

EPO - Eritropoetin

Az **eritropoetin** (más néven hematopoetin vagy hemopoetin, általánosan használt rövidítéssel EPO) egy [hormonhatású glikoprotein](#), amely elősegíti a [vörösvértestek](#) képződését.

Az eritropoetin a [vesében](#) termelődik a tubulusok közti erek és a proximális tubulusok mellett elhelyezkedő kötőszövet [fibroblasztjaiban](#). A magzatban a [májban](#) is képződik a felnőttekben viszont szinte kizárólag a vese termeli. Az emberi eritropoetin molekulatömege 34 kDa.

Feladata

Az eritropoetin alapvető a vörösvértestek képződésében (az [eritropoézisben](#)), nélküle a folyamat megáll. Oxigénszegény környezetben a vese megnövel a hormontermelést, hogy növelje az oxigénszállító vörösvértestek számát. Az eritropoetin egyaránt hat a kolóniaképző egységre (CFU-E), a proeritroblasztra és a bazofil eritroblasztra és elősegíti differenciálódási folyamatukat, amelynek végén eritrociták (vörösvértestek) jönnek létre belőlük.

A [csontvelőben](#) található vérképző sejtek kiindulási formái (az őssejtek) a differenciálódásuk során elkezdik termelni az [eritropoetin-receptort](#) és innentől kezdve érzékenyek lesznek a hormon hatására.^{[1][2]} A receptor legnagyobb mennyiségben a kolóniaképző egységen (CFU-E) található meg; de kisebb mértékben a proeritroblasztok és bazofil eritroblasztok is kifejezik. Az érett vörösvértesteken nincs receptor. Miután a eritropoetin bekötött a receptorhoz, az a [Janus-kináz 2](#) (JAK2) közreműködésével aktiválja a [szignáltranszdukciós](#) folyamatot, amelynek a végén megindul a vörösvértestképzéshez szükséges gének működése.

A vérképzési folyamatra az eritropoetinen kívül más növekedési hormonok is hatással vannak (bár kisebb mértékben): az [interleukin-3](#), az [interleukin-6](#), a [glükokortikoidok](#) és az [őssejt-faktorok](#) (SCF).

Egyes feltételezések szerint az eritropoetin az erek összehúzásával növeli a [vérnyomást](#), elősegíti az erek növekedését és az elégtelen vérellátású ([ischemiás](#)) szövetekben megvédi a sejteket az [apoptózistól](#). Más vélemények szerint ezekre a hatásokra nincs elegendő bizonyíték,^[3] amit az is alátámaszt, hogy ezekben a szövetekben alig található eritropoetin-receptor. Korábbi vizsgálatok a szívben, az izmokban, a vesében és az idegszövetben is találtak eritropoetin-receptorokat, de nonspecifikus hatások kiszűrése után kiderült, hogy a mérések tévesek voltak.

Termelődése

Normál körülmények között az eritropoetin koncentrációja igen alacsony a vérben, kb. 10 mU/ml (U=nemzetközi egység). [Hipoxia](#) hatására azonban szintje akár ezerszeresre, 10 000 mU/ml-re is fokozódhat. Az eritropoetin felnőttekben elsősorban a [vese](#) kéregállományában, a peritubuláris [kapillárisok](#) körülötte [kötőszöveti](#) sejtekben termelődik; amit kisebb mértékben a máj egészít ki.^{[4][5][6]} Az oxigénszinten kívül a vas hozzáférhetősége is befolyásolhatja a hormonképződést.^[7]

Az eritropoetin erősen glikozilált fehérje, teljes molekulásúlyának 40%-át teszik ki a [szénhidrátláncok](#). Féléletideje a vérben kb. öt óra. A gyógyszerként használt mesterséges molekulák stabilitása további szénhidrátmolekulák hozzákötésével megnövelhető.

Klinikai alkalmazása

A genetikailag módosított sejt kultúrákban előállított, különböző módon megváltoztatott eritropoetintek vérképzést elősegítő gyógyszerként forgalmazzák, amelyeket krónikus vesebetegség, [kemoterápia](#), [Crohn-betegség](#) vagy más kórképek esetén fellépő [vérszegénység](#) kezelésére javasolnak.^[8] Ezek a szerek az egészséges emberekben is megnövelik a vörösvértestek számát és a vér oxigénszállító kapacitását, ezért több sportágban (lőverseny, ökölvívás, kerékpározás, hosszútávfutás, biatlon, triatlon, stb.) illegális, nehezen kimutatható [dopingszerként](#) alkalmazták őket.

Felfedezése

1905-ben a francia Paul Carnot és Clotilde Deflandre felvetette, hogy a vörösvérsejtek termelését hormonok szabályozzák. Ennek az akkor még ismeretlen anyagnak Eva Bonsdorff és Eeva Jalavisto adta az eritropoetin (a görög *erithrosz* - vörös és *poiein* - készít szavakból). A hormont először az amerikai K. R. Reissman és Allan J. Erslev izolálta, nagyobb mennyiségben pedig Goldwasser és Kung állította elő 1968-ban;^[9] ennek alapján lehetővé vált aminosavsorrendjének meghatározása és génjének megtalálása.^[7] Az 1980-as években piacra került az eritropoetin szintetikus formája, az Erogen.

