

Szabadgyökök és antioxidánsok

10.21486/recreation.2011.1.4.2

A szabadgyökök természetes velejárói életünknek, amelyek belső és külső körülmények hatására keletkeznek. Belső lehet például az abiotikus stressz, a külsők közül megemlíthetők a különböző stresszhatások, környezetszennyezés, dohányzás. A szabadgyökök ellen megfelelő védelmet az antioxidánsok nyújtanak, melyek egy részét a szervezet termeli meg, de előfordulnak olyanok is, melyeket csak a táplálkozással tudunk bejuttatni. Fontos antioxidánsok a C-vitamin, E-vitamin, karotinoidok. Ezen felül magas antioxidáns-tartalommal rendelkeznek a gyümölcsök is. Érdekes módon nemcsak káros hatások által keletkezhetnek, hanem a testedzés is egy magasabb szabadgyöktermelés beindítását eredményezi, de akkor beindul a megfelelő antioxidáns-termelés, ezzel mintegy ellenállóbbá téve a szervezetet. Az utóbbi időben egyre több módszer terjedt el az élelmiszerek és különböző biológiai rendszerek mérésével kapcsolatban, melyeknek napjainkra már több száz variánsa terjedt el. Két nagy csoportra oszthatjuk őket: hidrogénatom-átmenettel és elektronátmenettel kapcsolatos módszerekre. Az antioxidáns-bevitelt azért helyén kell kezelni, ugyanis a sok felboríthatja az emberi szervezet természetes védekezőképességét, a túl kevés pedig elmulaszthatjuk bizonyos betegségek kivédését. Az antioxidáns jótékony hatását már kutatásokkal is igazolták. Például az életkristály nevű természetes alapanyagokból készült, magas antioxidáns-tartalommal rendelkező elixír a betegek 80 százalékánál jótékony hatást mutatott ki az erek rugalmasságával kapcsolatban. **Kulcsszavak: antioxidáns, szabadgyök.**

A sejtekben természetes körülmények között lejátszódó biokémiai folyamatok, jellemzően az oxidációs folyamatok során keletkeznek szabadgyökök, amelyek egy bizonyos részének fontos szerepe van a szervezet normális működésének fenntartásában, többek között a sejtciklus szabályozásában, a sejt metabolikus folyamataiban, illetve a szervezet védekezőmechanizmusában (Davies, 2000). A szabadgyökök olyan reaktív oxigén-, nitrogén-, kén- vagy szénközpontú molekulák, illetve molekularészletek, amelyek párosítatlan elektronnal rendelkeznek, ezért rendkívül agresszívok és rövid életidejűek, hiszen nagyon gyorsan kémiai reakcióba lépnek más vegyületekkel elektronszerzés céljából (Cadenas, 1989). A szabadgyökök képződése a normális anyagcsere-folyamatokhoz, így a terminális oxidációhoz köthető, másrészt a szervezetben lejátszódó biokémiai reakciók következményei:

- » Haber-Weiss-reakció: $O_2 + H_2O_2 \rightarrow O_2 + OH + HO$
- » Fenton-reakció: $Me^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Me_3^{+} + OH + HO$

„A szabadgyökök által szabályozott sejt folyamatoknak jelenleg csupán töredékét ismerjük, és meggyőződésem szerint ez a viszonylag új kutatási terület a jövőben számos nagyon fontos eredményt közöl. Sok a kérdés, kevés az objektív válasz.”

A szabadgyökök külső és belső tényezők, biotikus és abiotikus stresszhatások következményeiként is indukálódhatnak (Benzie, 2000). Sejten belüli források lehetnek a hemoglobin, riboflavin, flavoproteinek, mono-oxidázok, átmeneti fémionok. Külső tényezők (Toporcov és mtsai., 2004) közül megemlíthető többek között:

- » az ultraibolya és radioaktív sugárzás,
- » a dohányfüst, szmog,
- » a túlzott alkoholfogyasztás,
- » a stressz (munkahelyi, szociális stb.),
- » a vegyi anyagok,
- » környezetszennyezés,
- » toxinok.

