



# Univajeen ja kuormituksen vaikutus tasapainoon

Henri Heino, Joel Holopainen ja Nikke Patzwaldt

2022 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

## Univajeen ja kuormituksen vaikutus tasapainoon

Henri Heino, Joel Holopainen ja  
Nikke Patzwaldt  
Fysioterapeutti (AMK)  
Opinnäytetyö  
5/2022

Henri Heino, Joel Holopainen & Nikke Patzwaldt

**Valvomisen ja kuormituksen vaikutus tasapainoon**

Vuosi 2022 Sivumäärä 58

---

Pystyasennon hallinta eli tasapaino on olennainen taito arkitoimintojen mahdollistamiseksi. Tasapaino tarkoittaa, että yksilöllä on kyky kontrolloida erilaisia kehon asentoja eri tukipintojen suhteen, mihin vaikuttavat nivelten liikelaajuudet, lihasvoima ja saatavilla oleva aistitieto. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa koottua tietoa univajeen ja kuormituksen vaikutuksista tasapainoon. Tutkimusaiheen valintaan vaikutti aiheesta löytyvän tiedon puute ja tutkivan ryhmän mielenkiinto aihetta kohtaan. Tavoitteena oli tuottaa kerätystä tiedosta opas yhteistyökumppanillemme Ainonelle. Työn tietoperusta perustuu tasapainon, univajeen ja kuormituksen käsittelemiseen alan keskeisen aineiston pohjalta.

Tutkimuksellisenä menetelmänä käytettiin kuvailevaa kirjallisuuskatsausta. Aineiston keräyksessä keskityttiin terveisiin työkäisiin henkilöihin. Keskeisinä tuloksina tehdyn kirjallisuuskatsauksen pohjalta voidaan pitää tasapainon hallinnan heikkenemistä, kun testihenkilöitä altistetaan univajeelle ja fyysiselle kuormitukselle. Esille nousi, että 16 tunnin univajeen jälkeen pystyasennon hallinta alkaa heikkenemään. Fyysisen kuormituksen vaikutus tasapainoon oli huomattavissa pitkäkestoisessa juoksuosuorituksessa sekä lyhytaikaisessa maksimaalisessa fyysisessä kuormituksessa. Tasapainon hallinnan heikkeneminen lisää kaatumisriskiä. Tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että univaje ja fyysinen kuormitus voivat lisätä onnettomuuksia ja loukkaantumisriskiä. Aiheesta tarvitaan kuitenkin lisää tarkempaa tutkimustietoa. Tätä tietoa tulisi pystyä tutkimaan yhdistämällä univajeen ja kuormituksen vaikutuksia. Jatkotutkimuksissa palautuminen tulisi ottaa huomioon.

Asiasanat: tasapaino, pystyasennon hallinta, univaje, kuormitus

Henri Heino, Joel Holopainen & Nikke Patzwaldt

**The effects of sleep deprivation and stress on balance**

Year

2022

Pages

58

---

A major part of a human's performance demands postural control known as balance. Balance means an individual's ability to control their posture in different body positions in relation to their surface. There are different factors that affect balance like range of movement, muscular strength and available sensory information. The purpose of this bachelor's thesis was to produce compiled knowledge of sleep deprivations and stress' effects on balance. The decision about the research topic was influenced by the lack of information and also by our own interest towards this topic. The goal was to produce a guide from gathered knowledge to the co-operation partner Ainone. The literature used in this study focuses on key findings about balance, sleep deprivation and stress.

The research method used was a narrative literature review. The data collection focused on healthy individuals at working-age. The key findings on the literature review were seen as a diminishing postural control due to sleep deprivation and physical stress. The findings show that after 16 hour sleep deprivation postural control starts to diminish. The effects of physical loading on balance were seen in long duration running and also during short time maximal physical loading. Decreased balance increases the risk of falls. The findings of the thesis suggest that sleep deprivation and physical stress may increase the risk of accidents and injuries due to weakened postural control. However, more detailed research is needed on this topic. This research information should be studied by combining the effects of sleep deprivation and stressors. In the future research recovery should be considered.

Keywords: balance, postural control, sleep deprivation, physical stress

## Sisälllys

1	Johdanto.....	6
2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite .....	7
3	Teoreettinen viitekehys .....	7
4	Tasapaino.....	8
4.1	Vestibulaarijärjestelmä .....	8
4.2	Näköaisti.....	10
4.3	Proprioseptiikka .....	11
4.4	Staattinen tasapaino.....	13
4.5	Dynaaminen tasapaino.....	13
4.6	Tasapainostrategiat.....	14
5	Vireystila .....	15
5.1	Uni.....	16
5.2	Unettomuus ja valvominen .....	17
5.3	Valvomisen vaikutus reaktioihin .....	18
6	Biopsykofyysinen kuormitus.....	19
6.1	Fyysinen kuormitus ja fysiologiset muutokset kuormituksen aikana.....	20
6.2	Stressi.....	21
6.3	Kognitio.....	22
7	Opinnäytetyön toteutus ja tutkimusmenetelmät .....	23
7.1	Kuvaileva kirjallisuuskatsaus .....	23
7.2	Tiedonhankinta .....	24
7.3	Tutkimusaineiston valintaperusteet .....	25
7.4	Kirjallisuuskatsauksen tulokset.....	25
7.5	Tulosten yhteenveto .....	37
7.6	Johtopäätökset .....	40
8	Tasapaino univajeen ja fyysisen kuormituksen vaikutuksen alaisena - opas.....	40
8.1	Tasapainoon positiivisesti vaikuttavia tekijöitä .....	41
9	Opinnäytetyöprosessi .....	42
9.1	Pohdinta .....	43
9.2	Tulosten pohdinta .....	43
9.3	Eettisyys ja luotettavuus.....	45
9.4	Jatkotutkimus ja kehittämisideat.....	46
10	Lähteet .....	47
	Kuvat .....	53
	Taulukot .....	53
	Liitteet .....	54

## 1 Johdanto

Tasapaino ja pystyasennon hallinta ovat olennaisia taitoja päivittäisten toimintojen mahdollistumiseksi. Normaalissa arjessa tasapainon ylläpitämistä haastavat päivärytmien muokkautuminen ja päivien aikana syntyvä kuormitustaakka. Fysioterapeuttien työssä tasapainon havainnointi ja arviointi on oleellinen osa työnkuvaa, koska tasapainon heikentymisen tiedetään lisäävän kaatumisen ja kaatumisvammojen riskiä (Kaatumisten ja kaatumisvammojen ehkäisy fysioterapiasuositus: Hyvä fysioterapiakäytäntö 2017).

Dynaamisen asennon hallinnan alentumisen tiedetään toimivan yhtenä riskitekijänä loukkaantumisille, jotka eivät sisällä kontaktia. Usein nämä loukkaantumiset tapahtuvat kuormituksen alaisina. Tästä johtuen on tärkeää tietää, miten dynaamisen asennon hallinta muuttuu kuormituksen alaisena, koska tiedetään, että univaje ja kuormitus heikentävät pystyasennon hallintaa. (Heil, Schulte & Büsch 2020; Cheng, Ma, Sun, Wang, Xiao, Wang & Hu 2018; Unettomuus: Käypä hoito -suositus, 2020). Tässä opinnäytetyössä kuormitusta on tarkasteltu biopsykofyysisestä näkökulmasta. Biopsykofyysisyys tarkoittaa ihmiseen vaikuttavia vaihtelevia tekijöitä biologisista, psyykkisistä ja fyysisistä lähtökohdista.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia yllä mainittujen tekijöiden yhteisvaikutusta tasapainoon. Tietoperustan kartoittamisvaiheessa törmäsimme ongelmaan siitä, että tietoa aiheesta ei ole juurikaan tarjolla. Tästä syystä päätimme jakaa tutkimusongelman kahteen eri tutkimuskysymykseen. Tutkimuskysymykset ovat: miten univaje vaikuttaa tasapainoon ja miten kuormitus vaikuttaa tasapainoon? Näiden tutkimuskysymysten pohjalta päädyimme toteuttamaan kuvailevan kirjallisuuskatsauksen aiheesta.

Työelämälähtöisyyttä lähestytään tässä työssä informaation jaon muodossa yhteistyökumppanillemme Ainonelle. Suomalaisten kehittämä Ainone Balance on sensoriteknologiaa hyödyntävä mittaussovellus, joka mittaa tasapainoa objektiivisesti. Se on kehitetty erityisesti ammattilaisille, jotka työskentelevät terveydenhuollossa tai valmennustehtävissä. Ainonen kehittämä tasapainomittari on CE-merkitty lääkinnällinen laite, jonka käyttöä varten tarvitaan Suunnan suunnittelema ja valmistama Movesense -sensori sekä Ainone Balance -mittaussovellus (Android). Laite toimii langattomasti, ja sovellukseen siirtyy bluetoothin avulla sensorista tarkka numeerinen arvo tasapainosta suoritettujen testien jälkeen. Sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi toimintakyvyn arvioinnissa, kuntoutumisen ja valmennuksen seurannassa sekä osana muita tasapainotestejä. (Ainone 2022.) Yhteinen intressimme aiheen tutkimista kohtaan loi sujuvan yhteistyömahdollisuuden, joka hyödyttää molempia osapuolia.

## 2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

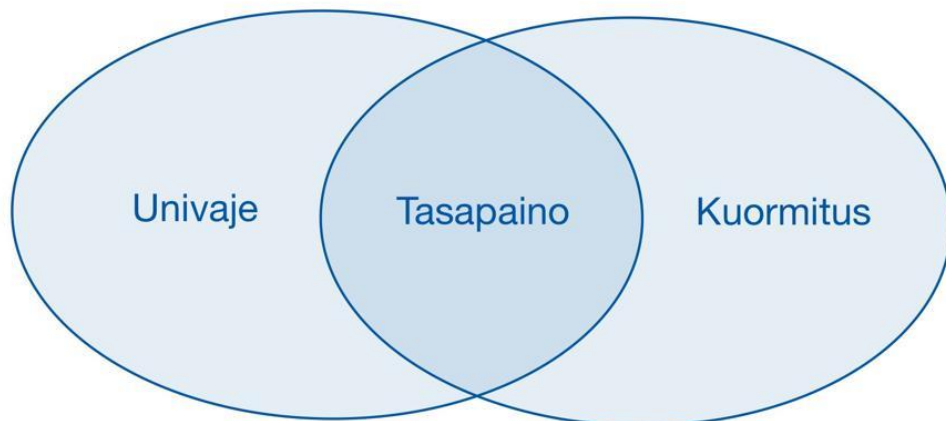
Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää tutkitun tiedon avulla univajeen ja kuormituksen vaikutuksia tasapainoon. Tässä tukena toimivat erilliset tutkimuskysymyksemme: miten univaje ja kuormitus vaikuttavat tasapainoon. Tavoitteena oli tuottaa tietopaketti yhteistyökumppani Aionelle tutkitun tiedon pohjalta. Tietopaketti mahdollistaa aiheen tarkemman jatkotutkimuksen toteuttamisen yhteistyökumppanin toimesta.

### Tutkimuskysymykset

- Miten univaje vaikuttaa tasapainoon?
- Miten kuormitus vaikuttaa tasapainoon?

