



Liikunnan vaikutukset aivoterveeyteen

Joel Lehtimäki

Marianne Tuominen

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2024

Sairaanhoitaja

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sairaanhoitajan tutkinto-ohjelma

LEHTIMÄKI, JOEL & TUOMINEN, MARIANNE:
Liikunnan vaikutukset aivoterveeyteen

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 7 sivua
Marraskuu 2024

Liikunnan vaikutuksia aivoterveeyteen on tutkittu paljon, mutta useat tutkimukset keskittyvät tarkastelemaan aihetta yksittäisten ilmiöiden näkökulmasta. Opinnäytetyömme tarkoituksena oli toteuttaa kuvaileva kirjallisuuskatsaus, jossa koostamme yhteen pakettiin tutkittua tietoa liikunnan vaikutuksista aivoterveeyteen. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia liikunnan vaikutuksia aivoterveeyteen kokonaisvaltaisesti perusterveiden aikuisten osalta keskittymättä vain yksittäisiin liikuntamuotoihin tai aivoterveyttä parantaviin tekijöihin. Kirjallisuushaku toteutettiin sekä eksplisiittisesti että implisiittisesti. Eksplisiittisessä haussa käytimme Cinahl-, Medline- ja Medic-tietokantoja. Implisiittistä hakua toteutimme koko opinnäytetyöprosessin ajan. Implisiittiset hakutulokset kattavat pääsääntöisesti käsitteosuuksia, mutta sen perusteella valikoitui myös 3 tutkimusta aineiston analyysia varten. Kaiken kaikkiaan aineisto koostuu 10 tutkimuksesta. Opinnäytetyön työelämätahona toimi Tampereen ammattikorkeakoulu.

Tuloksissa havaittiin sekä aerobisella että anaerobisella liikunnalla olevan positiivisia vaikutuksia aivoterveeyteen ja kognitiivisiin toimintoihin, kuten toiminnanohjaukskykyyn. Liikunta ehkäisee aivojen rappeutumista, lisää aivoalueiden tilavuutta useilla eri alueilla, sekä parantaa tiedonkulkua ja hermoverkkojen toimintaa. Liikunta lisää erilaisten biomolekyylien, kuten laktaatin ja aivoperäisen hermokasvutekijän määrää, jotka tukevat aivojen metabolismia ja auttavat lisäämään aivoalueiden kasvua, plastisuutta ja eheyttä.

Opinnäytetyömme aineiston perusteella voimme todeta, että liikunnalla on kiistattomia terveysvaikutuksia aivoterveeyteen ja että pienikin määrä liikuntaa tai fyysistä aktiivisuutta, toteutettaessa pitkäjänteisesti, voi auttaa ehkäisemään aivojen rappeutumista ja lisätä aivojen plastisuutta ja eheyttä. Jatkoa ajatellen olisi hyvä selvittää kuinka paljon liikunnalla voidaan ennaltaehkäistä aivosairauksien puhkeamista.

Asiasanat: liikunta, fyysinen aktiivisuus, aivot, aivoterveys

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Nursing and Health Care

LEHTIMÄKI, JOEL & TUOMINEN, MARIANNE:
Effects of Exercise on Brain Health

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 7 pages
November 2024

The effects of exercise on brain health have been widely studied, but most studies tend to view the subject from a narrow viewpoint. The purpose of our thesis was to make a literature review, in which we compile studies about the effects of exercise on brain health. The objective of our thesis was to study the overall effects of exercise on brain health on healthy adults without focusing too much on singular forms of exercise or factors contributing to brain health. Literature search was executed explicitly and implicitly. In explicit searches we used Cinahl-, Medline- and Medic databases. Implicit research was carried out throughout the thesis process and the results mostly cover key concepts and definitions, but we also selected 3 studies found this way to be analyzed with rest of the material. All in all, we selected 10 studies to review and analyze. This thesis was made in collaboration with Tampere University of applied sciences.

The results state that aerobic exercise, as well as anaerobic exercise have positive effects on brain health and cognitive functions, such as executive function. Exercise prevents brain degeneration, adds volume in multiple regions of the brain and enhances the flow of information and functionality of brain networks. Exercise increases concentrations of different biomolecules such as lactate and brain-derived neurotropic factors which support brain metabolism and help increase growth in different brain regions, plasticity and integrity.

Even though our thesis has quite a narrow selection of studies, we concluded that exercise undoubtedly has significant implications for brain health and that even a small amount of exercise or physical activity, when implemented long term, can help prevent brain degeneration and increase plasticity and integrity.

Key words: exercise, physical activity, brain, brain health

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	KESKEISET KÄSITTEET	7
	2.1 Liikuntaa vai fyysistä aktiivisuutta?.....	8
	2.1.1 Aerobinen ja anaerobinen liikunta	8
	2.2 Aivot	9
	2.3 Aivoterveys	10
3	TARKOITUS JA TUTKIMUSTEHTÄVÄT	11
4	KATSAUKSEN TOTEUTTAMINEN	12
	4.1 Kirjallisuuskatsaus menetelmänä	12
	4.2 Kirjallisuushaku	13
	4.3 Aineiston kuvaus ja laadunarviointi	16
	4.4 Aineiston analyysi	17
5	TULOKSET	18
	5.1 Liikunnan vaikutukset kognitioon.....	19
	5.2 Aivojen rakenteelliset muutokset.....	22
	5.3 Biomolekyyliset muutokset aivoissa	26
6	POHDINTA	29
	6.1 Eettisyys ja luotettavuus.....	29
	6.2 Tulosten tarkastelu.....	30
	6.3 Johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset.....	31
	LÄHTEET	34
	LIITE 1. Kirjallisuuskatsauksessa käytetyt tutkimukset ja laadunarviointi	

1 JOHDANTO

Aihe on aina ajankohtainen ja tärkeä, sillä liikkumattomuus aiheuttaa kustannuksia sekä kansansairauksia. Liikunnan vaikutuksia kehoon ja mieleen on tutkittu jo pitkän aikaa ja kokosimme tähän työhön tietopaketin liikunnan vaikutuksista aivoterveeseen. Liikunta on määritelmänsä mukaan: “sellaista tavoitteellista fyysistä aktiivisuutta, jota harrastetaan tiettyjen haluttujen vaikutusten vuoksi tai muista, esimerkiksi sosiaalisista syistä” (THL 2023a). Liikunnalla voidaan siis tarkoittaa lähestulkoon kaikenlaista fyysistä aktiivisuutta aina kävelmisestä voimaharjoitteluun tai extreme-urheiluun.

Liikunnan merkitys terveyteen on kiistaton ja sen vaikutukset tunnetaan laajasti. Tunnettuja vaikutuksia tiedetään olevan erityisesti fyysiseen ja psyykkiseen hyvinvointiin, muun muassa sairauksien hoitoon ja ehkäisyyn, aineenvaihduntaan sekä mielialaan (UKK-instituutti 2024). Tässä opinnäytetyössä olemme poissulkeneet liikunnan vaikutukset mielenterveyteen lukuun ottamatta vilkaisua työn hyvinvointiin.

Viime vuosina on tutkittu aivoterveiden ja liikunnan yhteyttä kasvavissa määrin. Tässä opinnäytetyössä käymme liikunnan vaikutuksia läpi esimerkiksi kognitiiviseen suorituskyykyyn, muistiin, työhyvinvointiin ja neurodegeneratiivisten sairauksien estämiseen. Aihe on hyvin laaja ja poissulkua toteutettiin useampaan otteeseen työn alkuvaiheesta varsinaiseen aineistohakuun asti.

Aivoterveydellä on kokonaisvaltaisia vaikutuksia hyvinvointiin ja elämänlaatuun, jota tukevat muun muassa uni, terveelliset elämäntavat ja liikunta (Muistiliitto a n.d.). Kognitiivinen terveys on osa aivoterveyttä ja tarkoittaa aivojen kykyä suorittaa erilaisista toiminnoista, kuten muisti, keskittymiskyky, ongelman ratkaisu ja päätöksenteko. Tiedon hallinta, selkeä ajattelu ja aivojen kyky oppia uutta ovat kaikki kognitiivisia taitoja. (Muistiliitto b n.d.)

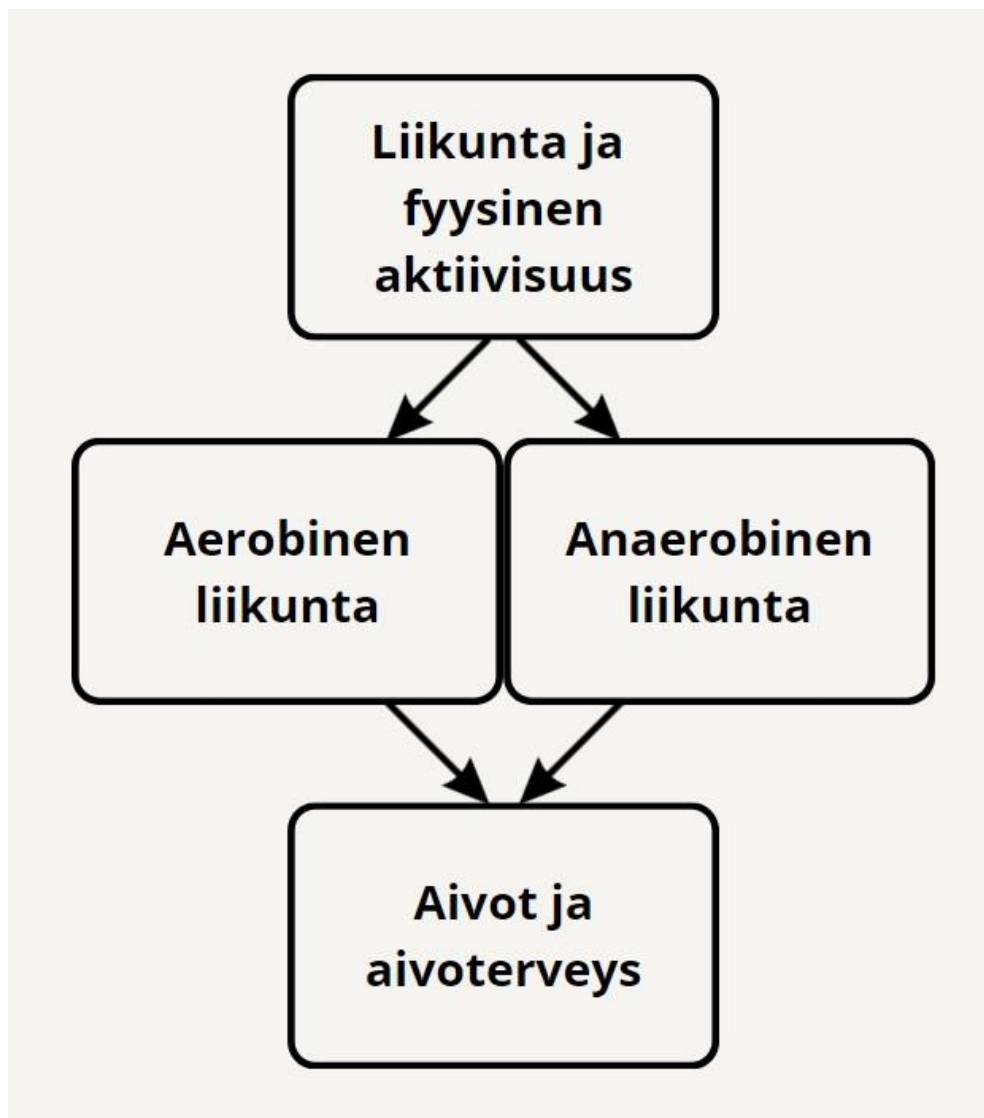
Neurodegeneratiivisten sairauksien, kuten Alzheimer, Parkinson ja muiden muistisairauksien ennaltaehkäisy hyvillä elämäntavoilla, kuten liikunnalla tukee

aivoterveyttä (THL 2023b). Tässä opinnäytetyössä tavoitteena oli selvittää liikunnan positiivista vaikutuksia aivoterveuteen.

2 KESKEISET KÄSITTEET

Opinnäytetyön keskeiset käsitteet ovat aivot ja aivoterveys, liikunta, fyysinen aktiivisuus, sekä erot aerobisen ja anaerobisen liikunnan välillä.

Keskeisiin käsitteisiin liittyvien tutkimusten ja artikkeleiden hakuihin on käytetty Googlen hakukonetta. Hakutuloksia on vertailtu hakukoneen ensimmäiseltä ja toiselta sivulta. Hakutuloksista valikoitiin opinnäytetyön kannalta oleellimmat tutkimukset ja artikkelit ensin otsikon perusteella, jonka jälkeen hakutuloksia karstiin vielä abstraktin ja kokotekstin perusteella. Käytettyjen lähteiden luotettavuutta on tarkasteltu. Keskeisiä käsitteitä on kuvattu kuviossa 1.



