

Ana Skerlovnik¹

Antioksidanti – kateri zares delujejo in katere je smiselno priporočati?

*Antioxidants – What Really Works and What Is Reasonable
to Recommend?*

IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: antioksidanti, radikali, vitamin C, vitamin E, koencim Q₁₀, flavonoidi

Pomembno se je zavedati, da imajo radikali in tudi antioksidanti dvojno naravo – oboji so lahko tako koristni kot škodljivi. Kadar je naš organizem zdrav, mreža antioksidantov v telesu sproti učinkovito odstranjuje morebitne presežne količine radikalov. Ob določenih bolezenskih stanjih in fizičnih, psihičnih ali drugih obremenitvah ter pri starejših, ko začne sinteza telesu lastnih antioksidantov upadati, pa je smiselna njihova občasna dodatna uporaba. Če se odločimo za uživanje antioksidantov, imajo prednost tisti pripravki, ki vsebujejo kombinacijo fizioloških antioksidantov (npr. vitamin C, vitamin E, koencim Q₁₀), saj ti delujejo kot mreža medsebojno povezanih reducentov, ki jo celica neprestano obnavlja.

ABSTRACT

KEY WORDS: antioxidants, radicals, vitamin C, vitamin E, coenzyme Q₁₀, flavonoids

It is important to observe that both radicals and antioxidants are dual in nature: they can both be beneficial and harmful. When our body is healthy, an antioxidant network in the body promptly and effectively removes any excess amounts of free radicals. Occasional use of antioxidants, however, is reasonable in the case of certain medical conditions, physical, psychological or other stresses, and especially in the elderly, in which the natural synthesis of endogenous antioxidants begins to decline. When opting for additional antioxidants, the preparations that contain a combination of physiological antioxidants (e.g. vitamin C, vitamin E, coenzyme Q₁₀) are preferred, since they function as a network of interconnected reducing agents constantly being renewed in the cell.

¹ Ana Skerlovnik, mag. farm., Koroška lekarna, Ob Suhi 9, 2390 Ravne na Koroškem; ana.skerlovnik@gmail.com

ANTIOKSIDANTI IN RADIKALI Radikali

Radikali so spojine z enim ali več neparnimi elektroni na zunanji elektronski ovojnici, kar jih naredi kemijsko zelo reaktivne. V reakciji, znani kot oksidacija, prihaja do hitrega in nepredvidljivega spajanja radikala s katerokoli bližnjo molekulo (npr. z beljakovinami, maščobami, sladkorji ali nukleinskimi kislinami). Pri tem lahko nastane nova spojina, ki ima prav tako lastnost radikala in lahko sproži novo verižno reakcijo. Radikali so lahko endogeni (nastajajo v telesu pri presnovi kisika, fagocitozi, apoptozi, koagulaciji, hipoksiji itd.) ali eksogeni (cigaretni dim, zdravila, prehrana, pesticidi, ozon, ultravijolično sevanje itd.). Radikali, ki nastajajo v telesu, niso vedno nujno škodljivi za organizem. V nekaterih fizioloških procesih in celičnih funkcijah lahko delujejo tudi kot obveščevalne molekule (1).

Antioksidanti

Antioksidant je vsaka snov, ki lahko prepreči, upočasni ali zavre oksidacijo druge molekule. Antioksidanti v reakcijah z radikali nudijo vodikov atom ali elektron, s tem pa reaktiven radikal pretvorijo v manj reaktiven radikal ali nereaktivni produkt. Pri tem se antioksidant pretvori v stabilen radikal, ki večinoma ni sposoben nadaljevati oksidacije (3).

Antioksidanti – kdaj in kateri?

V telesu deluje zelo dober sistem antioksidativne zaščite. Vsebuje namreč številne antioksidante z najrazličnejšimi strukturami in mehanizmi delovanja, ki so prisotni skoraj povsod v telesu. Prav tako se je razvila mreža antioksidantov – obnovljivih antioksidantov, v kateri posamezen antioksidant obnovi oksidiranega predstavnika mreže (npr. vitamin C obnovi vitamin E).

Telesu lastni antioksidanti (encimi in druge beljakovine, koencim Q_{10} , sečna kislina, lipojska kislina, melatonin) so najučinkovitejši, saj se njihova koncentracija pri-

lagaja potrebam organizma. Se pa s starostjo nastajanje nekaterih zmanjšuje (npr. koencim Q_{10}), zato postanejo vse bolj pomembni eksogeni viri. Pri eksogenih antioksidantih (vitamin E, vitamin C, vitamin A, flavonoidi) pa je naše telo stalno odvisno od njihove prisotnosti v hrani, njihove resorpcije iz prebavil in od presnove. Kadar je naš organizem zdrav, mreža antioksidantov v telesu sproti ter učinkovito odstranjuje morebitne presežke radikalov, zato dodaten vnos s prehranskimi dopolnili ni potreben. Ob določenih bolezenskih stanjih, fizičnih in psihičnih ali drugih obremenitvah ter pri starejših, ko začne nastajanje endogenih antioksidantov slabeti, pa je smiselna občasna uporaba antioksidantov (3).

