



**TURUN
YLIOPISTO**

Emästankkauksen vaikutus fyysiseen suorituskykyyn urheilussa

Liikuntalääketiede

Paavo Nurmi-keskus ja Terveysliikunta, Kliininen laitos

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Laatija:

Alexi Silanterä

14.4.2025

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu
Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Syventävien opintojen opinnäyte

Tutkinto-ohjelma, oppiaine: Liikuntalääketiede

Tekijä(t): Aleksi Silanterä

Otsikko: Emästankkauksen vaikutus fyysiseen suorituskyykyyn urheilussa

Ohjaaja(t): Professori Olli J. Heinonen

Sivumäärä: 16 sivua

Päivämäärä: 14.4.2025

Tämän kirjallisuuskatsauksena toteutetun opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, millaisia vaikutuksia emästankkauksella on fyysiseen suorituskyykyyn korkeaintensiteettisen urheilusuorituksen aikana. Emästankkauksella tarkoitetaan elimistön happo-emästasapainon tarkoituksellista muokkaamista emäksisten lisäravinteiden avulla, tavoitteena hidastaa lihassolun happamoitumista ja ylläpitää suorituskyykyä. Katsaus keskittyi emästankkauksen käytetyimpään lisäravinteeseen, natriumbikarbonaattiin.

Kirjallisuuskatsaus toteutettiin hyödyntäen kansainvälisiä vertaisarvioituja satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia ja meta-analyyseja. Aineisto koostui urheilijoilla tehdyistä tutkimuksista, joissa arvioitiin emästankkauksen vaikutuksia fyysiseen suorituskyykyyn, mahdollisia haittavaikutuksia sekä annostuksen ja ajoituksen merkitystä.

Tutkimusnäytön perusteella natriumbikarbonaatin käyttö voi parantaa fyysistä suorituskyykyä erityisesti korkeaintensiteettisessä, anaerobisessa ja toistuvissa intervallityyppisissä suorituksissa, jotka kestävät 1–12 minuuttia. Useat tutkimukset osoittavat hyötyä etenkin suoritusten loppuvaiheessa. Sen sijaan lyhyissä, alle 30 sekunnin suorituksissa hyötyjä ei havaittu. Pidemmässä, yli 12 minuuttia kestävässä, suorituksissa vaikutukset olivat vaihtelevia.

Natriumbikarbonaatin käyttöön liittyy kuitenkin merkittäviä haittavaikutuksia. Yleisimpiä ovat ruoansulatuskanavan oireet, kuten pahoinvointi, ilmavaivat, vatsakivut, ripuli ja jopa oksentelu. Natriumbikarbonaatti on potentiaalinen suorituskyykyä parantava lisäravinne, jonka käyttö edellyttää yksilöllistä testaamista, oikean annostuksen määrittelyä ja tietoisuutta haittavaikutuksista. Suositeltu annos natriumbikarbonaattia on 0,3 g/kg nautittuna 60–180 minuuttia ennen urheilusuoritusta.

Avainsanat: emästankkaus, natriumbikarbonaatti, urheilu

Sisällysluettelo

1 Johdanto	4
2 Lihassolun tavanomainen toiminta rasituksessa	6
2.1 Lihasten energiantuotanto	6
2.2 Lihassolun happamoituminen	7
3 Emästankkauksen vaikutusmekanismit lihassolun metaboliaan korkeaintensiteettisen harjoittelun aikana	9
4 Emästankkauksen vaikutukset fyysiseen suorituskykyyn korkeaintensiteettisen harjoittelun aikana	11
4.1 Hyödyt	11
4.2 Haittavaikutukset	11
4.3 Annostus ja ajoitus	12
5 Pohdinta	14
Lähteet	15

1 Johdanto

Emästankkauksella tarkoitetaan elimistön tarkoituksellista happo-emästasapainon manipulointia emäksisten aineiden avulla ennen urheilusuoritusta. Emästankkauksen keskeinen tarkoitus on neutraloida rasituksen aikana muodostuvaa lihaksen happamuutta, jolloin voidaan viivästyttää lihasväsymyksen kehittymistä ja ylläpitää lihaksen tehokasta suorituskykyä pidempiaikaisesti. Yleisesti emästankkauksessa käytettyjä aineita ovat natriumbikarbonaatti, natriumsitraatti, kalsium- tai natriumlaktaatti sekä beta-alaniini.

