukra kedvező pH-t. Néhány gomba arra is “képes, hogy túllőjön a célon”: egyes *Brettanomyces* nemzetségbe tartozó gombák telepeit az általuk termelt ecetsav el is pusztíthatja. Ennek elkerülésére táptalajukba CaCO3-ot tesznek.

**4. Levegő (oxigén)**

Azokat a mikroorganizmusokat, amelyek anyagcseréjük révén hasznosítják a levegő oxigénjét, **aerob**oknak nevezzük (többnyire, de nem kizárólag az elektrontranszport-lánc megléte, s az O2 terminális elektronakceptorként való hasznosítása a követelmény), ilyen pl. a *Bacillus cereus*. Ezzel szemben a levegő oxigénjét nem hasznosító mikrobák **anaerob**ok; ezek vagy nem is rendelkeznek elektrontranszport-lánccal, s csak szubsztrátszintű foszforilációval jutnak energiához, vagy pedig a terminális oxidáció elektronakceptoraként O2 helyett valami mást használnak (pl. NO3-, SO42-, CO2). Az **obligát anaerob** organizmusokra (pl. *Clostridium perfringens*) az is jellemző, hogy az O2 erősen toxikus számukra (kisebb mértékben az O2 minden élőlényre mérgező!). Az általuk felvett O2-re ugyanis elektronok kerülhetnek, s ekkor O2- vagy O22- ionok keletkeznek, amelyeket szuperoxid-diszmutáz (SOD) és kataláz enzimek hiányában nem tudnak ártalmatlanítani.

**Fakultatív anaerob**ok azok a mikrobák, amelyek aerob anyagcserét folytatnak O2 jelenlétében, ugyanakkor anaerobot O2 hiányában (pl. *Escherichia coli*). Meg kell különböztetnünk tőlük az **aerotoleráns ananerob**okat (pl. tejsavbaktériumok). Utóbbiakra az jellemző, hogy szaporodnak ugyan levegő jelenlétében is és hiányában is, de anyagcseréjük mindig anaerob marad. Tehát megtanulták kiküszöbölni az O2 toxikusságát SOD és kataláz enzimekkel, de nem tanulták meg hasznosítani azt. Utolsó kategóriaként említést érdemelnek a **mikroaerofil** mikrobák, ők aerobok, de a normál légköri oxigéntenziónal kisebb koncentrációban optimális számukra az O2 (pl. a cianobaktériumok kb. a légköri oxigéntartalom felénél mutatnak maximális aktivitást).

Az anyagcsere fenti sokfélesége csak a prokariótákra jellemző, az **eukarióták** alapvetően **aerob szervezetek**. A gombák közül sokan képesek tolerálni az oxigén csökkent tenzióját vagy akár teljes hiányát is, utóbbit azonban nem a végtelenségig. Pl. a *Saccharomyces cerevisiae* O2 teljes hiányában átáll az energiatermelés anaerob útjára ugyan, de membránjának egyik esszenciális komponensét, az ergoszterint oxigén nélkül nem képes szintetizálni. Ennek eredményeként számos osztódás után a sejtek szaporodása végül leáll; az élesztőgombák tehát aerob szervezetek, s nem fakultatív anaerobok.

**5. Tápanyagok**

A ***Liebig*-féle minimumelv** szerint a mikrobák szaporodását az igényeikhez képest legkisebb mennyiségben jelenlevő komponens határozza meg. Ez a komponens lehet C-forrás, N-forrás, P-forrás, ásványi anyagok, nyomelemek, vitaminok, de az O2 is (utóbbit kiemelt jelentősége miatt külön pontban tárgyaltuk).

**Szénforrás**uk szerint az élőlények **organotróf**ok illetve **litotróf**ok lehetnek, míg **energiaforrás**uk szerint **kemotróf**ok vagy **fototróf**ok. A C- és E-forrás együttes figyelembevételével tehát négyféle élőlény létezhet: kemoorganotróf, kemolitotróf, fotoorganotróf és fotolitotróf. Az eukarióták között ebből csak két eset fordul elő, a **kemoorganotróf** vagy másképpen **heterotróf** szervezetek (állatok, gombák), és a **fotolitotróf** vagy **autotróf** növények. Ezzel szemben a baktériumok körében mind a négy esetre találhatunk példákat, pl. a metanogén baktériumok **kemolitotróf**ok (autotrófok), de a bíbor nem-kénbaktériumok **fotoorganotróf**ok (heterotrófok). A humán közegészségügyi szempontból fontos prokarióták zöme kemoorganotróf (heterotróf) élőlény. Azt se felejtsük el, hogy létezik **heterotróf CO2-fixáció** is: az ún. anaplerotikus reakciók között, amelyek a citrát-ciklus intermedierjeinek feltöltésére szolgálnak (pl. a piruvát + CO2 → oxálacetát reakció, ATP terhére).