KUVIO 1. Keskeiset käsitteet.

2.1 Liikuntaa vai fyysistä aktiivisuutta?

Liikunta ja fyysinen aktiivisuus ovat termejä, jotka kuvaavat eri asioita, mutta jotka toisinaan sekoittuvat keskenään ja joita käytetään toistensa sijasta. Caspersen, Powell & Christenson (1985) määritelmän mukaan fyysinen aktiivisuus on “mitä tahansa luurankolihasien tuottamaa liikettä, joka johtaa energian kulutukseen”. Fyysinen aktiivisuus päivittäisessä elämässä voidaan kategorisoida ammatista johtuvaan liikkumiseen, urheiluun, kuntoiluun, kotitaloustöihin tai muihin aktiiviteetteihin. Liikunta eroaa fyysisestä aktiivisuudesta siten, että se on suunnitelmallista, rakenteellista ja toistuvaa. Se on myös toimintana tavoitteellista, ja usein sitä harrastetaan fyysisen kunnon kasvattamiseksi tai ylläpitämiseksi. (Caspersen ym. 1985.)

Liikunnalla on paljon terveysvaikutuksia erityisesti, jos sitä tekee säännöllisesti ja riittävän usein. THL:n mukaan (2024) 18–65-vuotiaiden aikuisten tulisi harrastaa viikossa: ”kohtuukuormitteista kestävyysliikuntaa vähintään 2 tuntia ja 30 minuuttia tai raskasta kestävyysliikuntaa vähintään 1 tunti ja 15 minuuttia.” sekä ”lihas-kuntoa ja liikehallintaa ylläpitävää liikuntaa vähintään 2 kertaa viikossa.”

2.1.1 Aerobinen ja anaerobinen liikunta

Aerobinen liikunta tarkoittaa liikuntaa, joka nostaa sykettä ja jossa elimistön solut käyttävät happea, mutta myös kehoon varastoituneita hiilihydraatteja ja rasvoja, tuottaakseen energiaa. Aerobisessa liikunnassa käytetään kehon suuria lihasryhmiä ja on tyypillisesti rytmistä ja samoja liikkeitä toistavaa. Aerobisia liikuntamuotoja ovat esimerkiksi juoksu, pyöräily ja uinti. (Cleveland Clinic 2023a.)

Aerobisen liikunnan aikana sydämen syke on noin 60–80 % sen maksimisykkeestä. Ylitettäessä 80 % sydämen maksimisykkeestä, liikunta muuttuu anaerobiseksi ja lihaksiin alkaa kertyä laktaattia, eli maitohappoa. Tämä tapahtuu, koska lihakset eivät enää pysty hyödyntämään pelkkää happea energiantuotannossa. Sydämen maksimisykkeen voi laskea karkeasti kaavalla: 220 - henkilön ikä vuosina. (Cleveland Clinic 2023b.)

Anaerobinen liikunta koostuu lyhyistä, nopeista ja korkean intensiteetin harjoitteista, jotka eivät käytä pelkkää happea polttoaineena. Anaerobinen liikunta käyttää polttoaineeksi lihaksiin varastoitunutta glukoosia. Anaerobisia liikuntamuotoja ovat esimerkiksi kovan tehon intervalliharjoittelu (HIIT), voimaharjoittelu tai painonnosto, sekä erilaiset kehonpainolla tehtävät harjoitteet, kuten kyykkyhyppy tai erilaiset plyometriset harjoitteet. (Wheeler 2023.)

2.2 Aivot

Aivot ovat elin, joka koostuu hermokudoksesta. Aivoissa on noin 100 miljardia tietoa käsittelevää solua, joita kutsutaan aivosoluiksi, tai neuroneiksi. Aivot vastaavat erilaisista tehtäväjohteisista toiminnoista, kuten liikkeestä, aisteista, tunteista, kielellisestä osaamisesta, kommunikaatiosta, ajattelusta ja muistista. Aivojen kolme keskeisintä osa-aluetta ovat isoavot, eli cerebrum, pikkuaivot, eli cerebellum, sekä aivorunko, eli brainstem. (Maldonado & Alsayouri 2023.)

Isoavot koostuvat kahdesta aivopuoliskosta eli hemisfääristä ja kattaa suurimman osan aivojen pinta-alasta. Sen pinta on voimakkaasti poimuttunutta ja näiden poimujen harjanteita kutsutaan aivopoimuiksi (gyrus). Poimujen väliin jääviä syvennyksiä kutsutaan aivourteiksi (sulcus). Molempien aivopuoliskojen pinnalla on kerros harmaata ainetta, jota kutsutaan aivokuoreksi. Aivokuoren alla on valkeaa ainetta. (Basinger & Hogg 2023.)

Kallon takaosassa, takaraivon alapuolella sijaitsevat pikkuaivot vastaavat motorisesta koordinaatiosta, ryhdistä ja tasapainosta. Se koostuu pikkuaivokuoresta ja sen ytimestä. Pikkuaivot yhdistyvät sen etupuolella sijaitsevaan aivorunkoon pikkuaivojen varren kautta. (Basinger & Hogg 2023.)

Aivorunko sisältää keskiaivot, aivosillan (pons) sekä ydinjatkeen (medulla). Aivorunko säätelee hengitystä, tajunnantasoja, verenpainetta, sykettä ja unta. (Basinger & Hogg 2023.)

Aivot kehittyvät noin 30-vuotiaaksi asti, jonka jälkeen alkaa aivojen hidas rappeutuminen. Hermosolujen määrän vähentyessä aivojen tilavuus ja paino pienenevät vähitellen iän myötä Tiedonkäsittelyn nopeus ja lyhytkestoisen työmuistin tehokkuus heikkenevät. Ajattelu hidastuu, mikä tekee nopeaa ja joustavaa reagoitua vaativista toiminnoista haastavimpia. Lisäksi uuden oppiminen vie vanhemmalla iällä enemmän aikaa kuin nuorena. (Terveyskylä n.d.)

2.3 Aivoterveys

Aivoterveiden määritelmä vaihtelee sen määrittelevän organisaation ja määritelmän laajuuden mukaan. Vaikka aivoterveiden määritelmillä on eri organisaatioidenkin välillä yhteisiä tekijöitä, ei yhtä yhtenäistä, kaiken kattavaa määritelmää ole vielä kehitetty. Kun WHO perustettiin vuonna 1948, määritteli se aivoterveiden olevan suhteessa fyysiseen, henkiseen ja sosiaaliseen hyvinvointiin, eikä pelkästään sairauksien puuttumiseen. (Gorelick & Sorond 2023.)

WHO:n nykymääritelmän mukaan aivoterveys on ”yksilön kykyä toimia kognitiivisilla, aisti-, sosioemotionaalisilla, käyttäytymis- ja motorisilla osa-alueilla siten, että hän voi toteuttaa täyden potentiaalinsa elämänsä aikana.” (WHO n.d.)

Aivoterveys on kokonaisvaltaista hyvinvointia, joka mahdollistaa mielekkään ja merkityksellisen elämän elämisen ilman aivosairauksia tai toiminnallisia häiriöitä ajattelun, muistin, oppimisen, tarkkaavaisuuden, kielen tai havaitsemisen osa-alueilla. Aivoterveyttä tukevat terveelliset elämäntavat, kuten liikunta. (Muistiliitto a n.d.)

Tässä opinnäytetyössä seuraamme muistiliiton sekä WHO:n nykyistä aivoterveiden määritelmää, mutta otamme huomioon asioita, kuten esimerkiksi erilaisten biomolekyylien, kuten hormonien, välittäjäaineiden ja proteiinien vaikutuksia, sekä aivojen rakenteellisten muutosten tuomia vaikutuksia. Emme tarkastele aivoterveyttä mielenterveyden tai perussairauksia omaavien henkilöiden näkökulmasta.

3 TARKOITUS JA TUTKIMUSTEHTÄVÄT

Opinnäytetyön tarkoituksena on koota laaja-alaisesti tietoa liikunnan vaikutuksista aivoihin, ja yhdistää tämä tieto helposti lähestyttävään ja sisäistettävään pakettiin. Koottava informaatio koskettaa pääsääntöisesti 18–64 –vuotiaita työkäisiä, perusterveitä ihmisiä. Opinnäytetyö toteutetaan kuvailevana kirjallisuuskatsauksena, joka käsittelee liikunnan vaikutuksia aivoterveeseen.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää ja lisätä tietoa ja ymmärrystä liikunnan kokonaisvaltaisista vaikutuksista aivoterveeseen.

Opinnäytetyön tutkimuskysymys on: Mitkä ovat liikunnan vaikutukset aivoterveeseen?

4 KATSAUKSEN TOTEUTTAMINEN

Opinnäytetyö toteutetaan kuvailevana kirjallisuuskatsauksena, jonka tarkoituksena on selvittää mitä liikunnan vaikutuksista aivoterveysteen jo tiedetään. Valitsimme kuvailevan kirjallisuuskatsauksen metodiksi, sillä sen avulla on mahdollista tarkastella valitsemaamme aihetta laaja-alaisesti. (Salminen 2011, 6.)

Ensimmäisenä määrittelimme opinnäytetyön tutkimuskysymyksen sekä tavoitteen ja tarkoituksen. Tämän jälkeen aloitimme aineistohaun ja määrittelimme opinnäytetyön keskeisiä käsitteitä. Aineistohaun jälkeen, mutta myös osittain sen aikana, siirryimme aineiston analysointivaiheeseen, jota on kuvattu myöhemmin tässä kappaleessa. Aineiston analyysin jälkeen kirjoitimme tulokset. Lopuksi kirjoitimme pohdinnan, johdannon sekä abstraktin. Seurasimme opinnäytetyösämme tutkimusta: Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsenettyyn tietoon. (Kangasniemi ym. 2013, 294)

4.1 Kirjallisuuskatsaus menetelmänä

Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa haetaan tutkimuskysymyksen pohjalta tutkimuksia ja selvitetään aikaisemmin tutkittua tietoa. Tutkimukset käydään läpi tutkimuskysymys mielessä pitäen ja kerätään tutkimuskysymykseen vastaavia alkuperäisfraaseja. Alkuperäisfraasit pelkistetään karsimalla tutkimuskysymyksen kannalta epäolennainen tieto pois. Tieto säilytetään muuttumattomana analysointiprosessin aikana. Pelkistetyt fraasit ryhmitellään, eli klusteroidaan, sisällön mukaisesti erilaisiin alaluokkiin. Klusteroinnin perusteella alaluokat abstrahoidaan yläluokiksi, eli niistä tehdään yleiskäsitteitä, jotka ovat suoraan yhteydessä tutkimuskysymykseen. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 91–94.) Analysointiprosessia on kuvattu opinnäytetyön osalta tarkemmin osiossa ”4.4 Aineiston analyysi”.

Kuvailevasta kirjallisuuskatsauksesta katsotaan olevan kaksi erilaista päämuotoa, narratiivinen ja integroiva katsaus. Narratiivinen katsaus voidaan vielä jakaa kolmeen eri toteuttamistapaan, joita ovat toimituksellinen, kommentoiva ja yleiskatsaus. Narratiivinen kirjallisuuskatsaus on ”metodisesti kevyin kirjallisuuskatsauksen muoto”, jonka ”avulla pystytään antamaan laaja kuva käsiteltävästä

aiheesta”. Kirjallisuushaun perusteella löydettyjä tutkimuksia ei läpikäydä narraatiivisessa kirjallisuuskatsauksessa erityisen systemaattisesti. (Salminen 2011, 7.)

Integroivan kirjallisuuskatsauksen voidaan katsoa olevan lähempänä systemaattista kirjallisuuskatsausta, mutta toisin kuin systemaattinen katsaus, integroiva katsaus antaa laajemman kuvan käsiteltävästä kirjallisuudesta eikä tutkimusaineiston valinta ole yhtä tarkkaa. Integroiva katsaus sisältää narratiivisen kirjallisuuskatsauksen elementtejä ja keskittyessään laajempiin kokonaisuuksiin, sisällytetään se kuvaileva kirjallisuuskatsaus-termin alle. (Salminen 2011, 8.)

Teemme opinnäytetyömme narratiivisen yleiskatsauksen mukaisesti.

4.2 Kirjallisuushaku

Aineistohaku kirjallisuuskatsauksessa on suoritettu sekä implisiittisesti, että eksplisiittisesti (Kangasniemi ym. 2013, 295–296.) Eksplisiittisen haun alustaviksi hakusanoiksi valitsimme hakusanoja, kuten: Liikunta, Aivot, Aivoterveys, Exercise, "Physical activity", Brain ja "Brain health".