## 3 Teoreettinen viitekehys

Teoreettisen viitekehysten ja keskeiset käsitteet käymme läpi seuraavissa luvuissa. Keskeisiä käsitteitä ja niiden riippuvuutta toisiinsa selventää kuva 1. Tasapaino on opinnäytetyön keskeinen käsite ja univaje sekä kuormitus toimivat tekijöinä, jotka vaikuttavat tasapainoon. Käsitteiden järjestys tekstissä etenee loogisesti keskeisistä käsitteistä täydentäviin alakäsitteisiin, jotka antavat lisää tietoa näiden tekijöiden vaikutuksista ja taustoista.



Kuva 1: Keskeiset käsitteet

## 4 Tasapaino

Suurin osa ihmisen toiminnoista edellyttää pystyasennon hallintaa eli tasapainoa. Tasapaino tarkoittaa, että yksilöllä on kyky kontrolloida erilaisia kehon asentoja eri tukipintojen suhteen, mihin vaikuttavat nivelten liikelaajuudet, lihasvoima ja saatavilla oleva aistitieto. Tasapaino onkin yksilöllinen ominaisuus muiden fyysisten ominaisuuksien joukossa. Myös aiemmat kokemukset, tehtävä ja sen asettamat vaatimukset sekä toimintaympäristö vaikuttavat tasapainoon (Sandström & Ahonen 2011, 51).

Tasapainon hallinnassa tukipinnan koko on tärkeässä asemassa, koska sen kautta syntyy tasapainoalue ja sen rajat (Sandström & Ahonen 2011, 166). Tasapainon säilyttämisen kannalta on oleellista hallita kehon painopiste, joka on kehon massan keskimääräinen sijainti. Tämä sijaitsee suunnilleen navan korkeudella. Painopiste tulee hallita suhteessa tukipintaan, joka on alue, jonka kautta keho on kosketuksessa alustaan. Jalkojen ollessa harallaan luotisuora kulkee jalkojen keskeltä polvilumpioiden takaa ja kehräsluiden editse lattiaan tasapainoalueen rajojen sisäpuolella (Sandström & Ahonen 2011, 168). Tällä tavoin saavutetaan optimaalinen seisoma-asento, jossa paino on jakautunut symmetrisesti molemmille jaloille, pää ja ylävartalo ovat suorassa ja kädet ovat rennosti vartalon vierellä. Optimaalinen seisoma-asento vähentää lihasvoiman käyttöä ja nivelten kuormittumista (Kauranen 2019, 317).

Tasapainon säätelyyn vaikuttaa kehon eri aistijärjestelmät, joista keskeisempiä ovat sisäkorvan tasapainoelinjärjestelmä (vestibulaarijärjestelmä), näköaisti ja proprioseptinen järjestelmä eli asentotunto. Nämä kolme tasapainoon vaikuttavaa järjestelmää tuottavat tärkeää tietoa keskushermostolle. Keskushermosto pyrkii säilyttämään tasapainon säätelyjärjestelmien tietoa yhdistelemällä (Kauranen 2019, 321).

### 4.1 Vestibulaarijärjestelmä

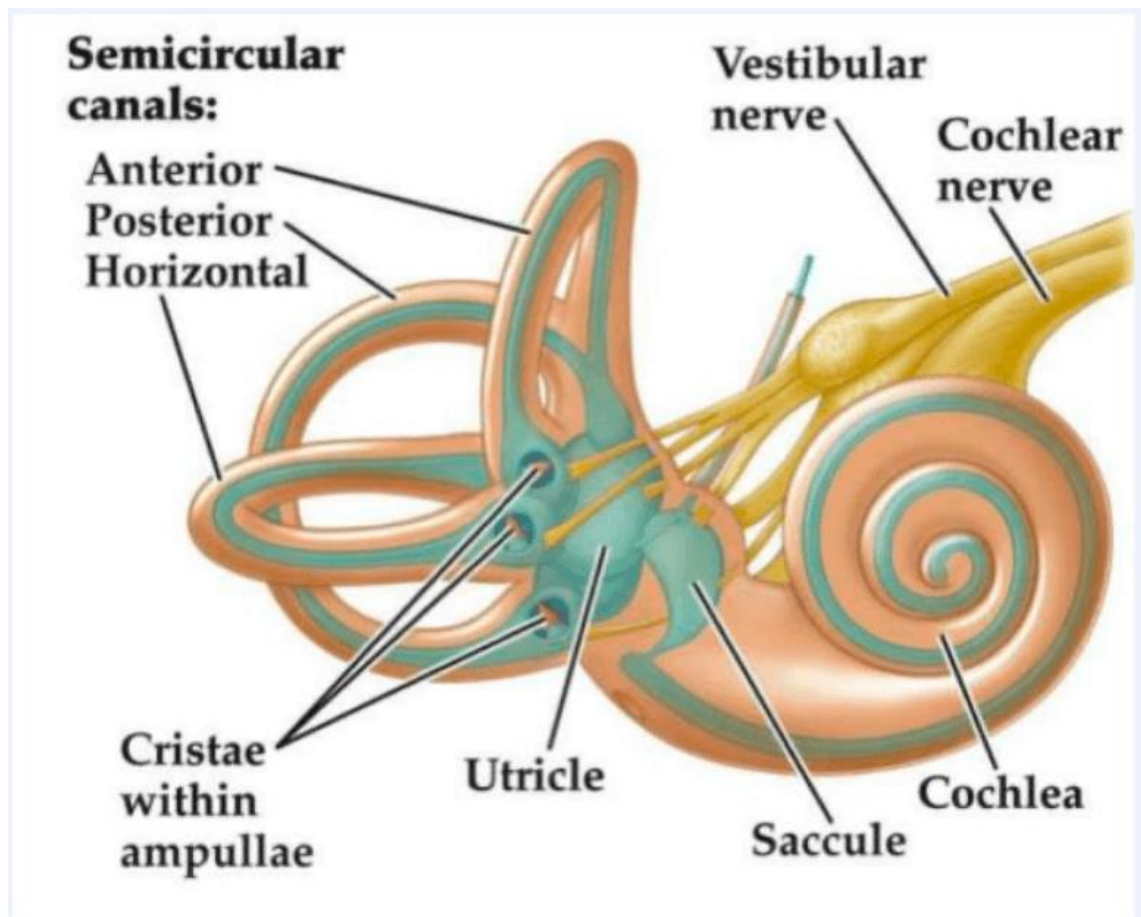
Vestibulaarijärjestelmä koostuu pään molemmin puolin sisäkorvassa sijaitsevasta tasapainoelimistä, jotka ovat yhteydessä kuuloaistimuksesta vastaavaan simpukkaan. Sisäkorva sekä tasapainoelin sijaitsevat kallioluun sisäisessä ontelossa. Ontelossa sijaitsevat elimet muodostavat kokonaisuuden, jota kutsutaan labyrintiksi (Soinila 2015). Labyrintin sisällä on perilymfanestettä, jossa edelleen on toinen labyrinttia vastaava kalvomainen rakenne, kalvosokkelo. Kalvosokkelo on endolymfanesteen täyttämä (Soinila 2015).

Tasapainoelimet reagoivat painovoimaan ja pään kiertoliikkeeseen. Tasapainoelin koostuu kolmesta toisiaan vastaan kohtisuorassa olevasta kaarikäytävästä (Soinila 2015). Kohtisuoraan suuntautumisen ansiosta aivot kykenevät määrittämään kaikki pään kiertosuunnat (Sand, Sjaastad, Haug, Bjälje & Toverud 2016). Kaarikäytävät yhtenevät onteloon, jota kutsutaan



soikeaksi rakkulaksi eli utriculukseksi. Soikea rakkulasta on yhteys pyöreään rakkulaan eli sacculukseen, josta edelleen sisäkorvan simpukkaan (Sand ym. 2016, 164).

Jokaisen kaarikäytävän päässä käytävän kohdatessa soikean rakkulan, sijaitsee avartuma eli ampulla (Sand ym. 2016, 164). Avartumissa sijaitsevat karvasolut, jotka ovat hyytelömassan eli cupulan peittämät. Hyytelömassa vastaa pään liikkeisiin liikehtien avartuman alueella, mikä aiheuttaa karvasolujen taipumisen. Avartumien lisäksi soikean rakkulan ja pyöreän rakkuloiden seinämällä sijaitsee samankaltaiset hyytelömassat karvasoluineen. Näiden aistitekijöiden lisäksi hyytelömassassa on tasapainokiviä eli otoliitteja. Nämä tasapainokivet muodostuvat kalsiumkarbonaattikiteistä. Soikean ja pyöreiden rakkuloiden hyytelömassan, karvasolujen ja tasapainokivien liike suhteessa pään kallistumiseen antavat aivoille tietoa pään kullmasta suhteessa pystyasentoon (Sand ym. 2016, 165). Sensorinen tieto sisäkorvasta kulkee tasapaino-kuulohermon kautta aivorungon tasapainotumakkeisiin. Aivorungossa tieto yhdistetään edempänä avattavien aistien (näköaisti ja proprioseptiikka) kanssa.



Kuva 2: Tasapainoelin (Paxton 2021)

## 4.2 Näköaisti

Näkö on yksi viidestä aistista, jota keho hyödyntää ympäristön tulkitsemisessa välittämällä tietoa, luomalla havaintoja ja ohjaamalla motoriiikkaa (López de Nava, Somani & Salini 2022; Sandström & Ahonen 2011, 30). Näköjärjestelmämme havaitsee valtavan määrän ärsykyksiä. Tästä tiedon määrästä osa käsitellään passiivisesti ja on tahdosta riippumatonta alhaalta ylöspäin (bottom-up) tulevaa tiedon prosessointia, mikä perustuu ulkoiseen ärsykykseen, eli mitä esimerkiksi silmät näkevät väkijoukossa. Toinen osa on aktiivista eli ylhäältä alaspäin (top-down) prosessointia, joka on havaittajan sisäisestä tilasta riippuvaista. Sisäiseen tilaan luetaan muun muassa vireystila, motivaatio, tunteet ja aikaisemmat kokemukset. (Trés & Brucki 2014; Sandström & Ahonen 2011, 30).

Silmässä on kameraan verrattavissa oleva linsijärjestelmä, joka kohdistaa ympäristön kohteista heijastuvan valon verkkokalvolle, jossa valoa aistivat solut sijaitsevat. Näkökentäksi kutsutaan sitä ulkomaailman osaa, joka muodostuu jokaisella katseen kohdistuksella verkkokalvolle kuvana. Normaalinäköisen henkilön katsoessa suoraan eteensä näkökentän keskiosissa on kuva, joka on lähtöisin molemmista silmistä ja tämä yhdistyy yhdeksi kuvaksi aivoissa. Näkökentän laitaosissa kummallakin silmällä on kuunsirppimäinen yhden silmän kenttäalue. Toiminnalliseksi näkökentäksi kutsutaan sitä, kun silmät liikkuvat ja työmuisti yhdistää eri aikoina nähty näkökentät yhdeksi kokonaisuudeksi. Näkökentän keskiosa on tärkeä tarkasti näkemisen kannalta. Näkökentän laitaosat ovat tärkeitä liikkumisen säätelyssä ja ympäristön havaitsemisessa. (López de Nava ym. 2022; Sandström & Ahonen 2011, 30.)