**Nitrogénforrás**uk szerint a mikrobák lehetnek **organoazotofil**ek (csak szerves N-forrást: fehérjéket, aminosavakat hasznosítanak) vagy **anorganoazotofil**ek (szervetlen N-forrást hasznosítanak, mint: NO3-, NO2-, NH4+).

A széles tápanyagspektrumú élőlények **polifág**ok, míg a szűk tápanyagspektrumúak **oligofág**ok vagy **monofág**ok. Egy faj azon változatait vagy mutánsait, amelyeknek van valamilyen speciális tápanyagigényük, **auxotróf**oknak nevezzük. A faj más egyedei, amelyekre ez az igény nem jellemző, **prototróf**ok.

Tápanyagfelvételük alapján a mikrobák zöme **kilotróf** táplálkozású. Jellemzőjük, hogy emésztőenzimeiket kiválasztják szervezetükön kívülre, a táplálék emésztése kívül történik meg, s kis molekulájú tápanyagokat vesznek fel. A protozoonok között vannak fagotróf táplálkozásúak is (pl. amőbák), ezek fagocitózissal bekebelezik táplálékukat, s belül emésztik tápanyagokká azokat.

**A járványtan demográfiai háttere**

Klasszikus értelemben járványosan csak a ragályos, tehát emberről vagy állatról emberre terjedő betegségek fordulnak elő, s a **járványtan (epidemiológia)** feladata ezen járványok vizsgálata. Napjainkban viszont a járványtan bármilyen betegség (ami tehát lehet élettani betegség is, pl. diabetes) előfordulásával foglalkozik egy adott populációban; tk. a lakosság általános egészségi állapotát méri. Ez viszont ismereteket tételez fel magáról a **népesség**ről, amin egy adott terület lakosainak összességét értjük. A népességről, annak rétegződéséről és változásairól a **demográfia** szolgáltat információt.

A népesség nyilvántartása az államok régi igénye, ezért a demográfia a statisztika anyjának is tekinthető egyben. A **struktúrális demográfia** adatforrásai a **népszámlálás**ok (cenzusok), amelyek egy meghatározott időpontban adnak képet a népesség számáról és összetételéről is (pl. kor, nem, etnikum, iskolai végzettség, foglalkozás, családi állapot, stb. szerint). Ezzel szemben a népesség körében végbemenő folyamatokat, változásokat (születés, halál, migráció) a **dinamikus demográfia** vizsgálja. Ennek alapjait a polgári anyakönyvezés és a lakcímnyilvántartás biztosítja.

A népesség kor és nem szerinti megoszlását tükröző ábrát nevezi a struktúrális demográfia **korfá**nak. Ismerete azért fontos, mert egy adott betegség előfordulását gyakran fontos a társadalom különböző korú és nemű csoportjaiban vizsgálni (pl. gyerekbetegségek). A demográfia **arányszámok**kal jellemzi az egyes események előfordulási gyakoriságát a megfigyelt populáció körében. Ha pl. az esemény kor szerinti megoszlása fontos, akkor az eseményt korcsoportonként vizsgálják meg, amihez a korfára is szükség van.

A dinamikus demográfia alapmutatói az **élveszületési** és a **halálozási arányszám**, amelyeket egy adott évben a teljes népesség évközepi számára és 1000 főre szokás megadni, tehát pl. élveszületési arányszám = 1000 \* élveszületések száma / népesség évközepi száma. Évközepi számon az év eleji és év végi népesség számtani közepét értjük; azért ezt használjuk, mert a vizsgált év során változik a népesség száma. A népesség **természetes szaporodás**át vagy **fogyás**át az adott évben az élveszületési és halálozási arányszámok különbsége adja meg.

A fent definiált halálozási arányszám semmit sem mond a halálozások kor szerinti megoszlásáról valamint a halálokokról. Ezért először is a halálozási arányszámot korcsoportonként szokás megadni, ezt hívjuk **korspecifikus halálozási arányszám**nak. Érthető módon ez az arányszám az idősebbek körében, illetve az adott terület egészségügyi helyzetétől függően a csecsemők esetében mutat nagyobb értékeket. Fontos megvizsgálni a halálesetek ok szerinti rétegződését, ezt szolgálja a **halálok-specifikus halálozási arányszám**, amit általában 10000 vagy 100000 lakosra vonatkoztatnak. Ez is tükrözi az adott térség fejlettségét, pl. míg a fejlett országokban a keringési és daganatos betegségek képezik a vezető haláloki csoportot, addig a fejlődő országokban többnyire még ma is a fertőző betegségek.

