



# 7

---

## Mesterséges pótszerek – az igazság

*Hogyan takarítson meg rengeteg pénzt évente,  
és gondolja újra a táplálékkiegészítő-  
és vitaminszükségletét?*

**H**a van könyv, amely valóban visszarepített egy olyan korba, amikor nagy szükség volt az orvostudományi áttörésekre, az James Lind *A Treatise of the Scurvy* (Értekezés a skorbutról) című, 1753-ban megjelent műve volt. Külön érdekesség, hogy Lind írásai később néhány fontosabb kutatásom ihletőivé váltak.

A 18. században teljes háborúk voltak, amelyeket nem a fegyverek vagy a hadsereg létszáma döntött el, hanem a katonák étrendje. A skorbut több brit tengerész halálát okozta, mint az ellenség, és részben ennek volt tulajdonítható a franciák trafalgari veresége is. A skorbutra vonatkozó gyászos beszámolók közül egy sem vált olyan híressé, mint az, amely George Anson 1740 és 1742 közötti, a világ körülhajózására tett kísérletéről szól. Anson az út első tíz hónapjában a legénység közel kétharmadát (ezerháromszáz főt a kétezerből) veszítette el a betegség miatt. Nem sokkal később, az 1756 és 1763 közötti hétéves háborúban a brit királyi haditengerészet a jelentések szerint 184 899 matrózt sorozott be, akik közül 133 708 halt meg betegségben, vagy „tűnt el”, és a betegségek közül messze a skorbut szedte a legtöbb áldozatot.



James Lind azzal írta be nevét a történelembe, hogy az elsők közt tett kísérletet a skorbut megértésére. A királyi haditengerészet skót származású katonaoorvosa már-már a jövőbe látott, amikor azt javasolta, hogy a tengerre induló hajók vigyenek magukkal friss lime<sup>5</sup>-ot – ezért is kapták a brit matrózok a „limey” gúnynevet. Lindnek volt egy megérzése, hogy a citromlé megelőzheti a skorbutot. Jóslatai meglehetősen pontosak voltak – de azért nem mindig váltak be. Amikor felboncolta a tengeren az elhunytak tetemeit, zavarba ejtő dolgokat talált, amelyek azután élete nagyobb részében le is kötötték a gondolatait. Történelmi jelentőségű 1753-as értekezésében a következőket írta: „Roppant meglepő, hogy e szegény párák agya mindig teljesen ép és egészséges volt.” Elszántan küzdött azért, hogy megértse, pontosan mi okozza a skorbutot, és hogyan lehetne megszabadulni tőle.

A skorbut iszonyatos betegség, amelyről ma már tudjuk, hogy a C-vitamin-hiánya okozza, de Lind idejében a vitaminoknak még a fogalma is ismeretlen volt – és ez még vagy két évszázadon át így is maradt. (A skorbutról még a 20. században is jó ideig azt hitték, hogy fertőző betegség.) A C-vitamin sokféle funkciót lát el a szervezetben – az idegi ingerületátvivő anyagként is ható noradrenalin termelésében betöltött szerepétől kezdve egészen a zsírsavcsere, a kollagénszintézis és a vasfelszívódás segítéséig. Az evolúció során az ember – és még néhány faj – elveszítette azt a gént, amely lehetővé tenné, hogy a májban magunknak állítsuk elő a C-vitamint (az egér ezzel szemben még ma is rendelkezik ezzel a génnel). A C-vitamin hiányának tehát súlyos következményei vannak – s mind közül a skorbut a legfontosabb. Ha nincs jelen a szervezet „állványzatát” egyben tartó C-vitamin, akkor a kötőszövetek elkezdenek leépülni. A skorbut hatására apró foltok jelennek meg a bőrön, az íny szivacsossá válik, a nyálkahártyák pedig vérezni kezdenek. A combon és a lábszáron van a legtöbb folt, a betegségben szenvedő személy pedig sápadtnak tűnik, levertnek érzi

---

5 Zöldcitrom.

magát, és részben a mozgáskéességét is elveszíti. Az előrehaladott skorbut tünetei a nyílt, gennyesedő sebek és a fogak kihullása. Végül a szervezet további leépülése miatt beáll a halál.