Natriumbikarbonaatin vaikutuksia fyysiseen suorituskykyyn on tutkittu jo lähes sadan vuoden ajan, 1930-luvulta alkaen (Grgic ym. 2021). Systemaattinen tieteellinen tutkimus emästankkauksen mahdollisuuksista käynnistyi kuitenkin vasta 1970- ja 1980-luvuilla, kun urheilusuoritusten fysiologiaa alettiin ymmärtää paremmin. Varhaisimmat merkittävät tutkimukset keskittyvät erityisesti natriumbikarbonaatin käyttöön anaerobisissa lajeissa. Ensimmäisiä merkittäviä tutkimuksia emästankkauksen merkityksestä olivat Jonesin ym. (1977) ja Wilkesin ym. (1983) tutkimukset, jotka osoittivat natriumbikarbonaatin suorituskykyä mahdollisesti parantavan vaikutuksen korkeaintensiteettisessä harjoittelussa.

Emästankkaus, erityisesti natriumbikarbonaatin käyttö, on viimeaikoina jälleen herättänyt huomiota urheilupiireissä. Se on ollut erityisen suosittua hiihtäjien, pyöräilijöiden ja kestävyysjuoksijoiden keskuudessa. Suomen mediassa käyttö urheilijoiden keskuudessa on ollut esillä esimerkiksi Yleisradiossa, Ilta-Sanomissa, Iltalehdessä ja MTV:llä. Toimittaja Rajanderin (Yle, 2024) tekemässä uutisartikkelissa kerrotaan norjalaisten ja ruotsalaisten tähtiurheilijoiden kokemuksista natriumbikarbonaatin käytöstä urheilusuoritusten parantamiseksi. Mukana on muun muassa Jakob Ingebrigtsenin, Kristian Blummenfeltin ja Johannes Hösflot Kläbon kaltaisia olympiavoittajia. The Telegraph lehden artikkelissa (Wilson, 2024) raportoitiin, että pitkän matkan juoksijoista (800 metriä tai enemmän) jopa 80 % käyttää natriumbikarbonaattia osana kilpailuvalmistautumistaan, mikä kuvastaa menetelmän laajaa hyväksyntää ja yleistymistä nykyaikaisessa huippu-urheilussa.

Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on tarkastella kriittisesti ja kattavasti emästankkauksen vaikutuksia urheilijoiden fyysiseen suorituskykyyn, keskittyen natriumbikarbonaatin käyttöön erityisesti korkeaintensiteettisissä ja anaerobisissa suorituksissa. Katsauksessa käsitellään emästankkauksessa yleisesti käytettyjen aineiden

vaikutusmekanismeja ja niiden suorituskyvyn parantamisen mahdollisuuksia tieteellisten julkaisujen perusteella. Lisäksi pohditaan emätankkauksen käyttöön mahdollisesti liittyviä haittavaikutuksia ja annostelun sekä ajoituksen merkitystä. Aineistona on käytetty kansainvälisiä tieteellisiä julkaisuja, jotka on kerätty PubMedistä. Aineistoksi valittiin erityisesti kansainvälisiä satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia, meta-analyyseja ja systemaattisia katsauksia. Lisäksi mukana on muutamia yksittäisiä katsausartikkeleita, klassikkotutkimuksia sekä ajankohtaisia uutisartikkeleita tunnetuista medioista. Katsauksessa käsiteltävä aineisto on pääosin rajattu viimeisen kymmenen vuoden ajalle (2014–2024), jotta se tarjoaisi kattavan ja nykyaikaisen käsityksen emätankkauksen vaikutuksista.

2 Lihassolun tavanomainen toiminta rasiuksessa

2.1 Lihasten energiantuotanto

Luurankolihasien toiminta perustuu yksittäisten lihassolujen supistumisiin motoristen yksiköiden aktivoitumisen kautta. Supistumisen mahdollistamiseksi lihassolut tarvitsevat energiaa, jota ne saavat ravintoaineista, kuten glukoosista, rasvahapoista, aminohapoista, ketoaineista, glyserolista ja laktaatista. Solut käyttävät pääasiallisesti energiaa adenosiniitriofosfaatista (ATP). Sen tärkein tuotantoreitti tapahtuu glykolyysin, sitruunahappokierron ja oksidatiivisen fosforylaation kautta. Tätä reaktiosarjaa kutsutaan aerobiseksi soluhengitykseksi. Nikotiiniamidiadeniinidinukleotidi (NADH/NAD⁺) ja flaviiniadeniinidinukleotidi (FADH₂/FAD) ovat ATP:n tuotannon kannalta oleellisia koensyymejä. (Ferrier 2017.)