Alustavia hakuja teimme samoihin tietokantoihin, kuin mitä käytimme lopullisiin hakuihin. Näitä tietokantoja olivat Cinahl (ebSCOhost), MEDLINE (PudMed) sekä Medic. Eksplisiittisesti tehdyssä aineistohaussa käytetyt hakusanat on kuvattu taulukossa 1.

Tietokanta	Hakusanat
Medic	(Exercise OR "Physical activity" OR liikk*) AND (Brain OR neuro OR "brain health" OR aivo*) NOT (injury OR injuries OR accident OR trauma OR Tapaturm* OR loukka*)
Medline	("physical activity" OR exercise AND "brain health" NOT dementia NOT stroke NOT diabetes NOT children NOT elderly NOT obesity)
Cinahl	(Exercise OR "physical activity") AND (Brain OR neuro OR "brain health") NOT (injury OR injuries OR accident OR trauma)

TAULUKKO 1. Tietokantahakujen hakusanat.

Päädyimme rajaamaan hakuja vuosilukujen perusteella (2014–2024), tutkittavan ryhmän ikärajoituksella (18–64 vuotta), sekä rajoittamalla haut vain englanninkielisiin, vertaisarvioituihin julkaisuihin. Suomalaisen Medic-tietokannan kohdalla emme rajanneet hakuja vain englanninkielisten tutkimusten perusteella. Emme myöskään tehneet rajausta siten, että se sisältäisi vain vertaisarvioidut julkaisut, sillä tietokanta ei tarjonnut siihen mahdollisuutta. Tiedonhaussa ei rajattu pois teoksia julkaisumaan perusteella.

Taulukossa 2 on kuvattu sisäänotto- ja ulossulkukriteerit.

Sisäänottokriteerit	Ulosottokriteerit
Englanninkielinen, suomenkielinen	Muu kuin englanninkielinen tai suomenkielinen
Vertaisarvioitu	Ei vertaisarvioitu
Ilmestynyt 2014 tai sen jälkeen	Ilmestynyt ennen vuotta 2014
Alkuperäistutkimus	Kirjallisuuskatsaus
Käsittelee liikunnan vaikutuksia aivoterveeseen	Käsittelee aivoterveeseen vaikuttavia käsitteitä ja ilmiöitä, jotka eivät liity tai omaa suoraa yhteyttä liikuntaan
Käsittelee 18–64-vuotiaita perusterveitä henkilöitä	Käsittelee ainoastaan alle 18-vuotiaita tai yli 64-vuotiaita henkilöitä, tai henkilöitä, jotka eivät ole perusterveitä

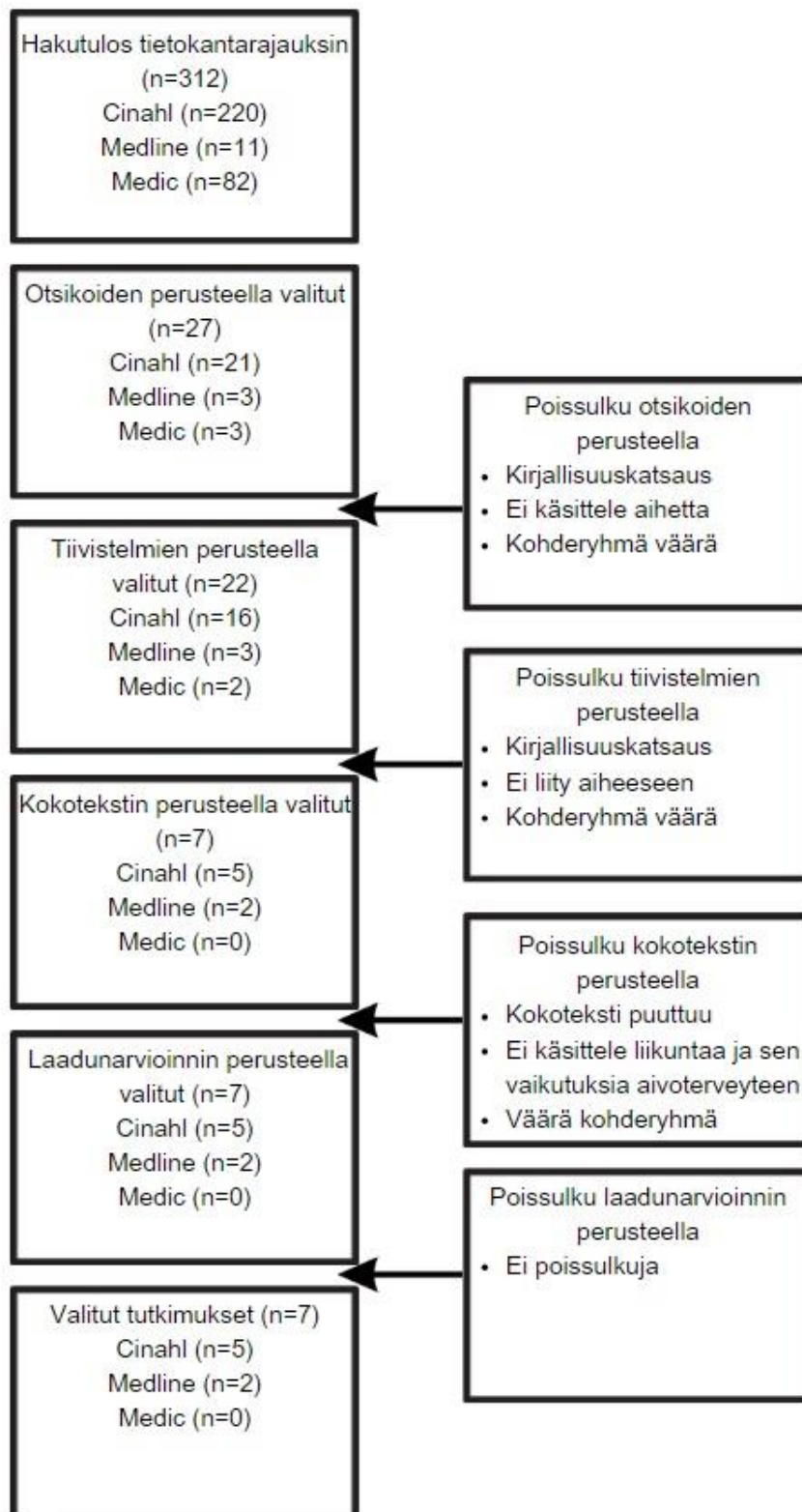
TAULUKKO 2. Sisäänotto- ja ulossulkukriteerit.

Implisiittinen haku on tapahtunut opinnäytetyöprosessin aikana erinäisten Google Scholar- ja Googlen hakukonehakujen kautta. Sovelsimme yllä olevassa taulukossa esitettyä runkoa myös implisiittisten hakujen valintaprosessissa. Implisiittiseen hakuun on sovellettu samoja hakusanoja ja -kriteerejä, kuin dokumentoituun hakuprosessiin.

Lähdimme toteuttamaan aineiston valintaa tutkimuskysymys edellä. Kävimme ensin tietokantahakujen tulokset läpi otsikoiden perusteella, joka karsi pois suurimman osan hakutuloksista. Otsikoiden perusteella rajaamisen jälkeen siirryimme rajaamaan tuloksia abstraktin ja kokotekstin perusteella. Viimeiseksi tar-

kastelimme jäljelle jääneiden tutkimusten laatua Hoitotyön tutkimussäätiön (Hottus) tutkimusten arviointikriteeristön (JBI), sekä kuusiportaisen laadunarviointias-
teikon mukaisesti (Kangasniemi, Pakkanen & Korhonen 2015).

Kuviossa 2 on kuvattu eksplisiittistä tiedonhakuprosessia.



KUVIO 2. Tiedonhakuprosessi.

4.3 Aineiston kuvaus ja laadunarviointi

Opinnäytetyöhön valikoitu lopulta 10 tutkimusta liikunnan vaikutuksista aivoterveuteen. Tutkimukset ovat vuosien 2015–2023 väliltä. Valikoidut tutkimukset ovat peräisin Yhdysvalloista (6), Kiinasta (2), Saksasta (1), sekä Alankomaista (1).

Tutkimusmenetelmät opinnäytetyöhön valikoitujen tutkimusten osalta ovat kokeellinen tutkimus (3), havaintotutkimus (1), sokkokokeena suoritettu satunnaisesti vertailukoe (1), pitkittäistutkimus (1), kohorttitutkimus (1), satunnaistettu kliininen tutkimus (1), sekä interventiotutkimus (2). Tutkimuksissa aineistoa kerättiin muun muassa magneettikuvien, verikokeiden, kyselylomakkeiden, diffuusionensorikuvauksen keinoin. Osassa tutkimuksista käytettiin useampia menetelmiä aineiston keruuseen.

Laatua arvioitiin kuusiportaisen kriteeristön mukaan, jossa kriteerien täyttymistä arvioidaan skaalalla $y = \text{yes} = \text{arviointikriteeri täyttyy}$, $p = \text{poor} = \text{arviointikriteeri täyttyy puuttein}$, sekä $nr = \text{not reported} = \text{arviointikriteeriä ei ole ilmoitettu}$. Tutkimusten laatua on arvioitu seuraavin kriteerein: Tavoitteet ja tarkoitukset kuvattu selkeästi, Tutkimussuunnitelma kuvattu riittävästi, Tutkimusmenetelmien sopivuus, tutkimuksiin pohjautuvat taustatiedot, tutkimuksen rajoitukset ilmoitettu, sekä tutkimuksen implikaatioista keskusteltu. (Kangasniemi ym. 2015.)

Laadunarviointia on kuvattu liitteessä 1.

Aineisto on pääsääntöisesti tutkimuskysymyksen mukaista, mutta osa tutkimuksista ei tarkkaile suoranaisesti liikunnan vaikutuksia aivoterveuteen, vaan esimerkiksi aerobisen kunnon yhteyttä kognitioon. Päätimme kuitenkin aineistonkeruuta tehdessämme sisällyttää myös edellä mainitun esimerkin mukaisia tutkimuksia työhömme, sillä perustein, että tutkimuksien sisältämä informaatio oli joko suorasti tai epäsuorasti yhteydessä opinnäytetyömme aiheeseen.

4.4 Aineiston analyysi

Aineiston analysointi aloitettiin läpikäymällä valikoituneita tutkimuksia ja keräämällä tutkimuksista tutkimuskysymyksemme mukaiset alkuperäisfraasit. Nämä alkuperäisfraasit pelkistettiin muotoon, jossa alkuperäisfraasin sisältämä informaatio säilyi muuttumattomana. Alkuperäisfraaseja kertyi tutkimuksista kaiken kaikkiaan 59 kappaletta, joista loimme yhteensä 100 kappaletta pelkistyyksiä. Alkuperäisfraasit ja pelkistykset on numeroitu, jolla helpotettiin niiden jakamista alaluokkiin. Pelkistykset jaettiin teemoittain kahdeksaan alaluokkaan, jotka kuvaavat useista tutkimuksista kerättyjen pelkistysten aihepiirejä laaja-alaisesti. Alaluokat on vielä jaettu kolmeen yläluokkaan, jotka toimivat opinnäytetyössämme tulososion yläotsikoina.