Noha nem Lind volt az első, aki citrusféle gyümölcsöket javasolt a skorbut ellenszereként, ő tanulmányozta először azok hatását egy 1747-ben folytatott, módszeres kísérletben. Ezt az orvostudomány történetében az első klinikai vizsgálatok egyikeként tartják számon. Az orvos azonban nem csak azzal került be az gyógyítás nagy alakjai közé, hogy felvetette, a skorbut talán pusztán citrom és narancs adagolásával is megelőzhető. A higiénia egyik úttörőjévé vált a brit királyi haditengerészetnél, kitartóan érvelt a hadihajók jobb szellőzésének egészségügyi előnyei mellett, elérte, hogy a tengerészek teste, ruházata és fekhelyei is tisztábbak legyenek, s hogy a fedélközökben időnként végezzenek kártevőirtást kénnel és arzénnel. Azt is felvetette, hogy édesvizet lehetne előállítani a tengervíz desztillálásával. Tevékenységével a megelőző gyógyászat úttörőjévé vált, és javaslatainak hála egészségesebb lett a tengerészek táplálkozása.

Soha nem sikerült azonban rájönnie, mi okozza azt a betegséget, amely oly nagy pusztítást vitt véghez korának tengerészei és felfedezői körében. Nagyszabású értekezéséről szinte tudomást sem vettek. Korának legtöbb orvosához hasonlóan Lind is úgy vélte, hogy a skorbutot a szervezetben rosszul megemésztett, s ezért rothadásnak induló étel, a rossz ivóvíz, a túl sok munka és az egészséges verejtékezést gátló nyirkos környezet okozza. Így aztán, bár felismerte a citrusféle gyümölcsök kínálta előnyöket, nem tudta, hogy azok levének fogyasztása önmagában is elegendő lenne. Úgy vélte, a skorbutnak többféle oka van, amelyek többféle gyógymódot igényelnek. Mindazonáltal annak ellenére, hogy nem tudta egyértelműen azonosítani a skorbut okát és kezelését, a munkája nem volt hiábavaló. Lind írásai pontosan ismertették nagyszabású elméletét a betegségről, és azt is megmutatták, hogy milyen szerepet játszanak elképzelésében az ételek, különösképpen a zöldségek és gyümölcsök. Értekezésében voltak helyes elemek az egészséges étrenddel kapcsolatosan, amelyben kulcsfontosságú szerep jut a zöldségeknek és gyümölcsöknek.

Lind 1762-ben egy esszét is írt arról, melyek a tengerészek egészsége megőrzésének leghatásosabb módszerei. Ebben egyebek közt azt javasolta, hogy termesszenek salátát (azaz vízitormát [100 grammonként 662 mg C-vitamint tartalmaz] nedves lepedőkön. Ötletét a gyakorlatban is megvalósították, és 1775 telén az Észak-Amerikában állomásozó brit hadsereget saláta- és mustármagokkal látták el. Ha Lindnek sikerült volna azonosítania a skorbut okát – a C-vitamin hiányát –, akkor valószínűleg sokkal több tengerészt tudott volna megmenteni, mint segítő szándékú javaslati hosszú listájával. A boncolások során bizonyára úgy érezte, hogy valami vagy valaki összeesküdött ellene és embertársai ellen. Amint azt a *Treatise*-ban is megjegyezte: miként lehetséges, hogy a skorbutos páciensek agya olyan jó állapotú maradt? Ennek semmi értelme nem volt, és a tudománynak még nagyon sok idő kellett ahhoz, hogy teljesen megértse a kórt.

