

## Vitamiin Q ehk ubikinoon, tänapäeval rohkem koensüüm Q

Tiiu Vihalemm, biokeemik, 2017

### Ajaloost

Dr. A. Moore identifitseeris vitamiini Q kui inimorganismile vajaliku aine 1940. aastal. Keemiline nimetus ubikinoon tuleneb ladinakeelsest sõnast *ubique*, mis tähendab kõikjal - ubikinooni leidub tõesti pea kõigis inimkeha rakkudes. Dr. Frederick Crane isoleeris selle kõikjal leiduva aine esmakordselt veise südame mitokondreist ja näitas ubikinooni koensüümset rolli imetajate energia tootmises (hingamisahelas) 1957. aastal. Sellest ajast alates räägitaksegi rohkem koensüüm Q-st kui vitamiin Q-st. Aasta hiljem, 1958. a. tegid K. Folkers jt. kindlaks avastatud ühendi täpse struktuuri. Mõned aastad hiljem avastati ubikinooni vitameersus, mis tähendab, et vitamiin Q on lähedase keemilise ehitusega loodusühendite rühm, mida iseloomustab kinoontuum, mille külghel koosneb erinevast arvust (0-12) isopreenlulist. Inimese organismile on iseloomulik 10 isopreenlüli (93-98%) ja ülejäänud, 2-7% on üheksa lüliga. 1961. a. näidati koensüüm Q10 potentsiaalset toimet vähiravis (vähihaigetel on Q defitsiit) ja 1964. a. koensüüm Q10 manustamise kasulikkust südamelihase kahjustuse korral. 1970. a. avastati uuel vitamiinil antioksidantsed omadused.

### Ubikinoon ja ubikinool - Q10 kaks redoksvormi

Ubikinoonina on ta täielikult oksüdeeritud ja seda tähistatakse tihti tähega "Q". Sellisena on ta vajalik koensüüm energia tootmisel hingamisahelas.

Ubikinool on täielikult redutseeritud (taandatud) vorm ja teda tähistatakse "QH". Sellisena on ta tugev antioksidant ja vajalik hingamisahela kompleksi III töös. Organismis toimub pidev Q10 muutumine ühest vormist teiseks. Üldiselt on inimorganismis tervikuna ubikinooli tase kõrgem kui ubikinooni tase. 92-98% kogu vitamiinist Q on QH vormis neerudes, maksas, lihastes, pankreases, kilpnäärmes ja munandites. Südames on QH umbes 50% ja kopsus 25%. Oksüdeeritud ubikinoon viiakse pidevalt tagasi taandatud vormiks, kasutades mitmeid ensüümsüsteeme (nt GSH reduktaas, tioredoksiini reduktaas jt), et hoida antioksidantsel kaitsesüsteemi tasakaalus.

### Millisest toidust saame Q-vitamiini?

Q-vitamiini saame nii loomset kui taimset päritolu toidust. Head allikad on merekalad: lõhe, makrell, sardiin, aga ka looma-, sea- ja kanaliha, sojaõli, pähklid, brokoli, Hiina kapsas ja spinat. Toidus leidub nii vitamiin Q oksüdeeritud kui taandatud vormi, kuigi suurem osa on ubikinoonina. Sooleseinas ja maksas muudetakse ubikinoon ubikinooliks. Viimane on võimas rasvkeskkonnas töötav antioksidant ja hingamisahela kolmandas redokspaaris ubikinooni partner. Vitamiin imendub peensoolest põhiliselt lümfis, imendumine sõltub toidurasvadest ja sapphapetest. Taimses toidus on ubikinooni külghelal põhiliselt 4 - 8 lüli, loomses toidus 9-10 lüli. Maksa toiduga sattunud loodusest pärit lühema külghelalaga

ubikinoonid muudetakse seal Q10-ks. Q10 salvestatakse küll maksa, kuid kõige rohkem on teda südamelihases, sest sealne energiatootmine peab väga korralikult toimima. Oma rasvlahustuvuse tõttu on ubikinoon hea membraane läbiv ühend, kuid vees mittelahustuvuse tõttu organismis endas raskesti transporditav, mis tähendab, et vitamiin Q manustamine ei tõsta väga suurelt (kümneid kordi) tema kättesaadavust. Kõrge ubikinooni kontsentratsioon on lisaks südamele ka maksas, neerudes, pankreases, madalaim sisaldus on kopsudes.