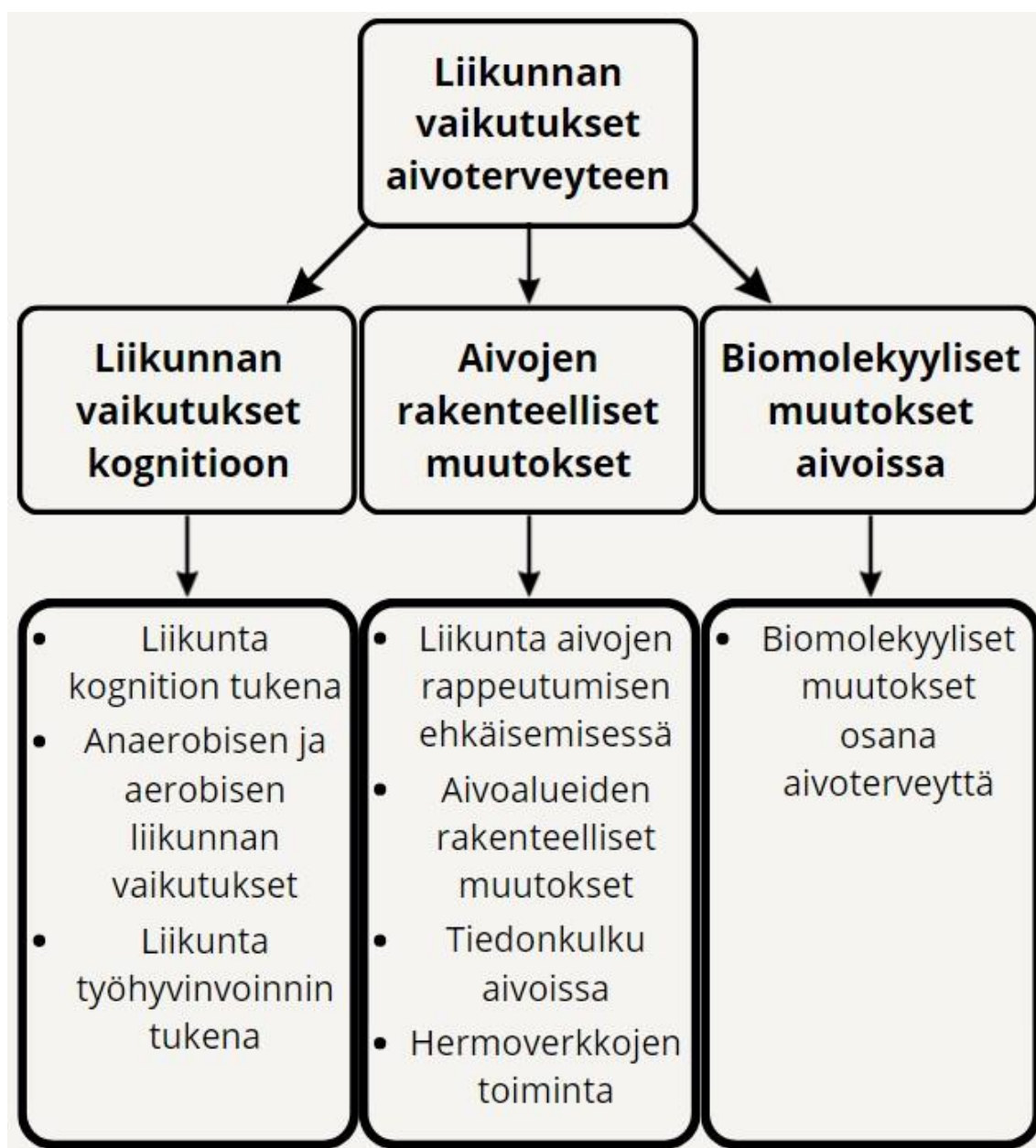
Aineiston analyysia on kuvattu taulukossa 3.

Alkuperäisfraasi	Pelkistys	Alaluokka	Yläluokka
HIIT has been shown to increase the production of lactic acid in the body, which can serve as an energy substrate in the brain and support brain metabolism. (4)	Korkean tehon intervalliharjoittelu lisää maitohapon muodostumista, joka voi toimia substraattina aivoissa ja tukea aivojen metabolismia. (7)	Biomolekyyliset mekanismit osana aivoterveyttä	Biomolekyyliset muutokset aivoissa
Several observational studies have noted associations between exercise and volume or thickness in frontal areas. (11)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Liikunnalla ja frontaalisten aivoalueiden volyymilla yhteys. (16) 2. Liikunnalla ja frontaalisten aivoalueiden paksuudella on yhteys. (17) 	Aivoalueiden rakenteelliset muutokset	Aivojen rakenteelliset muutokset
Active (exercise) breaks to interrupt the working day are generally attributed to promote health and to improve work safety (39)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aktiiviset työpäivän keskeyttävät liikuntatauot edistävät terveyttä (68) 2. Aktiiviset työpäivän keskeyttävät liikuntatauot parantavat työturvallisuutta (69) 	Liikunta työhyvinvoinnin tukena	Liikunnan vaikutukset kognitioon

TAULUKKO 3. Alkuperäisfraasit, pelkistykset sekä ala- ja yläluokat.

5 TULOKSET

Tulososiossa alaotsikot ovat peräisin aineiston analyysin perusteella tehtyjen yläluokkajakojen perusteella. Alaluokat ovat kursivoitu ja samassa järjestyksessä kuin ne on ilmoitettu kuviossa 3. Pelkistykset vastaavat suurimmasta osasta tulososion asiasisällöstä. Tulososiota on täydennetty muutamien käsitteiden määritelmillä.



KUVIO 3. Tulokset.

5.1 Liikunnan vaikutukset kognitioon

Liikunnan vaikutuksista kognitioon on paljon tutkimuksia, jotka vahvistavat sen vaikutukset muun muassa toiminnanohjauskykyyn ja oppimiseen. Liikunnalla on havaittu olevan sekä lyhyt- että pitkäkestoisia vaikutuksia kognitioon.

Kognitiolla tarkoitetaan kaikkia tietoisia ja tiedostamattomia prosesseja, joiden avulla tietoa kertyy. Näitä prosesseja ovat havainnointi, tunnistaminen, ajattelu ja päättely. (Encyclopedia Britannica 2024a.)

Liikunta kognition tukena. Aerobinen liikunta voi lisätä kognitiivista suorituskykyä sekä parantaa kognitiivisia taitoja läpi elämän (Liu ym. 2023).

Aerobisen kunnan ja kognitiivisen kontrollin välillä on positiivinen yhteys. Korkean aerobisen kunnan omaavat henkilöt osoittivat suurempaa kognitiivisen kontrollin suorituskykyä, vähemmän käyttäytymisen häiriöitä ja osoittivat vahvempia ristiriitojen hallintaan liittyviä hermostollisia mekanismeja. (Fu ym. 2023.)

Kognitiivisella kontrollilla tarkoitetaan sellaisia tarkoituksellisia ajatuksia, tunteita ja käytöstä, joita sen hetkinen tehtävä tai sosiaalinen konteksti vaativat (Dixon 2015).

Fu ym. 2023 suorittamassa tutkimuksessa tarkasteltiin, miten aerobinen kunto vaikuttaa kognitiivisiin prosesseihin, kuten go/no-go-tehtävässä suoriutumiseen, prosessointinopeuteen ja kognitiiviseen kontrolliin. Tulokset viittasivat paremmassa fyysisessä kunnossa olevien yksilöiden suoriutuvan tarkemmin go/no-go-tehtävässä, joka mittaa impulssikontrollia ja reaktioinhibitiota. (Fu ym. 2023.) Reaktioinhibitiolla tarkoitetaan sellaisten toimintojen estämistä, jotka ovat kontekstiin kuulumattomia tai häiritsevät tavoitevetoista käyttäytymistä (Mostofsky & Simmonds 2008). Go/no-go-tehtävän tulokset viittaavat siihen, kuinka aerobinen kunto saattaa tukea kognitiivisen kontrollin toimivuutta erityisesti tilanteissa, joissa vaaditaan nopeaa päätöksentekoa ja tarkkaa reaktioiden hallintaa (Fu ym. 2023).

Toisaalta prosessointinopeuden osalta ei havaittu eroja paremman ja heikomman kunnan omaavien välillä, mikä viittaa siihen, että aerobinen kunto ei välttämättä vaikuta suoraan nopeuden ja nopeiden ajatusprosessien hallintaan. (Fu ym. 2023.)

Testin alkuvaiheessa paremmassa kunnossa olevilla osallistujilla havaittiin kuitenkin merkittävästi parempi resilienssi- ja kapasiteettitaso, joka viittaa siihen, että aerobinen kunto saattaa olla osatekijänä edistämässä psykologista ja kognitiivista joustavuutta. (Fu ym. 2023.)

Hyvä aerobinen kunto moduloi kognitiivisia prosesseja, kuten ristiriitojen hallintaa ja reaktioinhibitiota. Tästä saa viitteitä, että fyysinen kunto parantaa ja voi edesauttaa kognitiivisen kontrollin mekanismien toimintaa ja parantaa kykyä hallita sisäisiä ristiriitoja ja estää automaattisia reaktioita. (Fu ym. 2023.)

Aerobinen kunto ei vain paranna fyysistä terveyttä vaan myös tukee taustalla olevia kognitiivisia prosesseja, kuten esimerkiksi informaation käsittelyä ja kognitiivista kontrollia. Tämä tarjoaa mahdollisuuden kehittää interventioita, joilla on yhteys fyysiseen aktiivisuuteen ja kognitiiviseen kehitykseen, erityisesti niille, jotka tarvitsevat tukea tarkkuudessa, impulssikontrollissa ja kognitiivisessa joustavuudessa. (Fu ym. 2023.)

Anaerobisen ja aerobisen liikunnan vaikutukset. Seuraavassa osiossa käsitelimme tuloksia, joissa vertailtiin anaerobisen ja aerobisen liikunnan vaikutuksia. Näitä kahta liikunnan muotoa myös vertailtiin keskenään. Tutkimusten mukaan näillä kahdella liikuntamuodolla on erilaisia vaikutuksia aivoihin.

Kovan tehon intervalliharjoittelu vahvistaa niin fyysisiä, kuin psykologisia terveyteen liittyviä tuloksia nopeammin kuin aerobinen liikunta. (Liu, ym. 2023.) Kovan tehon vastusharjoittelu parantaa kognitiota tietyillä osa-alueilla. Matemaattinen prosessointitehtävä ja "Go/No-go"-tehtävä osoittivat parannuksia tarkkuudessa ja reaktioajassa. Kovan tehon vastusharjoittelun jälkeen nähtiin parannuksia tehtävissä, jotka vaativat tiedon prosessoimista. Tämän lisäksi havaittiin parannuksia

reaktioinhibitiossa. Huonompia tuloksia nähtiin muistia vaativissa tehtävissä heti kovan tehon vastusharjoittelun jälkeen. (Anders ym. 2021.)

Aerobinen liikunta kasvattaa toiminnanohjauskykyä, jonka on havaittu olevan yhteydessä maksimaaliseen hapenottokykyyn (Stern ym. 2019). Toiminnanohjauskyvyllä viitataan yksilön kykyyn hallita jokapäiväisiä toimia, kuten suunnitelmien tekemistä, ongelmanratkaisua ja uusiin tilanteisiin sopeutumista. (Cleveland clinic 2024.)

Liikunta työhyvinvoinnin tukena. Wollseiffen ym. 2016 tekemässä tutkimuksessa löytyi paljon hyviä puolia siitä, kuinka liikunta vaikuttaa työn kuormituksen vähenemiseen. Liikunta vaikuttaa tutkimusten mukaan olevan keskeinen tekijä työntekijöiden hyvinvoinnissa.

Liikunnalla on positiivisia vaikutuksia kognitiiviseen suorituskyykyyn. Lyhyet aktiiviset tauot, toisin kuin fyysinen rentoutuminen, edistävät työsuorituskyykyä ja palautumista toimistotyöntekijöillä. Työn keskeyttävät tauot johtavat parempaan tuottavuuteen ja vähentyneeseen uupumukseen. Fyysiset tauot voivat tuoda taloudellisia hyötyjä, tukea työsuorituskyyvyn ylläpitämistä ja ylläpitää työn miellyttävyyttä. Ne voivat myös auttaa vähentämään tuottavuuden laskua. Aktiiviset työpäivän keskeyttävät liikuntatauot edistävät terveyttä monella tapaa ja voivat parantaa työturvallisuutta. (Wollseiffen ym. 2016.)

Liikunnallisten taukojen huomattiin vaikuttavan mielialaan. Tutkimus osoitti muutoksia aivokuoren toiminnassa fyysisten taukojen jälkeen. Positiivisia vaikutuksia kognitiiviseen suorituskyykyyn huomattiin jo kolmen minuuttia kestävän kuntonyrkkeilytuokion jälkeen. Parempia tuloksia kognitioon oli selvästi enemmän nyrkkeilyhetken jälkeen kuin vastaavasti 20 minuuttia kestävän hieronnan jälkeen. Lyhytkestoinen, mutta intensiivinen liikunta paransi kognitiivista suorituskyykyä paremmin, kuin pitkäkestoinen tasasykkeinen liikunta, vaikkakin hyvin spesifisti tietyllä alueella aivoissa. Tauot ilman fyysistä aktiivisuutta eivät juurikaan näyttäneet parantavan työhyvinvointia. (Wollseiffen ym. 2016.)

