

Koensüüm Q10 ja selle kasutamine toidulisandina

Koensüümi Q10 ehk ubikinooni kui inimorganismile vajaliku aine identifitseeris dr A. Moore 1940. aastal¹ ning selle isoleerisid esmakordselt kollaka kristalse ühendina veise südame mitokondritest Ameerika teadlane dr Frederik L. Crane ja tema kolleegid 1957. aastal rakuenergia metabolismi käsitletud uuringu käigus.²

37

K O E N S Ü Ü M Q 1 0



Eve Tsopp

farmatseut
Revali Raeapteek



Ülle Tamming

farmatseudi õppekava kaaslektor
Tallinna Tervishoiu Kõrgkool



Monika Drews

farmatseudi õppekava kaaslektor
Tallinna Tervishoiu Kõrgkool

Nimetus „ubikinoon“ on tuletatud sõnast *ubique*, mis ladina keeles tähendab kõikjal esinev. 1958. aastal tegi dr Karl August Folkers koos kaastöötajatega kindlaks ubikinooni struktuuri³ ning mõned aastad hiljem avastati ubikinoonide vitameerisus, mis tähendab, et vitamiin Q on

lähedase keemilise ehitusega loodus-ühendite rühm, mida iseloomustab kinootuum, mille külghel koosneb eri arvust (0–12) isopreenlülidest. Inimorganismile on iseloomulik 10 lülist koosneva külghelaga ühend Q10 (93–98%), ülejäänud 2–7% ühenditest on üheksa lüliga.¹

Koensüüm Q10 esineb inimorganismis peamiselt kahes bioaktiiv-

ses vormis: ubikinoon ja ubikinool. Ubikinoon on Q10 oksüdeeritud vorm ja ubikinool on Q10 oksüdeerimata ehk redutseeritud vorm. Ensümaatiliste protsesside abil liiguvad ubikinoon ja ubikinool sõltuvalt organismi vajadustest pidevalt ühest vormist teise, seetõttu kasutatakse ühtset nimetust ubikinoonid või koensüüm Q10.⁴



Koensüümi Q10 ülesanded organismis

Koensüüm Q10 on seotud adenoosiintrifosfaadi (ATP) tootmisega rakkude mitokondrites. ATP on organismi universaalne energia- kandja, mis on vajalik eeskätt lihas- kontraktsiooniks ning kõikideks organismi elutähtsateks funktsioonideks. Koensüüm Q10 aitab toota ka kehasoojust.⁴

Ubikinoolidel ja ubikinoonidel on organismis erinevad ülesanded. Ubikinoon kui mitokondrite sise- membraani elektrontransportahela komponent on hädavajalik raku- energia tootmiseks.⁵ Ubikinoonid aktiveerivad raku kasvu ja pidur- davad raku surma tervetes kude- des.⁶ Ubikinool on oluline lipiidides lahustuv antioksüdant, mis takistab väikese tihedusega lipoproteiinide peroksüdatsiooni vereringes ja on põletikuvastase toimega. Seega kaitsevad ubikinoolid veresoonte seinu ja lihasrakkude membraane oksüdatiivsete kahjustuste eest, aeglustades ateroskleroosi arengut.⁵ Ubikinoolid aitavad säilitada raku- membraanide ja membraansete val- kude terviklikkust ning tagavad normaalse signaaliülekande läbi membraanide.¹

Ubikinoolid ja ubikinoonid asu- vad veres põhiliselt LDL- (ingl *low-density lipoprotein*) osakestes, kaitstes neid oksüdatsiooni eest ja vähendades sellega ateroskleroosi teket. Koensüümi Q10 leidub inim- organismi kõikides kudedes: Q10 põhidepoo on maks, kuid

selle sisaldus südamelihastes (114 µg/g) on umbes kaks korda suurem kui maksas (55 µg/g), neerudes (67 µg/g) ja skeletilihastes (40 µg/g). Kõige väiksem on ubiki- noonide kontsentratsioon kopsudes (8 µg/g).⁷

