

Kiegészítések az immunrendszerhez – 2024

Fizikai-kémiai védelem

Szervezetünk elsődleges fizikai védelmi vonalát a bőr és a nyálkahártya szövetei képezik. Ezek a jól záródó határrétegek megakadályozzák káros anyagok, baktériumok és vírusok bejutását a testbe.

A gyomor erősen savas kémhatása védelmet nyújt a táplálékkal bekerült kórokozókkal szemben.

A nők hüvelyében szimbiózisban élő tejsavat termelő baktériumok savas kémhatás kialakításával védik a női ivarutakat, elsősorban a gombás fertőzésektől.

Szervezetünk kémiai védelmét leginkább az immunrendszer sejtjei által termelt antitestek, a máj által termelt szérum-komplementrendszer molekulái, a légző- és emésztőrendszeri váladékokban megtalálható lizozim biztosítják.

Emberi *mikrobiom*

Az utóbél, a bőr hámrétege, a szájüreg óriási számú mikroorganizmust tartalmaz: baktériumok, vírusok és gombák közösségét (számuk meghaladja az emberi sejtek számát).

Fontos szerepet játszik az egészség fenntartásában ez az életközösség, gátolja a kórokozók elszaporodását, másrészt az immunrendszer aktiválásával is elősegíti fertőzések elleni védekezést. Szerepe van a táplálkozásban (cellulóz-bontás, B- K-vitamin termelése), valamint befolyásolja az emberi viselkedést is (idegrendszert befolyásoló anyagokat is termel, pl. ingerületátvivő anyagokat).

A gyulladás egy intenzív védekezési forma. T-limfociták a védekezés során gyulladást okozó anyagokat (limfokineket) termelnek, tulajdonképpen ezek hozzák létre a gyulladás tüneteit. A gyulladásnál vérbőség (pirosodás) alakul ki, hogy több fehérvérsejt áramolhasson a fertőzés helyére. A gyulladást okozó anyagok könnyítik a fehérvérsejtek érből való kilépését, de ezzel az érfal kissé átjárhatóbb lesz, így a sejtközötti folyadék felszaporodása miatt duzzanat is kialakul. A fehérvérsejtek aktivitását növeli a magasabb hőmérséklet, a gyulladáskeltőknek hőmérsékletemelő hatásuk van.

A láz a szervezet *hasznos* védekezési reakciója, magasabb hőmérsékleten az immunrendszer hatékonyabban működik. Hónaljbán mérve:

37-38 °C között hőemelkedés;

38 °C fölött láz;

40 °C fölött igen magas láz (mindenképpen szükséges a csillapítása).

Végbélben 0,5 °C-kal többet mutat a hőmérő. A magas láz káros hatásokkal járhat, lázgörcs alakulhat ki. Nagyon magas láz, a fehérjék kicsapódása miatt akár halálos is lehet. A **lázcsillapítás** történhet lázcsillapító **gyógyszerekkel**. Ezek általában csak 4-6 óránként vehetők be újra. **Hűtőborogatás**nál nem elegendő csak a csuklóra vagy a homlokra tenni a vizes ruhát, az egész törzset be kell tekerni. Jó módszer a **hűtőfürdő**: testmeleg vízbe fekszik a beteg, majd fokozatosan csökkentjük kb. 32-34 fokra a víz hőmérsékletét.

Az immunrendszernek vannak olyan sejtjei, amelyeknek kifejezetten az a szerepe, hogy a limfociták számára könnyen észlelhető módon bemutassák az antigéneket. Ezeket **antigén-bemutató sejteknek** nevezzük, legfontosabbak a makrofágok. Az antigénbemutató sejtek a bekebelezett kórokozó fehérjéit kisebb peptidekre darabolják fel, s ezeket a saját MHC-fehérjékhez kapcsolva jelenítik meg sejthártyájuk külső felszínén, a T-sejtek ezt együttesen ismerik fel. A szervezet más sejtjei is képesek antigénbemutatásra. A vírussal fertőzött sejtek például a vírus részecskéit juttatják ki a sejthártyájukba az MHC-fehérjével együtt.

A T-limfociták antigénreceptorai a szervezet saját sejtjein megtalálható MHC-fehérjékhez kapcsolódó antigént ismerik fel. Ezt az elvet **kettős felismerésnek** nevezik. A szervezet összes sejtjének membránja tartalmaz MHC-fehérjét. Ezek a fehérjék egy egyén összes sejtjén azonosak, de a különböző emberekben eltérőek. (Ennek az eltérésnek az a következménye, hogy a szövet- vagy szervátültetés csak akkor lehet sikeres, ha a beültetett sejtek és a befogadó szervezet sejtjeinek MHC-fehérjéi nem nagyon térnek el egymástól.)