5.2 Aivojen rakenteelliset muutokset

Liikunta aivojen rappeutumisen ehkäisemisessä. Liu ja kumppanit tutkivat liikunnan vaikutuksia aivojen rappeutumisen ehkäisemisessä. Aivojen terveys liitettiin siihen, kuinka hyvin aineenvaihdunta toimii, johon liikunnalla todettiin olevan positiivisia vaikutuksia. (Liu ym. 2023)

Fyysinen aktiivisuus voi toimia vastavaikuttajana hermosolujen rappeutumisessa ja ehkäistä muun muassa neurodegeneratiivisia sairauksia sekä parantaa aivoverenkiertoa. Hyvä verenkierto on välttämätöntä aivojen metabolialle ja toiminnalle. Erityisesti keskiaivovaltimon verenkierron paraneminen tunnistettiin mekanismiksi, jonka kautta liikunta voi ehkäistä aivoverisuonten- ja neurologisia sairauksia. (Liu ym. 2023) tutkimuksessa oli viitteitä, joiden mukaan kerran viikossa vastusharjoittelua ja kuntoliikuntaa harrastavalla verenkierto hippokampuksen alueella voisi parantua valikoivasti. Liikunta lisää verisuonien- ja neurotrofisten kasvutekijöiden tuotantoa, joista johtuva kasvu ja plastisuus ylläpitää aivojen rakennetta ja aivoverenkiertoa. (Liu ym. 2023.) Neurotrofisilla tekijöillä tarkoitetaan hermosolujen kuolemaa estäviä molekyylejä, kun taas verisuonten kasvutekijät ovat tärkeässä roolissa verisuonten uudismuodostuksessa. (Duodecim 1999; Shibuya 2011, 1097–1105).

Aerobisen liikunnan huomattiin parantavan aivokuoren toimintaa, hemodynamiikkaa ja aineenvaihduntaa. Vanhemmilla aikuisilla sykettä vaihtelevalla liikunnalla oli parempi vaste verenkierrolle ja metabolialle verrattuna aerobiseen liikuntaan kuuden viikon harjoittelun jälkeen. Pitkä sykettä nostava treeni voi heikentää liikunnan tuloksia aiheuttamalla aivojen heikompaa happeutumista ja kohottamalla laktaattitasoja. (Liu ym. 2023.)

Säännöllinen liikunta saa aivoissa aikaan angiogeneesiä sekä neurogeneesiä, joka johtaa lisääntyneeseen aineenvaihduntaan sekä virtaukseen aivoissa. (Liu ym. 2023.) Angiogeneesillä tarkoitetaan verisuonten uudismuodostusta, kun taas neurogeneesillä tarkoitetaan uusien hermosolujen muodostumisprosessia aivoissa (Cleveland Clinic 2022a; Queensland Brain Institute n.d.).

Valkean aineen signaalinhoimistumalla tarkoitetaan valkean aineen vammoja, joilla on ympäröivää valkeaa ainetta kirkkaampi signaalin intensiteetti magneettikuvan fluid attenuated inversion recovery-, tai lyhennettynä FLAIR-sekvenssissä. Nämä signaalinhoimistumat yhdistetään usein verisuonisairauksiin, Alzheimerin tautiin ja kognition laskuun. (Tubi ym. 2021)

Korkeampi valkean aineen signaalinhoimistuman raskaus korreloi globaalin kognition laskun kanssa ja liittyi aivojen käsittelynopeuden sekä päätteilykyvyn laskuun. Vastaavasti pienentynyt sanavarasto korreloi korkeamman valkean aineen signaalinhoimistuman raskauden kanssa. (Song ym. 2022.)

Korrelaatiot olivat samankaltaiset sekä matalan, että korkean fyysisen aktiivisuuden suhteen. Matalan fyysisen aktiivisuuden omaavilla korrelaatio oli suurempi, etenkin sanavaraston suhteen. Henkilöillä, jotka olivat fyysisesti aktiivisempia, havaittiin suhteellisesti vähemmän laskua heidän päätteilykyvyssään, sekä aivojen käsittelynopeudessaan. Fyysisesti aktiivisempien ihmisten havaittiin omaavan suhteellisesti suurempi sanavarasto heidän valkean aineensa signaalinhoimistuman raskaus huomioon ottaen. Korkea fyysinen aktiivisuus auttaa kumoamaan valkean aineen signaalinhoimistuman raskaudesta johtuvaa päätteilykyvyn ja käsittelynopeuden laskua yli 43-vuotiailla henkilöillä. (Song ym. 2022.)

Alle 43-vuotiailla valkean aineen signaalinhoimistuman raskaudella ja kognitiivisilla muutoksilla ei ollut korrelaatiota. Korkea kaikenkattava fyysinen aktiivisuus ja ammattiperäinen fyysinen aktiivisuus lievensivät assosiaatioita valkean aineen signaalinhoimistuman raskaudessa ja päätteilykyvyn muutoksessa, aivojen käsittelynopeuden muutoksessa ja sanavaraston muutoksessa. Globaali kognitio, päätteilykyky, aivojen käsittelynopeus ja muisti heikkenivät ja sanavarasto suureni viiden vuoden aikana. Korkeampi lähtötaso valkean aineen signaalinhoimistuman raskaudessa korreloi suurempana laskuna globaalissa kognitiossa, päätteilykyvyssä, aivojen käsittelynopeudessa ja pienemmässä sanavaraston laskussa. (Song ym. 2022.)

Fyysinen aktiivisuus voi vähentää dementian riskiä. Verrattuna keskimäärin alle 5000 askelta päivässä käveleviin, yli 10 000:n askeleen päivittäinen määrä yhdistettiin noin 1,75 vuotta vähemmän vanhenneisiin aivoihin. Vähäinen määrä liikuntaa todettiin olevan parempi kuin liikkumattomuus. (Spartano ym 2019.)

Aivoalueiden rakenteelliset muutokset. Aivoissa tapahtuu rakenteellisia muutoksia liikunnan vaikutuksesta. Tässä osiossa avaamme niitä tarkemmin. Säännöllinen liikunta tukee aivoterveyttä.

Viikon kestävä aerobinen harjoittelu ja vastusharjoittelu voi valikoivasti lisätä verenkiertoa hippokampuksen alueella (Liu ym. 2023).

Aerobisella liikunnalla todettiin Stern ym. 2019 tekemässä tutkimuksessa olevan vaikutuksia aivokuoren paksuuteen vasemmanpuoleisen keskimmäisen frontaalisen aivopoimun, ohimolohkon ja pihtipoimujen alueella. Myös frontaalisten aivoalueiden volyyymi on yhdistetty aerobiseen liikuntaan. (Stern ym. 2019.)

Liikunta vaikuttaa harmaan aineen rakenteeseen. Uuden taidon oppiminen lisää harmaan aineen tilavuutta, valkean aineen eheytymistä ja paranemista. Aivokuoren ja hippokampuksen tilavuus lisääntyy liikunnan vaikutuksesta. Fraktionaalinen anisotropia lisääntyi merkittävästi 6 kuukautta liikuntaa harrastaneilla henkilöillä. (Stern ym. 2019.)

Fraktionaalisella anisotrofiolla voidaan mitata aivojen yhdistyneisyyttä diffuusionensorikuvauksen avulla saadusta datasta (Grieve ym. 2007). Sillä kuvataan veden diffuusiota aivojen valkeassa aineessa, joka puolestaan osoittaa mikroskooppista valkean aineen eheyttä (Wijtenburg ym. 2014).

Liikunta yliopitun taidon parissa parantaa aivojen rakenteellisia yhteyksiä. Jatkuva liikuntaharjoittelu, erityisesti oikeakätisillä henkilöillä, vaikuttaa pääasiassa vasemman aivopuoliskon valkeaan aineeseen. Opitun fyysisen taidon jatkuva harjoittaminen parantaa aivojen hermosäikekimppuja, jotka osallistuvat primaariin- ja assosiativisiin motorisiin toimintoihin. (Stern ym. 2019.)

10 000 tai enemmän askelta päivässä kävelevillä on suurempi aivojen tilavuus kuin niillä, jotka kävelevät vähemmän kuin 5000 askelta päivässä. Kaikki ylimääräinen kevyt liikunta liitettiin suurempaan aivojen tilavuuteen. (Spartano ym. 2017.)

Kevyt liikunta vähensi aivojen ikääntymistä noin vuodella. Säännöllinen liikunta voi ehkäistä dementiaa ja kognitiivista laskua. Aktiivisilla ihmisillä aivojen ikääntyminen tapahtuu terveellisemmin, eikä heillä esiinny yhtä paljon aineenvaihdunnan ja verisuonisairauksien riskitekijöitä. Jopa lyhyillä liikuntahetkillä pystyttiin estämään hippokampuksen surkastumista vanhemmilla ihmisillä ja mahdollisesti parantamaan aivojen yhdistyneisyyttä. Yksilöt, jotka kävelivät 7500 askelta tai enemmän päivässä oli suurempi aivojen tilavuus ja aivojen ikääntyminen hidastui keskimäärin 2,2 vuotta. Kevyt liikunta ja kävely yhdessä ovat yhteydessä sydämen verenkiertoon. (Spartano ym. 2017.)

Kevyt liikunta suurensi valkoisen aineen määrää aivoissa, kun taas asteittain noususuhtainen liikuntaharjoittelu lisäsi aivojen kokonaistilavuutta. Mitä lähemmäksi liikuntasuosittelun tavoitteita pääsee, sitä suurempi hyöty liikunnasta on aivoterveydelle. (Spartano ym. 2017.)

Liikkumattomuus voi aiheuttaa merkittäviä ongelmia aivojen volyymiin ja toimintakykyyn. Pienempi aivojen kokonaistilavuus liitettiin kohenneeseen riskiin sairastua verisuonisairauksiin, jotka vaikuttavat myös kognitiivisiin ominaisuuksiin. Liikunnan puute voi vaikuttaa aivojen rakenteellisiin ja toiminnallisiin ominaisuuksiin. Harmaan aineen väheneminen, jota liikkumattomuus voi aiheuttaa, vaikuttaa muun muassa muistin, oppimisen ja kognitiivisten taitojen heikentymiseen. (Spartano ym. 2017.)

Huonompi kunto näkyi vielä vuosia myöhemmin aivoissa keski-ikäisillä ja muutokset saattoivat olla pysyviä. Harmaan aineen vähentyminen altistaa muistin heikkenemisellä, joka voi myöhemmin näkyä neurologisena sairautena, kuten dementia. Nuorella iällä aloitetusta kuntoilusta on siis hyötyä aivojen terveydelle jopa pidemmällä tähtäimellä. (Spartano ym. 2017.)

Tiedonkulku aivoissa. Korkea fraktionaalinen anisotropia on liitetty aivopuoliskoien välillä tapahtuvaan tiedonkulkuun kuluvaan aikaan sekä parempaan kaukaisien harmaata ainetta sisältävien alueiden yhdistyneisyyteen. Parempi funktionaalinen yhdistyneisyys lisää korkeampaa kognitiivista toimintaa. Lisääntynyt fraktionaalinen anisotropia aivokurkiaisessa viittaa tehokkaampiin sensorisiin vuorovaikutuksiin aivopuoliskoien välillä ja myös tehokkaampiin motorisiin vuorovaikutuksiin aivopuoliskoien välillä. (Stern ym. 2019.)

Hermoverkkojen toiminta. Akuutti liikunta lisää integraatiota keskittymis- ja toiminnanohjauksen hermoverkostoissa. Akuutti liikunta vaikuttaa tunteidensäätelyyn ja hippokampuksen hermoverkkoihin, joka on yhteneväinen hypoteesin kanssa, että akuutin liikunnan vaikutukset kumpuavat limbisten alueiden katekoliaminergisistä modulaatioista. Weng ym. 2017 tekemässä tutkimuksessa todettiin akuutin aerobisen harjoittelun tehostavan aivojen huomion uudelleensuuntaamisen toimintoja integroimalla selän- ja ventraaliset huomioverkostot. Yksittäinen aerobinen liikuntahetki parantaa toiminnanohjauksen- ja keskittymiskyvyn hermoverkkojen vuorovaikutusta. Tutkimuksen mukaan liikunta edistää oppimista ja työmuistia ympäristöissä kuten koulut. Kognitiivinen suorituskyky voi parantua liikunnan vaikutuksesta koko eliniän ajan. (Weng ym. 2017.)

5.3 Biomolekyyliset muutokset aivoissa

Erilaiset hormonit, proteiinit ja entsyymit nousivat esille käsittelemisämme tutkimuksissa useaan otteeseen. Tässä kappaleessa avaamme erilaisten biomolekyylien vaikutusta aivoterveeseen. Tutkimuksissa eniten esille nousseet aivoterveeseen vaikuttavat biomolekyylit olivat laktaatti, sekä aivoperäinen hermokasvutekijä.

Biomolekyylit ovat erilaisia aineita, joita solut ja elävät organismit tuottavat. Kooltaan ja rakenteiltaan ne kattavat laajan skaalan ja toimittavat useita erilaisia tehtäviä. Biomolekyylien pääluokat ovat hiilihydraatit, lipidit, nukleiinihapot sekä proteiinit. (Rogers 2024.)

Verenkierrossa esiintyvä laktaatti on suolamuodossa olevaa maitohappoa (Encyclopedia Britannica 2024b). Sitä syntyy, kun lihakset pilkkovat glukoosia ja muita hiilihydraatteja energiaksi kovatehoisen liikuntasuorituksen aikana (Cleveland Clinic 2022b).