Vitamin C

Vitamin C je najpomembnejši vodotopni antioksidant v telesu (4). Rastline in mnoge živali ga lahko sintetizirajo same iz glukoze, človek pa je zaradi okvare gena za encim, ki katalizira zadnjo stopnjo biosinteze, odvisen od vitamina C, ki ga dobimo s hrano. Če želimo v telesu ves čas vzdrževati kar največjo zalogo vitamina C, ga moramo dnevno zaužiti približno 200 mg, česar pa z uživanjem uravnotežene, s sadjem in zelenjavo bogate prehrane ni težko doseči (3).

Primeri uporabe vitamina C:

- Stres: Vitamin C je udeležen pri izločanju adrenalina in drugih stresnih hormonov. V nadledvičnih žlezah se nahaja sorazmerno velika količina vitamina C, ki se pri dolgotrajnem stresu močno zmanjša.
- Nosečnice in doječe matere: Vitamin C prehaja skozi posteljico z aktivnim transportom in njegova koncentracija v plodu je običajno za 50 % višja kot v plazmi matere. Prav tako se izloča tudi v materino mleko.
- Kadihci: Imajo v primerjavi z nekadilci izrazito znižane koncentracije vitamina C v plazmi, zato imajo povečano potrebo po vitaminu C (približno 250 mg/dan) (4).

- Bolezni srca in ožilja: Vitamin C zavira oksidacijo lipoproteinov z nizko gostoto (angl. *low density lipoprotein*, LDL) in s tem aterosklerozo. V raziskavah so dokazali, da so višje plazemske koncentracije vitamina C povezane z redkejšim pojavljanjem srčnih obolenj, miokardnega infarkta, angine pectoris in možganske kapi.
 - Delovanje proti rakavim obolenjem: Vitamin C dokazano deluje proti rakotvornim spojinam, kot je nitrozamin, ki nastaja v reakcijah nitrátov ali nitritov, ki so prisotni npr. v hrani ali cigaretnem dimu (5). Po nekaterih raziskavah naj bi visoki iv. odmerki vitamina C delovali prooksidativno na rakave celice, vendar vpliv vitamina C na rakave celice danes še ni dovolj poznan (6).
 - Telesni napor: Antioksidanti lahko ublažijo poškodbe mišic in oksidacijo beljakovin, ki nastane zaradi telesne vadbe (5).
 - Prehlad: Velja prepričanje, da veliki odmerki vitamina C pomagajo pri prehladu in gripi, vendar klinične raziskave tega ne potrjujejo (3). Opazili niso niti zmanjšanja tveganja za nastanek prehlada niti skrajšanja prehlada. V skupini, ki je razvila prehlad, ni bilo značilnih razlik v jakosti simptomov med ljudmi, ki so jemali vitamin C, in tistimi, ki ga niso (4).
 - Druge okužbe: Vitamin C se je izkazal za uspešnega pri odstranitvi *Helicobacter pylori* v želodcu. Prav tako se je izkazal za učinkovitega pri lokalnem zdravljenju okužbe z virusom *Herpes simplex* (5).
 - Kolagen: Vitamin C je kofaktor vsaj osmih encimov, ki sodelujejo pri nastajanju kolagena. Kolagen, ki nastane v odsotnosti askorbata, ne tvori pravih vlaken, kar povzroči slabo celjenje ran in krhkost žilnih sten (3).
 - Koža: Ob nanosu na kožo zmanjša škodljive učinke ultravijoličnega sevanja, spodbuja sintezo kolagena in zmanjšuje nastajanje gub ter pigmentacije. Uporaba v kozmetičnih pripravkih je smiselna, glavna težava pri tem pa je njegova stabilnost (4).
 - Moška neplodnost: Uporaba vitamina C se je izkazala za koristno pri preprečevanju poškodb semenske DNK in s tem pri preprečevanju moške neplodnosti, saj vpliva na encim, ki povzroča fragmentacijo DNK (7).
 - Sepsa: V zadnjem času se vitamin C uporablja tudi kot terapevtsko sredstvo pri zdravljenju sepe. Njegova fiziološka vloga pri sepsi je, da zmanjšuje oksidativni stres in vnetje, poveča sintezo vazokonstriktorjev ter izboljša delovanje imunskih celic. Trenutno poteka večja randomizirana nadzorovana raziskava za potrditev teh ugotovitev (10).
- ## Vitamin E
- Je antioksidant v lipofilnih okoljih celice (3). Preprečuje oksidacijo lipidov, ki so bistvena sestavina celične membrane (8). V hrani je široko zastopan (bogat vir so rastlinska olja), zato je njegovo pomanjkanje zelo redko (1). Evropska agencija za varnost hrane (angl. *European Food Safety Authority*, EFSA) določa 300 mg kot najvišji sprejemljivi odmerek, ki ga zdrava odrasla oseba lahko zaužije vsak dan brez tveganja za zdravje (9).
- ### Primeri uporabe vitamina E:
- Pomanjkanje vitamina E: Do znatnega izčrpanja zalog pride šele pri nezadostni absorpciji maščob iz črevesja, prirojjenih napakah v presnovi in pri boleznih, ki prizadenejo tvorbo žolča (npr. cistična fibroza). Pojavijo se poškodbe živčevja, okvare mrežnice in eritrociti nenormalnih oblik, kar lahko preprečimo z visokimi peroralnimi odmerki α -tokoferola (3).
 - Novorojenčki: V redkih primerih lahko pride do hemolitičnega sindroma nedonošenčkov, ki ga zdravimo z α -tokoferolom (3).
 - Bolezni srca in ožilja: Vitamin E zavira oksidacijo LDL in s tem ščiti pred razvojem ateroskleroze.