A keletkező szabadgyökök a lipideket alkotó zsírsavmolekulákat, a szénhidrátokat, fehérjéket és nukleinsavakat is károsíthatják, gyökös mechanizmusú láncreakcióval. A lipidek károsodása a lipidperoxidáció, amely során elsősorban hidro-peroxidok keletkeznek, amelyek agresszívan támadják meg az egyéb molekulákat, mint az enzimeket, fehérjéket és aminosavakat stb. (Cadenas, 1989; Djuric és mtsai., 1998; Heinonen és mtsai., 1998). Következményként a membránok kilyukadhatnak, felszakadhatnak, ami a destruktív lizoszómás enzimek kiszabadulását eredményezheti, így a szövet károsodhat (Lugasi és Blázovics, 2004). A lipidperoxidáció következtében esszenciális zsírsavhiány alakul ki, amely károsítja a membránok (elsősorban a mitokondrium, lizoszóma, plazmamembrán) finom szerkezetét, funkcióját, zavart okozhatnak a sejtek közötti kommunikációban, végső esetben a sejtek nekrotikus pusztulásához vezethetnek. A szabadgyökök okozta károsodásokkal szemben összetett, integrált védelmi rendszer biztosítja a sejtalkotó molekulák védelmét (Benzie, 2000).

Az antioxidánsok olyan molekulák, amelyek csekély mennyiségben vannak jelen az oxidálandó szubsztráthoz képest, és jelentős mértékben csökkenteni vagy akár gátolni is képesek annak oxidációját (Halliwell és Gutteridge, 1995). Az antioxidánsok lehetnek lipofilek (E-vitamin, β -karotin, A-vitamin), hidrofilek (C-vitamin, aminosavak, polifenolok), citoszol antioxidánsok (Q10 koenzim), valamint szerkezeti antioxidánsok (nyomelemek, szelén, cink, aminosavak, szelenocisztein) (Cornetti, 2009). Emellett létezik



Szerző:
DÓCZI ISTVÁN TAMÁS
Titulusa: hallgató
Munkahelye:
Eszterházy Károly Főiskola
Levelezési címe:
5400 Mezőtúr, Kertész út 39.
E-mail: idoczi87@citromail.hu
Érdeklődési köre: sport, olvasás

Társszerző:
DR. FRITZ PÉTER
Munkahelye:
Eszterházy Károly Főiskola
E-mail: pfritz@hotmail.hu

„az antioxidánsok jótékony hatással vannak az életünkre, és segítségével könnyebben kivédhetjük a napjainkban olyannyira terjedő különféle civilizációs betegségeket. Itt fontos szerepet kap a testmozgás, ugyanis ekkor fokozódik a szabadgyöktermelés, majd védekezéséppen antioxidánsok keletkeznek, ami a későbbiekben ellenállóbbá teheti az emberi szervezetet.”



Abstract: Free radicals are naturally present in our lives being and are generated internal and external circumstances. For instance, an internal source can be abiotic stress whereas external ones are considered to be various stress effects like environmental pollution or smoking. Antioxidants provide proper protection against free radicals. Some of them are generated by the human body, other not necessary others can be attained through food only. Important antioxidants are Vitamin C, Vitamin E and carotenoids. Fruits also contain a high level of antioxidants. Interestingly free radicals are not only generated by harmful effects but exercising can also lead to a high rate of free radical generation. Meanwhile, as a respond, the formation of antioxidants is also initiated automatically, making the human organism more resilient. Recently, a number of methods became known in connection with the analysis of free radicals in comestibles and different biological systems that have hundreds of different variants known to date. We can divide them into two major groups: the methods related to hydrogen transition and the methods of electron transition. Nevertheless, antioxidant intake should be handled with consideration since too high antioxidant level can lead to an imbalance in the human immune system. On the other hand low intake can decrease the chance of preventing diseases. Beneficial effects of the antioxidants were also proved and supported by several studies. As an example, the so called life crystals elixir made from natural ingredients with high antioxidant content had a positive effect on the flexibility of the veins indicated in 80% of the patients.