Aivoperäinen hermokasvutekijä, eli brain-derived neurotrophic factor tai BDNF, on neurotrofiinien kirjoon kuuluva molekyyli, joka on osallisena oppimiseen ja muistiin liittyvissä plastisissa muutoksissa. Sitä esiintyy suurina pitoisuuksina hippokampuksen, manteliumakkeen, pikkuaivojen sekä aivokuoren alueilla. (Miranda ym. 2019.)

Biomolekyylliset muutokset osana aivoterveyttä. Kovan tehon intervalliharjoittelu lisää laktaatin muodostumista, joka voi toimia substraattina aivoissa ja tukea aivojen metabolismia. Laktaatti on pitkäaikaisvahvistumisen kannalta oleellinen osatekijä ja parantaa kognitiivisia toimintoja. (Liu ym. 2023). Pitkäaikaisvahvistuminen, eli long-term potentiation tai LTP, tarkoittaa synaptista muovautuvuutta sähkötoiminnassa (Lindsberg & Otonkoski 2015). Laktaatin määrän havaittiin olevan suurempaa kovan tehon intervalliharjoituksissa verrattuna jatkuvaan liikuntasuoritukseen (Marquez ym. 2015).

Liikunta lisää hermoston ja verisuonten kasvutekijöitä. Hermoston kasvutekijät auttavat lisäämään kasvua ja plastisuutta aivoissa, kun taas verisuonten kasvutekijät auttavat aivojen ja aivojen verisuonten rakenteellisen eheyden ylläpitämisessä. (Liu ym. 2023.)

Sekä kovan tehon intervalliharjoituksen että jatkuvan liikuntasuorituksen havaittiin lisäävän aivoperäisen hermokasvutekijän määrää seerumissa merkittävästi lepoon verrattuna. Vaikka sekä aerobinen että anaerobinen liikunta lisäsivät aivoperäisen hermokasvutekijän määrää merkittävästi lepoon verrattuna, huomattiin anaerobisen liikunnan lisäävän sitä hieman enemmän. Aivoperäisen hermokasvutekijän määrä seerumissa kasvaa vähitellen liikuntasuorituksen aikana ja saavuttaa huippunsa suorituksen lopussa. Liikuntasuorituksen jälkeen aivoperäisen hermokasvutekijän määrä seerumissa palautuu liikuntasuoritusta edeltävälle

tasolle ja sen konsentraatio veressä on verrannollinen sen esiintyvyyteen aivoissa. Sekä liikunnan, että levon aikana periferiasta mitattuna, suurin osa aivoperäisestä hermokasvutekijästä on peräisin aivoista. (Marquez ym. 2015.)

Aivoperäistä hermokasvutekijää vapautuu aivoverisuonten verisuonten sisäkerroksesta hypoksisen stressin jälkeen. Lihasten supistumisen tapaan, hypoksia stimuloi mitokondrian biogeneesiin osallistuvaa signaalinvälitysketjua. (Marquez ym. 2015.)

Kovan tehon intervalliharjoittelu lisää erilaisten entsyymien aktiivisuutta sekä erilaisten proteiinien määrää. Intervalliharjoittelu lisäsi erityisesti PGC-1 α -proteiinin ilmaantuvuutta, joka on mahdollisesti tärkeä osatekijä selittämään sitä, miksi kovatehoinen liikunta johtaa korkeampaan aivoperäisen hermokasvutekijän määrään. (Marquez ym. 2015.)

Akuutin liikunnan vaikutukset kumpuavat katekoliamiinergisistä modulaatioista limbisillä aivoalueilla. Yksittäinen liikuntajakso moduloi nordrenaliinin ja dopamiinin kuljettuvuutta. Kuljettuvuuden modulaatio potentiaalisesti johtuu kiertomekanismista aivoissa, joka on yhteydessä liikunnasta aiheutuvaan sympaattisen hermoston aktivaatioon. (Weng ym. 2017.)

6 POHDINTA

Pohdinnassa käymme läpi opinnäytetyön eettisyyteen ja luotettavuuteen liittyviä asioita. Tämän lisäksi tarkastelemme analyysin pohjalta esille nousseita tuloksia ja tuloksista tehtyjä johtopäätöksiä.

6.1 Eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön eettisyyttä ja luotettavuutta on tarkasteltu Tutkimuseettisen neuvottelukunnan hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti. (TENK 2023.) Perehdyimme hyvään tieteelliseen käytäntöön ensimmäistä kertaa opinnäytetyön suunnitelmavaiheessa ja palasimme sen pariin uudestaan tiedonhaun, analysointivaiheen ja tulosten kirjoittamisen yhteydessä. Opinnäytetyö on toteutettu opinnäytetyösuunnitelman pohjalta. Ajallisten haasteitten takia opinnäytetyömme tiedonhakuosuus ja analysointi on suoritettu nopeasti, emmekä käyttäneet informaation palveluita hakufraaseja muotoillessamme, vaikka sille olisi ollut ehkä tarvetta. Tiedonhakuosuus, aineiston analyysi ja tulosten ilmoittaminen on kuitenkin tehty niin selkeästi ja huolellisesti, kuin kykenimme. Arvioimme käytettyjen lähteiden ja niitä julkaisseiden organisaatioiden luotettavuutta. Toteutimme aineiston valinnan avoimesti ja rehellisesti, emmekä poissulkeneet tutkimuksia esimerkiksi siksi, etteivät niiden tulokset olisi miellyttäneet meitä. Olemme hakeneet työllemme Tampereen ammattikorkeakoululta opinnäytetyöluvan.

Opinnäytetyössä käytettyihin tutkimuksiin ja niiden valintaan on sovellettu kriteereitä, jonka mukaan aineistohakuun soveltuvien tutkimusten tulee olla enintään 10 vuotta vanhoja, sekä vertaisarvioituja. Hakuprosessin aikana tämä varmistettiin tekemällä hakukonerajauksia, jotka varmistivat, että haetut tutkimukset olivat vertaisarvioituja ja enintään 10 vuotta vanhoja. Käsitteiden määrittelyssä ja esimerkiksi kirjallisuuskatsauksen rakenteeseen liittyvien tutkimusten ja artikkelien suhteen emme olleet yhtä kriittisiä, vaan sallimme myös yli 10 vuotta vanhoja tutkimuksia. Koska käytimme työssämme tutkimuksia, joissa tutkittavien henkilöiden henkilöllisyys oli jo valmiiksi salattu, emme ole opinnäytetyömme aikana käsitelleet henkilötietoja.

6.2 Tulosten tarkastelu

Yhtenäistä tutkimuksissa vaikutti olevan liikunnan merkittävä vaikutus aivoterveysteen, joka todettiin jokaisessa valitsemasamme tutkimuksessa. Positiivisia vaikutuksia aivoterveysteen löytyi paljon, kaikki vähäkin liikkuminen ja fyysinen aktiivisuus vaikuttaa parantavan aivoterveyttä. Aivoterveysten todettiin vaikuttavan kognitiivisiin taitoihin, työhyvinvointiin ja aivojen rakenteellisiin muutoksiin.

Tutkimuksessa käy ilmi, että liikunta parantaa kognitiivisia taitoja. Liikuntaa harrastavilla osoitettiin olevan parempi kognitiivisen kontrollin suorituskyky, vähemmän käyttäytymishäiriöitä sekä vahvempia ristiriitojen hallintaan liittyviä hermostollisia mekanismeja. (Fu ym. 2023.)

Erilaisissa tehtävissä huomattiin paremman aerobisen kunnon vaikuttavan kognitiiviseen kontrolliin, kuten nopeaan päätöksentekokykyyn ja tarkkaan reaktioiden hallintaan. Merkittävä ero testeissä huomattiin resilienssi- ja kapasiteettitasossa, joka vaikuttaa olevan osatekijä edistämässä psykologista ja kognitiivista joustavuutta. (Fu ym. 2023.)

Aerobisen kunnon todettiin vaikuttavan ristiriitojen hallintaa ja reaktioinhibitiioon, joka voisi auttaa kognitiivisten kontrollin mekanismin toimintaan, parantaa kykyä hallita ristiriitoja ja inhiboida automaattisia reaktioita. Liikunta tukee kognitiivisia taitoja, kuten informaation käsittelyä. Liikunnasta voisi olla hyötyä niille, jotka tarvitsevat tukea tarkkuudessa, impulssikontrollissa ja kognitiivisessa joustavuudessa. (Fu ym. 2023.)

Työhyvinvointiin liikunnalla on todettu olevan hyötyä suorituskykyyn, työntekijöiden palautumiseen, tuottavuuteen sekä sen huomattiin vähentävän uupumusta. Liikunnallisten taukojen huomattiin myös parantavan tuottavuutta ylläpitämällä suorituskykyä ja samalla työn mielekkyyttä. Samalla, kun suorituskyky paranee sen kanssa, korreloi työturvallisuus. (Wollseiffen ym. 2016.)

Rakenteellisia muutoksia todettiin aivokuoren paksuudessa vasemmanpuoleisessa aivopoimussa, ohimolohkossa ja pihtipoimujen alueella. Uuden taidon oppiminen lisää harmaan aineen tilavuutta, valkean aineen eheytymistä ja paranemista. Kun opittua fyysistä taitoa harjoitetaan jatkuvasti se parantaa aivojen hermosäiekimppuja, joilla on yhteys primaarisiin motorisiin toimintoihin. Suurempi aivojen tilavuus yhdistettiin henkilöihin, jotka kävelivät 10 000 tai enemmän askelia päivässä. (Stern ym. 2019.)

Anaerobisella ja aerobisella liikunnalla oli erilaisia vaikutuksia aivoihin. Tärkeintä vaikuttaa kuitenkin olevan, että liikkuu vähempi parempi ajatuksella. Säännöllisellä ja riittävän monipuolisella liikunnalla on kaikkein paras vaste. On myös oleellista, että harrastaa kestävyysliikuntaa, kohtuukuormitteisesti 2,5 tuntia ja raskasta kestävyysliikuntaa 1 tunnin ja 15 minuuttia viikossa sekä kaksi kertaa viikossa lihaskuntoharjoittelua. Kestävyysliikuntamuotoja on esimerkiksi kävely, juoksu, pyöräily, uinti ja tanssi. (THL 2024.)

Biomolekyylisiä muutoksia tapahtuu kovan tehon intervalliharjoittelussa laktaatin muodostuessa enemmän kuin jatkuvassa liikuntasuorituksessa. Hermokasvutekijöiden määrä lisääntyi seerumissa molemmissa liikuntamuodoissa. Laktaatti toimii substraattina aivoissa tukien aivojen metabolismia ja parantaen kognitiivisia toimintoja. Intervalliharjoittelu lisää entsyymien aktiivisuutta sekä proteiinien määrää. (Liu ym. 2023.)

6.3 Johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset

Johtopäätöksenä voimme sanoa, että liikunnalla on aivoterveiden kannalta merkittäviä positiivisia vaikutuksia. Vaikka kaikki liikunta tarjoaa aivoterveiden kannalta edullisia vaikutuksia, korostuivat tietyt seikat erilaisten liikuntamuotojen välillä, kuten esimerkiksi aerobisen liikunnan vaikutus toiminnanohjauskykyyn tai anaerobisen liikunnan vaikutus aivoperäisen hermokasvutekijän määrään.

Vaikka liikunnan vaikutuksia on tutkittu pitkään ja sen tärkeyttä aivoterveiden kannalta korostettu vuosien mittaan, tuli meille silti pienimuotoisena yllätyksenä

se, miten laaja-alaisesti liikunta vaikuttaa aivoihin ja aivoterveeseen. HavaitSIMME valitsemissamme tutkimuksissa vaikutuksia muun muassa aivojen verenkiertoon, aivoalueiden tilavuuteen, biomolekyylien erittyvyyteen ja kognitiivisiin toimintoihin. Useat poissuljetut tutkimukset käsittelivät aihetta erilaisten sairauksien, kuten diabeteksen, muistisairauksien ja sydän- ja verisuonisairauksien näkökulmasta.

Koemme, että opinnäytetyömme toimi hyvänä pintaraapaisuna ja että opinnäytetyön tarkoitus, joka oli tiedon kokoaminen aiheesta laaja-alaisesti ja sen tiivistäminen helposti lähestyttävään pakettiin on täytynyt ainakin osittain. Työ on sirpaleinen osittain sen takia, että aiheen rajaus oli liian kunnianhimoinen, mutta myös ajallisten haasteiden takia. Nämä seikat huomioon otettuna vaikeuttivat tiedon syntetisoimista. Lisähaastetta toivat myös tutkittavat ilmiöt ja käsitteet, joiden opiskeluun ja ymmärtämiseen jouduimme käyttämään jo valmiiksi rajallista aikaamme. Myös opinnäytetyön tavoitetta, joka oli selvittää ja lisätä tietoa ja ymmärrystä liikunnan vaikutuksista aivoterveeseen, varjostavat edellä mainitut haasteet.