A demográfiai mutatók között vannak további nagy jelentőséggel bírók. Ilyen a **csecsemőhalálozási arányszám**, amely az egy éves koruk előtt meghaltak számát 1000 élveszületéshez viszonyítja. Ebbe a mutatóba a halvaszületettek nem számítanak bele, csak akik élve megszülettek, de nem érték meg első születésnapjukat. A csecsemőhalandóság a lakosság egészségi állapotának egyik hasznos indikátora. Két részre bontható, s így beszélünk **neonatális** (korai v. újszülöttkori, 0-28 napos) és **posztneonatális** (késői, 29 nap - 1 év) **csecsemőhalálozás**ról. A fejlett országok a késői csecsemőhalálozás csökkentésében értek el nagy eredményeket, ezek okai ugyanis zömmel fertőző betegségek. A korai csecsemőhalálozás kevésbé függ az ország fejlettségétől, ugyanis azok oka általában veleszületett fejlődési rendellenesség, éretlenség. A születési tömeg differenciáló szerepet tölt be a korai csecsemőhalandóságban, a 2500 g alatti tömeggel születettek körében értéke kiugróan magas.

A lakosság egészségi állapotának igen elterjedt mutatója a **várható élettartam**, egy életévekben kifejezett átlagérték, amely megadja, hogy egy adott korú egyén várhatóan hány évet él még, ha a fennálló halandósági viszonyok nem változnak. Leggyakrabban a **születéskor várható élettartam**ot szokás megadni, amely minden korosztály halandóságát tükrözi. Századunkban a csecsemőhalandóság csökkenése a fejlett országokban jelentősen megemelte ezt az értéket. Napjainkban a fejlett és a fejlődő országok között tapasztalható jelentős különbség a születéskor várható élettartamban jórészt a csecsemőhalandósági különbségekre vezethető vissza.

**A járványtan (epidemiológia) tárgya és ágai**

Az **epidemiológia** populációs szinten vizsgálja az egészségi állapottal kapcsolatos jelenségeket, folyamatokat és tanulmányozza azok populációs szintű megoldásának lehetőségeit. Vizsgálati köre jelentősen kibővült, hiszen (amint arról már szó volt) korábban kizárólag a járványosan megjelenő ragályos betegségeket vizsgálta (ma ez az epidemiológia **szűk értelmezés**e). Jelenleg bármilyen tömegesen előforduló betegséggel foglalkozik, köztük élettani betegségekkel is, mint a szívinfarktus, sőt még a közlekedési balesetekkel is (**tág értelmezés**). Az általános járványt a tudomány **epidémiá**nak nevezi, innen ered az epidemiológia szó is. **Endémiá**nak nevezzük, ha egy adott területen egy adott betegség tartósan vagy állandóan jelen van, mint a kolera Indiában (endémiás terület). Az egész Földre kiterjedő járvány neve pedig **pandémia**, ilyen pl. napjainkban az AIDS ill. időnként az influenza előfordulása.

Módszertani szempontból az epidemiológiának 3 ága különböztethető meg. A **deskriptív (leíró) epidemiológia** csak a lakosság körében megfigyelhető jelenségek leírására szorítkozik, de kauzális összefüggéseket nem vizsgál, a jelenségek befolyásolására nem törekszik. Az **analitikus epidemiológia** nem áll meg a leírások szintjén, hanem összefüggéseket kutat, hipotéziseket vizsgál, feltérképezi a járványok kockázati tényezőit. Az **experimentális epidemiológia** pedig kísérleti eszközöket alkalmaz az analitikus eredmények tesztelésére, és célzott beavatkozásokat hajt végre a járványok megakadályozására. A kísérleti eszközök között nagy szerepet kapnak a humán populációs vizsgálatok, ahol az etikai normák érvényesítésére kellő gondot kell fordítani.

**Deskriptív epidemiológia**

A deskriptív epidemiológia a jelenségeket (betegség, halálozás) egy adott földrajzi területen (földrész, ország, megye, község) és adott idő (általában egy év) alatt vizsgálja. Legegyszerűbben a teljes populációra vonatkozó gyakoriságokat méri, de szükség esetén a lakosság nem, kor, stb. szerinti rétegződését is figyelembe veszi. Egy adott betegségre vonatkozóan a három leggyakrabban használt fogalom a morbiditás, a mortalitás és a letalitás.