## **Milleks organismil on ubikinooni/ubikinooli vaja?**

1. Energia tootmine - toitainetes salvestatud energia tuleb muuta iga raku peamiseks energiakandjaks - ATP-ks. Ubikinoon on mitokondrite sisemembraani struktuurne komponent, seotud energia tootmises osaleva elektronide transpordiahelaga ja selle kaudu ATP tootmisega kõigis rakkudes. Koos energiatootmisega hingamisahelas aitab Q toota ka kehasoojust.
2. Antioksidantnekaits –vitamiin Q on võimas rasvlahustuv antioksidant, mis töötab vere lipoproteiinides, rakkude membraanis, rakusiseses endoplasmaatilises retiikulumis jm, kaitstes seal olevaid lipiide ja membraanseid valke oksükaahjustuste eest. Muuseas, vähendab kortsude teket ja silendab nahka.
3. Antioksidantsete vitamiinide E, C ja lipoehappe regenererimine - toodud vitamiinid töötavad antioksidantidena ainult taandatud vormis. Vabade radikaalide kahjutustamise protsessis nimetatud vitamiinid oksüdeeruvad, nende vitamiinide aktiivsete vormide olemasoluks tuleb neid korduvalt taandada, seda aitab teha vitamiin Q.
4. Südame ja veresoonte kaitsmine – QH kaitseb veresoonte seinu ja lihasrakkude membraane oksükaahjustuste eest. Ubikinoon asub veres põhiliselt LDLosakestes, kaitstes neid oksüdatsiooni eest ja aeglustades nii osaliselt ateroskleroosi arengut. Q10 vähendab koehormoonide poolt vahendatud põletikku ja hüübimist.
5. Signaaliülekanne rakku ja raku sees - QH, aidates säilitada membraanide ja membraansete valkude terviklikkust, aitab tagada normaalse signaaliülekande läbi membraanide.
6. Toetab organite metabolismi - kõrge metaboolse aktiivsusega kudedes on ubikinooni hulk suurem, nt süda, maks, neerud, pankreas.
7. Normaalne raku kasvamine – ubikinoon aktiveerib raku kasvu ja pidurdab raku surma tervetes kudedes.

## **Ubikinooni/ubikinooli tase langeb organismis haiguse ja vananemise ajal**

Defitsiit kujuneb peensoolehaiguste, rasvavaese toidu, mitmete ravimite pikaajalisel kasutamisel ja kroonilise alkoholismi puhul. B-rühma vitamiinide vaeguse puhul kahaneb maksa võime Q-vitamiini sünteesida. Vananemise ajal langeb nii kehasisene süntees kui ka maksa võime viia madalamaid ubikinoone Q10-ks, samuti maksa võime Q10 ühte vormi muuta teiseks vormiks. Ka kroonilisi haigusi põdeval inimese organismil võib olla raskusi ubikinooni muutmisega ubikinooliks ja vastupidi. Kui organism on oksüdatiivses stressis, käitub Q10 kõigepealt kui lipiidises faasis töötav antioksidant (ubikinoolina) ja seejärel kui elektronide kandja energiaaine ATP tootmisel. Seega oksüdatiivses stressis olev organism (aga peaaegu kõik haiged organismid on suuremas või väiksemas oksüdatiivses stressis) satub teatud aja möödumisel ka energiadefitsiiti. Mitmesuguste haiguste (südamehaigused, lihastehaigused, immuunsüsteemi häired, kõrgvererõhktõbi jt) korral vitamiin Q varud organismis vähenevad. On täheldatud vitamiin Q vajaduse kasvu lihaste düstroofia ja südamelihase kontraktsioonihäirete, ateroskleroosi, energiapuuduse, rinnaangiini (valud südames), mõningate aneemiate, kõrge vererõhu ja kõrge kolesteroolitaseme korral. Sellest tulenevalt tuntakse ka vitamiin Q profülaktilise kasutamise vastu meditsiinilist huvi.