Silmään saapuvat fotonit eli valohiukkaset kiinnittyvät verkkokalvon tappi- ja sauvasolujen kalvorakenteisiin, joissa alkaa ketjureaktio. Tässä ketjureaktiossa fotonien energia muuntuu hermoärsykyiksi. Nämä ärsykykset välittyvät verkkokalvon välisoluihin, jotka muokkaavat näkö tietoa esimerkiksi voimistamalla nähtyn kohteen ääri viivoja. Näköradan lopussa näköärsykykset kerätään verkkokalvon gangliosoluihin, jotka voidaan luokitella kahteentoista erilaiseen soluun. Eniten mielenkiintoa ovat herättäneet M- ja P-gangliosolut. P-gangliosolut reagoivat muotoihin ja väreihin sekä yksityiskohtiin, kun taas M-gangliosolut reagoivat kohteen liikeno- peuteen ja liikkeeseen. Gangliosolujen aksonit muodostavat näköhermot, jotka kuljettavat tietoa talamuksen kautta primaariselle näköaivokuorelle (V1). Näköaivokuorella tieto prosessoidaan ja tulkitaan. Tämän jälkeen tietoa välitetään ainakin 30:lle eri aivokuorena-alueelle, jotka muodostavat havaintoja näkemisen kohteen ominaisuuksista pääosin opittujen havainto- mallien perusteella. (López de Nava ym. 2022; Sandström & Ahonen 2011, 30-31.)

P-gangliosoluista tuleva tieto ohjautuu aivoissa ventraalista näkövirtaa pitkin ohimolohkoihin, joissa kohteet ja niiden värit tunnistetaan ja joissa on niin kutsuttua näkömuistitoimintaa. Tästä käytetään termiä ”mikä” näkövirrasta. M-gangliosoluista lähtevät näköärsykykset kulkevat dorsaalista näkövirtaa pitkin päälakilohkojen eri osiin ja tuottavat paikkatietoa. Näistä

käytetään termejä ”missä” ja ”miten”. Nykytutkimuksen valossa vaikuttaa siltä, että oikeanpuoleisen päälakilohkon ”missä” järjestelmä on välttämätön henkilön kyvyille havaita kolmiulotteinen ulkomaailma ja oma keho sekä toimia ulkomaailmassa. Dorsaalinen näkövirta näyttää ohjaavan toimimista hetki hetkeltä ja vastaa täten silmä-käsikoordinaatiosta, kuten esiin tuloon tarttumista, tilassa liikkumisesta ja toimimisesta. Dorsaalisen näkövirran alueilla on myös niin kutsuttuja peilisoluja, jotka mahdollistavat muiden ihmisten toiminnan ymmärtämisen ja taitojen oppimisen toisilta havainnoimalla heitä. Nykytutkimuksissa on havaittu myös, että näiden kahden näkövirran välillä tapahtuu myös jonkin tasoista vuorovaikutusta, etenkin, kun puhutaan vaativista tehtävistä, joissa vaaditaan pienempien lihasryhmien kontrolloimista. (Polanen & Davare 2015; Sandström & Ahonen 2011, 31.)

### 4.3 Proprioseptiikka

Ihminen on riippuvainen kehonsa antamista signaaleista, jotta ympäröivään tilaan ja siinä tapahtuviin nopeisiin olosuhteiden muutoksiin pystytään reagoimaan. Tieto raajojen ja vartalon asennosta sekä liikkeestä saadaan pitkälti proprioseptoreiden kautta. Proprioseptoreissa syntyneet tuntemukset mahdollistavat sen, että voimme liikkua esimerkiksi pimeässä ja käsitellä esineitä näkemättä niitä. (Proske & Gandevia 2012.) Proprioseptio voidaan käsittää itsehavaintona. Tämä tarkoittaa sitä, kuinka ihminen itse kykenee tuntemaan oman kehollisen minänsä eli kyvykkyyttä havaita nivelten sijaintia, liikettä sekä voimaa avaruudellisesti. (Hillier, Immink & Thewlis 2015; Ferlinc, Fabiani, Velnar & Gradisnik 2019.) Proprioseptiota voidaan pitää yhtenä somatosensorisen järjestelmän alajärjestelmänä (kivun, kosketuksen ja lämpöaistin lisäksi), ja myös interoseptiivisena sen aistitiedon ollessa peräisin kehon sisäisistä muutoksista. Luokittelu eroaa eksteroseptiivisesta, jossa ärsyke, kuten valo tulee kehon ulkopuolelta esimerkiksi näköä varten. (Hillier ym. 2015.)

Proprioseptiikka edellyttää erityyppisten reseptoreiden koordinoitua toimintaa. Mekanoreseptoreita eli proprioseptoreita sijaitsee jänteissä, lihaksissa, nivelsiteissä ja nivelkapseleissa. Näihin kuuluvat esimerkiksi Golgin jänne-elin, lihaskäämi, Pacinin keränen, vapaat hermopäätteet sekä ihon ja nivelkapselin reseptorit. Mekanoreseptorit ovat herkkiä mekaanisille ärsykeille, ja niistä lähtee välitön tieto nivelten asennosta ja liikkeestä keskushermostoon. Kudosten mekaaninen muutos proprioseptoreiden kanssa saa aikaan näiden erityisten reseptorien aktivoitumisen, joka on ensisikäys toimintapotentiaalin provosoimiseksi. Tämä aistitieto kuitenkin vielä konvergoi näön ja vestibulaarijärjestelmän kanssa, joten kokonaisuus on hyvin spesifi ja herkkä sujuvan liikkeen ja asennonhallinnan tuottamiseksi. (Ferlinc ym. 2019; Hillier ym. 2015.)

Proprioseptiolla on erityinen merkitys motorisessa ohjauksessa, etenkin suunnittelussa (ennakointi-, valmistelu- ja reagointisuunnittelussa) sekä tehtävänäikaisen suorituskyvyn

optimoinnissa sopeutumismekanismien (palaute) avulla. Proprioception puuttuessa tai heikentyessä ihmisen on turvauduttava muiden järjestelmien syötteeseen, mikä hankaloittaa esimerkiksi uudenlaisen liikkeen oppimista sekä vaikeuttaa liikelaadun ylläpitoa. Vaikutus ulottuu suoritettavien tehtävien ohella asennon hallintaan ja tasapainoon. (Hillier ym. 2015.) Proprioseptiiviset syötteet laukaisevat nopeat, automaattiset ja koordinoitunut asentovasteet tukipintaan kohdistuvissa muutoksissa koordinoitun hallinnan mahdollistamiseksi. On myös tuotu esiin näiden proprioseptiivisten syötteiden mahdollistaman ajoituksen kriittisyyttä kaatumisriskin ja putoamiseen liittyvien vammojen pienentämisessä. (Henry & Baudry 2019.)

Tärkeä osa asennon hallintaa on kyky tunnistaa kehon heilahtelua. Pystyasennossa heilahtelusta seuraa pääasiassa nilkkanivelten ympärillä tapahtuvien kiertojen aiheuttamaa vaihtelua jalkojen lihasten pituudessa. Golgin jänne-elinten sijainti olisi optimaalinen antamaan informaatiota supistuvien lihassyiden voimavaihteluista, sekä voiman ja taakan tunteesta. Sen anatominen asento ei kuitenkaan mahdollista tiedon saantia lihasten pituudesta, joten ne eivät pysty tarjoamaan tarkkaa tietoa raajan asennosta tai nivelen liikkeestä. Nivelreseptoreiden antama palaute vaikuttaisi tarjoavan tietoa nivelen ääriasennosta, jolla ei kuitenkaan ole merkittävää osuutta tarkasteltaessa asennon hallintaa. Jalan plantaaripinnalta tulevilla tiedoilla ei ole myöskään todettu olevan pystyasennon hallinnan kannalta juurikaan merkitystä. Useista mekanoreseptoreista tulevasta proprioseptiivisistä viesteistä huolimatta, yleisesti tärkeimpänä asennon hallinnan kannalta pidetään lihaskäämien reseptorien tarjoamaa informaatiota. (Henry & Baudry 2019.)

Huolimatta monimutkaisesta proprioseptiosta, joka sisältää sekä ääreis- että keskusjärjestelmiä, on näyttöä erityisesti lihaskäämeiltä tulevien viestien ensisijaisuudesta. Lihaskäämit ovat lihaksen sisällä olevia venytysreseptoreita, jotka havaitsevat lihaksen pituuden muutoksia sekä supistumisnopeuden. Lihaskäämijärjestelmä tuntee ja reagoi lisäksi lihakseen kohdistettuun passiiviseen pidennykseen, ja pystyy ominaisuuksiensa osalta ennakoivaan toimintaan. Järjestelmä pystyy liikkeen suunnan havainnointiin tulkitsemalla mihin lihakseen kohdistuu pidentyvää tai lyhentävää aktiivisuutta. Mahdollisesti lihasten myötä- ja vastavaikuttaja eli agonisti - antagonistisuhteita vertailemalla järjestelmä onnistuu antamaan tietoa myös nivelen asennosta. Lihaskäämejä pystytään supistuksen aikana kalibroimaan ja niiden herkkyyteen vaikuttamaan muuttamalla sen sisäistä pituutta. Tämä mahdollistaa reseptorin mukautumisen toiminnan aikana, sekä simuloinnin oikean toiminnan puuttuessa. (Hillier ym. 2015.)

#### 4.4 Staattinen tasapaino

Tasapaino voidaan jakaa staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon. Staattisuudella tarkoitetaan asennon hallintaa ja dynaamisuudella liikkeen hallintaa. Staattisella tasapainolla pyritään säilyttämään asento yleisimmin joko istuen tai seisten. Hyvässä staattisessa tasapainossa kehon painopiste pysyy mahdollisimman lähellä tukipinnan keskikohtaa kehon ollessa paikallaan. Staattisessa tasapainossa on puutoksia, jos vartalon huojunta lisääntyy istuessa tai seisossa. Staattisen tasapainon vaikeudet voivat johtua heikentyneestä lihasvoimasta, kyvyttömyydestä tuottaa tahdonalaisia liikkeitä, muuttuneesta lihasepätasapainosta, motorisesta yliaktiivisuudesta, kyvyttömyydestä vastaanottaa tai käsitellä proprioseptista palautetta tai psyykkisestä levottomuudesta. (Kauranen 2019, 327).

Staattisen tasapainon harjoittelussa keskitytään symmetrisyyteen ja painon tasaiselle jakautumiselle molemmille alaraajoille. Erilaisilla passiivisilla liikkeillä, ravistelulla ja jännitysrentoutusmenetelmällä voidaan korjata lihasaktiivisuuden vähentämistä asennon ollessa mahdollisesti epäsymmetrinen. Lihasaktiivisuutta voidaan puolestaan lisätä esimerkiksi lihasten venytys- ja sensorisen ärsyksen, verbaalisen ohjauksen ja sensorisen proprioseptisen palautteen kautta esimerkiksi teippauksin ja kontaktipinta-alaa lisäämällä (Kauranen 2019, 327).

Tasapainon kehittyessä voidaan harjoituksen vaikeusastetta lisätä esimerkiksi pienentämällä tukipinta-alaa. Ensimmäisiä harjoitteita voivat olla jalat yhdessä seisominen ja puolitanDEM-seisonta. Staattista tasapainoa voidaan mitata erilaisin testein. Näissä testeissä pyritään selvittämään kykyä seistä paikallaan erilaisissa jalkojen asennoissa, erilaisilla alustoilla ja silmät avattuina sekä suljettuina. (Kauranen 2019, 326-327.)