Opinnäytetyöstämme ei tullut niin yleismaailmallinen ja yksinkertaistettu kuin toivoimme. Ajatuksenamme oli luoda teos, jossa käytäisiin läpi liikunnan vaikutuksia ilman lääketieteellistä terminologiaa ja joka olisi ymmärrettävissä, vaikkei omaisi aikaisempaa tietämystä aiheesta. Tällaisenaan työ voi kuitenkin toivon mukaan tarjota terveystieteen opiskelijoille ja ammattilaisille jonkinlaista arvoa, ja tarjota suuriin osiin kuvan kaikista niistä vaikutuksista, joita liikunta aivoihimme aiheuttaa.

Aihetta olisi hyvä tarkastella jatkossakin, sillä opinnäytetyömme tutkimusotanta on suppea ja osa valikoiduista tutkimuksista ovat osittain aiheen vierestä. Aihe on laaja ja monimutkainen, kuten aivot ja aivoterveys käsitteinäkin. Tutkimuskysymyksen rajaaminen yksittäisiin kokonaisuuksiin, kuten esimerkiksi opinnäytetyömme yläluokkiin: aivojen rakenteelliset muutokset, kognitiossa tapahtuvat muutokset tai biomolekyylliset muutokset, helpottaisi aiheen lähestymistä.

Aiheesta tuntuu olevan loputon määrä tutkittavaa, kuten minkälainen liikunta olisi parasta aivoille ja onko tässä yksilöllisiä eroja. Terveystieteen ja hyvinvoinnin laitoksella on suuntaa antavia liikuntasuosituksia, mutta kuinka paljon niitä olisi hyvä

yksilöllisesti soveltaa. Miten kauan liikunnan vaikutukset säilyvät, jos liikunnan harrastaminen lopetetaan. Kuinka paljon liikunnalla, voidaan vaikuttaa ennaltaehkäisevästi sairauksien puhkeamiseen ja voisiko jopa geneettisten sairauksien puhkeamista ennaltaehkäistä liikunnan vaikutuksilla.

LÄHTEET

Basinger, H. Hogg, J. 2023. Neuroanatomy, Brainstem. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544297/>

Encyclopedia Britannica. Päivitetty 2024a. Cognition. Verkkosivu. Viitattu 15.11.2024 <https://www.britannica.com/topic/cognition-thought-process>

Encyclopedia Britannica. Päivitetty 2024b. Lactic Acid. Verkkosivu. Viitattu 15.11.2024

Caspersen, C. Powell, K. & Christenson, G. 1985. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. Public Health Reports. <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/66195>

Cleveland Clinic. Päivitetty 2022a. Angiogenesis. Verkkosivu. Viitattu 20.11.2024 <https://my.clevelandclinic.org/health/articles/24206-angiogenesis>

Cleveland Clinic. Päivitetty 2022b. Lactic Acid. Verkkosivu. Viitattu 15.11.2024. <https://my.clevelandclinic.org/health/body/24521-lactic-acid>

Cleveland Clinic. Päivitetty 2023a. Aerobic Exercise. Verkkosivu. Viitattu 8.11.2024 <https://my.clevelandclinic.org/health/articles/7050-aerobic-exercise>

Cleveland Clinic. 2023b. Heart Rate Zones Explained. Verkkosivu. Viitattu 8.11.2024. <https://health.clevelandclinic.org/exercise-heart-rate-zones-explained>

Cleveland Clinic c. Päivitetty 2024. Executive Function. Verkkosivu. Viitattu 20.11.2024 <https://my.clevelandclinic.org/health/articles/executive-function>

Dixon, M. 2015. Cognitive control, emotional value, and the lateral prefrontal cortex. Frontiers. <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2015.00758/full>

Airaksinen, M. Arumäe, U. Rauvala, H. & Saarna, M. 1999. Neurotrofiset kasvutekijät hermoston kehityksessä ja muovautumisessa. Aikakauskirja Duodecim 115 (5), 595–. <https://www.duodecimlehti.fi/duo90155>

Gorelick, P. & Sorond, F. 2023. What is Brain Health? Cerebral Circulation – Cognition & Behaviour. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10826122/>

Grieve, S. Williams, L. Paul, R. Clark, C. & Gordon, E. 2007. Cognitive Aging, Executive Function, and Fractional Anisotropy: A Diffusion Tensor MR Imaging Study. American Journal of Neuroradiology 28 (2), 226–235. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7977408/>

Hotus. n.d. Tutkimusten arviointikriteeristöt (JBI). Verkkosivu. <https://hotus.fi/kansainvalinen-yhteistyo/jbi-keskus/tutkimusten-arviointikriteeristot-jbi/>

Kangasniemi, M. Pakkanen, P. & Korhonen, A. 2015. Professional ethics in nursing: an integrative review. *Journal of Advanced Nursing* 71 (8), 1744–57. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25598048/>

Kangasniemi, M. Pietilä, A-M. Utriainen, K. Jääskeläinen, P. & Ahonen, S-M. Liikanen, E. 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsenettyyn tietoon. *Hoitotiede-lehti* 25 (4), 294 <https://journal.fi/hoitotiede/article/view/128286/77409>

Käypä-hoito-suositus. Julkaistu 2024. Tyypin 2 diabetes. Verkkosivu. Viitattu 19.11.2024 <https://www.kaypahoito.fi/hoi50056>

Lindsberg, P. & Otonkoski, T. 2015. Nuoruuden lähteillä. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 131 (5), 413–414.

Maldonado, K. & Alsayouri, K. 2023. *Physiology, Brain*. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551718/>

Miranda, M. Morici, J. Zanoni, M. & Bekinschtein, P. 2019. Brain-Derived Neurotrophic Factor: A Key Molecule for Memory in the Healthy and the Pathological Brain. *Frontiers*. <https://www.frontiersin.org/journals/cellular-neuroscience/articles/10.3389/fncel.2019.00363/full>

Mostofsky, S. & Simmonds, D. 2008. Response inhibition and response selection: two sides of the same coin. *Journal of Cognitive Neuroscience* 20 (5), 751–761. <https://direct.mit.edu/jocn/article-abstract/20/5/751/4499/Response-Inhibition-and-Response-Selection-Two?redirectedFrom=fulltext>

Muistiliitto a. n.d. Aivoterveys. Verkkosivu. Viitattu 29.11.2024. <https://muistiliitto.fi/aivot-ja-muisti/aivoterveys/>

Muistiliitto b. n.d. Aivoterveys työelämässä. Verkkosivu. Viitattu 29.11.2024 <https://muistiliitto.fi/aivoterveys-tyoelamassa/>

Queensland Brain Institute. n.d. What is neurogenesis? Verkkosivu. Viitattu 19.11.2024. <https://qbi.uq.edu.au/brain-basics/brain-physiology/what-neurogenesis>

Rogers, K. Päivitetty 2024. Biomolecule. *Encyclopedia Britannica*. Verkkosivu. Viitattu 15.11.2024. <https://www.britannica.com/science/biomolecule>

Salminen, A. Mikä kirjallisuuskatsaus? Vaasan yliopiston julkaisuja. 2011. 6–8 https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf

Shibuya, M. 2011. Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) and Its Receptor (VEGFR) Singaling in Angiogenesis. *Sage Journals* 2 (12), 1097–1105. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3411125/>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Päivitetty 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkaus epäilyjen käsitteleminen Suomessa. Verkkosivu. Viitattu 30.11.2024 https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf

Terveyskylä. Päivitetty 2021. Ikääntyminen ja aivot. Verkkosivu. Viitattu 2.11.2024. <https://www.terveyskyla.fi/aivotalo/aivot-ja-toimintakyky/aivojen-toimintakykyyn-vaikuttavia-tekijoita/ikaantymisen-ja-aivot>

THL. Päivitetty 2023a. Liikunta. Verkkosivu. Viitattu 6.11.2024. <https://thl.fi/aiheet/elintavat-ja-ravitsemus/liikunta>

THL. Päivitetty 2023b. Muistisairauksien ehkäisy. Verkkosivu. Viitattu 29.11.2024. <https://thl.fi/aiheet/kansantaudit/muistisairaudet/muistisairauksien-ehkaisy>

THL. Päivitetty 2024. Liikuntasuositukset. Verkkosivu. Viitattu 6.11.2024 <https://thl.fi/aiheet/elintavat-ja-ravitsemus/liikunta/liikuntasuositukset>

Tubi, M. Feingold, F. Kothapalli, D. Hare, E. King, K. Thompson, P. & Braskie, M. 2021. White matter hyperintensities and their relationship to cognition: effects of segmentation algorithm. Neuroimage. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6981030/>

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 91–94 Uudistettu laitos. Helsinki. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

UKK-instituutti. Päivitetty 2024. Liikkumisen vaikutukset. Verkkosivu. Viitattu 29.11.2024

Wheeler, T. Tarkistettu 2023. What is Anaerobic Exercise? WebMD. Verkkosivu. Viitattu 8.11.2024 <https://www.webmd.com/fitness-exercise/what-is-anaerobic-exercise>

Wijtenburg, S. McGuire, S. Rowland, L. Sherman, P. Lancaster, J. Tate, D. Hardies, L. Patel, B. Glahn, D. Fox, P. & Kochunov, P. 2014. Relationship between fractional anisotropy of cerebral white matter and metabolite concentrations measured using ¹H magnetic resonance spectroscopy in healthy adults. Neuroimage. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3779655/>

LÄHTEET: Tutkimukset

Anders, JP. Kraemer, W. Newton, R. Post, E. Caldwell, L. Beeler, M. Dupont, W. Martini, E. Volek, J. Häkkinen, K. Maresch, C. & Hayes, S. 2021. Acute effects of high-intensity resistance exercise on cognitive function. Journal of Sports Science and Medicine. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34267577/>

Fu, H. Kao, S. Yang, C. Moreau, D. & Wang, C. 2023. Examining the relationship between aerobic fitness and cognitive control processes: An SFT and ERP

study. Behavioural Brain Research, Vol. 452. <https://pub-med.ncbi.nlm.nih.gov/37482303/>

Liu, J. Min, L. Liu, R. Zhang, X. Wu, M. Di, Q. & Ma, X. 2023. The effect of exercise on cerebral blood flow and executive function among young adults: a double-blinded randomized controlled trial. Scientific reports. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10203129/>

Marquez, C. Vanaudenaerde, B. Troosters, T. & Wenderoth, N. 2015. High-intensity interval training evokes larger serum BDNF levels compared with intense continuous exercise. Journal of applied physiology. https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappphysiol.00126.2015?rfr_dat=cr_pub++0pub-med&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org

Song, S. Gaynor, A. Gazes, Y. Lee, S. Xu, Q. Habeck, C. Stern, Y. & Gu, Y. 2022. Physical activity moderates the association between white matter hyperintensity burden and cognitive change. Frontiers. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9610117/>

Spartano, N. Davis-Plourde, K. Himali, J. Andersson, C. Pase, M. Maillard, P. DeCarli, C. Murabito, J. Beiser, A. Vasan, R. & Seshadri, S. 2019. Association of Accelerometer-Measured Light-Intensity Physical Activity With Brain Volume: The Framingham Heart Study. JAMA Network. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6481600/>

Stern, Y. MacKay-Brandt, A. Lee, S. McKinley, P. McIntyre, K. Razlighi, Q. Agarunov, E. Bartels, M. & Sloan, R. 2019. Effect of aerobic exercise on cognition in younger adults: A randomized clinical trial. Neurology Journals. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6404470/>

Svatkova, A. Mandl, R. Scheewe, T. Cahn, W. Kahn, R. & Hulshoff Pol, H. 2015. Physical Exercise Keeps the Brain Connected: Biking Increases White Matter Integrity in Patients With Schizophrenia and Healthy Controls. Schizophrenia Bulletin. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4466190/>

Weng, T. Pierce, G. Darling, W. Falk, D. Magnotta, V. & Vocc, M. 2017. The Acute Effects of Aerobic Exercise on the Functional Connectivity of Human Brain Networks. IOS Press Content Library. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5928541/>

Wollseiffen, P. Ghadiri, A. Scholz, A. Strüder, H. Herpers, R. Peters, T. & Schneider, S. 2016. Short Bouts of Intensive Exercise During the Workday Have a Positive Effect on Neuro-cognitive Performance. Stress & Health. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/smi.2654>