Ubikinoonide allikad

Vitamiinidele lähedase ehituse ja antioksüdantse toimega rasvlahus- tuv koensüüm Q10 ei ole klassika- line vitamiin. Kuigi ubikinoonide allikas on toit, sünteesitakse suur osa vajalikku koensüümi Q10 inimorganismis. Kõige rohkem suudab organism koensüümi Q10 sünteesida inimese 19.–25. elu- aasta paiku, edaspidi organismi võimekus väheneb.² Koensüümi Q10 ööpäevane vajadus on umbes 500 mg, millest vaid ligikaudu 5 mg saadakse toiduga.⁸

Koensüümi Q10 endogeenne tootmine mõjutab Q10 taset eel- kõige organismi kudedes, toiduga manustatud ubikinoonid suu- rendavad Q10 kontsentratsiooni

Kõige rohkem suudab organism koensüümi Q10 sünteesida inimese 19.–25. eluaasta paiku, edaspidi organismi võimekus väheneb.² Koensüümi Q10 ööpäevane vajadus on umbes 500 mg, millest vaid ligikaudu 5 mg saadakse toiduga.⁸

vereplasmas.⁹ Koensüümi Q10 biosünteesiks inimorganismis on vaja vitamiine (B₂, B₆, B₁₂, niatsiin, foolhape, pantoteenhape, C-vi- tamiin), mineraale (magneesium, tsink) ja aminohappeid – fenüülala- niini, türosiini ja metioniini.⁴

Lisaks endogeensele biosüntee- sile saab inimorganism ubikinoone toiduga. Suure Q10 sisaldusega toi- duained on veiseliha (16,1–48,8 µg/g), kanaliha (10,6–21,1 µg/g) ja merekalad (räim (11,2–13,9 µg/g), sardiinid (11,9–30,5 µg/g), makrellid (10,6–25,8 µg/g)) ning subproduktid (süda (seasüda 19,2–128,7 µg/g), maks (veisemaks 33,3–50,5 µg/g)). Ubikinoone sisaldavad keskmisest rohkem ka sojaõli (46,6–63,5 µg/g), see- samiõli (17,6–31,5 µg/g), pähk- lid (11,5–25,5 µg/g) ja avokaado (9,5–24,3 µg/g). Kuigi piim ja pii- matooted on loomse päritoluga, ei ole need head ubikinoonide alli- kad. Toiduainetes leiduv koensüüm Q10 on tundlik füüsikalise-keemi- lise parameetrite suhtes – valguse käes või temperatuuri tõusul üle 55 °C muutub see ebastabiilseks ja hävineb.⁹

Koensüümi Q10 defitsiit

Koensüümi Q10 defitsiiti võivad põhjustada geenimutatsioonid, mille tõttu on häiritud Q10 biosüntees. Seda defitsiiti esineb väga harva, umbes 120 000 inimesel maailmas.¹⁰

Levinuim on defitsiit, mis kujuneb peensoolehaiguste, rasvavaese toidu, mitmete ravimite pikaajalise kasutamise ja kroonilise alkoholi korral. B-rühma vitamiinide vaeguse korral kahaneb maksa võime Q10 sünteesida.¹ Koensüümi Q10 defitsiiti võib põhjustada ka antidepressant amitriptüliini ning kolesterooli sünteesi inhibeerivate ravimite ehk statiinide pidev ja pikaajaline kasutamine.⁸