A **morbiditás** megadja, hogy egy bizonyos betegségben hányan szenvednek az adott területen és adott idő alatt, s ezt a teljes népességhez viszonyítjuk. Itt is a népesség évközepi számát használjuk, s általában 100000 főre adjuk meg a morbiditást. A **mortalitás** az adott betegségben elhunytak számát adja meg, ugyanolyan viszonyítás mellett; ez jellemzi a betegség társadalmi veszélyességét. A morbiditást és a mortalitást kapcsolja össze a **letalitás** (letalitás = 100 \* mortalitás / morbiditás), ami a betegség halálozási veszélyességét méri. Megadja, hogy az adott betegségben szenvedők hány százaléka hal meg a betegség következményeként.

A morbiditást tovább finomító fogalmak az incidencia és a prevalencia. **Incidenciá**n az új esetek (megbetegedések) számát értjük az adott évben, a morbiditáshoz hasonlóan a populációra vonatkoztatva. A betegség terjedését ez a paraméter nyilvánvalóan jobban jellemzi, mint a morbiditás. A **prevalencia** pedig egy meghatározott időpontban méri a betegség gyakoriságát, ezért pontprevalenciának is nevezik. Ennek a paraméternek pedig az az előnye, hogy egyszerűen meghatározható. A betegség veszélyességét bizonyos fokig jellemző, eddig bevezetett paraméterek bármelyikét legegyszerűbben az egész populációra vonatkoztatjuk. Mivel azonban a betegségek jellegüknél fogva eltérő módon terjedhetnek a különböző korú és nemű egyének között, célszerű ezt figyelembe venni, s korcsoportonként mérni az ún. **korspecifikus** morbiditást, incidenciát, prevalenciát, mortalitást, letalitást. Mindezt szükség esetén külön meg lehet adni nőkre és férfiakra is.

**A morbiditás megismerhetősége, szűrővizsgálatok**

A morbiditás teljes köréről, szemben a mortalitással, nem állnak rendelkezésre adatok. A **teljes morbiditás** helyett sajnos be kell érjük az **ismert morbiditás**sal, amiről képet tudunk alkotni. A betegségek egy jelentős hányada (pl. szalmonellózis, influenza, AIDS) bejelentésre kötelezett, az orvos jelenti az általa diagnosztizált eseteket, s ezen folyamatosan érkező bejelentések képezik az alapját a statisztikai feldolgozásnak. Másrészt az egészségügyi és társadalombiztosítási intézmények vezetnek statisztikát a kezeltekről, táppénzes állományban levőkről, a morbiditás így is ismertté válik. Ugyanakkor nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy sokan nem is fordulnak orvoshoz panaszaikkal, az orvos sem tudja mindig biztosan megállapítani a betegséget, ezért a morbiditás egy része rejtett marad. A deskriptív epidemiológia fontos feladata a **rejtett morbiditás** feltárása, ami bonyolult feladat, fontos segédeszközei a **szűrővizsgálatok**.

A szűrővizsgálatok a rejtett betegségek feltárására alkalmazott tesztek, eljárások, melyeknek önmagukban nem szabad veszélyt hordozniuk a szűrtekre. A szűrési tesztek többnyire nem diagnosztikai értékűek, tehát a pozitív eredményű személyeket további vizsgálatokra kell küldeni. A szűrési vizsgálatok vagy a teljes lakosságon vagy annak egy reprezentatív mintáján végzendők el. Vannak célzott szűrővizsgálatok is, ilyenek a pályaalkalmassági és foglalkozási ártalmakkal kapcsolatos szűrések.

A szűrővizsgálatnak mindenek előtt **reproduktív**nak, azonos eredménnyel megismételhetőnek kell lennie. A következő kritérium a **validitás**, a pozitív és negatív személyek differenciálása. Az egyes személy objektíve lehet beteg (pozitív) vagy nem beteg (negatív), s a szűrővizsgálat az illetőt pozitívnak vagy negatívnak minősítheti. Sajnos a minősítés és az objektív valóság nem mindig azonos, így a valódi pozitív és negatív eredmények mellett álpozitívak és álnegatívak is adódnak.