Keywords: Antioxidant, free radical

olyan csoportosítás is, miszerint az antioxidánsok vagy láncreakciót megszakító (elsődleges), mint például a C-vitamin, a hűgysav, vagy védő (másodlagos) antioxidánsok lehetnek, mint a transzferin vagy a polifenolos vegyületek (Apak és mtsai., 2007). A védőhatásukat a fémion kelátorok például a Fenton-reakció gátlásával fejtik ki, amely végeredményként a rendkívül agresszív hidroxilgyök keletkezne (Apak és mtsai., 2007). Az antioxidánsok az ilyen típusú reakciókat gátolva, közvetetten a gyökök kialakulását gátolják, vagy magukat a gyököket képesek megkötni. Meg kell jegyezni, hogy a gyök befogására való képesség az antioxidáns koncentrációjával, valamint a reakciókészségével is szoros összefüggésben van (Cornetti, 2009). A rendszer egyes elemeit maga a szervezet is elő tudja állítani, ilyenek az enzimek, a kis molekulájú vegyületek nagy része (enzimatis rendszer elemei), azonban számos molekulát nem tudunk szintetizálni, úgymint az aszkorbinsavat, a karotinoidokat, a tokoferolokat, a flavonoidokat (nem enzimatis rendszer elemei). Ezekhez csakis külső forrásból, a táplálkozás útján juthatunk hozzá (Vertuani és mtsai., 2004). Az emberi szervezetben az antioxidánsok szinergens, egymást erősítő, regeneráló hatással rendelkeznek, így az antioxidánsok együtt jóval hatékonyabbak a szabadgyökökkel szemben, mint külön-külön (Balogh, 2010).

TERMÉSZETES ANTIOXIDÁNSOK

Természetes antioxidáns vegyületek a C-vitamin, E-vitamin, karotinoidok, előfordulnak étrendi összetevőkben. Wang, Cao (1996) és Kalt, Forney, Martin (1999) megjelent művében mintegy erős antioxidáns vegyületek a gyümölcsök. Például, fontos antioxidáns tevékenységet fedeztek fel a bogyókban, cseresznyében, citrusban, kiviben, aszalt szilvában és az olajbogyóban, nagy aktivitású antioxidánsokat találtak az olívaolajban és a gyümölcslevelekben. A sokféle zöldség és különösen a kakaóbab, a burgonya, a hüvelyesek, természetes kivonatok és kereskedelmi termékek, a fokhagyma és a gyömbér, a borok tartalmaznak számos polifenol-vegyületet (Andrés Moure, Jose M. Cruz, Daniel Franco, J. Manuel Domínguez, Jorge Sineiro, Herminia Domínguez, María José Núñez, J. Carlos Parajó, 2001).

Antioxidáns szer hatásának bemutatása

Az Életkristály magas antioxidáns-tartalmú, természetes alapanyagokból készült, gyümölcs-növény elixír! Színes gyümölcsök (szőlő, málna, sárgabarack, szeder, cseresznye), illetve, zöld tea, kamilla, jázmin kivonatát tartalmazza, valamint adalékként mézet is. Ezen összetevők magas polifenol-tartalmuk révén rendelkeznek antioxidáns tulajdonsággal. A vizsgálatokban 57 fő, a vizsgálatokra önként jelentkező személy vett részt (14 férfi és 43 nő). Átlagéletkoruk $49,75 \pm 10,4$ év volt. A vizsgálatok előtt a kutatók felmérték a személyek egészségi állapotát és alap állóképességét kikérdezéssel, arteriográfiás és futószalag-ergometriás vizsgálat segítségével. Az így kapott adatok alapján kiválasztották a 15 legrosszabb érállapotú személyt.