Glykolyysireaktiossa glukoosimolekyyli hajotetaan pyruvaatiksi kymmenenvaiheisen reaktiotien kautta solun sytoplasmassa. Aluksi glukoosi (C₆H₁₂O₆) fosforyloidaan käyttämällä reaktioon 2 ATP-molekyyliä. Näin syntyy fruktoosi-1,6-bisfosfaatti, joka edelleen hajoaa kahdeksi glyseraldehydi-3-fosfaatiksi. Kun glyseraldehydi-3-fosfaatti hapetetaan, syntyy kaksi pyruvaattia. NAD⁺ pelkistyy NADH:ksi ja siirtyy edelleen elektroninsiirtoketjuun. Fosfaattiryhmät siirtyvät ADP:lle, jolloin syntyy neljä ATP-molekyyliä, nettoreaktiossa siis syntyy kaksi ATP-molekyyliä. Reaktio on anaerobinen eli se ei vaadi happea, mutta energiaa syntyy vähäinen määrä. (Ferrier 2017.) Alla esitetty reaktioyhtälö.



Kun happea on saatavilla, glykolyysi käynnistää tehokkaan energiantuotannon sitruunahappokierron ja oksidatiivisen fosforylaation kautta. Glykolyysissä muodostunut pyruvaatti kuljetetaan mitokondrioon, jossa se hapetetaan asetyylikoenstyymi-A:ksi pyruvaattihydrogenaasikompleksin avulla. Sitruunahappokierron aikana syntyy vetyioneja (H⁺) ja elektroneja, joita käytetään aerobisen soluhengityksen seuraavassa vaiheessa eli elektroninsiirtoketjussa. Koensyymit NADH ja FADH₂ kuljettavat elektronit edelleen elektroninsiirtoketjuun, jossa elektroninsiirtäjät (kompleksit I, III ja IV) käyttävät elektronien energiaa pumppaamiseen protoneja mitokondrion sisä- ja ulkokalvon välitilaan. Näin muodostuu protonigradietti mitokondrion sisä- ja ulkokalvon välille. ATP-syntaasientsyymi käyttää protonigradietin energian ATP:n valmistamiseen adosiniidifosfaatista (ADP) ja

epäorgaanisesta fosfaatista. (Ferrier 2017.) Tämä vaihe aerobisessa soluhengityksessä tuottaa 30 ATP-molekyyliä, yhteensä yhdestä glukoosimolekyylistä syntyy yhteensä siis noin 32 ATP-molekyyliä (Dunn ja Grider 2023). Sitruunahappokierron ja oksidatiivisen fosforylaation merkitys solun energiantuotannossa suhteessa glykolyysiin on valtava.

Solu voi tuottaa energiaa myös laktaattireaktion avulla, jossa glykolyysireaktiosta syntynyt pyruvaatti pelkistyy NADH ja H^+ vaikutuksesta laktaatiksi. NADH hapettuu takaisin NAD^+ -muotoon. Reaktio ei etene mitokondrioon sitruunahappokierto. Reaktion katalysoi laktaattidehydrogenaasi. Nettona syntyy kaksi ATP-molekyyliä. (Ferrier 2017.)

Nopea energiantuotanto on mahdollista myös kreatiinikinaasireaktion avulla. Reaktiossa kreatiinikinaasi siirtää fosfaattiryhmän fosfokreatiinilta ADP:lle, jolloin muodostuu 1 ATP ja kreatiinia. Fosfokreatiinivarastot ehtyvät nopeasti ja reaktiosta saadaankin energiaa vain noin 5–15 sekunnin ajaksi korkeanintensiteettisen harjoittelun alussa. (Sundberg ja Fitts 2019.)