A validitás ezen kétféle torzítás gyakoriságát méri, ezért két oldala van, a **szenzitivitás** és a **specifikusság**. A szűrési teszt **szenzitív**, ha a betegeket megbízhatóan azonosítja, kevés az álnegatív eset. A szenzitivitás annak valószínűsége, hogy a beteg ember vizsgálati eredménye pozitív lesz. Ezzel szemben akkor **specifikus** a teszt, ha a nem beteg személyeket jelzi korrekten, tehát kevés az álpozitív. A specifikusság annak valószínűsége, hogy a nem beteg személy vizsgálati eredménye negatív. A teszt validitása akkor jó, ha szenzitivitás és specifikusság szempontjából is megbízható. Valójában a szenzitivitás annyiból fontosabb, mint a specifikusság, hogy míg az álpozitívakat a további vizsgálatok negatívnak fogják mutatni, addig az álnegatívak betegsége rejtve marad! Egy teszt validitását bevezetése előtt két kontroll csoporttal (beteg és nem beteg) lehet meghatározni, s a későbbiekben is időnként ellenőrizni.

Természetesen a lakosság szűrése során a validitás nem határozható meg, helyette a **prediktív érték** használható, ami a szűrési teszt eredményességi mutatója. Ennek is két oldala van, a pozitív és a negatív prediktív érték. Egy teszt **pozitív prediktív érték**e megadja, hogy egy pozitív vizsgálati eredményű személy mekkora valószínűséggel beteg. Értékét tehát az álpozitívok rontják, de ezek a későbbi vizsgálatok során kiszűrhetők. Ezzel szemben a teszt **negatív prediktív érték**e megadja, hogy egy negatív vizsgálati eredményű személy mekkora valószínűséggel egészséges. A prediktív értékek közül a negatív a fontosabb, megint csak azért, mert az álnegatívak betegsége rejtett marad.

**Analitikus epidemiológia**

Az analitikus epidemiológia célja, hogy a betegséget okozatként felfogva, annak okait, befolyásoló tényezőit kutassa fel. Azt vizsgálja, hogy a feltételezett okok valóban **kockázati tényező**i-e egy bizonyos betegségnek. Ezért általában két populációt vizsgál, az egyik **exponált** (a kockázati tényezőnek kitett) a másik **nem exponált** (a kockázati tényezőtől mentes). Egy adott tényező **kockázat**a az alábbiak szerint definiálható: meghatározzuk az incidenciát az exponált és a nem exponált csoportban, s a kettő hányadosát nevezzük kockázatnak vagy relatív kockázatnak. Ez a tényező ugyanis megadja, hogy az exponáltak körében hányszor nagyobb a megbetegedés valószínűsége, mint a nem exponáltak körében.

Roppant fontos, hogy a két csoport minden lényeges szempontból azonos legyen, reprezentatív mintáit alkossák a teljes populációnak, csak az adott tényezőre való kitettségben térhetnek el. A minta megfelelően nagyra választott értékére is ügyelni kell, hiszen kis mintáknál a mérés pontatlanná válik! A kockázat természetesen becsülhető a két csoportban meghatározott morbiditásból vagy prevalenciából is, ha azt tudjuk mérni, de a pontos érték a definíció szerinti **incidenciák**ból számolt. Vigyázzunk arra is, hogy ritka betegségek esetén a nagy relatív kockázatnak nem szabad a kelleténél nagyobb jelentőséget tulajdonítani! Márcsak azért sem, mert ritka betegségek esetén a kockázat mérése pontatlan.

Módszertani szempontból az analitikus epidemiológia három fő vizsgálati módszert alkalmaz, a retrospektív, a prospektív és a keresztmetszeti vizsgálatokat, mindegyik esetben az értékelés kontingencia-táblázatok segítségével történik.

A **retrospektív vizsgálatok** másik elnevezéssel eset-kontroll vizsgálatok. Kiindulnak két csoportból, az egyik tagjai az adott pillanatban egy adott betegségben szenvednek, a másik tagjai egészségesek. A vizsgálat arra terjed ki, hogy a múltban (egy időtartamig visszamenőlegesen) a feltételezett kockázati tényezők azonos módon terhelték-e a két csoportot. Ha az egészségesek közül valakiről kiderül, hogy a vizsgált idő alatt átesett ugyanezen a betegségen, akkor átkerül a beteg csoportba. Ha a kockázatnak való kitettség egyértelműen eldönthető mindkét csoportban, akkor egyrészt az exponáltak aránya megadható mindkét csoportban, ami önmagában fontos adat; másrészt az adatok átrendezésével kiszámítható a morbiditás az exponáltak és nem exponáltak körében. A két morbiditási adat hányadosaként a kockázat becsülhető, de pontos értéke nem adható meg, hiszen az incidenciák nem határozhatóak meg. További problémák adódnak az egyének emlékezéséből származó torzítással, valamint nehéz biztosítani, hogy a betegcsoport minden egyéb szempontból reprezentatív legyen. A retrospektív vizsgálatok mindezek ellenére használatosak, mert költség- és időigényük kisebb, mint a következőkben ismertetendő prospektív vizsgálatoké.