A TensioMed™ Arteriográf az artériák állapotának gyors vizsgálatára alkalmas, teljesen új elvek alapján működő műszer. A felkarra megfelelő nyomásra felfújtt mandzsetta segítségével a vérnyomásmérőre emlékeztető készülék olyan, a szív működésével kapcsolatos mechanikus jeleket mér, amelyeket eddig még nem használtak a diagnosztikában. Ezek a jelek tájékoztatást adnak az erek rugalmasságának mértékéről, annak egészséges vagy kóros voltáról. A vizsgálat révén kapott paraméterek közül kiemelkedő

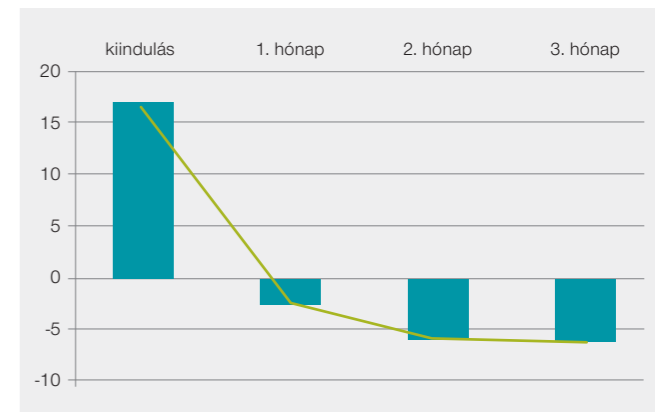
az ún. augmentációs index (Alx) és a pulzushullám terjedési sebessége (PWV). Az Alx az elsődleges (korai) és másodlagos (visszavert, reflektált) systolés nyomáshullám különbségének és a pulzusnyomás hányadosának százalékos aránya. Az egyén edzettségi állapotának, terhelhetőségének, légzőfunkciójának megállapítására szolgál a futószalagergometriás vizsgálat. Segítségével megállapítható, hogy adott protokoll szerint elvégzett terhelés esetén mekkora a vizsgált személy oxigénfelvétele, terhelés közbeni vérnyomásértékei, pulzusszáma, RQ-értéke, a végzett munka mennyisége, anaerob munkavégző képessége stb.

A kiválasztott 15 fő esetén az átlagos életkor magasabb volt, jelezve, hogy az erek rugalmasságának mértéke az életkor növekedésével általában romlik. A BMI értéke 24,7, a normál tartományba esett. Az augmentációs index értéke az Életkristály-alkalmazás előtti állapothoz képest, amikor is a kóros 16,8 értéket mutatta, a háromhavi alkalmazás következményeként szignifikáns javulást mutatott (Alx: -6,7). Ez az érték, mint látható **1**, már egyhavi alkalmazás után szignifikáns csökkenést jelzett, és utána, bár már kisebb mértékben, de folyamatos javulás következett be. Az augmentációs index csökkenése a teljes perifériás ellenállás csökkenését jelzi.

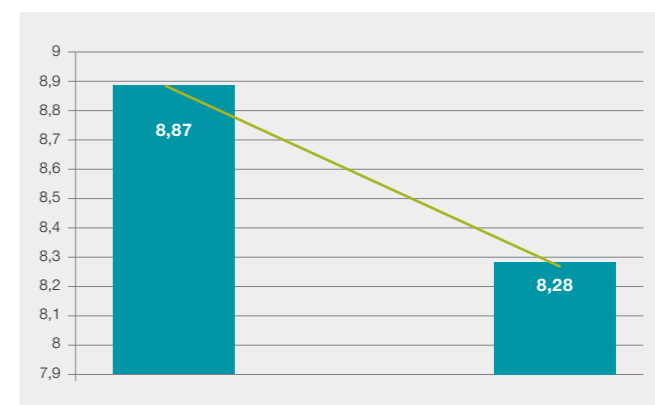
A fő ütőer pulzushullám-terjedési sebessége a kezdeti 8,9 m/s értékről az Életkristály háromhavi alkalmazása után 8,3 m/s értékre csökkent. A pulzushullám terjedési sebességének csökkenése az erek rugalmasságának növekedését jelzi. **2**

A futószalag-ergometriás vizsgálat eredménye azt mutatja, hogy a háromhavi alkalmazás során az oxigénfelvétel nem változott, de a felvett oxigén kihasználtsága javult.