Vananedes väheneb maksa võime viia ubikinoone inimorganismile vajalikku vormi. Vananemisel ja haiguste (südamehaigused, lihaste düstroofia, immuunsüsteemihäired, kõrgvererõhktõbi, diabeet) korral vähenevad koensüümi Q10 varud inimorganismis; sapi- või pankrease ensüüride defitsiit, kestev raualiigsus, kloriididerikas joogivesi, hormonaalsed kontratseptiivid ja soolekahjustused pärsivad Q10 imendumist toidust või toidulisanditest.¹¹ Kui organismi enda ubikinoonide süntees on väike või takistatud, väheneb ka organismis energia tootmine, mis tähendab, et lihased väsivad kiiremini, väheneb südamejõudlus ja füüsilise koormuse taluvus, samuti antikehade moodustumine immuunsüsteemi poolt ning väheneb närvirakkude toime efektiivsus.¹

Koensüümi Q10 defitsiidi esmased sümptomid on väsimus, jõuetus ja kehalise koormuse taluvuse vähenemine. Kestvalt madal koensüümi Q10 tase veres tähendab aga oluliselt suuremat riski südame- ja veresoonehaiguste (sh ateroskleroos, kardiomüopaatia), parodontiidi, diabeedi, immuunsüsteemihäirete, kasvaja tekkemise ja arengu ning neurodegeneratiivseteks häireteks (seniilsus, parkinsonism). Märgatavalt kiireneb vananemine.¹¹



Joonis 1. Koensüümi Q10 toimed toidulisandina (kohandatud).¹³

Q10 kasutamine toidulisandina

Mitmed uuringud on näidanud koensüümi Q10 positiivset rolli nii südamepuudulikkuse ennetamisel kui ka selle ravi osana. Oksüdatiivne stress ja mitokondrite funktsiooni häired on südame-veresoonkonna haiguste kujunemisel olulised tegurid. Koensüüm Q10 on tugev antioksidant, mis on oluline vereringesüsteemi ja mitokondrite DNA kaitsmiseks. Südamepuudulikkuse korral on ATP süntees südamelihases vähenenud peamiselt elektronide transpordiahela efektiivsuse vähenemise tõttu mitokondrites. Südamepuudulikkusega patsientide südame lihaskude sisaldab vähem koensüümi Q10 kui tervetel inimestel ning vananedes langeb koensüümi Q10 tase südames. Koensüümi Q10 toidulisandid võivad parandada südame kokkutõmbetugevust ja ennetada ateroskleroosi teket.³

Statiinid on maailmas laialdaselt kasutatavad kolesteroolitaset alandavad ravimid. Üha enam pöö-

ratakse tähelepanu statiinide kõrvaltoimetele. Lisaks ravitoimele, kolesterooli sünteesi vähendamisele häirivad statiinid ka teisi ensümaatilisi protsesse, sealhulgas koensüümi Q10 sünteesi. Kolesterooli tootetakse peamiselt maksas ensüümi HMG-CoA (hüdroksümetüül-glutarüül-koensüüm A) abil. See ensüüm osaleb ka koensüümi Q10 sünteesis. Kuna statiinid vähendavad maksas HMG-CoA tootmist, siis häirivad need ka koensüümi Q10 tootmist. Statiinid võivad põhjustada kõrvaltoimena lihaskiire ja väsimust ning neid kõrvaltoimeid võib leevendada koensüümi Q10 sisaldava toidulisandi manustamine.² Ka antidepressant amitriptüliin põhjustab mitokondrite düsfunktsiooni ja suurenenud oksüdatiivset stressi ning seetõttu kaitseb koensüüm Q10 toidulisandi lisamane manustamine amitriptüliini toksiliste mõjude eest.¹²

Koensüümi Q10 lisamane manustamine võib olla vajalik ravi toetava toidulisandina mitmete haiguste korral (vt joonis 1): südame-ve-

resoonkonnahaiguste hüpertoonia, südamepuudulikkuse, stenokardia, ateroskleroosi korral; neurodegeneratiivsete haiguste, Parkinsoni ja Alzheimeri tõve korral; lihaste düstroofia, parodontiidi, liigesepõletiku, vanusega seotud immuunsuse vähenemise ja immuunhaiguste korral, mitokondriaalsete haiguste, diabeedi, vähktõve, kroonilise väsimuse sündroomi ja ravimite (statiinide) kõrvaltoimete korral.¹³ Koensüümi Q10 soovituslik annus inimeste tervise hoidmiseks on 30–100 mg ööpäevas⁴ ja toidulisandeid on nende rasvlahustuvuse tõttu soovitatav manustada koos rasvarikka toiduga.¹⁴