A **prospektív** (vagy kohorsz) **vizsgálatok**nál két egészséges csoportból indulunk ki, de az egyik egy bizonyos tényezőnek exponált, a másik nem. A megfigyelés ezután időben előre haladva történik: azt vizsgáljuk, hogy egy bizonyos betegség fellép-e az egyes csoportok tagjain. A vizsgálat befejezésekor tehát az incidencia pontosan meghatározható lesz mind az exponált mind a nem exponált csoportban, s ebből a kockázat pontosan számolható. Másik előnye, hogy emlékezési hibák nem terhelik a módszert. Hátrányai viszont időigényessége és a vizsgálat közbeni lemorzsolódások. Utóbbi azért is problémás lehet, mert a kezdetben a populációt jól reprezentáló két csoport a létszámfogyások után nem biztos, hogy reprezentatív marad. Ritka betegségeknél olyan nagy populációval és vizsgálati idővel kellene dolgozni, ami ezt lehetetlenné teszi. Gyakran a retrospektív módszerrel kapott eredményeket ellenőrzik prospektív módszerrel.

A **keresztmetszeti vizsgálatok**at egy adott időpontban végzik el. Egy mintában megvizsgálják a vizsgálat időpontjában betegek és egészségesek ill. exponáltak és nem exponáltak arányát. Ezen vizsgálat révén a prevalencia állapítható meg az exponált és a nem exponált csoportban, s abból becsülhető a kockázat. A leggyorsabb, de a legpontatlanabb eljárás. Ugyanakkor kiválóan alkalmas a minta osztályozására, azaz beteg - nem beteg ill. exponált - nem exponált csoportokra bontására, ami egy prospektív vagy retrospektív vizsgálat előtt szükséges, s egy előzetes tájékoztató adatot is szolgáltat a kockázatot illetően.

**Experimentális epidemiológia**

Szemben az előző két epidemiológiai ággal, az experimentális epidemiológiában a vizsgáló beavatkozik, tudatosan irányítja a vizsgált folyamatokat. Ez különösen fontossá teszi a vizsgálatok etikai követelményeit: a beavatkozás nem járhat túlzott kockázattal a részt vevők számára. Az eljárás lényege, hogy a mintát random módon két csoportba sorolják, egy kísérleti és egy kontroll csoportba. A kísérleti csoportban végrehajtanak egy bizonyos preventívnek gondolt beavatkozást (pl. oltást adnak egy betegség ellen). Ezután a prospektív vizsgálathoz hasonló módon időben előre haladva vizsgálják, hogy a két csoportban milyen számban fordulnak elő megbetegedések. A vizsgálat végén elemzik a kimenetelt a két csoportban, illetve a kettő közötti különbséget. Az eredmény ismeretében megfontolás tárgyát képezi, hogy az adott beavatkozást érdemes-e és be lehet-e vezetni a lakosság szélesebb rétegeinél, ehhez elegendően hatékonyan javítja-e az egészségi állapotot, s milyen ráfordításokat igényel.

**Fertőző betegségek járványtana**

Bár megállapítottuk, hogy napjainkban a járványtan nemcsak a fertőző, s különösen nemcsak a ragályos betegségek, hanem élettani betegségek tömeges előfordulásával is foglalkozik, a továbbiakban mi csak a fertőző betegségek járványtanával foglalkozunk, hiszen ezen tárgy alapvetően mikrobiológiai jellegű. A **fertőző betegségek járványtana** mindazon tényezőkkel foglalkozik, amelyek összefüggésben lehetnek a fertőző betegségek előfordulásával, terjedésével. Vizsgálja a fertőző betegségek, járványok keletkezésének okait, terjedésük módját, s a folyamat befolyásolhatóságát. Feladata a járványok keletkezésének megelőzése, vagy ha ez már nem sikerült, akkor a leküzdése.

A járványfolyamat terjedésének jellemzésére használható viszonyszámok az infekciozitási és a kontagiozitási indexek. Az **infekciozitási index** azt fejezi ki, hogy 100 azonos fertőzésnek kitett (exponált) személy közül hányból mutatható ki a kórokozó. A kórokozó jelenléte még nem jelent betegséget! Ezt vizsgálja a **kontagiozitási index**: 100 azonos fertőzésnek kitett személy közül hány betegszik ténylegesen meg.