#### 4.5 Dynaaminen tasapaino

Dynaaminen tasapaino voidaan määritellä kyvyksi säilyttää kehon painopiste keskellä tukipinta-alaa samalla, kun kehoon kohdistuu sisäisiä ja ulkoisia häiriöitä, jotka ovat joko tiedostettuja ja odotettavissa tai tiedostamattomia ja yllättäviä. Perifeerisestä hermostosta (näkö, vestibulaarinen ja asentotunto) jatkuva tiedon vienti keskushermostolle ja sen integrointi keskushermostossa on oleellista optimaalisen tasapainon hallinnalle. (Sirois-Leclerc, Remaud & Bilodeau 2017.)

Ongelmat dynaamisessa tasapainossa ilmenevät heilahdusten liian suurina korjauksina, liikesuoritusten epävarmuutena, painonsiirtovaikeuksina, liikenopeuden hidastumisena, sekä liikkeiden sarjasuorittamisena rinnakkaissuorittamisen sijasta. Ongelmat dynaamisessa tasapainossa voivat johtua agonisti-antagonistilihasten kontrollin puutteesta, nivelten

liikerajoituksista, proksimaalisten lihasten hallinnan puutteesta tai motorisesta yliaktiivisuudesta (Kauranen 2017, 328.)

Dynaamista tasapainoa voidaan harjoittaa kurotuksin, liikkeensuunnanmuutoksia ja painonsiirtoin. Toiminnallisissa harjoituksissa suositetaan kaksoistehtäviä, joiden tarkoitus on ohjata huomiokykyä toisaalle siten, että tasapaino säilytetään tehtävän aikana tiedostamattomasti. Tällainen tehtävä voi olla esimerkiksi esineen poimiminen lattialta. Haastavuutta saadaan lisäämällä liikenopeutta, liikelaajuutta tai liikkuvien kehon osien määrää lisäämällä. Dynaamiseen tasapainon harjoitteluun kuuluu myös askelstrategian harjoittelu tasapainon menettämisen ja horjahdusten yhteydessä, josta tarkemmin seuraavassa luvussa. (Kauranen 2017, 328.)

#### 4.6 Tasapainostrategiat

Tasapainostrategia käsitteenä tarkoittaa tapaa kuvata ihmisen yleisiä sensomotorisia ratkaisuja asennon hallintaan, mukaan lukien lihassynergiat, liikemallit sekä nivelen vääntömomentit ja kosketusvoimat tasapainon alkaessa huojua. Nämä strategiat ovat nilkka-, lonkka- ja askelstrategia, ja niitä voidaan kuvata niille luontaisten lihassynergioiden, kinematiikan sekä nivelten vääntömomenttien mukaan. (Horak, Henry & Shumway-Cook 1997.) Tutkimukset ovat ensisijaisesti keskittyneet nilkka- ja lonkkastrategioihin, huolimatta esimerkiksi polven liikkeiden osallisuudesta seisontatasapainossa sekä tasapainon ylläpitämisessä tunnistetuista toiminnallisista tehtävistään (Cheng & Yeh 2015).

Nilkkastrategiassa nivelen vääntömomentin käyttäminen tapahtuu pääasiassa nilkassa, jolloin koko keho jalkoja lukuun ottamatta liikkuu yhtenä käänteisenä heilurina (Cheng & Yeh 2015). Nilkkastrategiaa käytetään yleisesti tilanteissa, joissa ulkoinen häiriö on ennustettavissa tai vähäinen. Samassa yhteydessä esiintyy minimaalinen lonkkaliike. (Versteeg, Ting & Allen 2016.) Tämä on alin kehon huojuntaa korjaavista strategioista ja vaatii nilkkaniveleen normaalia liikelaajuutta etenkin ylemmässä nilkkanivelessä ja lihasvoimaa nilkkaniveleen ylittävissä lihaksissa (Kauranen 2019, 319.)

Kun nilkkastrategia ei ole riittävä palauttamaan tasapainoa ulkoisen häiriön ollessa merkittävämpi, otetaan käyttöön lonkkastrategia. Lonkkastrategiaa käytetään myös useamman nivelen vastavaiheisten liikkeiden esiintyessä. Tasapainoa stabiloiva liike tapahtuu lonkkaniveleen vääntömomenttia hyödyntämällä, koukistaen tai ojentaen. Tällöin huojunnan vastineeksi lantio liikkuu luotisuoralta pois eli ylävartalo liikkuu päinvastaiseen suuntaan kuin alavartalo. (Cheng & Yeh 2015).

Kun edelliset strategiat eivät riitä tasapainon ollessa merkittävästi häiriintynyt, joudutaan ottamaan käyttöön askelstrategia, jonka tarkoituksena on estää kaatumisen. Usein esille nousee

nimenomaan askelstrategia, mutta esimerkiksi voimistelussa nähdään käytettävän myös hypystrategiaa (Cheng & Yeh 2015.) Askeleen ottamisella saadaan siirrettyä tukipinta painopisteen alle. Tämä vaatii myös laajaa pinta-alaa, johon askeleen voi ottaa. Askelstrategian käyttö on turvallinen ja kehoa säästävä tapa säilyttää tasapaino. Mitä nopeammin sen ottaa käyttöön, sen turvallisempaa on liikkua esimerkiksi liukkailla alustoilla ja palaaminen takaisin luotisuoralle linjalle hyvään ryhtiin on helpompaa. Etenkin ikäihmisten kuntoutuksessa on tärkeää harjoitella erilaisia monisuuntaisia askeleita, jotta kaatumisia voidaan ennaltaehkäistä. (Kauranen 2019, 320; Sandtröm & Ahonen 2011, 170)

Näiden kolmen strategian lisäksi on olemassa käsi- ja päästrategiat, joita kutsutaan apustrategioiksi. Käsivarret ja kädet auttavat tasapainon hallinnassa ja ohjaavat liike-energiaa sekä lisäävät vauhtia esimerkiksi kävelyssä ja juoksussa. Hyvän ryhdin perusta on pään neutraali asento niin seisoma-asennossa kuin liikkeessä. Pään asento seisten on samalla luotisuoran linjalla kuin rintakehä ja lantio. Jos päätä siirretään luotisuoralta linjalta eteenpäin korjatessa liikkeen virheitä, niskan pehmytkudokset ja neuraalirakenteet saattavat aiheuttaa kipua. (Sandström & Ahonen 2011, 170).

## 5 Vireystila

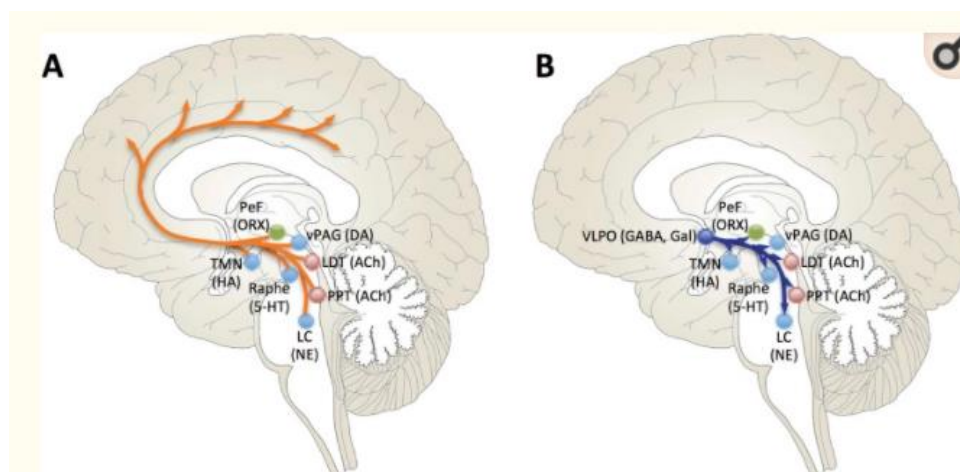
Vireystilalla tarkoitetaan virkeyden tasoa. Vireystilaan vaikuttaa merkittävästi unen määrä ja sen laatu. Muita vireystilaan vaikuttavia tekijöitä ovat aktiivisuus, valaistus ja ympäristön viirikkeellisyys. Unettomuus ja valvominen laskevat koettua vireystilaa. Vireystilan ja vuorokauden ajan välillä on selvä yhteys, jota selittää muun muassa luonnon valon määrä. Tästä johdettu aamu- tai iltavirkkuus määrittää henkilön kronotyypin eli toimintojen suorittamisajan kohdan mieltymyksen. Aamuiltavirkkuuden vaihtelusta toisen puolikkaan määrittää perimä ja toisen ympäristön vaikutus. (Partonen 2019, 2221-2222.)

Matalampi vireystila laskee kognitiivisia kykyjä ja vaikuttaa tätä kautta siihen, miten reagoimme asioihin ja tilanteisiin. Yksi tekijä, johon vireystilan taso vaikuttaa oleellisesti on tasapainon hallinta. Virkeänä keho toteuttaa edellä mainittuja mekanismeja ja tasapainostrategioita hyvin. Väsyneenä, eli silloin, kun vireystila on laskenut, keho alkaa tehdä virheitä tasapainon korjaamisen suhteen ja altistaa muun muassa tapaturmille.

## 5.1 Uni

Uni ei ole vain valvetilan vastakohta, vaan se on aktiivinen säädelty metabolisesti erillinen tila, joka on välttämätön meidän terveydellemme ja hyvinvoinnille. Tarkkaa vastausta nukkumisen syyllä ei ole löydetty. Unen rakenteita on saatu selville. On myös selvitetty, että se on elintärkeää meidän päivittäisten toimintojen suorittamiselle sekä yleiselle hyvinvoinnille. (Carley & Farabi 2016.)

Kuvassa 3 kohdassa A näkyy aivokuoren subkortikaaliset alueet ja radat, jotka ovat tärkeässä roolissa valvetilan ylläpitämisessä. Tätä kutsutaan nousevaksi vireystilajärjestelmäksi (Ascending arousal system). Eksitorisia neurokemikaaleja, jotka kuuluvat siihen ovat noradrenaliini (NE), serotoniini (5-HT), histamiini (HA), dopamiini (DA), asetyylikoliini (ACh) ja oreksiini (ORX). Uneen pääseminen ja unen ylläpitäminen vaatii tämän vireystila järjestelmän inhibitoimista eli estämistä. Estäminen tapahtuu inhibitoivien neuronien kautta VLPO alueella (ventrolateral pre-optic area) kuvan 3 kohdassa B, joka on aktiivinen läpi unen. Molekyylit, jotka aktivoivat VLPO alueen ja mahdollistavat unen pääsemisen, eli nukahtamisen, ovat edelleen osittain epäselviä. Suurin osa todisteista näyttää tämänhetkisen tiedon valossa viittaavan adenosiniin nukahtamista lisäävänä tekijänä. Adenosiniä kerääntyy aivoihin koko ajan enemmän hereillä olon aikana ja vähenee nukkuessamme. Adenosini siis aiheuttaa meille väsymyksen tunteen ja tarpeen käydä nukkumaan. (Carley & Farabi 2016.)