EPO dopping legálisan?

A vér oxigénszállító képessége a sportteljesítmény meghatározó tényezője, a teljesítményt jelentősen korlátozhatja illetve fokozhatja ennek értéke. A vér oxigénszállító képessége illegális saját vagy idegen vér beadásával, magaslati edzőtáborokkal, továbbá hypoxiás kezelésekkel (az oxigénhiány fokozza az EPO- termelést), valamint az illegális, ám olcsó vérképzéscsökkentő hatású mesterséges eritropoetinnel (EPO, eritropoetin: vérképzést [erythropoiesis] elősegítő hormon) és rokon vegyületeivel is növelhető.

A sportolók fő célja a különböző étrendi teljesítményfokozó (ergogén) módszerek használatával a tápanyagigények fedezése, az egészségmegőrzés, a sporttevékenység káros hatásainak ellensúlyozása, a regeneráció idejének csökkentése, a sportteljesítmény javítása vagy az edzésadaptáció fokozása, valamint a testösszetétel kedvező irányban történő megváltoztatásának elősegítése.

A vér oxigénszállító képessége a sportteljesítmény meghatározó tényezője, a teljesítményt jelentősen korlátozhatja illetve fokozhatja ennek értéke. A vér oxigénszállító képessége illegális saját vagy idegen vér beadásával, magaslati edzőtáborokkal, továbbá hypoxiás kezelésekkel (az oxigénhiány fokozza az EPO- termelést), valamint az illegális, ám olcsó

vérképzésfokozó hatású mesterséges eritropoetinnel (EPO, eritropoetin: vérképzést [erythropoiesis] elősegítő hormon) és rokon vegyületeivel is növelhető. Ezt a felsoroltakon kívül génterápiás megoldásokkal is igyekeznek illegálisan kiaknázni, valamint kísérleteznek mesterséges oxigénszállító anyagok (például liposzómába csomagolt hemoglobin [oxigénszállító vegyület az emberi szervezetben], mesterséges oxigénszállító vegyületek) és a vérplazma mennyiségét növelő, a vért hígabbá tevő szintén illegális plazmaexpanderek alkalmazásával is. A fenti módszerek elsősorban a nagy állóképességet igénylő sportágakban idézhetik elő a teljesítmény javulását, bár a szteroidok vérképzést fokozó hatásának előnyeit időnként más jellegű sportágak sportolói is kihasználják. Ez oda-vissza működik: az EPO-kezelésnek is egy kevésbé ismert mellékhatása, hogy a kiegészítést kapó rászoruló emberekben testtömegcsökkentő és mérsékelt izomtömeg- és izomvérellátást-fokozó hatást mutat. Az felsorolt módszerek jelentős része illegális élsportolók számára, ám a legális és illegális teljesítményfokozás között húzott határvonal korántsem mindig látható világosan. Az általunk korábban és a későbbiekben ismertetésre kerülő ergogén módszerek és anyagok jelentős részénél felmerült már a tiltás lehetősége (ilyen anyag például a kreatin vagy a koffein). A dopping fogalmának pontos meghatározása évtizedek óta várat magára. Hatásmechanizmusokat is tiltanak az antidopping szervezetek, ám ez a tiltás mint látni fogjuk sok esetben értelmetlen. Az engedélyezett anyagok között is lehet olyan, amelynek hatásmechanizmusa rokon bizonyos doppinglistás anyagokéval, ám mivel nem vették fel a listára, ezért alkalmazásuk nem számít doppingvétségnek.

Vajon minek tekinthetjük, ha egy, a szervezetben is előforduló elem vagy gyógynövények segítségével fokozzuk a vérképzést?

A magaslati edzés, hegymászás étrendi támogatása vitaminokkal és ásványi anyagokkal kézenfekvő lehetőség a vérképzés folyamatának befolyásolására. Ezzel megelőzhető a szervezet raktárainak kimerülése a vérképzésben fokozottan felhasznált tápanyagok tekintetében. Az oldalunkon már részletesen ismertetett ekdiszteroid-vegyületek potenciális vérképzést fokozó hatását is kimutatták állatkísérletek, ám ennek gyakorlati alkalmazására nem történtek kutatások. Más adaptogén gyógynövény-hatóanyagoknál is beszélhetünk hasonló hatásról, gyakorlati alkalmazásra lehetőséget azonban főként a *Rhodiola rosea* hatóanyagainál (elsősorban salidroside) feltételeznek az erythropoesisre és az erythroblastok (vörösvértest-előalakok) oxidatív károsodása elleni védelmének fokozására gyakorolt hatáson keresztül. A *Spirulina* (*Arthrospira platensis* cyanobaktérium) alga vagy az *Astragalus membranaceus* kiegészítés is előidézhet hasonló jelenségeket, míg a meghűlések kezelésére gyakran alkalmazott *Echinacea* kifejezetten az EPO-szintet emelheti meg rövid idő alatt emberekben. (Természetesen a gyógynövények felelőtlen és orvosi kontroll nélkül végzett alkalmazása az egészségkárosodás kockázatát is magában rejti!)