Citokinek: az immunrendszer hormonszerű jelátvivő anyagai, peptidek. Az immunsejtek citokinekkel kommunikálnak egymással: feladatuk az immunsejtek irányítása, aktiválása, az immunrendszer összehangolása. Felelősek a gyulladás és a láz kialakulásáért.

Az immunrendszer állapota, a környezeti terhelés és a betegségek kapcsolata: az immunrendszer gyengesége együtt jár a fertőzőes betegségekre való nagyobb hajlammal. Tartós immungyengeséget okozhatnak egyes kórokozók (pl. HIV vírus), kezelések (kemo- és sugárterápia) és gyógyszerek (pl. transzplantáció utáni kilökődést gátló szerek), valamint autoimmun betegségek.

A fertőzések elkerülésének lehetőségei és a járványok elleni védekezés módjai

Az alapvető higiéniai szabályok betartása (pl. kézmosás), vagy levegőben terjedő kórokozók ellen járvány idején maszk használata, fertőtlenítési, sterilizálási eljárások alkalmazásával kerülhetők el a fertőzések. A járványok ellen az előbbieket mellett védőoltásokkal is hatékonyan védekezik az emberiség.

Járványok terjedése ellen a személyes érintkezések csökkentése is hatékony lehet: karantén, iskolabezárás. (Ennek persze társadalmi-pszichológiai kárai vannak: nem találkozhat az iskolatársakkal, nagyival.)

A fertőző betegségek terjedésének tempója attól függ, hogy egy-egy fertőzött ember átlagosan *hány másikat fertőzhet meg* abban a népességben, amelynek tagjaiban még nem alakult ki a védettség a kórokozóval szemben, és amelyben még hiányoznak a fertőzést megállító intézkedések. Ez a mérőszám az **alap szaporodási ráta**, jelölése **R_0** . Könnyű belátni, hogy amikor $R_0 < 1$, akkor a fertőzés terjedése egyre lassul, végül megszűnik. Akkor lehet a fertőzés tartós terjedésére számítani, ha $R_0 > 1$. Egy járvány annál gyorsabban terjed és annál nagyobb kiterjedésűvé válik, minél nagyobb az alap szaporodási ráta értéke, hiszen ez azt jelenti, hogy egy fertőzött egyén több másinak adhatja tovább a kórokozót.

Közösségi védettség, más szóval **nyájimmunitás** akkor alakul ki, ha a népességben magas az adott kórokozóval szemben védett egyéneknek az aránya. Ugyanis azok a személyek, akik – fertőződés vagy védőoltás útján – immunitást szereztek, nem terjesztik a kórokozót, így

kiseb a valószínűsége annak, hogy egy egészséges, de nem immunis személy egy fertőzőttel érintkezzen. A nyájimmunitás kialakulása esetén a közösségben a kór terjedése lelassul, megáll, így a betegség akár el is tűnhet egyes területekről, vagy az egész Földről. Ez utóbbi történt például az egykor rettegett, nagy tömegek halálát okozó himlővel.

Az oltás beadásával tehát nem csak saját magát védi a beoltott egyén, hanem azokat az embertársait is, akik valamilyen egészségügyi ok miatt nem részesülhetnek oltásban, ezért kiszolgáltatott helyzetben vannak. Számos immunhiányos vagy gyenge immunitású ember nem kaphat oltást, ők csak a népesség többi tagjának belátására, felelősségérzetére számíthatnak, hiszen számukra a fertőzés végzetes kimenetelű lehet.

Az **első generációs vakcinák** (megelőző védőoltások) a kórokozó vírus, baktérium legyengített vagy inaktivált változatát tartalmazzák.

A korszerűbb **második generációs vakcinákban** a kórokozónak már csak egy- vagy többféle fehérjemolekulája, antigénje található meg. Ezek közé a védőoltások közé tartozik például az influenzaoltások egy része.

A géntechnológiai eljárások áttörést hoztak az oltóanyagok előállításában is.