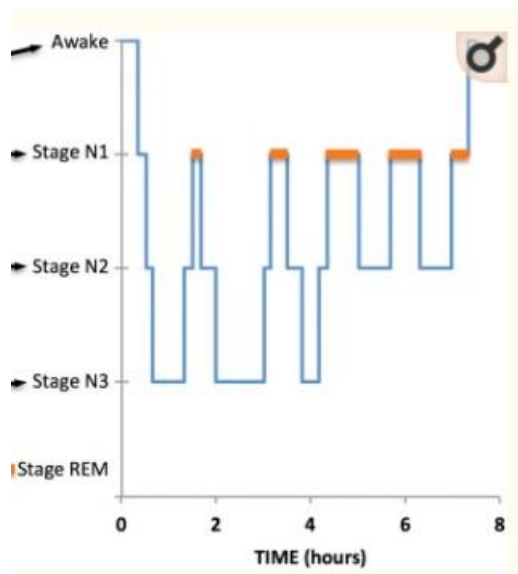
**FIGURE 1.**

Brain networks regulating sleep and wakefulness. Panel A depicts key elements of the ascending arousal systems, with diffuse excitatory projections to the cortex. Panel B shows pathways arising from the hypothalamus that inactivate the ascending arousal system during sleep. ACh, acetylcholine; DA, dopamine; GABA, gamma amino-butyrac acid; Gal, galanin; HA, histamine; LDT, laterodorsal tegmentum; NE, norepinephrine; ORX, orexin; PeF, perifornical region; PPT, pedunculopontine tegmentum; TMN, tuberomammillary nucleus; vPAG, ventral periaqueductal gray matter; 5-HT, 5-hydroxytryptamine.

Kuva 3: Aivojen toiminta unessa (Carley & Farabi 2016)



Uni itsessään ei ole homogeeninen prosessi, vaan se koostuu kahdesta eri osiosta, jotka ovat täysin erilaisia. Uni koostuu REM (rapid eye movement) unesta, jonka aikana nähdään unia ja NREM (non-rapid eye movement) unesta. NREM voidaan jakaa vaiheisiin 1-3, jossa 3 vaihe on syvää unta ja vaiheet 1 ja 2 kevyttä unta. Normaalin yön aikana uniprosessi on syklinen eli se vaihtelee NREM ja REM unen välillä 60-90 minuutin sykleissä. Tyypillisesti suurin osa syvästä unesta (vaihe 3) tapahtuu unen ensimmäisellä puoliskolla yöstä ja suurin osa REM unesta loppupuolella unta. Kuvassa 4 näkyy, kuinka unisyklit kulkevat unen aikana ja myös syvän unen ja REM unen sijoittuminen aikajänteellä. (Carley & Farabi 2016.)



Kuva 4: Kuvassa on esitetty unen vaiheet. Oranssi väri kuvaa REM unta (Carley & Farabi 2016)

## 5.2 Unettomuus ja valvominen

Lääketieteessä unettomuus on tila, jossa nukkumisen kannalta otollisissa olosuhteissa oleva ihminen ei nukahda. Unettomuuden taustalla voi usein olla hankala elämäntilanne, huonot elintavat, työhön liittyvät tekijät, epäotolliset nukkumisolosuhteet, geneettiset tekijät ja lääkkeiden, piristeiden tai alkoholin käyttö. Aikuisväestöstä noin kolmannes kärsii ajoittain unettomuudesta, ja naiset kärsivät siitä useammin kuin miehet (Unettomuus: Käypä hoito -suositus, 2020). Valvominen puolestaan on tietoista nukkumisen välttämistä esimerkiksi työn, tehtävän tai halun vuoksi. Kummankin hereillä olemisen muodon vaikutukset kehoon ovat samanlaisia. Välittömiä vaikutuksia ovat kognitiivisen kyvyn heikentyminen, reaktioiden hidastuminen ja alttius tapaturmille. Pitkä yhtäjaksoinen valvominen onkin verrattavissa 0,6 promillen humalatiltaan (Partonen 2017). Tiedetään myös, että esimerkiksi yötyötä tekeillä on 1,4-kertainen riski tapaturman syntymiselle verrattuna päivätöitä tekeviin (Härmä, Hublin & Partonen 2019).

Pitkääikäisen unettomuuden aiheuttamia oireita ovat muun muassa lihavuus, kohonnut verenpaine, tyypin 2 diabeteksen riskin kasvu, sydän- ja verisuonitaudit, mielenterveys sairaudet sekä infektioalttius. Pidemmästä unettomuudesta syntyvä univaje kiihdyttää kilpirauhasen hormonitoimintaa, mikä lisää elimistön energiantarvetta ja aiheuttaa ylimääräistä kaloreiden nauttimista lisääntyneen syömisen, varsinkin hiilihydraattipitoisen ruoan muodossa (Partonen 2017). Väsymyksestä johtuen myös lisämunaisten kuoren tuottama kortisolien määrä elimistössä nousee. Määrän nousu pyrkii pitämään vireystilaa korkeampana. Tästä johtuva sykkeen ja verenpaineen nousu altistavat sydän- ja verisuonitaukeille. Partonen (2017) kuvaa myös heikentyneen insuliinin erityksen ja kasvaneen syömisen yhtälön vaikutusta tulehdustilan kasvuun. Elimistön pitkäaikainen tulehdustila lisää infektioalttiutta. Unettomuus ja valvominen aiheuttavat siis välittömiä ja pidempään kestäessään myös hitaammin kehittyviä terveyshaittoja, jotka kaikki ovat haitallisia terveydelle.

### 5.3 Valvomisen vaikutus reaktioihin

Valvominen ja univaje heikentävät suorituskykyä, ja voivat epävakauttaa myös asennon hallintaa sekä tasapainoa. Vaikutuksia tasapainoon on tutkittu aiemmin yleisesti voimalevyn avulla mittaamalla kehon paineakeskipisteen (COP) muutoksia (pinta-ala, amplitudi sekä standardipoikkeama). (Siu, Huang, Beacom, Bista & Rautiainen 2015.) Tasapainon heikkenemisen osalta samankaltaisia tuloksia on saatu sekä akuutin unenpuutteen, että päivittäisen unen laadun heikkenemisen seurauksena. Muutosten odotetaan lisäksi lisääntyvän vanhemman väestön keskuudessa. (Montesinos, Castaldo, Cappuccio & Pecchia 2018.) Huomioitavaa on myös, että tutkittaessa 24 ja 36 tunnin jatkuvan valveillaolon vaikutuksia, selvisi ettei valveillaoloajan pituus välttämättä vaikuta lineaarisesti motorisen suorituskyvyn heikkenemiseen univajeen aikana. Asennon hallinnan edelleen heikkeneminen lakkasi tutkittavien osalta 24 tunnin kohdalla. (Patel, Gomez, Berg, Almladh, Lindblad, Petersen, Magnusson, Johansson & Fransson 2008.) Univajeen keston lisäksi tutkimukset osoittavat vuorokausirytmillä olevan vaikutusta suorituskykymuuttujiin, negatiivisten vaikutusten esiintyessä erityisesti yöaikaan (Forsman, Pyykkö, Toppila & Haeggström 2014).

Valvomisesta aiheutuvia uneliaisuusreaktioita on pyritty tutkimaan muun muassa liikenneturvallisuuden parantamiseksi. Tilastot osoittavat univajeen vaarat liikenteessä, ja tehdyt tutkimukset sen, kuinka hankalaa joillekin yksilöille uneliaisuuden subjektiivinen arviointi on. Tästä syystä on tutkittu asennonhallintatestin kelpoisuutta objektiiviseksi liikenteenvalvonnan mittariksi. Ihmisten välillä voi kuitenkin esiintyä merkittäviä eroja uneliaisuusreaktioissa, ja yksilölliset vasteet uneliaisuuteen vaihtelevat huomattavasti eri tehtävien aikana, joten tällaisen mittarin soveltuvuuden eteen tulisi tehdä jatkotutkimuksia. (Forsman ym. 2014.) Yksilöllisiä eroja voi esiintyä myös joidenkin ihmisten kyvyssä oppia ja reagoida asianmukaisesti

tasapainohäiriöihin kärsiessään univajeesta. Eri aistitietojen integroiminen ja motorinen koordinaatio ovat huomiota vaativia prosesseja, joten sopeutumiskyvyttömyyden taustalla voi olla myös huomion vähenemisestä johtunut integraation hitaus tai virheet, jotka johtavat sopimattomien motoristen vasteiden valintaan tasapainon ylläpitämiseksi. (Patel ym. 2008.)

Tavanomaisissa olosuhteissa näkö auttaa epätasapainon nopeassa havainnoinnissa ja palauttamisessa. Tutkimukset osoittavat kuitenkin, ettei siitä ole kompensoimaan univajeen aiheuttamaa suorituskyvyn alenemista, päinvastoin unenpuute voi vaikuttaa tasapainoon vähemmän silmien ollessa kiinni, koska käsiteltävän aistitulvan määrä on tällöin vähäisempi. (Patel ym. 2008; Siu ym. 2015.) Vielä ei ole selvää mihin tasapainonhallintamekanismeihin valvominen ja univaje vaikuttavat eniten (Montesinos ym. 2018).

Univaje näyttäytyy asennon hallintaan ja tasapainoon liittyvien seurauksien lisäksi myös kognitiivisissa toiminnoissa, kuten reaktioajassa ja päätöksenteossa. On osoitettu, että pelkästään 2-4 tunnin unen vajauksella on näihin negatiivisia vaikutuksia. Mitä pidemmäksi valveillaoloaika on jatkunut, sitä suuremmaksi on virheiden määrä kasvanut sekä reaktioajat nousseet progressiivisesti. (Bolin 2019; Vitali, Owens, Hopkins & Malhotra 2019.) Lisäksi eräässä tutkimuksessa osoitettiin, ettei pitkäkestoisella (51 tuntia) unihäiriöllä ollut niinkään vaikutusta esimerkiksi työmuistiin tai tietojenkäsittelyn tehokkuuteen, mutta reaktioaikaan vaikutus oli voimakas. (Taheri & Arabameri 2012). Unen laadun huomioimisella voidaan vaikuttaa suorituskyvyn sekä terveyden ja hyvinvoinnin parantamiseen. Toisaalta sen huomioimisella parannettaisiin urheilijoilla käytössä olevia aivotärähdyškartoitusten lähtötasomäärittäjiä, jotka sisältävät reaktiotehtäviä (Bolin 2019).

## 6 Biopsykofyysinen kuormitus

Ihminen on biopsykofyysinen kokonaisuus, minkä vuoksi tarkasteluun on otettava fyysisen kuormituksen lisäksi myös biologisten ja psyykkisten tekijöiden merkitys. Kansainvälinen toimintakyvyn, terveyden ja toimintarajoitteiden luokitus (ICF) kuvaa, miten vamman tai sairauden vaikutukset näkyvät henkilön elämässä. Tämän mukaan toimintarajoitteet ja toimintakyky ovat vuorovaikutuksellinen, monialainen ja dynaaminen tila, joka rakentuu ympäristötekijöiden, terveydentilan sekä yksilön yhteisvaikutuksesta. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2022.)