## Az agy, a daganatok és a C-vitamin

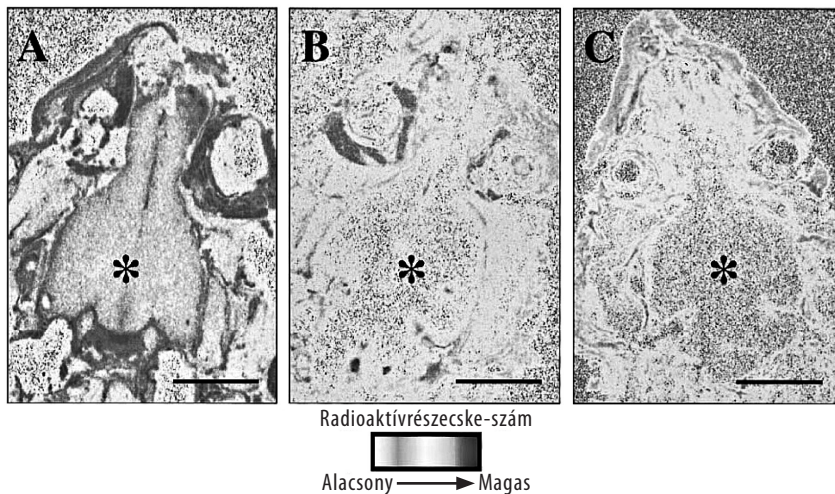
Ugorjunk most előre jó két évszázadot, egészen 1996-ig, amikor a New York-i Memorial Sloan-Kettering Rákközpontban, az ottani főorvos, dr. David Golde laboratóriumában dolgoztam! Onnan akartuk folytatni a munkát, ahol Lind abbahagyta. Na jó, ez egy kicsit túlzás, mivel az, amire a munkatársaimmal teljesen véletlenül rábukkantunk, segített megmagyarázni a Lind által a boncolásai során megfigyelt kisebbfajta orvosi rejtélyt. Mi azonban nem a skorbutot vizsgáltuk, és nem is azt, hogyan jut el a C-vitamin az agyba. Arra próbáltunk rájönni, hogyan képesek a rákos daganatok degeszre tömni magukat a környező egészséges szövetek rovására, ezért elhatároztuk, hogy nyomon követjük a szervezetben keringő C-vitamin útját.

A tudományban sok nagy ugrást sikerült úgy elérni, hogy a szakemberek ugyan valami mást kerestek, de elég szemfülesek voltak ahhoz, hogy felismerjenek egy nagy horderejű jelenséget és annak fontosságát. A mi felfedezésünk is ezek közé tartozott. Kísérletünk során egerek farokvénájába injekcióztuk a C-vitamin egy változatát, amely

a szervezetbe felszívódva fénylik. Legnagyobb meglepetésünkre a vegyületből egy csepp sem jutott az agyba!

Az agynak rendkívül hatékony védekezőhálózata van, az úgynevezett vér-agy gát, amely csak bizonyos vegyületeket enged tovább idegrendszerünk központjába. Egyes esetekben sokkal könnyebb lyukakat fújni a koponyába, és azokon keresztül csepegtetni gyógyszereket az agy felszínére, mint átjuttatni azokat a vér-agy gáton. Az orvosok akkor folyamodnak ehhez a módszerhez, amikor bizonyos gyógyszerekkel az agy betegségeit vagy az agydaganatot akarják kezelni – bár a vér-agy gát szerkezete még ezt is eléggé megnehezíti. A korszerű orvostudomány csodáinak köszönhetően még tovább vihettük a kísérletet, s végül sikerült megállapítanunk, hogy az agy nagyon ravaszul viselkedik, amikor a C-vitamin felszívásáról van szó. Valójában egyáltalán nem engedi be a C-vitamint – annak csak egy módosított változata, a dehidroaskorbinsav tud elosonni kapuőre, a vér-agy gát mellett. A vi-