A fertőző betegségek keletkezési módjuk, a szervezetbe történő behatolásuk helye, megtelepedésük helye és terjedésük módja szerint csoportosíthatók. Mindezek alapján nyolc csoport különíthető el, melyeket az alábbiakban ismertetünk. Gyakori, hogy egy betegség többféle úton ill. módon is terjedhet, ezért a csoportosítás nem mindig egyértelmű. Ilyenkor általában a leggyakoribb átviteli módot veszik figyelembe.

Mindazon kórformákat, amikor a kórokozó a szájon át kerül a szervezetbe, s többnyire a gyomor-béltraktusban szaporodik és a széklettel távozik, **enterális úton terjedő betegségek**nek nevezzük. Egyes esetekben a kórfolyamat az enterális traktusra korlátozódik, máskor a kórokozó a bélrendszerben marad ugyan, de felszívódó exotoxinja következtében más szerveket is károsít, illetve az is lehetséges, hogy a kórokozó áthatol a bélfalon, és a vér- vagy nyirokpályákon keresztül más szerveket is megtámad. Ebbe a csoportba tartozik pl. a hastífusz, a vérhas, a bélhurut, a kolera, a hepatitis-A, a poliomyelitis. A tápcsatornát megkerülő egyéb fertőzési módokat összefoglaló néven parenterális fertőzéseknek nevezzük.

**Toxikoinfekciók**nak nevezzük azokat a betegségeket, amelyek kiváltó oka az elfogyasztott, mikroorganizmusokkal vagy azok toxinjaival szennyeződött étel vagy ital. Tulajdonképp ezek is enterális terjedésű betegségek, külön csoportba sorolásukat az indokolja, hogy nem a szervezetben kezdenek el szaporodni a mikrobák, hanem már az elfogyasztott élelmiszerben nagy mennyiségben jelen volt a mikroba vagy toxinja. Kiváltó ágensük alapján három típusba oszthatók ezek a betegségek. Az első típus esetén az ételben nagy mennyiségben jelenlevő mikroba okozza a problémát, amely exotoxint nem termel (pl. szalmonellózis). Ezt a formát **ételfertőzés**nek nevezik, ragályos lehet. A második típusban az élelmiszerben egyaránt nagy mennyiségben jelen lehet a mikroba és/vagy az általa termelt exotoxin, az ún. enterotoxin (pl. staphylococcosis). A harmadik típusnál pedig az élelmiszerben az élő mikroba már nincs jelen, kizárólag a korábban termelt exotoxin okozza a megbetegedést (pl. botulizmus). Ezt a formát **ételmérgezés**nek nevezik, nem ragályos.

Mindazon betegségeket, amikor a kórokozó a szervezetbe a légutakon keresztül jut be **aerogén (légúti) fertőző betegségek**nek nevezzük. Jellemző terjedési formájuk a cseppfertőzés. A kórfolyamat vagy csak a légzőszervekre korlátozódik vagy pedig más szervekre is átterjed. Ilyen betegség pl. a skarlát, a torokgyík, a szamárköhögés, a tüdőgümőkór, a lepra, a kanyaró, a rubeola, az influenza, a mumpsz, a bárányhimlő.

**Hematogén-limfogén úton fertőző betegségek** esetén a kórokozókat valamilyen vérszívó állat (szúnyog, tetű, kullancs) mint vektor terjeszti. Ezek a betegségek gyakran endémiás területhez kötöttek, csak ott fordulnak elő, ahol a vektor számára az életkörülmények megfelelőek. Tipikus betegségek a visszatérő láz, a kiütéses tífusz, a Lyme-kór, a malária. Ebbe a csoportba soroljuk azokat a megbetegedéseket is, amelyek vérrel vagy vérkészítményekkel terjednek, mindenek előtt a hepatitis-B-t.

A **kültakarón keresztül terjedő betegségek** esetén a kórokozók elsődleges megtelepedési helye a bőr és függelékei (köröm, szőrzet) vagy a külső és belső testfelületek nyálkahártyái (a kötőhártya ill. a testüregek, pl. az ivarszervek nyálkahártyái). A mikroba az ép vagy még inkább a sérült bőrön át behatolhat a szervezetbe, s belső szerve(ke)t is megtámadhat. Ide tartozik a tetanus, a gázgangréna, a trachoma, a bőr- és nyálkahártya-gombásodások (muco-kután mikózisok).