2.2 Lihassolun happamoituminen

Solujen energiantarve on jatkuvaa, joten tuotannon on oltava keskeytyksetöntä. Kun luurankolihasen motoriseen liikuttamiseen tarvittava energiamäärä on riittävän alhainen, ATP:n synteesi tuotetaan pääsääntöisesti oksidatiivisella fosforylaatiolla. Matalaenergistä motorisen liikkeen vaatimaa mekaanista tehoa voidaan näin ylläpitää pitkäaikaisesti. (Sundberg ja Fitts 2019.) Korkean intensiteetin harjoittelussa oksidatiivisen fosforylaation ATP:n tuottokyky ylittyy. Tällöin lihassolu tuottaa energiaa pääsääntöisesti nopean glykolyysin ja runsaan laktaattireaktion avulla. Seurauksena lihassolussa ATP:a kuluu enemmän energiaksi, kuin mitä sitä muodostetaan. (Bundle ja Weyand 2012, Sundberg ym. 2017, Sundberg ja Fitts 2019.)

Niin sanotun anaerobisen energiantuotannon, eli nopean glykolyysin ja laktaattireaktion avulla, lisääntyminen on yleisesti yhdistetty lihasväsymyksen kehittymiseen (Sundberg ja Fitts 2019). Vallitseva näkemys on, että lihassolunsisäinen protonien (H^+) ja fosfaatin (Pi) kertyminen ovat merkittävimpiä tekijöitä lihasväsymyksen kehityksessä. Protonien kertyminen laskee lihassolun sisäistä pH:ta eli kehittyy asidoottinen tila. (Dalle ym. 2021, Lancha Junior ym. 2015.) Protonien kertyminen on osoitettu häiritsevän lihassupistusta vähentämällä myofilamenttien herkkyyttä Ca^{2+} -ioneille. Korkean intensiteetin harjoittelu aiheuttaa myös muiden yhdisteiden kertymistä, jotka saattavat vaikuttaa lihasväsymyksen

kehittymiseen. Näitä ovat AMP (adenosiinimonofosfaatti), IMP (integral membrane protein), kreatiini, laktaatti, solunulkoiset K^+ ja Mg^{2+} -ionit sekä reaktiiviset happi- ja typpiyhdisteet. (Sundberg ja Fitts 2019.)

3 Emästankkauksen vaikutusmekanismit lihassolun metaboliaan korkeaintensiteettisen harjoittelun aikana

Emästankkauksen vaikutusmekanismi perustuu solunulkoisen puskurikapasiteetin kasvattamiseen. Edellä korkeaintensiteettisen harjoittelun todettiin johtavan solunsisäisten metaboliittien, erityisesti protonien (H^+) kertymiseen ja sen aiheuttamaan pH:n laskuun. (Lancha Junior ym. 2015, Dalle ym. 2021.)

Bikarbonaatti (HCO_3^-) on yksi elimistön luonnollisista puskurointimenetelmistä. Kun veren pH laskee, eli protonien (H^+) määrä kasvaa, elimistö voi poistaa ylimääräisiä protoneja (H^+) sitomalla ne bikarbonaattiin (HCO_3^-), jolloin syntyy hiilihappoa (H_2CO_3). Hiilihappo hajoaa edelleen vedeksi (H_2O) ja hiilidioksidiksi (CO_2), jota voidaan poistaa hengityksen välityksellä. Näin voidaan säädellä pH:n pysymistä tasapainoisena. (Ferrier 2017.) Edellä mainittu reaktio voidaan kuvata seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti.



Suun kautta nautittu natriumbikarbonaatti on kemiallisesti elimistön omaa bikarbonaattia vastaava yhdiste. Mahalaukussa natriumbikarbonaatti hajoaa natrium- (Na^+) ja bikarbonaatti-ioneiksi (HCO_3^-). Bikarbonaatti reagoi mahalaukon suolahapon (HCl) protonin (H^+) kanssa muodostaen hiilihappoa (H_2CO_3) yllä olevan reaktion mukaisesti. Natriumbikarbonaatin käyttäminen lisää hiilidioksidin muodostumista, joka aiheuttaa natriumbikarbonaatin yleisimmät haittavaikutukset, kuten röyhtäily, turvotuksen ja pahoinvoinnin. Kaikki bikarbonaatti ei kuitenkaan täysin reagoi suolahapon kanssa, koska bikarbonaatin määrä ylittää mahalaukon suolahapon määrän. (Grgic ym. 2021). Osa bikarbonaatista siis neutraloituu ja osa pääsee kulkeutumaan mahalaukon lävitse ohutsuoleen, josta se imeytyy verenkiertoon. (Lancha Junior ym. 2015.)