## 6.1 Fyysinen kuormitus ja fysiologiset muutokset kuormituksen aikana

Fyysinen kuormitus on luusto- ja lihasjärjestelmän sekä hengitys- ja verenkiertoelimistön käytön vuoksi syntyvää kuormittumista. Fyysinen kuormitus aiheutuu asentojen ylläpitämisestä (isometrinen lihastyö), liikkeiden suorittamisesta (isotoninen lihastyö) ja liikkumisesta. Tarkoituksena on kuvata tärkeimpiä fysiologisia muutoksia, jota fyysinen kuormittaminen saa kehossa aikaan.

Lihastyö vaikuttaa energiankulutukseen. Lihassolulla on kolme pääasiallista keinoa tuottaa energiansa: adenosiinidifosfaatin oksidatiivinen fosforylaatio, kreatiinin fosforylaatio ja glykolyysi. Adenosiinitrifosfaatin (ATP) ja kreatiinifosfaatin avulla tuotetaan pääosin energia-aineenvaihdunnan kasvu. Nämä energiamuodot vaativat alkuaineikseen rasvahappoja, glukoosia ja happea. ATP:n ja kreatiinifosfaatin varastot riittävät kuitenkin vain muutamaksi sekunniksi (Sand ym. 2016, 244). Sen vuoksi lihasolut varastoivat glukoosia glykokeenivarastoihin, josta tarvittaessa glukoosia pystytään nopeasti pilkkomaan energiantuotantoa varten. Raskaan kuormituksen kestäessä 1-2 tuntia glykokeenivarastot tyhjenevät ja energia-aineenvaihdunta hidastuu. Kolmas keino tuottaa energiaa on glykolyysi, jonka tarkoitus on turvata ATP:n riittävä valmistus lihassolussa myös vähähappisessa tilanteessa. Glykolyysin käytölle on tarvetta erittäin kuormittavan lihastyön aikana. Glykolyysissä glukoosi pilkkoutuu epäpuhtaasti ja sivutuotteena muodostuu laktaattia eli maitohappoa.

Lihakset väsyvät, kun niitä kuormitetaan pitkäaikaisesti tai niiden ollessa lyhyen voimakkaan kuormituksen alaisena. Lihäsväsymyksen tehtävä on suojella kehon rakenteita ja lihaksia täydeltä uupumiselta. Lihasten väsyminen perustuu kahteen fysiologiseen seikkaan. Lyhytaikaisen voimakkaan lihassupistuksen aikana adenosiinitrifosfaatti tuotetaan suurelta osin glykolyysillä, mikä johtaa maitohapon muodostumiseen ja lihassolun soluliman happamoitumiseen (Sand ym. 2016, 245). Pidempiaikaisessa kevyemmän kuormitustason lihastyössä väsymystä voi aiheuttaa kalsiumin vapautumisen vähentymistä, mikä osaltaan johtaa lihassupistuksen heikentymiseen (Sand ym. 2016, 245).

Kehon fyysinen kuormittaminen nostaa elimistön hapenkulutusta ja lisää hiilidioksidin tuotantoa. Näiden syiden vuoksi aivokuoren hermosolut yhdessä proprioseptoreiden aistihavaintojen kanssa aktivoivat hengityskeskusta lisäten keuhkotuuletusta nousseen tarpeen tasoiseksi. Keuhkotuuletuksen lisääntyminen pitää huolen siitä, etteivät valtimoveren happi- tai hiilidioksidimäärät nouse liiallisiksi. Molempien kaasujen osapaineet pysyvät lähes ennallaan rasituksen aikana tämän turvasysteemin ansiosta (Sand ym. 2016, 375). Kovasta kuormituksesta johdettu maitohapon muodostuminen ja sen vuoksi tapahtuva valtimoveren pH:n lasku voi osaltaan lisätä keuhkotuuletusta niin paljon, että hiilidioksidin paine laskee (Sand ym. 2016, 376).

Levon aikana luustolihakset tuottavat noin 25 % kehon lämmöntuotannosta. Lämmöntuotannon määrä lihaksistossa voi kuitenkin maksimaalisen lihastyön aikana jopa 40-kertaistua (Sand

ym. 2016, 448). Ruumiinlämpö ei kuitenkaan helposti pääse nousemaan yli 40 celsiusasteen, koska myös lämmönhukka kasvaa. Lämpöhukan kasvu johtuu ihon verenkierron vilkastumisesta ja hikoilureaktiosta.

## 6.2 Stressi

Stressillä tarkoitetaan tilannetta, jossa henkilöön kohdistuu niin paljon vaatimuksia ja haasteita, että ne ylittävät hänen voimavaransa ja estävät sopeutumisen tilanteeseen. Uskotaan, että melkein mikä tahansa myönteinen tai kielteinen tilanne voi vaikuttaa henkilöön stressaavasti. Mikään tietty ärsyke ei siis aiheuta stressiä. Yksilön oma sieto- ja vastustuskyky vaikuttavat siihen, miten hän reagoi tapahtumaan. (Mattila 2022.)

Stressi voi olla joko negatiivista tai positiivista. Positiivinen stressi voi olla jopa hyödyllistä oikeissa olosuhteissa. Positiivinen stressi voi parantaa motivaatiotamme, energiatasoamme, keskittymistämme ja suorituskykyämme. Negatiivinen stressi voi puolestaan aiheuttaa ahdistuneisuutta, huolia ja suorituskyvyn laskua. Negatiivinen stressi aiheuttaa myös epämurkavaa tunnetta ja voi pitkään jatkuessaan johtaa vakavampiin ongelmiin. (Lindberg 2019.) Mattila (2022) toteaa, että kaikki stressi ei ole haitallista, vaan keskeistä on se, miten kauan stressitila on kestänyt. Lyhytaikainen stressitila vaikuttaa usein enemmän positiivisesti kuin pitkäaikainen.

Yleensä stressiä aiheuttaa sopimaton työ, melu, työttömyys, jatkuva kiire, perheongelmat, liiallinen vastuu tai äkilliset muutokset omassa elämässä. Harvinaisempia stressin syitä, mutta tärkeitä mainittavia ovat traumaattiset tapahtumat, kuten sodat, luonnonkatastrofit tai läheisen kuolema. (Mattila 2022.)

Stressi kokemuksena on psykologinen, mutta monet sen vaikutuksista ovat fyysisiä. Ihmisen oma näkemys tilanteesta on avainasemassa. Stressi voi aiheuttaa päänsärkyä, sydämentykytystä, vatsavaivoja, huimausta, hikoilua, selkävaivoja, flunssaoireita ja pahoinvointia. Psykkisiä oireita voi olla aggressio, ärtyneisyys, ahdistuneisuus, levottomuus, muistiongelmat, vaikeus tehdä päätöksiä ja ongelmat unen kanssa. Stressin kroonistuessa se voi johtaa masennukseen, työuupumukseen, päihteiden liikakäyttöön ja itsetuhoisiin-ajatuksiin. (Lindberg 2019; Mattila 2022.)

Stressinhallintaan on olemassa useita eri keinoja. Vapaa-ajan ja työelämän tasapainottaminen, terveellinen ruokavalio, liikunta, läheisten kanssa vietetty aika, huumori, päiväkirjan pitäminen, huolien jakaminen ja positiivinen ajattelu sekä erilaiset hengitys- tai meditaatioharjoitukset voivat helpottaa stressiä. (Lindberg 2019; Mattila 2022.)

### 6.3 Kognitio

Kognitio käsittää tiedon ja tiedostamisen kaikki muodot, kuten havaitsemisen, hahmottamisen, muistin, päättelyn, tuomitsemisen, kuvittelemisen ja ongelmanratkaisutaidon (American psychological association 2022). Monet päivittäiset toiminnot vaativat yhtäaikaaisesti motorisia ja kognitiivisia taitoja. Tätä kutsutaan niin sanotuksi kaksoistehtäväksi (dual-tasking), jossa suoritetaan kahta eri asiaa samanaikaisesti. Kaksoistehtävä voi koostua kahdesta eri motorisesta tehtävästä tai motorisesta ja kognitiivisesta tehtävästä. Usein toinen näistä tehtävistä on ensisijainen ja toinen toissijainen. (Song, Amimoto & Meidian 2021; Lauenroth, Loannidis & Teichmann 2016.)

Pystyasennon hallinta ei ole täysin automaattinen prosessi, vaan se vaatii keskittymistä, etenkin, kun pystyasennon säilyttäminen vaikeutuu tai muuttuu haastavammaksi esimerkiksi tukipinta-alan kaventuessa. Useissa tutkimuksissa on havaittu, että keskittymisvaatimukset lisääntyvät samalla, kun tehtävän vaikeusaste kasvaa. On myös ehdotettu, että toissijaisen kognitiivisen tehtävän vaikeusaste vaikuttaa asennonhallintaan siten, että mitä haastavampi kognitiivinen tehtävä on, sitä haitallisempaa se on asennonhallinnalle. On myös ehdotettu, että mitä kokeneempi yksilö on suorittamaan kyseistä tehtävää, sitä vähemmän hänen tarvitsee keskittyä asennonhallintaan. Tästä hyvänä esimerkkinä toimivat voimistelijat. Voimistelijat pystyvät suoriutumaan hyvin erilaisista asennonhallintatehtävistä, jotka sisältävät reaktioajan mittauksia samanaikaisesti, säilyttäen nopeamman reaktioajan verrattuna ei voimistelijoihin. (Si-rois-Leclerc, Remaud & Bilodeau 2017.) Songin, Amimoton & Meidianin tutkimuksessa (2021) todetaan, että motorista ja kognitiivista kapasiteettia vaativa toissijainen tehtävä mahdollisesti heikentää yksilön suorituskykyä, asennon hallintaa ja kävelyn laatua ensisijaisen tehtävän aikana. Lauenrothin, Loannidoksen & Teichmannin systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa (2016) puolestaan todetaan, että harjoittamalla fyysisiä tai kognitiivisia taitoja, jotka ovat liitoksissa päivittäisiin toimiin, voidaan parantaa fyysistä ja henkistä kapasiteettia.

## 7 Opinnäytetyön toteutus ja tutkimusmenetelmät

Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen opinnäytetyö. Opinnäytetyömme tarkoituksena on tuottaa tietoa oppaan muodossa työelämän yhteistyökumppanille. Opinnäytetyön tulisikin palvella ennen kaikkea työelämälähtöisyyttä ja tuotettavan tiedon tulisi olla ajankohtaista (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9, 16; Vilkkä 2015, 17). Toiminnallisen opinnäytetyön tutkimuksellisenä menetelmänä käytimme kuvailevaa kirjallisuuskatsausta. Osapuolten välinen toimintaympäristön tuntemuksen jakaminen, yhteistyössä toimivien henkilöiden vahvuuksien tunnistaminen ja kumppanien molemmin puolinen osaamisen kerryttäminen ovat tekijöitä, joihin yhteistyöllä pyritään. Opinnäytetyön päällimmäisenä tarkoituksena on osoittaa sekä kerryttää ammatillista asiantuntijuutta. (Vilkkä 2015, 26.)

### 7.1 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksia on useita erilaisia tyyppjejä. Eroavaisuuksien avulla pystytään vaikuttamaan tarkoituksiin, joita katsaukset palvelevat (Stolt, Axelin & Suhonen 2015, 8). Tässä opinnäytetyössä tutkimusmenetelmänä käytettiin kuvailevaa kirjallisuuskatsausta.