A **harmadik generációs vakcinák** a vírusnak a fertőzésben fontos részletére vonatkozó genetikai információt tartalmazzák valamilyen formában.

a) **Vektor alapú vakcinák** A vektorok – hordozók – képesek idegen DNS-t élő sejtbe juttatni. Vektornak kiválóan alkalmasak vírusok, mint pl. az adenovírusok, melyek enyhe légzőszervi betegséget okoznak. A veszélyes kórokozó vírus egyik burokfehérje génjét egy genetikailag módosított – ártalmatlanított – adenovírus közvetítésével juttatják be. A bejuttatott vírus-DNS szakasznak köszönhetően a sejt előállítja a burokfehérjét, ami a sejt felszínére kerül, az immunrendszer pedig felismeri, később ez ellen védekezik.

b) **mRNS és DNS alapú vakcinák** A Covid-19 betegséget okozó vírus felszínén található tüskefehérjéket azonosítja immunrendszerünk idegen anyagként, antigénként, ez indítja el az immunválaszt. Az új típusú oltóanyagokkal a tüskefehérjét kódoló nukleinsavat (DNS vagy RNS) juttatják a sejtekbe. Azok a sejtek, amelyekbe bejutott az oltóanyag, tüskefehérjét termelnek, ami megjelenik a sejt felszínén. A fehérvérsejtek antigénként azonosítják az így képződött tüskefehérjéket, és ellenanyagot termelnek ellenük.

Semmelweis Ignác tudománytörténeti jelentősége

A XIX. században élt orvos volt, „az anyák megmentője”. Rájött, hogy a gyermekágyi lázat (szülés közben bekövetkező, régen gyakran halálos betegség) az orvosok és orvostanhallgatók okozták azzal, hogy boncolás után fertőtlenítetlen kézzel vizsgálták a várandósokat. A bábák nem végeztek boncolást, így ez a betegség jóval ritkábban fordult elő ott, ahol csak szülésznők vettek részt a terhesek ellátásában. Semmelweis a klórmész-oldatos kézmosást ajánlotta kollégáinak. A bécsi szülészeti klinikán ellentmondásosan fogadták javaslatát, később a pesti szülészeti klinikán ért el jelentős sikereket a gyermekágyi láz okozta halálozás csökkentésében. Semmelweis még nem tudta kimutatni gyermekágyi láz kórokozóját.

Vérátömlesztés és véradás jelentősége

Vérátömlesztéskor másik ember vérének juttatják a betegség vagy sérülés következtében sok vért veszített ember szervezetébe. Ez életmentő lehet.

Nagyobb vérvesztéssel járó műtéteknél is szükséges a transfúzió. Tervezett műtéteknél használhatják a beteg korábban levett és eltárolt vérének is.

Véradásra gyógyászati vérkészítmények és gyógyszerek előállításához is szükség van.

A szervátültetésekkel kapcsolatos gyakorlati és etikai problémák

A befogadó (recipiens) és az adó (donor) immuneltérései miatt immunreakció alakulhat ki a szervátültetés után. Jellemzően T-limfociták támadhatják meg a beültetett idegen szervet (celluláris immunválasz). Köznapi nyelven „kilökődés”-nek nevezzük, persze ilyenkor a szerv a helyén marad, csak már nem tudja ellátni a feladatát. Teljes immunazonosság csak egyetű ikreknél fordul elő, minden más esetben a befogadó szervezet immunrendszere fellép az új szerv ellen. A szervre várakozók közül azt a beteget választják ki, aki számára a szerv anyagai a legkevésbé „idegenek”. Minél gyengébb az immunválasz, annál valószínűbb, hogy az immunrendszer gyógyszeres legyengítésével meg lehet védeni a beültetett szervet a kilökődéstől. Ez a gyógyszeres kezelés általában az egész élet során tart.

Gyakran balesetben elhunyt ember ép szervei kerülnek felhasználásra. Gyakorlati probléma, hogy jól kell szervezni a kórházakban a lehetséges elhunyt donorok szerveinek tárolását, majd szállítását. Hazánkban nem kell előzetes beleegyező nyilatkozat a halál utáni szervkivételhez, viszont írásban megtilthatja bárki, hogy halála után átültessék szerveit, szöveteit.

Kevesebb a donor, mint a szervátültetésre várakozó. Orvosi és etikai problémát vet fel, hogy milyen szempontok alapján állítanak fel sorrendet a szervre várakozók között.