Kuten edellä esitettiin, solun metaboliassa erityisesti protonien (H^+) kertyminen lihasolun sisäisesti korkeaintensiteettisen harjoittelun myötä on yhdistetty lihasväsymykseen. Natriumbikarbonaatin aiheuttaman veren pH:n ja bikarbonaattitasojen nousun seurauksena lihassolujen sisä- ja ulkopuolen välinen protonigradietti kasvaa. Sen on todettu tehostavan laktaatti/protonitransporttereiden toimintaa solukalvolla, mikä lisää protonien (H^+) ja laktaatin poistumista lihassoluista verenkiertoon. Verenkierrossa protonit ja laktaatti puskuroituvat

bikarbonaatin avulla. Näin lihassolun sisäisen pH:n laskua ja sen myötä lihasväsymyksen kehittymistä voidaan viivästyttää. Se mahdollistaa glykolyysin sekä laktaattireaktion jatkumisen lihaksen energiantuotannossa mahdollisimman pitkään. (Lancha Junior ym. 2015, Dalle ym. 2021.)

Natriumsitraatin ($C_6H_5O_7Na_3$) toiminta emäksenä perustuu bikarbonaattijärjestelmään. Suun kautta nautittuna natriumsitraatti hajoaa nopeasti natriumioneiksi (Na^+) ja sitraatti-ioneiksi ($C_6H_5O_7^{3-}$). (Lancha Junior ym. 2015). Sitraatti-ioni metaboloituu maksasoluissa sitruunahappokierrossa, jossa syntyy sivutuotteena hiilidioksidia ja vettä. Edellä esitetyn bikarbonaatin tasapainoreaktion mukaisesti hiilidioksidia ja vettä muutetaan bikarbonaatiksi, jolloin sen määrä veressä lisääntyy. (Requena ym. 2005.)

Laktaatit ovat elimistön luonnollisia suoloja. Natrium- tai kalsiumlaktaattia nautittaessa ne hajoavat joko natrium- (Na^+) tai kalsiumioneiksi (Ca^{2+}). Lisäksi syntyy laktaatti-ioni ($CH_3CHOHCOO^-$). Laktaattia käytetään elimistössä monella tavalla. Luustolihasessa se voi hapettua energiantuotantoon pyruvaatiksi tai se voidaan maksasoluissa glukoneogeneesin avulla muuttaa takaisin glukoosiksi (Ferrier 2017.) Molemmissa tapauksissa laktaatti kuluttaa protoneja (H^+), minkä on ajateltu säästävän veren bikarbonaattipitoisuutta (HCO_3^-) ja lisäävän laktaatin sekä protonien poistumista lihassoluista (Lancha Junior ym. 2015). Edellä esiteltiin lihassolun sisäisen happamuuden lisääntymisen olleen yhteydessä lihasväsymyksen kehittymiseen.

Beta-alaniini on ei-välttämätön ja ei-proteiinogeeninen aminohappo. Se toimii luustolihasissa karnosiinin esiasteena, joka säätelee esimerkiksi luustolihasen kalsiumtasoja. Karnosiinin tärkein tehtävä solun sisäinen on pH:n säätely. Sen imidatsolirengas toimii puskuroijana lihaksessa korkean intensiteetin harjoittelun aikana. Puskurointikyvyn vuoksi se voi parantaa lihassolun suorituskykyä harjoittelun aikana, jolloin solun happamuuden on osoitettu lisääntyvän. (Lancha Junior ym. 2015.)