A **szexuális úton terjedő** v. nemi **betegségek**et a nemzetközi irodalom az STD (sexually transmitted diseases) jelöléssel látja el. Klasszikusan mindössze négy betegséget soroltak ide (vérbaj, gonorrhoea, limfogranuloma venereum, trichomoniasis), ma kb. 20 kórokozót és 50 azok által létrehozott megjelenési formát tartanak nyilván. A demográfiai átrendeződések, városiasodás, szexuális szokásokbeli változások miatt ezek a betegségek a XX. sz. elejére népbetegségekké váltak. Napjainkban annak vagyunk szemtanúi, hogy az AIDS pandémiássá válása mellett a klasszikus nemi betegségek is ismét terjedőben vannak, ennek oka leginkább a fogamzásgátló tabletták elterjedése következtében kialakult nagyobb szexuális szabadosságban (pl. gyakori partnercsere, promiszkuitás) keresendő.

Azon betegségeket, melyek esetében ugyanaz a kórokozó embereket és valamilyen állatokat egyaránt megbetegíthet, s lehetőség nyílik az állat és az ember között a kórokozó és a betegség átvitelére, **antropozoonózisok**nak vagy röviden zoonózisoknak nevezzük, függetlenül attól, hogy milyen szerveknél hatol be és telepszik meg a kórokozó. A terjedésnek tehát többféle módja is lehetséges: közvetlenül az állat harapásával, tejének vagy húsának elfogyasztásával, ill. közvetve az állat által ürített kórokozó vízzel, talajjal, porral vagy élő vektorral történő közvetítésével kerülhet az emberbe. Ide tartozó betegségek a brucellózis, a lépfene, a pestis, a kullancsencephalitis, a veszettség, a sárgaláz.

Mindazokat a fertőzéseket, melyeket az egészségügyi ellátással kapcsolatba kerülő személy megszerezhet, **nosocomialis fertőzések**nek nevezzük, ill. a kialakuló betegségeket nosocomialis fertőző betegségeknek (*nosocomeion* = kórház). A kórházi fertőzések és betegségek ismerete mintegy 150 éves múltra vezethető vissza (gyermekágyi láz), s régen a iatrogén fertőzések és betegségek elnevezést használták rájuk (*iatros* = orvos). Ezek a betegségek az egészségügyi beavatkozások nélkül nem fejlődnének ki, az orvos és az ápolószemélyzet valamint a betegek terjesztik őket egymás között. A nosocomialis fertőzések kórokozói nagyon sokfélék lehetnek, gyakoriak közöttük az opportunisták, amelyek a legyengült személyeket betegítik csak meg. A nosocomialis fertőző betegségek terjedésével és annak gátlásával a járványtan egyik ága, a **kórházi járványtan** foglalkozik.

Ezen betegségek terjedésének objektív és szubjektív okai egyaránt vannak, s kórházi osztályonként gyakoriságuk nagyon változó. Legnagyobb a veszély az intenzív osztályon és égési sérülteknél, aztán az urológián, szülészeten, gyermekgyógyászatnál és a sebészeten. Mai elterjedt álláspont szerint ezen betegségek fele elkerülhető lenne. Az objektív okok közé tartozik, hogy a kórházakban sok a csökkent ellenálló képességű személy: csecsemők, idősek, transzplantációs műtétek miatt gyógyszeresen immunszuppresszáltak, valamilyen betegség miatt leromlott állapotúak. Utóbbi esetben tehát a szervezet ellenálló képessége csökken az elsődleges betegség miatt, s ennek talaján jöhet létre az ún. másodlagos betegség, ami nosocomialis eredetű is lehet. Tipikus példa erre az AIDS talaján létrejött tüdőgyulladás vagy Kaposi-sarcoma.

Objektív tényező a gyógyintézmények osztályainak, műtőinek korszerűtlensége (pl. sokágyas termek), az elégtelen személyzet, de az orvostudomány állása is (pl. a véradók szűrése nem tökéletes). A szubjektív okok közé tartozik az egészségügyi személyzet megfelelő (vagy nem megfelelő) higiénés szemlélete, figyelme és fegyelmezettsége (pl. az ápoló enyhe légúti betegséggel dolgozik), az intézmény működésének szervezettsége, az antibiotikumok kritikátlan alkalmazása (s ezáltal több antibiotikumra is rezisztens, ún. polirezisztens kórházi törzsek mesterséges szelektálása, valamint az autochton mikroflóra kiirtása miatt a szervezet védelmi rendszerének gyengítése).

Terjedési módjuk szerint a nosocomialis fertőzések egyaránt lehetnek aerogének, enterálisak, kültakarón át terjedők vagy hematogén-limfogének.