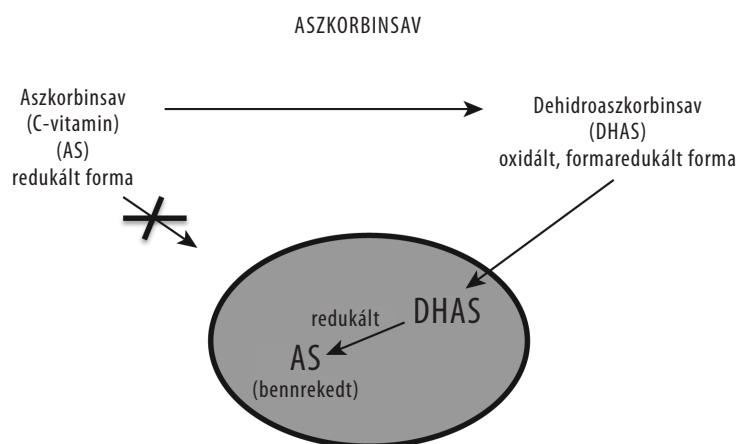
A képen három, különböző vegyülettel kezelt patkány agyáról készült digitális felvételek láthatóak: **A** radioizotóppal jelölt aszkorbinsav (a C-vitamin természetes, redukált, nem szállítható formája); **B** radioizotóppal jelölt dehidroaskorbinsav (oxidált, szállítható forma) és **C** radioizotóppal jelölt szacharóz (egy nem szállítható cukormolekula). Forrás: JCI 1997; 100(11): 2842-2848.



tamin egyébként a szervezet összes szövetébe így jut be, de mivel az agy többet tartalmaz e speciális szállítóanyagokból, a központi idegrendszer C-vitamin-szintje tízszerese a szervezet más részeiben mérhetőnek. Az agy tehát fel tudja halmozni azt a C-vitamint, amit a test külső forrásokból felvesz. A C-vitamin szintjének agyon belüli szabályozása egyébként rendkívül fontos, mivel a vegyület nélkülözhetetlen az egyik idegi ingerületátvivő anyag, a noradrenalin szintéziséhez.

Ha képet szeretne kapni a folyamatról, képzeljen el egy kinyitott esernyőt, amely nem fér át a szűk ajtón! De ha összecsucskja, megváltozik az ernyő alakja, és könnyedén átcusszan; a túloldalra aztán újból kinyithatja az ernyőt. Ez történik a C-vitaminnal is. Az agyban van egy szűk ajtó, amely az aszkorbinsavat (ez a C-vitamin kémiai neve) csak oxidált formájában, a narancslében lévő vitamintól kismértékben különböző dehidroaszkorbinsavként engedi át. Az agyba kerülve aztán ez a molekula visszaalakul aszkorbinsavvá. Dehidroaszkorbinsavat viszont nem vihetünk be a táplálékkal, mivel az túlságosan instabil vegyület.

A C-vitamin nélkülözhetetlen a központi idegrendszer megfelelő működéséhez, s ugyanazt az anyagszállítási mechanizmust használja, amellyel az agy a glükózt juttatja át szigorúan ellenőrzött határán. A Lind által felboncolt agyak azért voltak épek, mert saját C-vitamin-



készleteik voltak még akkor is, amikor a szervezetből már hiányzott a vitamin. Ennek köszönhetően az agy az a szerv, amely a legkevésbé válhat C-vitamin-hiányossá. Ha tehát több C-vitamint szeretne az agyba juttatni, a tabletták szedése eléggé felesleges, mivel a vegyület java része a vizelettel fog távozni, és csak igen kevés jut el belőle az agyba.