Koensüümi Q10 biosaadavus

Suure molekulmassi ja vees lahustumatuse tõttu on koensüümi Q10 biosaadavus inimestel väga väike.⁹ Maksimaalse plasmakontsentratsiooni saavutamise aeg (T_{max}) on kuus tundi pärast manustamist. 24 tundi pärast suukaudset manustamist täheldatakse järgmist maksimaalset plasmakontsentratsiooni, mida võib seostada enterohepaatilise tsirkulatsiooniga ja koensüümi Q10 ümberjaotumisega maksast vereringesse lipoproteiinide poolt. Koensüümi Q10 keskmine eliminatsiooni poolväärtusaeg on 33 tundi ja see metaboliseeritakse tsütokroom P450 ensüümide abil.⁴ Eksogeense koensüümi Q10 omastamine kudedes on piiratud, kui organism sünteesib piisavalt koensüümi Q10, ning sellisel juhul ei ole lisamanustamine vajalik.⁷

Koensüümi Q10 ohutus ja koostoimed ravimitega

Koensüümi Q10 on kasutatud toidulisandina üle 30 aasta. Uuringud on tõestanud, et koensüümil Q10 on väike toksilisus ja see ei põhjusta inimestele kahjulikku toimet ning toidulisandite manustamine pikema aja jooksul ei vähenda koensüümi Q10 endogeenset sünteesi selle puuduse korral ega aku-

muleerumist plasmas või kudedes.¹⁴ Uuringute tulemused näitavad, et koensüümi Q10 pikaajaline kasutamine toidulisandina on ohutu ja hästi talutav. Kõrvaltoimetest võivad ilmned a seedetraktihäired nagu kõhuvalu, kõhulahtisus või iiveldus.¹⁵ Koensüümi Q10 kasutamise ohutus lastel, rasedatel ja rinnaga toitvatel emadel ei ole kindlaks tehtud.⁴

Koensüümi Q10 struktuurse sarnasuse tõttu K-vitamiiniga võib see suurendada varfariini metabolismi selektiivse koostoime tõttu tsütokroom P450 ensüümidega. Antikoagulant varfariini kasutamisel patsientidel soovatakse enne koensüümi Q10 sisaldava toidulisandi kasutamist konsulteerida arstiga.⁴

Koensüüm Q10 võib vähendada kasvajavastaste ravimite daunorubitsiini ja doksorubitsiini kardiotoksilisust, kuid keemiaravi saavad patsiendid peaksid enne Q10 toidulisandite manustamist oma arstiga konsulteerima, sest koensüümi Q10 koostoimeid keemiaravimitega ei ole piisavalt uuritud. Tugeva antioksüdandina võib koensüüm Q10 vähendada kemoterapeutikumide efektiivsust.⁴

Kokkuvõte

Koensüüm Q10 on vitamiinilaadne ühend. Kuigi ubikinoonide allikas on toit, sünteesitakse suur osa vajalikku koensüümi Q10 inimorganismis. Ubikinoonid on eriti olulised organismis energia tootmise jaoks ning ubikinoolidel on tähtis roll antioksüdandina.