Összességében elmondható, hogy a három hónapon keresztül alkalmazott Életkristály étrend-kiegészítő a vizsgált személyek 80 százalékánál okozott javulást az augmentációs index értékében. Ebből 60 százaléknál kiemelkedő mértékű, míg 20 százaléknál jelentősen nagymértékű volt a változás. 20 százalékban nem mértünk változást. A vizsgált személyek szubjektív élménye és a beszélgetések alapján elmondható, hogy egy fő kivételével mindenkinél jobb lett a közérzete, kevésbé volt fáradékony, jobban bírta a terhelést (Szóts Gábor, Petrekanits Máté, 2006).



1 Az augmentációs index változása az Életkristály 3 havi alkalmazása során. (átlag) (* p <0,05)



2 A pulzushullám terjedési sebességének változása az Életkristály 3 havi szedése során



ANTIOXIDÁNSOK MÉRÉSE

Az elmúlt években megnőtt azon kutatások száma, amelyek a különböző élelmiszerek, biológiai rendszerek természetes antioxidánsaival és mérésükkel kapcsolatosak (Frankel és Finley, 2008; Gokmen és mtsai., 2009). Az antioxidáns-kapacitás az adott rendszerre vonatkozó összes antioxidáns vegyület együttes hatását jelenti.

Az eddig kifejlesztett mérési módszereket csoportosítani lehet (Frankel és Meyer, 2000):

- » Hidrogénatom-átmenettel (HAT-hidrogen atom transfer) és
- » Elektronátmenettel (ET-elektron transzfer) kapcsolatos módszerekre.

Hidrogénatom átvitelén alapuló, antioxidáns-kapacitást mérő módszerek bemutatása

Oxigéngyök-abszorpciós kapacitás – ORAC – Oxygen Radical Absorbance Capacity. Az ORAC módszert Cao és munkatársai fejlesztették ki 1993-ban. A mérés során a próbamolekula (fehérje) a peroxilgyökökkel (ROO.) reagálva oxidatív sérülést szenved, ezért az általa kibocsátott fluoreszcens jel intenzitása csökkenni fog.

Elektronátmeneten alapuló antioxidáns-kapacitás-mérési módszerek

Réz-ionredukáló képességen alapuló antioxidánskapacitás-mérés – CUPRAC – CUPRIC ion Reducing Antioxidant Capacity.

A módszer Apak és munkatársai (2007) nevéhez fűződik. Redukálóképességet határoz meg ez a metodika is. 7-es pH-n 450 nm-en. A reakcióidő 30 perc. Olcsó, egyszerű, nem igényel drága felszerelést. Víz-, zsíroladható és tiol típusú antioxidánsokat is képes mérni (Balogh, 2010).

FELHASZNÁLT IRODALOM

- » Szóts Gábor, Petrekanits Máté (2006): Egy antioxidáns szer hatása az erek állapotára. *Magy. Sporttud. Szemle, Budapest*, 3:37–41.
- » Radák Zsolt (2006): Szükséges-e az antioxidánsbevitel? *Magy. Sporttud. Szemle, Budapest*, 3: 36–37.
- » Liang Shen, Hong-Fang Ji, Hong-Yu Zhang (2007): How to understand the dichotomy of antioxidants. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. Pages 543-545
- » Andrés Moure, Jose M. Cruz, Daniel Franco, J. Manuel Domínguez, Jorge Sineiro, Herminia Domínguez, María José Núñez, J. Carlos Parajó (2001):
- » Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, Pages 145-171
- » Simon Y. L. Ching, Jon Hall, Kevin Croft, John Beilby, Enrico Rossi, Emilio Ghisalberti (2006): Antioxidant inhibition of oxygen radicals for measurement of total antioxidant capacity in biological samples. *Analytical Biochemistry*, Pages 257-265
- » N. Nenadis, I. Zafiropoulou, M. Tsimidou (August, 2003): Commonly used food antioxidants: a comparative study in dispersed systems. *Food Chemistry*, Pages 403-407
- » Radák Zsolt (2008): Szabadgyökök és testedzés: jelen- és jövőbeli perspektívák. *Magy. Sporttud. Szemle, Budapest*, 2: 11–15.
- » Balogh Emőke (2010): Antioxidáns-kapacitás meghatározása és ennek kialakításában szerepet játszó vegyületek vizsgálata boggyós gyümölcsök esetében. PhD-értekezés, Budapest