Van rá lehetőségünk, hogy aszkorbinsavval „tömjük meg” az agyat? Hogyne, ha a vitamin módosított változatát használjuk. Az agy C-vitamin-szintjének manipulálása a legkülönbözőbb neurológiai rendellenességekben bizonyulhat hasznosnak. A C-vitamin antioxidáns, afféle kis Pac-Man<sup>6</sup>-molekula, amely „felfalja” az oxidálószerkeket vagy szabad gyökök néven ismert veszélyes anyagokat. Az oxidálószerkeket sok betegségért tartják felelősnek, mivel genetikai szinten károsítják a sejteket. Összefüggést mutattak ki köztük és az Alzheimer-, illetve a Parkinson-kór, illetve a szélütés során elszenvedett agykárosodás között is. Emellett szerepet játszanak az általános öregedésben is, ezért van olyan rossz hírük az öregedés ellen küzdők körében (és ezért olyan népszerűek ott az antioxidánsok). Meg kell azonban említenem, hogy ez az oxidációs rendszer nem ennyire egyszerű – ezt később még látni fogjuk.

Kicsi kísérletünk újabb vizsgálatokhoz vezetett, amelyek azt vizsgálják, miként használható fel a C-vitamin, illetve annak származékaiként az agyban jelen lévő, ott károkat okozó és az agyi betegségeket súlyosbító szabad gyökök ártalmatlanítására. De nem biztos, hogy ezt a módszert akarnánk alkalmazni az agydaganatok vagy a rák bármely más formája ellen. Igaz ugyan, hogy a C-vitamin segíthet a rák megelőzésében, de ha már kialakult egy rák, akkor valószínűleg ösellelenségévé válhat, ugyanis a daganatok imádják ezt a vitamint. Úgy nyelik a C-vitamint, mintha cukorka lenne, tehát könnyen lehet, hogy a normálist meghaladó mennyiségű C-vitamin bevitelével nem harcolna a daganat ellen, hanem inkább táplálná azt. Az 1990-

---

6 Számítógépes játék.

es évek végén tagja voltam David Golde azon kutatócsoportjának is, amely felfedezte, hogy a rákos daganatok növekedésének jót tesz a sok C-vitamin. Ennek az az oka, hogy a vitamin a glükózzal azonos módon jut át a sejtártyákon a sejtek belsejébe. A rosszindulatú sejtek több glükózt nyelnek el, mint a normálisak, mivel rengeteg energiára van szükségük a felfokozott ütemű növekedéshez, s emiatt több C-vitamint is igényelnek.

A daganatokról köztudott, hogy sok gyulladós szövet veszi őket körül, és nagy mennyiségben tartalmaznak a glükóz és a C-vitamin szállítására szolgáló molekulákat. A rákos sejtek folyamatosan osztódnak, ezért glükózra van szükségük, ami felszabályozza a szállító-molekulákat. A rák olyan gyorsan növekszik, hogy vér- és oxigénellátása hamarosan már nem képes lépést tartani vele – ezért jelennek meg nekrotikus, azaz elhalt szövetek a rák környékén, ami aztán gyulladást okoz. A vérünkben mindig jelen van a C-vitamin, de a sejtekbe csak dehidroaszorbinsavvá oxidálódva juthat be. A vérrel érkező C-vitamin (aszorbinsav) a rákot övező, a gyulladós folyamatokban keletkező molekulák hatására a helyszínen oxidálódik, majd bejut a daganatba. Ott visszaalakul aszorbinsavvá, amely már nem juthat ki, és amelyet a rákos sejtek felhasználhatnak a szaporodásukhoz. A ma használt rákellenes kezelések java része – azaz a kemoterápia és a sugárkezelés – azáltal pusztítja el a sejteket, hogy szabad gyököket termel (azaz elősegíti az oxidálódást). A főként antioxidánsként ható C-vitamin nagy koncentrációja tehát gátolja ezeket a szereket abban, hogy a lehető legtöbb sejtet pusztítsák el. A rák szereti a vitaminokat, és jó hasznukat veszi – a fent említett növekedéshez.

Ha szeretnénk jobban megérteni a vitaminok általános működését és azt, miként válhatnak a rákos növekedés bűnsegédeivé, nem árt megértenünk, pontosan mik is a vitaminok, és hogyan lehetnek „antioxidáns” tulajdonságaik.