Koensüümi Q10 manustamine võib anda positiivse efekti südame-veresoonkonnahaiguste, neurodegeneratiivsete haiguste ja kolesterooli sünteesi inhibeerivate ravimite (statiinide) pideval manustamisel. Koensüüm Q10 toidulisandi manustamine pikema aja jooksul ei mõjuta selle endogeenset sünteesi ega akumuleerumist plasmas või kudedes. Koensüümi Q10 soovituslik annus tervise hoidmiseks on 30–100 mg ööpäevas. 🌿

Kasutatud kirjandus

1. Vihalemm, T. Vitamiin Q ehk ubikinoon, tänapäeval rohkem koensüüm Q. 2017. https://www.tervisekool.ee/tervisekool/failid/File/lugemist/vit_min/T_Vihalemm_Q_vitamiin.pdf.
2. Raizner, A. E. Coenzyme Q10. *Methodist Deakey Cardiovasc J* 2019; 15 (3): 185–191. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6822644/pdf/i1947-6094-15-3-185.pdf>.
3. Judy, W. The Substance that Powers Life: Coenzyme Q10 - an Insider's Guide. Forlaget Ny Videnskab; 2018.
4. Arenas-Jal, M., Suñé-Negre, J. M., García-Montoya, E. Coenzyme Q10 supplementation: Efficacy, safety, and formulation challenges. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2020; 19 (2): 574–594. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12539>.
5. Fladerer, J. P., Grollitsch, S. Comparison of Coenzyme Q10 (Ubiquinone) and Reduced Coenzyme Q10 (Ubiquinol) as Supplement to Prevent Cardiovascular Disease and Reduce Cardiovascular Mortality. *Curr Cardiol Rep* 2023; 25: 1759–1767. <https://doi.org/10.1007/s11886-023-01992-6>.
6. Cirilli, I., Damiani, E., Dlodla, P. V., et al. Role of coenzyme q10 in health and disease: An update on the last 10 years (2010–2020). *Antioxidants* 2021; 10 (8): 1–24. <https://doi.org/10.3390/antiox10081325>.
7. Ayer, A., Macdonald, P., Stocker, R. CoQ10 Function and Role in Heart Failure and Ischemic Heart Disease. In *Annual Review of Nutrition* 2015; 35 (1). <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071714-034258>.
8. Hargreaves, I., Heaton, R. A., Mantle, D. Disorders of human coenzyme q10 metabolism: An overview. *International Journal of Molecular Sciences* 2020; 21 (18): 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijms21186695>.
9. Podar, A. S., Semeniciu, C. A., Ionescu, S. R., et al. An Overview of Analytical Methods for Quantitative Determination of Coenzyme Q10 in Foods. *Metabolites* 2023; 13 (2). <https://doi.org/10.3390/metabo13020272>.
10. Mantle, D., Millichap, L., Castro-Marrero, J., et al. Primary Coenzyme Q10 Deficiency: An Update. *Antioxidants* 2023; 12 (8): 1–23. <https://doi.org/10.3390/antiox12081652>.
11. Zilmer, M., Rehema, A., Soomets, U., et al. Inimkeha põhilised biomolekulid (meditsiiniliselt tähtsamad ülesanded): inimorganismi metabolism (biokemism ja kliinilised aspektid). Avita kirjastus; 2015.
12. Moreno-Fernández, A. M., Cordero, M. D., Garrido-Maraver, J., et al. Oral treatment with amitriptyline induces coenzyme Q deficiency and oxidative stress in psychiatric patients. *Journal of Psychiatric Research* 2012; 46 (3): 341–345.
13. Shukla, S., Dubey, K. K. CoQ10 a super-vitamin: review on application and biosynthesis. *3 Biotech* 2018; 8 (5): 249. <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1271-6>.
14. Gutierrez-Mariscal, F. M., Arenas-de Larriva, A. P., Limia-Perez, L., et al. Coenzyme q10 supplementation for the reduction of oxidative stress: Clinical implications in the treatment of chronic diseases. *International Journal of Molecular Sciences* 2020; 21 (21): 1–19. <https://doi.org/10.3390/ijms21217870>.
15. Garrido-Maraver, J., Cordero, M. D., Oropesa-Avila, M., et al. Clinical applications of coenzyme Q10. *Frontiers in Bioscience* 2014; 19: 619–633.