A SZABADGYÖKÖK ÉS A TESTEDZÉS

Szoros a kapcsolat a sejtek metabolizmusa és a képződő szabadgyökök között, hiszen a sejtekben az egyik legnagyobb gyöktermelő a mitokondrium, melyben az aerob energianyerés során szabadgyökök is képződnek. Az első testedzéssel kapcsolatos vizsgálat jelentős mennyiségű szabadgyököt mutatott ki a vázizom mitokondriumában a kimerülésig végzett futás hatására, melyet elektron spin rezonanciával vizsgáltak (Davies et al., 1988). A mozgás következtében hatékonyabban lebontott fehérjék csoportjához tartozik a beta-amyloid, melynek a felszaporodása az Alzheimer betegség oka, és ennek a betegségnek nagyon súlyos funkcionális következményei vannak (Lazarov et al., 2005). Hasonlóan fontos szerepe van a testedzésnek a Parkinson-kór esetén is. Mindkét betegség jelentős oxidatív stresszt jelent az idegsejtek számára, és a testedzés által indukált magasabb aktivitású antioxidáns-rendszerek védelmet jelentenek (Radák, 2008).

Az antioxidáns-bevitel szükségessége kérdéses, hiszen szinte lehetetlen megmondani az optimális mennyiséget, a szabadgyökökből és az antioxidánsokból egyaránt. A szervezetünk nagyon okos, és az enzimatikus rendszerek harmóniában élnek egymással, nem véletlen, hogy a jelenleg ismert módszerek közül csupán kettő az, amely növeli az átlagélettartamot, az egyik a maximálist is, az olyan természetes módszer, mely növeli az enzimatikus antioxidáns és a sérülésjavító rendszerek aktivitását. A kettő közül az egyik, mely embereken is működik – az a rendszeres testedzés! Antioxidáns-bevitelt számos antioxidáns gyártó cég javasol. Lehet, hogy igazuk van, de lehet, hogy nem. Ha hiány van, kell az antioxidáns. De mennyitől is kezdődik a hiány? A szabadgyökök által szabályozott sejti folyamatoknak jelenleg csupán töredékét ismerjük, és meggyőződésem szerint ez a viszonylag új kutatási terület a jövőben számos nagyon fontos eredményt közöl. Sok a kérdés, kevés az objektív válasz. Úgy gondolom, hogy itt tartunk ma, lassan már tudunk kérdezni, de a válasszal még gondok vannak (Radák, 2006).

KÖVETKEZTETÉS

A hazai és a külföldi szakirodalom alapján összességében elmondható, hogy az antioxidánsok jótékony hatással vannak az életünkre, és segítségükkel könnyebben kivédhetjük a napjainkban olyannyira terjedő különféle civilizációs betegségeket. Itt fontos szerepet kap a testmozgás, ugyanis ekkor fokozódik a szabadgyöktermelés, majd védekezésképpen antioxidánsok keletkeznek, ami a későbbiekben ellenállóbbá teheti az emberi szervezetet.

A rendszer egyes elemeit maga a szervezet is elő tudja állítani, azonban számos molekulát nem tudunk szintetizálni, úgymint az aszkorbinsavat, a karotinoidekat, a tokoferolokat, a flavonoidokat (nem az enzimatikus rendszer elemei). Ezekhez csakis külső forrásból, a táplálkozás útján juthatunk hozzá (Vertuani és mtsai., 2004). A dolgozatot ajánlom a téma iránt érdeklődőknek, illetve azoknak a sportszakembereknek, akiknek további kutatási alapként szolgálhatnak az itt összegyűjtött kutatások. ■