Kui ubikinooni süntees on tagasihoidlik või takistatud, väheneb ka organismis energia tootmine, mis tähendab, et meie lihased väsivad kiiremini, väheneb südamejõudlus ning füüsilise koormuse taluvus, antikehade moodustumine immuunsüsteemi poolt, langeb närvirakkude toime efektiivsus jne. Ubikinooni leidub veel märkimisväärselt ka raku endoplasmaatilises retiikulumis ja tuumas, kus ta rolliks on antioksidantsus, mis tähendab vabade radikaalide kahjutustamist ja sellega retiikulumi- ning tuumamembraanide kaitset.

Q10 ja kolesterooli sünteeside esimene etapp inimorganismis kulgeb sama rada mööda, selle raja võtmeensüümiks on HMGC<sub>o</sub>A reduktaas. Kõrge kolesteroolitaseme langetamisel kasutatavad statiinid on selle raja võtmeensüümi HMGC<sub>o</sub>A reduktaasi inhibiitorid - mõeldud küll vere kolesteroolitaseme langetamiseks, kuid takistavad samal ajal ka organismis ubikinooni sünteesi. Kolesteroolitaseme langetamisel statiinidega võib osutada ravi lisakomponendina kasulikuks CoQ10 preparaat. Haigestunud organismis kulub osa Q10-st ubikinoolina antioksidantse rolli täitmiseks (eriti mitokondriaalse DNA kaitseks) ning organismis võib tekkida energia (ATP) defitsiit. Eakatel ja kroonilisi haigusi põdevate inimeste organismil on ubikinooni taandamisega raskusi, sel korral arvatakse aitavat ubikinooli manustamine. Mitmetes uuringutes on leitud, et paljudes organites bioloogilise vananemise protsessis ubikinooli hulk väheneb. Võib juhtuda, et isegi küllaldase täisväärtusliku toidu tarbimisel ei tule vananev (ja tihti haige) organism toime ubikinooni sünteesiga, rääkimata selle üleminekust taandatud vormi – ubikinooliks. Kui aga väheneb Q-vitamiini hulk kudedes, väheneb ka rakkude kaitse.

Kasutatud kirjandus:

1. Crane FL, Biochemical Functions of Coenzyme Q10. J Am Coll Nutrition 2001, 20, 6, 591-598.
2. Vihalemm T. CoQ10 kui multifunktsionaalne looduslik ühend – müüt või tegelikkus? Hippokrates 2002, 39, 65-667.
3. Langsjoen PH, Langsjoen JO, Langsjoen AM, Lucas LA, Treatment of statin adverse effects with supplemental Coenzyme Q10 and statin drug discontinuation. Biofactors 2005, 25 (1-4), 147-152.
4. Sinatra ST. „The Spark of Life: Coenzyme Q10” in book The Sinatra solution: metabolic cardiology. Basic Health Publications, Inc. 2005, 55-91.
5. Zilmer M, Karelson E, Vihalemm T jt. ”Vitamiin Q” raamatus Inimorganismi biomolekulid ja nende meditsiiniliselt olulisemad ülesanded. 2010, 152-153.
6. Lee BJ, Tseng YF, Yen CH, Lin PT. Effects of CoQ10 supplementation(300mg/day) on antioxidation and anti-inflammation in coronary artery disease patients during statins therapy: a randomized, placebo-controlled trial. Nutr. J 2013, 12 (1), 142.