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on kehittää ja jäsenellä jo olemassa olevaa tietoa, tekemällä tutkimusta olemassa olevien tutkimusten pohjalta (Salminen 2011, 3). Muita kirjallisuuskatsauksen tarkoituksia ovat tutkimusten teorioiden arvioiminen, kokonaiskuvan rakentaminen ja ongelmien tunnistaminen (Salminen 2011, 3). Kuvaileva kirjallisuuskatsaus on kirjallisuuskatsauksen perustyyppi. Sen toteuttaminen on tekijäystävällinen, koska siinä ei ole tiukoja reunaehtoja ja sääntöjä (Salminen 2011, 6). Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen ideana on kuvailla tuoretta tutkimustietoa ja selvittää aikaisemman tutkimuspohjan laajuutta tutkimusaiheen ympärillä (Stolt ym. 2015, 9). Tämän katsaustyyppin tutkimuskysymyksen asettelu voi yleensä olla laajempi, mikä mahdollistaa paremmin yleiskuvan luomisen aiheesta. Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen heikkoudet ovat siinä, ettei se ota kantaa valitun materiaalin luotettavuuteen (Stolt ym. 2015, 9). Kuvailevaan kirjallisuuskatsaukseen on verrattavissa systemaattinen kirjallisuuskatsaus, joka on luonteeltaan hyvin samanlainen kuin kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Erona on se, että systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa hakukriteerit ovat hyvin tarkkaan määriteltyjä (Stolt ym. 2015, 14). Kolmas yleinen kirjallisuuskatsauksen tyyppi terveyden- ja hyvinvoinnin tutkimuskentällä on meta-analyysi, joka pyrkii tilastolliseen tarkasteluun ja olemassa olevien kirjallisuuskatsauksien vertailuun. Nämä metatutkimukset voivat olla joko laadullisia tai määrällisiä (Stolt ym. 2015, 97). Kuvailevan kirjallisuuskatsauksemme tavoitteena oli tuottaa ja koota yhteen tietoa univajeen ja kuormituksen vaikutuksista tasapainoon ja luoda aiheesta kuvaileva yleiskatsaus.

## 7.2 Tiedonhankinta

Tiedonhankinta aloitettiin muodostamalla hakulausekkeet tutkimuskysymysten pohjalta. Tavoitteena oli toteuttaa järjestelmällinen tiedonhaku systemaattisen katsauksen ominaispiirteitä mukaillen. Tutkimusaineiston valinnassa käytettiin valintaperusteina sisäänotto- ja pois-sulkukriteereitä. Loimme hakustrategian, jossa määritimme hakusanat- ja lausekkeet, sekä käytettävät tietokannat ja rajaukset (Taulukko 1). Toteutimme tiedonhaun maaliskuussa 2022. Käytetyiksi tietokannoiksi valikoituivat Pubmed, EBSCO ja ScienceDirect (Elsevier), sillä näissä tietokannoissa on julkaistu paljon alaan liittyviä artikkeleita.

Hakusanat muodostuivat tutkimuskysymysten ja siihen rinnastettavien synonyymisanojen pohjalta. Hakukielenä käytettiin englannin kieltä. Lopullisiksi hakusanoiksi valittiin vähäisten osuimien takia seitsemän hakusanaa: Balance, postural control, dynamic balance, physical stress, physical load & sleep deprivation. Näitä hakusanoja yhdisteltiin eri boolean operaattoreiden AND ja OR avulla. AND hakusanalla voidaan kaventaa hakutulosten määrää ja tarkentaa hakua, kun taas OR sanalla voidaan laajentaa hakua ja lisätä eri synonyymejä, joilla halutaan etsiä tietoa. (MIT libraries 2022.)

Tietokanta	Hakusanat	Rajaukset	Tulokset	Hyväksytyt tiivistelmät	Hyväksytyt
Pubmed	Balance, postural control, dynamic balance physical stress, physical load & sleep deprivation	2010-2022, hakutulosten viisi ensimmäistä sivua	4152	18	9
EBSCO			1425	1	0
Science Direct			10668	7	1

Taulukko 1: Tietokantahaun tulokset



### 7.3 Tutkimusaineiston valintaperusteet

Tutkimusaineiston valintaan asetettiin sisäänotto- ja poissulkukriteereitä (Taulukko 2). Aineiston valinta rajattiin vuosien 2010-2022 aikana julkaistuihin artikkeleihin. Sisäänottokriteerien mukaan tutkimusaineiston tuli käsitellä terveitä aikuisia ja artikkelin tuli olla luettavissa kokonaisuudessaan suomen tai englannin kielellä. Haussa käsiteltävien sivujen lukumäärä rajattiin viiteen sivuun, koska tutkimusten hakutarkkuus aiheen piiriin sopivaksi heikkeni tämän sivumäärän jälkeen. Poissulkukriteerit rajasivat aineiston, joka oli julkaistu ennen vuotta 2010. Vuosirajaus toteutettiin, jotta aineisto olisi mahdollisimman tuoretta. Pois suljettiin myös artikkelit, joissa tutkimukset oli suoritettu koe-eläimillä tai joissa käsiteltiin sairaiden ja ikään-tyneiden osallistujien tuloksia.

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
2010-2022	Julkaistu ennen 2010
Suomen ja englanninkieliset artikkelit	Muu kieli kuin suomi tai englanti
Testihenkilöt aikuisia	Sairauksiin keskittyneet tutkimukset
Testihenkilöt perusterveitä	Ikääntyneisiin keskittyneet tutkimukset
Koko teksti saatavilla	Eläimillä tehdyt tutkimukset
Valvominen yhtäjaksoisesti 24 tuntia	Ei koko tekstiä saatavilla

Taulukko 2: Sisään- ja poissulkukriteerit

### 7.4 Kirjallisuuskatsauksen tulokset

Kirjallisuuskatsaukseen valittiin 10 tutkimusta. Tutkimuksista neljä keskittyi fyysisen kuormituksen vaikutuksiin tasapainolle, ja kuusi tutkimusta tarkasteli univajeen vaikutusta tasapainolle. Valitut tutkimukset ja niissä käytetyt tutkimusmenetelmät esitetään taulukossa 3.

Olpinska-Lischkan, Kujawan ja Maciaszekin (2021) tekemässä tutkimuksessa **Differences in the Effect of Sleep Deprivation on the Postural Stability among Men and Women** päätavoitteena oli arvioida sukupuolen vaikutusta asennonhallintaan 24 h univajeen jälkeen. Tutkimukseen osallistui 83 nuorta ja tervettä (36 miestä ja 47 naista) liikuntakasvatuksen yliopisto-opiskelijaa. Naisten koeryhmän (n=25, keski-ikä 21±1.04) ja miesten koeryhmän (n=17, keski-ikä 21.63±1.01) lisäksi oli naisten (n=22, keski-ikä 21.36±0.78) sekä miesten (n=19, keski-ikä

21.58±0.04) kontrolliryhmät. Tutkimuksen tärkein sisäänottokriteeri oli, että opiskelijan oli täytynyt vastata kyselyssä olevansa joko hyvä tai erittäin hyvä nukkuja. Posturografiset testit tehtiin voima-alustalla (AMPI PJB-101) silmät auki ja kiinni, millä selvitettiin keskiarvo painon hajonnan keskipisteestä (COP), ennen ja jälkeen univajeen. Lisäksi ennen ensimmäisiä mittauksia osallistujat vastasivat itse tehtyyn 12 kohdan kysymyspatteristoon, joka käsitteli muun muassa edellisen kuukauden unien kestoa, fyysistä aktiivisuutta sekä alkoholin ja kahvin käyttöä.

Tutkimukset suoritettiin koehenkilöiden seisoessa paljain jaloin, etteivät jalkineet vaikuttaisi tuloksiin. Ensin mitattiin silmät auki tulos, sen jälkeen silmät kiinni. Staattisten mittausten kesto oli 30 sekuntia, mikä katsottiin luotettavaksi ajaksi COP-mittauksille. Vastaavat mitaussessiot suoritettiin kahdesti viikon välein. Lisäksi tehtiin alkumittaukset, joiden tarkoituksena oli tutustuttaa osallistujat testeihin. Ennen mittausajankohtia osallistujia ohjeistettiin noudattamaan säännöllistä unirytmää ja suorittamaan normaaleja päivittäisiä toimintoja. Koffeiini, alkoholi, energiajuomat sekä myöhäinen fyysinen aktiivisuus olivat kiellettyjä ennen sessioita. Kaikki mittaukset tehtiin kello 6:30 ja 8 välillä, koska vuorokauden ajan mahdollinen vaikutus asennonhallintaan haluttiin poissulkea. Koeryhmä vietti unettoman yön yliopistorakennuksessa tutkijoiden valvonnassa, jonka avulla varmistettiin testauksen sujuminen protokollan mukaan. Valvomisen aikana osallistujien käytössä oli muun muassa lauta- ja korttipelejä. Tietokonepelien pelaaminen sekä videoiden katsominen oli kiellettyä vahvojen tunnereaktioiden välttämiseksi.

Kyselylomakkeen tulokset osoittivat naisten nukkuvan keskimäärin vähemmän kuin miehet tyypillisen kouluviikon aikana. Yli puolet naisista nukkui päiväunia (naiset 52%, miehet 44%). Lisäksi suurin osa opiskelijoista harrasti liikuntaa myöhään illalla. Asennonhallintatestit osoittivat ettei 24 h univaje vaikuttanut haitallisesti kaikissa testeissä. Testin tyyppi (silmät auki tai kiinni) määritteli havaittujen muutosten suuruuden. Saadut tulokset osoittivat kuitenkin naisten selviävän univajeen vaikutuksista paremmin kuin miehet. Silmät auki suoritetuissa mittauksissa ainoastaan miesten koeryhmän tulokset heikkenivät. Silmät kiinni suoritetuissa mittauksissa tulokset heikkenivät molempien sukupuolten koe- ja kontrolliryhmissä. Naisten koeryhmän tulokset eivät kuitenkaan heikentyneet merkittävästi kontrolliryhmään verrattuna ( $p > 0,05$ ). Tällainen tulos voi tutkijoiden mukaan viitata eroihin naisten unen laadussa, ja siksi unen laatua tulisikin arvioida ennen koetta ja sen aikana. Näin voitaisiin varmistaa, esiintyykö kussakin ryhmässä sama muutosmalli silmät auki ja silmät kiinni olosuhteissa.

Kollock ym. (2021) selvittivät tutkimuksessaan **The Effects of Firefighter Equipment and Gear on the Static and Dynamic Postural Stability of Fire Cadets** kannettavan varustuksen tuoman painon vaikutusta tasapainon hallintaan. Varustuksen paino tutkimuksessa oli 24.5kg. Tutkimukseen osallistui 26 miespuolista palomiesopiskelijaa (keski-ikä 26.15±4.16).

Tutkimuksessa käytettiin kolmea tasapainoa mittaavaa mittaria: voimalevyllä seisominen silmät auki, LoS- testiä (Limits of Stability) ja yhdelle jalalle laskeutuminen.