4 Emästankkauksen vaikutukset fyysiseen suorituskyykyyn korkeaintensiteettisen harjoittelun aikana

4.1 Hyödyt

Emästankkauksen vaikutuksista fyysiseen suorituskyykyyn on havaittu merkittävästi tutkimusnäyttöä, erityisesti natriumbikarbonaatin osalta (Lancha Junior ym. 2015). Dalle ym. (2021) havaitsivat 3 %:n tehonlisäyksen 90 sekunnin loppusprintissä, kun kestävyyspyöräilijät käyttivät natriumbikarbonaattia ennen kolmen tunnin simuloitua kilpailua. Vastaavasti Gough ym. (2023) raportoivat natriumbikarbonaatin käytön hyödyttävän fyysistä suorituskyykyä intervallityyppisten uintiharjoitusten viimeisimmissä sprintsissä. Myös Mündel (2018) osoitti natriumbikarbonaatin tehostavan toistuvia korkean intensiteetin pyöräilysuorituksia myös kuumassa ympäristössä, mikä viittaisi vaikutuksen säilyvän haastavissakin olosuhteissa. Näiden tutkimusten perusteella natriumbikarbonaatin vaikutus näyttäisi korostuvan korkeaintensiteettisen suorituksen loppuvaiheessa, jolloin lihassolujen energiantuotanto on anaerobista ja solunsisäinen happamuus lisääntyy. Suorituskyydyn paraneminen liitettiin toistuvasti veren korkeampaan pH-arvoon sekä veren korkeampaan bikarbonaattipitoisuuteen. Carr ym. (2011) niin ikään osoittivat meta-analyysissään natriumbikarbonaatin tehokkuuden kasvavan intervallisprinttien aikana. Freis ym. (2017) eivät huomanneet natriumbikarbonaatin parantavan suorituskyykyä pitkäkestoisessa ja korkeatehoisessa juoksussa. Sen sijaan he huomasivat natriumbikarbonaatin parantavan maksimaalista suorituskyykyä asteittain kuormittavassa, intervallityyppisessä, juoksussa. Chycki ym. (2021) osoitti natriumbikarbonaatin olevan merkittävä apu kamppailu-urheilussa, jossa on usein toistuvia korkeaintensiteettisiä suorituksia. Grgic ym. (2021) toteaa meta-analyysissään, että korkeaintensiteettisen suorituksen vähimmäiskesto, joka tuottaa natriumbikarbonaatin fyysistä suorituskyykyä ei ole vielä selkeästi määritelty. Meta-analyysin perusteella natriumbikarbonaatin hyöty näyttäisi olevan korkeaintensiteettisissä suorituksissa, joissa kesto on 1–12 minuuttia. Vaikutus suorituskyykyyn on todettu sekä miehillä että naisilla.

4.2 Haittavaikutukset

Emästankkauksessa käytettävien aineiden suorituskyykyä tukevien vaikutusten rinnalla on havaittu myös merkittäviä haittavaikutuksia, jotka voivat rajoittaa sen käytännön soveltamista huippu-urheilijoilla. Haitat vaihtelevat käytetyn aineen mukaan, mutta tyypillisimpiä ovat ruoansulatuskanavan oireet natriumbikarbonaatin käytön yleisyyden vuoksi.

Haittavaikutusten esiintyvyys ja voimakkuus riippuvat muun muassa käytetystä yhdisteestä, annoskoosta, annostelutavasta sekä yksilöllisestä vasteesta. (Lancha Junior ym. 2015.)

Natriumbikarbonaatti on emästankkauksen yleisimmin käytetty aine. Edellä todettiin sen reagoivan mahalaukussa ja lisäävän muodostuvan hiilidioksidia. Hiilidioksidin määrän lisääntyminen voi aiheuttaa vatsakipuja, ilmavaivoja, pahoinvointia, ripulia ja jopa oksentelua. (Lancha Junior ym. 2015, Hilton ym. 2020.) Haittavaikutustensa vuoksi se voi alentaa suorituskykyä (Grgic ym. 2021). Yksilöllinen vaste on kuitenkin huomattava (Lancha Junior ym. 2015). Pitkäaikaisen natriumbikarbonaatin käyttö lisää elimistön päivänaikaista natriumkuormaa, mutta sen haittavaikutuksia ei kuitenkaan ole vielä tutkittu tarpeeksi (Grgic ym. 2021).

4.3 Annostus ja ajoitus

Haittavaikutustensa vuoksi natriumbikarbonaatin annostelussa on pyritty kehittämään vaihtoehtoisia annostelumuotoja. Hilton ym. (2020) osoittivat enteropäälysteisen natriumbikarbonaatin aiheuttavan vähemmän ruoansulatuskanavan oireita verrattuna gelatiinikapseliin. Tutkimuksessa molemmat natriumbikarbonaatin annostelumuodot nostivat fyysistä suorituskykyä korkeaintensiteettisen harjoittelun aikana, eikä valmisteiden välillä havaittu merkittävää eroa suorituskyvyn suhteen. Middlebrook ym. (2021) tutkivat natriumbikarbonaatin annostelua pienissä, keskikokoisissa ja suurissa gelatiinitableteissa. Havaittiin, että pienikokoiset tabletit johtivat nopeampaan veren bikarbonaattipitoisuuden nousuun sekä huippupitoisuuden saavuttamiseen. Huippupitoisuuksissa ei ollut eroa kapselikokojen välillä. Tutkimuksessa ei tarkasteltu kapselikokojen vaikutusta fyysiseen suorituskykyyn. Lassen ym. (2021) huomasivat yksilöllisesti ajoitetun natriumbikarbonaatin parantavan juoksijoiden fyysistä suorituskykyä merkittävästi 3,5 kilometrin aika-ajojuoksussa. Suorituskyvyn paraneminen ajoitettiin vastaamaan kunkin urheilijan veren bikarbonaattitasojen huippua. Tämä korostaa yksilöllistä eroa maksimaalisen vasteen saamiseksi ja ajoituksen optimointia ennen suoritusta.