Bizonyos elemnél a tárgyalt mechanizmusokon keresztül szintén feltételezhető a vérképzésre gyakorolt kedvező hatás. Az EPO-termelés növelése, így a legálisnak mondható EPO-dopping egyre több adat alapján tekinthető valós lehetőségnek a teljesítményfokozás terén!

Mi az az EPO és hogyan segíti a sportteljesítményt?



Nyomtatás



Hozzáadás a kedvencekhez



Ajánlás ismerősnek



Tetszik 2



Szerző: **SZEGEDI LÁSZLÓ** | 2016-03-21 | [Ugrás a kapcsolódó cikkekre](#)

Akik figyelemmel követik a sporthíreket, szinte biztos, hogy hallottak már az EPO-ról, mint tiltott teljesítményfokozóról, de talán laikusként is ismerősen csenghet az EPO-dopping vagy vérdopping kifejezés. Elsősorban az atlétikai sportágak kapcsán került az elmúlt évek során a középpontba – talán az egyik legismertebb használója Lance Armstrong kerékpárversenyző volt. Sajnos sokak fejében csak mint illegális szer él, pedig EPO-hormont kivétel nélkül mindenkinek termel a szervezete. Mi is pontosan az EPO? Miként lehet természetes, legális úton kihasználni az EPO adta előnyöket? A cikkünkben mindez kiderül.



Mi az az EPO?

Az EPO, azaz eritropoietin, egy fehérje eredetű hormon, amit a máj és a vesék termelnek. Az EPO feladata annak a szabályozása, hogy a szervezet mennyi vörösvérsejtet termel. Az EPO a csontvelő őssejtjeire hat és elindítja a vörösvértestek érését, aminek következményeként a keringő vérben megemelkedik a vörösvértestek száma.

A vörösvérsejtek szállítják az oxigént a szervezeten belül; minden egyes gramm hemoglobin – a vörösvértestekben található, az oxigén megkötéséért felelős vastartalmú fehérje – kb. 1,34 ml oxigént képes szállítani. Tehát minél több vörösvérsejt van jelen a szervezetben, annál több oxigén szállítódik a testi sejtekbe. **A sejtek oxigénellátásának növelésével a teljesítmény érzékelhetően emelkedik.**

Kutatások kimutatták, hogy az úgynevezett vérdopping, amely során a sportolók vérátömlesztéssel vörösvérsejteket vagy azokat tartalmazó készítményeket kapnak intravénásan, jelentősen megnöveli a sportolók erejét, gyorsaságát és állóképességét. Más szóval hosszabb ideig, nagyobb erőfeszítéssel tudnak edzeni vagy versenyezni.

Az EPO növelésével az atlétikai teljesítmény akár 50 százalékkal is javulhat. Ez különösen olyan, nagy állóképességet igénylő sportok esetében hasznos, mint a futás, úszás, kerékpározás vagy triatlon.

Hogyan lehet az EPO-szintet természetesen növelni?

Az EPO 1992-ben, a barcelonai olimpián került a tiltott szerek listájára. Ez a tiltás a mesterségesen előállított, rekombináns EPO-ra (rhEPO) vonatkozik, aminek a használata doppingtesztel kimutatható. A szintetikus EPO besűríti a vért, magas vérnyomást, illetve akár halálos szívrohamot vagy agyvérzést is okozhat.

Az EPO-szint természetes úton is fokozható, még hozzá teljesen legális módszerekkel (bár nyilvánvalóan alacsonyabb mértékben, mint tiltott és veszélyes szerekkel). Az egyik ilyen megengedett módszer a magaslati edzés. Ha tartósan 1500 méter feletti magasságon vagyunk, akkor az alacsonyabb nyomású oxigén serkenti a szervezet vörösvérsejt termelését. **A hatás néhány hétig tart.**

Az Echinacea gyógynövény (más néven bíbor kasvirág) szintén természetes és biztonságos úton emeli meg a szervezet EPO-termelését. Egy friss tanulmány eredményei szerint **napi 8 gramm Echinacea** szedése **akár 63%-kal képes fokozni az EPO szintet, mindössze 14 nap alatt**. Ez több százalékkal képes növelni a test maximális oxigénfogyasztását – ami elsőre talán nem hangzik soknak, de már ez is jelentős, számokban kimutatható teljesítményjavulást eredményez. A hatás rövidtávú, ráadásul 2 hétnél további szedésnél elkezdi csökkenni az EPO szint, ezért a legjobb, ha a versenysportolók 1-2 héttel verseny előtt töltik fel szervezetüket Echinacéával.