LIITTEET

LIITE 1. Kirjallisuuskatsauksessa käytetyt tutkimukset ja laadunarviointi

Tutkimuk- sen tekijät, vuosi, maa	Tutkimuksen tarkoitus	Aineiston keruumene- telmä, kohderyhmä	Keskeiset tulokset	Laadunar- viointi (asteikko y=yes, p=poor, nr=not re- ported)
Anders, JP. Kraemer, W. Newton, R. Post, E. Caldwell, L. Beeler, M. Dupont, W. Martini, E. Volek, J. Häkkinen, K. Maresh, C. Hayes, S. 2021. Yhdysvallat.	Selvittää ko- van tehon vastunharjoit- telun vaiku- tusta kognitii- visiin toimin- toihin	10 vastusharjoittelutaustan omaavaa miestä suorittivat kognitiivisen testisarjan ennen ja jälkeen kovan tehon vastusharjoittelua. Koehenkilöt suorittivat ennen varsinaista testausta niin sanotun totuttelutestin, jossa heille esiteltiin kokeen fyysinen osuus ja jossa he suorittivat kognitiivisen testauksen yksilöllisten lähtökohtien määrittämiseksi	Tutkimuksessa ha- vaittiin huomattavaa matemaattisen pro- sessointikyvyn kas- vua liikuntasuoritteen jälkeen, sekä paran- nuksia inhibiokontrol- lia vaativassa tehtä- vässä. Tutkimuk- sessa havaittiin las- kua monimutkaisissa kognitiivisissa toimin- noissa, kuten muis- tissa, heti liikuntasuo- rituksen jälkeen. Tut- kimuksen otanta oli suhteellisen pieni n=10. Kognitiivisena testimenetelmänä käytetty ANAM on osoitettu luotetta- vaksi.	(y) Aims and objectives clearly de- scribed (y) Study de- sign ade- quately de- scribed (y) Re- search methods ap- propriate (y) Explicit theoretical framework (nr) Limita- tions pre- sented (y) Implica- tions dis- cussed

Fu, H. Kao, S. Yang, C. Moreau, D. Wang, C. 2023. Kiina.	Tutkia aerobisen kunnon ja kognitiivisten kontrolliprosessien välistä yhteyttä	46 nuorta aikuista miestä jaettiin kahteen ryhmään (korkean kunnon- ja matalan kunnon omaavat) ja suorittivat inhibitiokontrollin testaukseen suunnitellun go/no-go-testin samalla kun mitattiin heidän aivoisensa tapahtuvia ulkoisten ärsykkeiden aiheuttamia sähköisiä muutoksia	Tulokset osoittavat, että korkean kunnon omaavilla oli paremmat kyvyt tunnistaa niin sanotut väärät häilytykset testin aikana. Prosessointinopeudessa ei ollut eroja ryhmien välillä. Korkeamman kunnon omaavat olivat testin alkuvaiheessa tehokkaampia tiedonkäsittelyn osalta, joka taasoittui testin loppua kohden.	(y) Aims and objectives clearly described (y) Study design adequately described (y) Research methods appropriate (y) Explicit theoretical framework (y) Limitations presented (y) Implications discussed
Liu, J. Min, L. Liu, R. Zhang, X. Wu, M. Di, Q. Ma, X. 2023. Kiina	Tutkia liikunnan vaikutuksia aivojen verenkiertoon ja toiminnanohjauskykyyn	93 nuorta aikuista jaettiin satunnaistetusti ja sokkona kovan tehon intervalliharjoittelun-, keskikovan tehon jatkuvan harjoittelun ja kontrolliryhmiin. Kaikki ryhmät tekivät alussa lähtötasotestin. Liikuntaryhmät kävivät läpi 12 viikon kestäväen intervention ja kontrolli sai elämäntapaohjausta.	Jatkuva liikuntasuoritus ja kovan tehon intervalliharjoittelu lisäävät toiminnanohjauskykyä ja aivojen verenkiertoa. Jatkuvalle liikunnalle on suurempi vaikutus kuin intervalliharjoittelulla.	(y) Aims and objectives clearly described (y) Study design adequately described (y) Research methods appropriate

		Testit uusittiin 12 viikkoa intervention aloittamisen jälkeen.		(y)Explicit theoretical framework (y) Limitations presented (y)Implications discussed
Marquez, C. Vanaudenaerde, B. Troosters, T. Wenderoth, N. 2015. Yhdysvallat.	Tutkia kovan tehon intervalliharjoittelun ja jatkuvan liikuntasuorituksen eroja aivopepäisen hermokasvutekijän vapautumisen osalta.	Tutkimus suoritettiin kahdessa osassa, josta ensimmäiseen valikoitui 8 aktiivista miestä. Ensimmäinen koe sisälsi intervalliharjoittelua sekä jatkuvaa liikuntaa, joita ennen, aikana ja jälkeen mitattiin BDNF:n tasoja seerumista. Jälkimmäisenä suoritettua koetta, johon valittiin 21 miestä, optimoitiin ensimmäisen perusteella, jotta saatiin tarkempia mittauksia ja vähennettyä koehenkilöiden epä mukavuutta.	Hermokasvutekijän pitoisuus kasvoi molempien liikuntasuoritusten aikana hiljalleen ja oli huipussaan harjoitusten loppua kohden. 20 minuuttia harjoituksen päätyksen jälkeen hermokasvutekijän pitoisuus oli palannut takaisin lähtötasolle. Hermokasvutekijän määrä oli hieman suurempi intervalliharjoitusten yhteydessä verrattuna jatkuvaan liikuntasuoritukseen.	(y) Aims and objectives clearly described (y)Study design adequately described (y) Research methods appropriate (y)Explicit theoretical framework (y) Limitations presented (y)Implications discussed
Song, S. Gaynor, A. Gazes, Y.	Tutkia fyysisen aktiivisuuden	198 20–80-vuotiasta henkilöä valittiin tutkimukseen.	Korkeampi fyysinen aktiivisuus auttoi hillit-	(y) Aims and objectives

<p>Lee, S. Xu, Q. Habeck, C. Stern, Y. Gu, Y. 2022. Yhdysvallat.</p>	<p>suuden vaikutuksia valkean aineen signaalinhoimistumiin ja kognitiivisiin muutoksiin.</p>	<p>Tutkittavat täyttivät kyselylomakkeen vapaa-ajalla tapahtuvasta fyysisestä aktiivisuudesta ja heidän työperäinen fyysinen aktiivisuutensa arvioitiin. Tämän summana saatiin keskiarvollinen kokonaisvaltainen fyysinen aktiivisuus osallistujien osalta. Tutkimuksessa tutkittiin 5 vuoden ajanjakson jälkeen tapahtuvia muutoksia globaalissa kognitiossa ja neljällä muulla kognition alalla, joita olivat joustava älykyys, prosessointinopeus, muisti ja sanavarasto.</p>	<p>semään valkean aineen signaalinhoimistumien takia kognitiossa tapahtuvia muutoksia.</p>	<p>clearly described (y)Study design adequately described (y) Research methods appropriate (y)Explicit theoretical framework (y) Limitations presented (y)Implications discussed</p>
<p>Spartano, N. Davis-Plourde, K. Himali, J. Andersson, C. Pase, M. Maillard, P. DeCarli, C. Murabito, J. Beiser, A. Vasan, R. Seshadri, S. 2019. Yhdysvallat.</p>	<p>Tutkia onko kevyen intensiteetin fyysisellä aktiivisuudella yhteys aivojen tilavuuteen.</p>	<p>2354 henkilöä piti kiihtyvyyssmittaria aktiivisuuden määrittämiseksi ja kävivät magneettikuvissa aivojen tilavuuden mittaamiseksi.</p>	<p>Tutkimuksessa havaittiin, että jokainen viikossa harrastettu tunti liikuntaa voi vähentää aivojen vanhenemista noin 1.1 vuodella. Suurempi fyysinen aktiivisuus vähensi aivojen vanhenemista edelleen, aina 2.2 vuoteen saakka.</p>	<p>(y) Aims and objectives clearly described (y)Study design adequately described (y) Research methods appropriate (y)Explicit theoretical framework</p>

				(y) Limitations presented (y) Implications discussed
Stern, Y. MacKay-Brandt, A. Lee, S. McKinley, P. McIntyre, K. Razlighi, Q. Agarunov, E. Bartels, M. Sloan, R. 2019. Yhdysvallat.	Määrittää aerobisen liikunnan teho kognitiivisiin toimintoihin nuorilla terveillä aikuisilla.	132 kognitiivisesti normaalia henkilöä ikäväliltä 20-67, joilla on mediaania alempi aerobinen kapaisteetti jaettiin kahteen 6 kuukautta kestävään, 4 kertaa viikossa suoritettavaan ryhmään. Ryhmät oli jaettu aerobiseen liikuntaryhmään ja ryhmään, joka keskittyi venyttelyyn ja kevyeen painoharjoitteluun (stretchin and toning)	Aerobinen verrokki-ryhmä näki parempia tuloksia aerobisessa kapasiteetissa ja kognitiivisissa toiminoissa, johon sisältyi: toiminnanohjauskyky, tapahtumamuisti, prosessointinopeus, kieli ja tarkkaavaisuus.	(y) Aims and objectives clearly described (y) Study design adequately described (y) Research methods appropriate (y) Explicit theoretical framework (y) Limitations presented (y) Implications discussed
Svatkova, A. Mandl, R. Scheewe, T. Cahn, W. Kahn, R. Hulshoff Pol, H.	Tutkia vaikuttaako jo opitun liikuntataidon harjoittaminen aivojen valkean	33 skitsofreenikkaa ja 48 tervettä kontrollia osallistuvat kuusi kuukautta kestävään kuntopyöräinterventioon. Koehenkilöiden valkean aineen eheyttä tutkit-	Jo opitun taidon harjoittaminen parantaa aivojen yhdistyneisyyttä sekä skitsofreenikoilla, että terveillä kontrolleilla.	(y) Aims and objectives clearly described

2015. Alankomaat	aineen eheyteen aivojen yhdistyneisyyteen skitsofreenikoilla ja terveillä kontrolleilla.	tiin diffuusiotensorikuvauksella ennen ja jälkeen liikuntainterventiota.		(y)Study design adequately described (y) Research methods appropriate (y)Explicit theoretical framework (y) Limitations presented (y)Implications discussed
Weng, T. Pierce, G. Darling, W. Falk, D. Magnotta, V. Vocc, M. 2017. Yhdysvallat.	Tutkia yksittäisen aerobisen liikuntakerran vaikutuksia aivojen yhdistyneisyyteen ja hermoverkkojen plastisuuteen.	Tutkimukseen osallistui 12 nuorta aikuista, sukupuolijakaumaltaan 6 ja 6, sekä 13 vanhempaa aikuista, joista 6 oli naisia. Aivojen yhdistyneisyyttä tutkittiin toiminnallisella magneettikuvauksella. Tutkimus koostui kaiken kaikkiaan viidestä sessiosta, joista kolme ensimmäistä olivat ennen varsinaista koetta tapahtuvia testitapaamisia, joissa määritettiin tutkittavien henkilöiden VO2 maksimi tehtiin harjoitus-MRI ja tutustutettiin koehenkilöt	30 minuutin mittainen aerobinen harjoittelu lisäsi synkroniaa tunteiden- ja palkkioidenkäsittelyn, oppimisen ja muistin, sekä tarkkaavaisuuden ja toiminnanohjauksen alueilla.	(y) Aims and objectives clearly described (y)Study design adequately described (y) Research methods appropriate (y)Explicit theoretical framework

		<p>varsinaiseen kokeeseen. Varsinainen aineistonkeruu tapahtui kahdella viimeisellä tapaamisella, jotka olivat ajallisesti viikon toisistaan, suoritettiin 30 minuutin aerobisen liikuntasuorituksen jälkeen.</p>		<p>(y) Limitations presented (y) Implications discussed</p>
<p>Wollseiffen, P. Ghadiri, A. Scholz, A. Strüder, H. Herpers, R. Peters, T. Schneider, S. 2015. Saksa.</p>	<p>Tutkimuksessa selvitetään erilaisien taukojen kuten liikunnallisten taukojen vaikutusta kognitiiviseen suorituskyykyyn ja siihen liittyvän aivokuoren toimintaan toimistotyöntekijöillä.</p>	<p>Aineisto kerättiin testamalla 50 henkilön ryhmällä miten erilaiset toiminnalliset tauot töiden välissä vaikuttavat kognitiiviseen suorituskyykyyn.</p>	<p>Tulokset vastaavat aikaisempia neurofysiologisia tutkimuksia, joissa todetaan fyysisellä harjoituksella olevan hyödyllisiä vaikutuksia kognitiiviseen suorituskyykyyn.</p>	<p>(y) Aims and objectives clearly described (y) Study design adequately described (y) Research methods appropriate (y) Explicit theoretical framework (y) Limitations presented (y) Implications discussed</p>