Natriumbikarbonaatin suositeltu annos on yleisesti 0,3 grammaa painokiloa kohden (g/kg), nautittuna noin 60–180 minuuttia ennen suoritusta (Grgic ym. 2021, Lassen ym. 2021). Korkeampien annosten, kuten 0,5 g/kg, on raportoitu aiheuttavan enemmän ruoansulatuskanavan oireita (Lancha Junior ym. 2015). Haittavaikutusten minimoimiseksi on kokeiltu myös natriumbikarbonaattiannostelun jakoa usean päivän ajalle. Tyypillisesti

natriumbikarbonaattia on nautittu 3–7 päivän ajan ennen fyysistä suoritusta, yhteensä 0,4–0,5 g/kg päivässä, jaettuna pienempiin annoksiin esimerkiksi 0,1–0,2 g/kg ateriakohtaisesti aamiaiselle, lounaalle ja päivälliselle. (Grgic ym. 2021.)

5 Pohdinta

Natriumbikarbonaatti on paljon tutkittu ja tehokkaana pidetty yhdiste fyysisen suorituskyvyn parantamiseen korkeaintensiteettisen harjoittelun aikana. Tutkimusnäytön perusteella sen käyttö voi parantaa fyysistä suorituskykyä erityisesti korkeaintensiteettisessä, anaerobisessa ja toistuvissa intervallityyppisissä suorituksissa, joiden kesto sijoittuu noin 1–12 minuutin aikahaarukkaan. Tällaisissa tilanteissa lihaksen happamoituminen on keskeinen suorituskykyä rajoittava tekijä ja veren puskurointikyvyn parantaminen natriumbikarbonaatin avulla voi viivästyttää lihasväsymystä ja parantaa tuloksia. (Grgic ym. 2021.)

Useissa tutkimuksissa, kuten Dalle ym. (2021), Gough ym. (2023), Mündel (2018) sekä meta-analyseissä Carr ym. (2011), Grgic (2021) osoitetaan selkeitä fyysisen suorituskyvyn parannuksia etenkin suoritusten loppuvaiheessa. Sen sijaan lyhyissä, alle 30 sekunnin suorituksissa ei hyötyjä havaittu ja pitkäkestoisissa suorituksissa vaikutukset ovat vaihtelevia. Tämä viittaa siihen, että natriumbikarbonaatin käyttö tulisi kohdentaa suoritustyyppin ja keston mukaan, eikä sen käyttö automaattisesti ole perusteltua kaikissa lajeissa ja tilanteissa.

Käytännön soveltamisen näkökulmasta suurimmat haasteet natriumbikarbonaatin käyttöön liittyvät haittavaikutuksiin (Grgic ym. 2021) ja yksilölliseen vasteeseen (Lassen ym. 2021). Merkittävimmät haitat ovat ruoansulatuskanavan oireita, kuten pahoinvointia, ilmavaivoja, ripulia ja vatsakipua, jotka voivat heikentää suoritusta tai estää natriumbikarbonaatin käytön kokonaan (Grgic ym. 2021). Näitä haittavaikutuksia voidaan kuitenkin mahdollisesti vähentää suositellulla annoksella 0,3 g/kg (Grgic ym. 2021), optimaalisella ajoituksella (Lassen ym. 2021) sekä valmisteen muodolla (Hilton ym. 2020). Yksilöllisesti ajoitettu annostelu on osoittautunut tehokkaammaksi ja vähemmän haittavaikutuksia aiheuttavaksi kuin kiinteä aikarakenne. Urheilijoiden tulisi testata omat yksilölliset annostelunsa rauhallisessa vaiheessa kilpailukauden ulkopuolella. (Lassen ym. 2021.)

Lähteet

Bundle, M. W., & Weyand, P. G. (2012). Sprint exercise performance: does metabolic power matter?. *Exercise and sport sciences reviews*, *40*(3), 174-182.