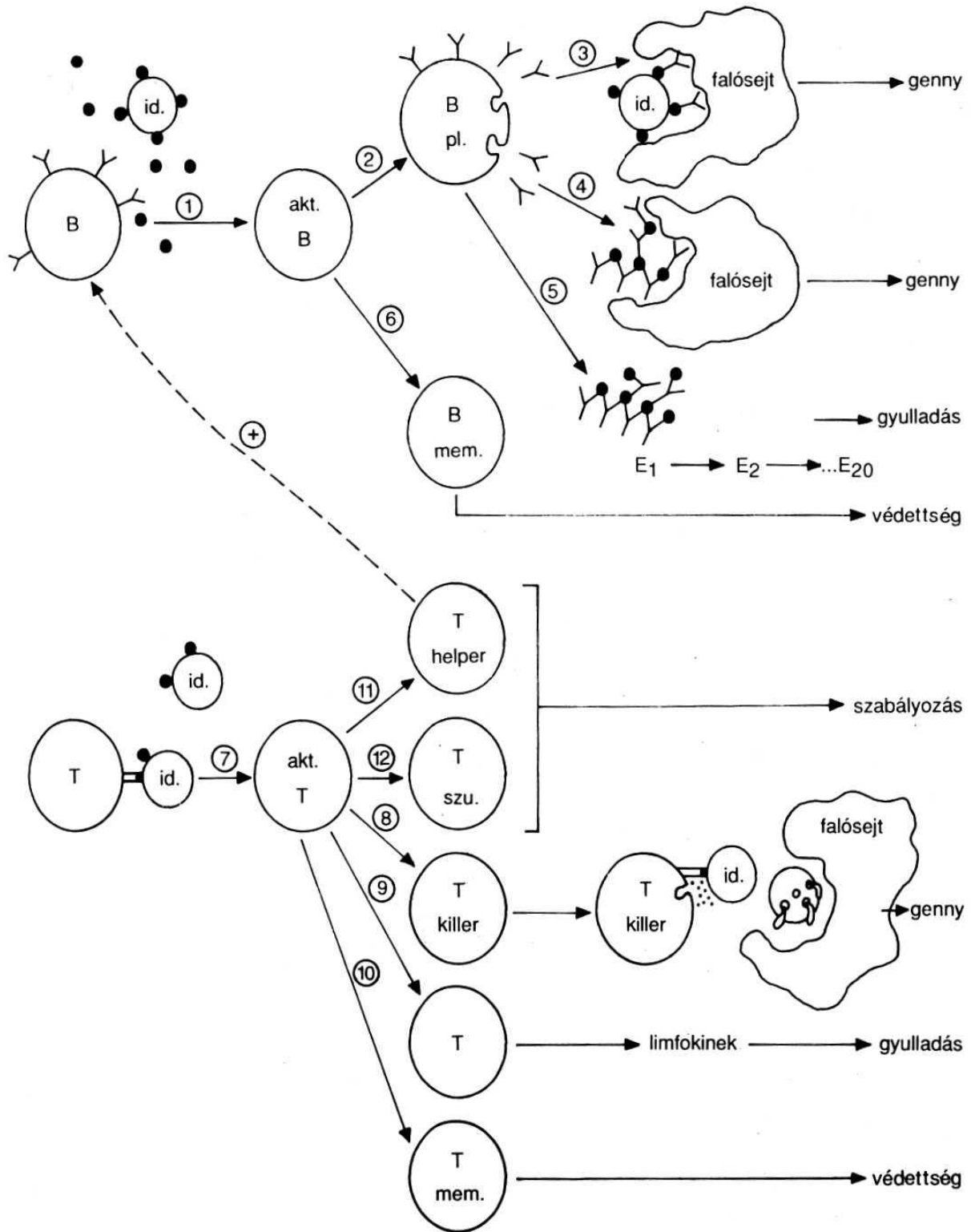
Élő donorból való szervátültetés esetén hazánkban is megkövetelik a jogszabályok az ingyenességet, és hogy külső kényszertől mentesen történjen a döntés. Etikai probléma, hogy a közeli rokonra esetleg kimondatlanul is nyomás nehezedik, hogy pl. ajánlja fel egyik veséjét.

A világban gyakorlatilag mindenütt tilos a szervkereskedelem, azaz tiltott fizetni az adományozott szervért.

Előnyös megoldás, hogyha valaki saját szöveteit kapja: pl. bőrpótlás másik testrésztől, vagy előre levett és eltárolt vér, csontvelő adása tervezett műtétnél. Ilyenkor nem áll fenn etikai vagy immun-összeférhetlenségi probléma.

Az immunrendszer működése

(Oláh Zsuzsa: Biológia II. 247. oldal ébrája)



Az immunrendszer működésének összefoglalása

A fehérjemolekula, az immunglobulin-molekula

és a sejtek aránya torzított!

fekete pont: idegen fehérje; Y alakú vonal: immunglobulin; B: B-limfocita; id.: idegen sejt

(pl. baktérium); akt. B: aktivált B-limfocita; B pl.: plazmasejtté alakult B-limfocita;

B mem.: memóriasejtté alakult B-limfocita; E₁, E₂, E₂₀: szérum komplement rendszer;

akt. T: aktivált T-limfocita; T szu.: szuppresszor T-limfocita; apró pontok: porin;

T mem.: memóriasejtté alakult T-limfocita