- Nevrodegenerativne bolezni: Epidemiološke raziskave so pokazale, da naj bi visoki odmerki vitamina E zmanjšali možnost za nastanek Alzheimerjeve in Parkinsonove bolezni.
- Vnetne bolezni: V eni izmed raziskav so dokazali, da visoki odmerki pri revmatoidnem artritisu zmanjšajo vnetje in bolečino, ne zmanjšajo pa tveganja za nastanek vnetja.
- Kajenje in onesnaženost zraka: Vitamin E naj bi ščitil pred oksidanti in drugimi dražječimi snovmi v vdihanem zraku.
- Koža: Uporaba vitamina E prek kože jo vlaži in ščiti pred poškodbami z ultravijoličnimi žarki, prav tako naj bi deloval proti nastanku gub, zato se pogosto uporablja v kozmetičnih pripravkih za kožo.
- Sladkorna bolezen tipa 2: Vitamin E ima zaščitno vlogo pri razvoju sladkorne bolezni tipa 2. Visoki odmerki vitamina E (900 mg/dan) naj bi izboljšali odzivnost za inzulin. Prav tako pa naj bi imel zaščitno vlogo pri zmanjšanju zapletov sladkorne bolezni (5).

Koencim Q₁₀

Koencim Q₁₀ ali ubikinon sodeluje v oksidacijsko-redukcijskih reakcijah mitohondrijske dihalne verige. Človeško telo ga sintetizira samo, vendar njegovo nastajanje s starostjo upada (8). Ni znano, ali je ugoden učinek prehranskih dopolnil posledica antioksidativnih lastnosti ali nadomeščanja ob pomanjkanju endogenega koencima Q₁₀. Morda gre tudi za kombinacijo obeh učinkov (3).

Primeri uporabe koencima Q₁₀:

- Bolezni srca in ožilja: Dokazali so pozitivne učinke jemanja koencima Q₁₀ po srčnem zastoju, okvarah srčnih zaklopk in srčnem popuščanju, saj pomaga pri okrevanju tkiv po ishemičnih poškodbah (8). Klinične raziskave so prav tako pokazale, da lahko dodatek koencima Q₁₀ zniža krvni tlak, izboljša endotelijsko funkcijo in okrevanje po obvodu koronarnih arterij, opazili pa so tudi zmanjšanje pogostosti migren (5).
- Ateroskleroza: Ker je prisoten v celični membrani, varuje lipide pred peroksidacijo, poleg tega pa obnavlja vitamin E. Uporaba je zato smiselna pri ljudeh s hiperholesterolemijo (8).
- Starost: S starostjo upada endogena sinteza koencima Q₁₀, zato je njegovo dodatno uživanje smiselno (5).
- Zdravljenje s statini: Statini lahko zmanjšajo sintezo koencima Q₁₀, ker imata s holesterolom skupen del biosintezne poti (8). Neželeni učinki statinov, kot so mioopatija, mialgija in rabdomioliza, se lahko izboljšajo z dodatkom koencima Q₁₀ (5).

Flavonoidi

Flavonoidi so v rastlinskem svetu široko zastopani, znanih je več kot 10.000 spojin (3). Najboljši vir flavonoidov v prehrani so sadje, zelenjava, zeleni čaj in temna čokolada. Čeprav za človeka niso esencialni, so za zdravje zelo koristni. Epidemiološke raziskave so pokazale, da s flavonoidi bogata prehrana podaljša življenje in zmanjša tveganje za bolezni srca in ožilja ter rakava obolenja. *In vitro* so flavonoidi zelo učinkoviti antioksidanti, pozitivni učinki v telesu pa so najverjetneje rezultat drugih mehanizmov delovanja (vpliv na mnoge encime in receptorje) (5).

Primeri uporabe flavonoidov:

- Protivnetno delovanje: Epidemiološke raziskave so pokazale, da je pri ljudeh, ki uživajo hrano, bogato s sadjem in zelenjavo, prisotna nižja raven vnetnih kazalcev.
- Imunski sistem: Kvercetin ima učinek na mnoge celice imunskega sistema, prav tako pa vpliva na izločanje histamina. V eni izmed manjših raziskav se je izkazal za učinkovitega pri zdravljenju alergijskega rinitisa, in sicer v obliki nosnega pršila.
- Srce in ožilje: Nekateri flavonoidi in s flavonoidi bogata hrana so se izkazali za učinkovite pri zmanjševanju tveganja za bolezni srca in ožilja. Ugodno delujejo pri