Carr, A. J., Hopkins, W. G., & Gore, C. J. (2011). Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis. *Sports medicine*, *41*, 801-814.

Chycki, J., Zając, A., & Toborek, M. (2021). Bicarbonate supplementation via lactate efflux improves anaerobic and cognitive performance in elite combat sport athletes. *Biology of sport*, *38*(4), 545-553.

Dalle, S., Koppo, K., & Hespel, P. (2021). Sodium bicarbonate improves sprint performance in endurance cycling. *Journal of science and medicine in sport*, *24*(3), 301-306.

Dunn, J. & Grider, M.H. 2023. Physiology, Adenosine Triphosphate. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing.

Ferrier, D.R. 2017. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Freis, T., Hecksteden, A., Such, U., & Meyer, T. (2017). Effect of sodium bicarbonate on prolonged running performance: A randomized, double-blind, cross-over study. *PloS one*, *12*(8), e0182158.

Gough, L. A., Newbury, J. W., & Price, M. (2023). The effects of sodium bicarbonate ingestion on swimming interval performance in trained competitive swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, *123*(8), 1763-1771.

Grgic, J., Pedisic, Z., Saunders, B., Artioli, G. G., Schoenfeld, B. J., McKenna, M. J., Bishop, D. J., Kreider, R. B., Stout, J. R., Kalman, D. S., Arent, S. M., VanDusseldorp, T. A., Lopez, H. L., Ziegenfuss, T. N., Burke, L. M., Antonio, J., & Campbell, B. I. (2021). International Society of Sports Nutrition position stand: sodium bicarbonate and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *18*(1), 61.

Hilton, N. P., Leach, N. K., Hilton, M. M., Sparks, S. A., & McNaughton, L. R. (2020). Enteric-coated sodium bicarbonate supplementation improves high-intensity cycling performance in trained cyclists. *European journal of applied physiology*, *120*, 1563-1573.

Jones, N. L., Sutton, J. R., Taylor, R., & Toews, C. J. (1977). Effect of pH on cardiorespiratory and metabolic responses to exercise. *Journal of Applied Physiology*, *43*(6), 959-964.

Lancha Junior, A. H., de Salles Painelli, V., Saunders, B., & Artioli, G. G. (2015). Nutritional strategies to modulate intracellular and extracellular buffering capacity during high-intensity exercise. *Sports medicine*, *45*, 71-81.

Lassen, T. A., Lindstrøm, L., Lønbro, S., & Madsen, K. (2021). Increased performance in elite runners following individualized timing of sodium bicarbonate

supplementation. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 31(6), 453-459.

Middlebrook, I., Peacock, J., Tinnion, D. J., Leach, N. K., Hilton, N. P., Saunders, B., ... & Mc Naughton, L. R. (2021). Capsule size alters the timing of metabolic alkalosis following sodium bicarbonate supplementation. *Frontiers in Nutrition*, 8, 634465.

Mündel, T. (2018). Sodium bicarbonate ingestion improves repeated high-intensity cycling performance in the heat. *Temperature*, 5(4), 343-347.

Rajander K. (2024). Ruokasoodasta tuli trendiaine huippu-urheilussa – näin Johannes Hösflot Kläbo perustelee käyttöä. Verkkosivu. Viitattu 4.4.2025. <https://yle.fi/a/74-20132495>

Requena, B., Zabala, M., Padial, P., & Ferliche, B. (2005). Sodium bicarbonate and sodium citrate: ergogenic aids?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 213-224.

Sundberg, C. W., Hunter, S. K., & Bundle, M. W. (2017). Rates of performance loss and neuromuscular activity in men and women during cycling: evidence for a common metabolic basis of muscle fatigue. *Journal of applied physiology*, 122(1), 130-141.

Sundberg, C. W., & Fitts, R. H. (2019). Bioenergetic basis of skeletal muscle fatigue. *Current opinion in physiology*, 10, 118-127.

Wilkes, D., Gledhill, N., & Smyth, R. (1983). Effect of acute induced metabolic alkalosis on 800-m racing time. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 15(4), 277-280.

Wilson J. (2024). Revealed: The £15 ‘holy grail’ Olympic supplement behind the game-changing advances in sport. Verkkosivu. Viitattu 4.4.2025. https://www.telegraph.co.uk/olympics/2024/07/23/baking-soda-supplement-holy-grail-supplement-advances-sport/?ICID=continue_without_subscribing_reg_first