Testattavat saivat harjoitella kaikkia tasapainotestejä kolmesti varusteet päällä ja ilman varusteita. Staattista tasapainoa tarkasteltiin huojunnan avulla voimalevyä (Bertec) käyttäen. Testi suoritettiin silmät auki, kahdella jalalla seisten niin, että jalkojen välillä oli testattavan kengän mitta. LoS-testissä nojattiin mahdollisimman pitkälle eteen, taakse ja sivuille, kuitenkin koukistamatta polvia, nostamatta jalkapohjaa alustasta tai irroittamatta käsiä lantiolta. Yhdelle jalalle laskeutuminen suoritettiin kolmesti hallitsevalle jalalle (jalka, jota testattava käyttäisi pallon potkaisemiseen). Testattavien tuli laskeutua voimalevyllä (Bertec) 30cm korkeiselta laatikolta. Laatikon ja voimalevyn välinen etäisyys oli 10% testattavan pituudesta. Testattavan tuli pysyä hypyn jälkeisessä laskeutumisasennossa kymmenen sekunnin ajan. Kuvatut testit suoritettiin ilman varustusta ja varustuksen kanssa.

Tutkimus osoitti lisäpainon vaikuttavan negatiivisesti tasapainon hallintaan. Lisäksi havaittiin lisäpainon ja kehonpainon suhteen välinen korrelaatio. Kehonpainoltaan kevyemmillä testattavilla oli enemmän vaikeuksia säilyttää tasapainonsa varustuksen kanssa. Tutkijoiden mukaan palomiehen varustus saattaa vaikuttaa merkittävästi kykyyn säilyttää tasapaino tehtäviä suorittaessa.

Batuk, Batuk ja Aksoy (2020) tutkimuksessaan **Evaluation of the postural balance and visual perception in young adults with acute sleep deprivation** halusivat selvittää 24 h tai kauemmin kestävän akuutin univajeen vaikutuksia terveiden nuorten aikuisten asennonhallintaan sekä vestibulaarijärjestelmään liittyviin visuaalisen havaitsemisen ominaisuuksiin. Tutkimukseen osallistui 31 tervettä nuorta aikuista (8 miestä, 23 naista; iältään 18-36 vuotta) joilla oli takana vähintään 24 h univajejakso. Osallistuneiden painoindeksin tuli olla alle 30, ja heillä tuli olla säännöllinen unisykli. Testattavilla ei ollut Epworth Sleepiness Scale:n (kyselylomake) mukaan päiväunisuutta, eikä omien arvioidensa mukaan kukaan ollut kärsinyt unihäiriöistä. Kenelläkään testattavista ei myöskään ollut poissulkevia sairauksia. Tutkittavat suorittivat viisi eri testiä kahteen eri kertaan (akuutin, vähintään 24 h jatkuneen univajeen aikana sekä normaaleissa olosuhteissa) laboratorioissa. Testikertojen välillä oli 15 päivän väli. Testit olivat Sensory Organisation Test (SOT), Static Visual Acuity Test (SVA), Minimum Perception Time Test (mPT), Dynamic Visual Acuity Test (DVA) sekä Gaze Stabilization Test (GST), jotka suoritettiin käyttämällä tietokoneistettua dynaamista posturografiajärjestelmää (CDP). CDP on vastaavan tyylinen kuin COP:n (keskiarvo painon hajonnan keskipisteestä) mittaava voimalusta, mutta se hyödyntää lisäksi virtuaalitodellisuutta mittaustilanteessa.

Testattavat pitivät unipäiväkirjaa testejä edeltäviltä kolmelta päivältä. Univajetta edeltävä päivänä osallistujien piti herätä kello 7-8 välillä. Normaalin yön viettäneet heräsivät kello 7.

Molemmissa olosuhteissa testit suoritettiin samaan aikaan aamusta kello 8-11 aikana vuorokausirytmien vaikutuksen välttämiseksi.

SOT -testissä suoritettiin kolme testiä CDP -alustalla kuudesta eri lähtötilanteesta, jotka vaikeutuvat vähitellen. Testeissä pyritään seisomaan mahdollisimman pystysuorassa 20 sekunnin ajan. Testin tuloksien avulla pystytään laskemaan tutkittavan kyky käyttää somatosensoriikkaa sekä näkö- ja vestibulaarijärjestelmää tasapainon ylläpitämiseksi. Lisäksi saadaan laskettua PREF -suhde, joka kertoo kuinka hyvin kohde voi jättää huomioimatta virheelliset visuaaliset vihjeet ristiriitaisissa tilanteissa. SVA tarkoittaa optotyypin (kirjain e) pienimmän koon mittausta, jonka kohde voi nähdä pään ollessa paikallaan. Testattava istuu 2,5 metrin etäisyydellä näytöstä, jolla optotyyppi esitetään. DVA:ssa pään liikettä valvotaan anturilla, joka mittaa pään pyörimisnopeutta. Ennalta määrättyllä nopeudella testattava pudistelee päätään yhteensä 40 asteen kulmassa (20 astetta oikealla, 20 vasemmalle) samalla ilmaisten optotyyppien suunnat, jotka näytölle tulevat. GST:tä käytetään mittaamaan kykyä määrittää tarkasti optotyyppin suunta, joka näkyy näytöllä suurimmalla saavutettavalla pään nopeudella. Optotyyppin koko säädetään SVA -testin perusteella.

Tutkimuksen testien tulokset osoittivat unen puutteella olevan huomattavia vaikutuksia nuorten aikuisten vestibulaarijärjestelmään ja visuaaliseen havainnointiaikaan. Suorituskyvyn heikkenemisen uskottiin johtuvan asennonhallinnan ja visuaalisen prosessoinnin parametreista eikä niinkään vestibulaarijärjestelmän dynaamisista visuaalisista parametreista. Tällä ei todettu kuitenkaan niin suurta vaikutusta, joka saattaisi aiheuttaa pystyasennon hallinnan menettämisen. Visuaalisen havainnointiajan heikentyminen voidaan yhdistää univajeesta kärsivien kuljettajien, terveydenhuollon ammattilaisten sekä opiskelijoiden uneen liittyviin ajo-neuvo-onnettomuuksiin.

Heilin, Schulten ja Büschin (2020) tekemässä systemaattisessa replikointitutkimuksessa **The Influence of Physical Load on Dynamic Postural Control—A Systematic Replication Study** tarkoituksena oli tuottaa tietoa fyysisen kuormituksen vaikutuksista dynaamiseen tasapainoon. Tutkimus suoritettiin 64 urheiluopiskelijalle, joiden keski-ikä oli  $24.11 \pm 2.42$ . Dynaamisista tasapainoa mitattiin Y-Balance testillä. Fyysinen kuormitus toteutettiin Wingaten anaerobisella polkupyöräergometritestillä, jossa vastus oli asetettu 7,5% osallistujan painosta. Osallistujat jaettiin kahteen ryhmään, jossa toinen ryhmä aloitti tasapainotestien tekemisen potkujalallaan ja toinen ryhmä tukijalallaan.

Osallistujat harjoittelivat aluksi Y-Balance tasapainotestiä neljä kierrosta molemmilla jaloilla, jotta mahdollinen oppimisen vaikutus minimoitaisiin. Harjoittelun jälkeen testattavat suorittavat tasapainotestin kolmesti ennen kuormitusta: 20 minuuttia ennen, 10 minuuttia ennen ja juuri ennen kuormittamisen aloitusta. Tämän jälkeen testattavat altistettiin fyysiselle kuormitukselle polkupyöräergometritestillä, aloittaen viiden minuutin alkulämmittelyllä (90rpm

miehille ja 60rpm naisille), jonka jälkeen osallistujat toteuttivat pyörän selässä Wingaten 60 sekunnin maksimaalisen anaerobisen testin. Suoraan fyysisen kuormituksen jälkeen dynaaminen tasapaino testattiin uudelleen Y-Balance testillä kolmesti. Välittömästi kuormituksen jälkeen, kymmenen minuutin jälkeen kuormituksesta ja 20 minuutin jälkeen kuormituksesta. Tuloksien mukaan suoraan fyysisen kuormituksen jälkeen mitattu dynaaminen tasapaino oli heikompi verrattuna ennen kuormitusta mitattuun tasapainoon. 20 minuutin kuluttua kuormituksen loppumisesta dynaamisen tasapainon hallinta oli palannut lähes samalle tasolle, kuin ennen kuormitusta.

Tutkimus osoitti, että fyysisellä kuormituksella on negatiivisia vaikutuksia dynaamiseen tasapainoon. Tämä tutkijaryhmän mukaan osoittaa urheilusuoritukseen liittyvän vammautumisriskin kasvua 20 minuuttia kuormituksen jälkeen.

Degache ym. (2019) tutkimuksessaan **Postural Control Follows a Bi-Phasic Alteration Pattern During Mountain Ultra-Marathon** selvitettiin vuorijuoksu-ultramaratonin vaikutuksia tasapainon hallintaan. Juoksutapahtumaan osallistuvista henkilöistä 16 miesosallistujaa (keski-ikä  $45.1 \pm 9.6$ ) suostui testihenkilöiksi tutkimusta varten. Testattavilla oli aikaisempaa kokemusta ultramaratoneista. Tutkimuksessa käytettiin posturografista voimalevyalustaa (Fusyo-Mediacapteur) mittamaan huojuntaa. Lisäksi yleistä kuormittuneisuutta, väsymystä ja kipua selvitettiin käyttämällä visuaalista analogista asteikkoa (VAS).

Tutkimuksessa testattaville ei annettu mahdollisuutta harjoitella tasapainotestiä. Testi suoritettiin jalat yhdessä seisoen, silmät auki. Mittaukset suoritettiin maratonin aluksi ja noin 50 kilometrin välein neljällä välietappipisteellä. VAS -asteikolla selvitettiin yleistä kuormittumista, väsymyksen tunnetta ja kipua jalkaterän-nilkan alueella, säären-polven alueella ja reiden-lantion alueella. Kipua tuli arvioida kokonaisuutena molempien jalkojen osalta. Testattavien kisavauhtia ja etenemisnopeutta myös seurattiin.

Tutkimus osoitti tasapainon hallinnan vaikeuden kasvavan maratonin ensimmäisellä puoliskolla. Tasapainohallintajärjestelmä näyttäisi adaptoituvan kuormituksen keston ja kompensoivan häiriötä mukautuvilla vasteilla, tarkoittaen maratonin loppupuoliskolla tasapainon hallinnan haasteiden vähenemistä. Yleisen kuormituksen, kivun tai etenemisnopeuden ja tasapainon välillä ei havaittu korrelaatiota.

Cheng, Ma, Sun, Wang, Xiao, Wang ja Hu (2018) tekemässä tutkimuksessa **Differences in sensory reweighting due to loss of visual and proprioceptive cues in postural stability support among sleep-deprived cadet pilots** selvitettiin, johtuuko tasapainon heikentyminen univaajeissa näöstä ja/tai proprioseptiikasta.

Tutkimukseen osallistui yhteensä 66 miespuolista lentokadettia ja heidät jaettiin satunnaisesti kahteen eri ryhmään. Ryhmään 1 kuului 37 kadettia (keski-ikä:  $23.3 \pm 2.03$  y; BMI

21.4 ± 3.00 kg/m<sup>2</sup>) ja ryhmään 2 kuului 29 kadettia (keski-ikä: 22.3 ± 1.11 y; BMI of 22.4 ± 1.79 kg/m<sup>2</sup>). Ryhmältä 2 mitattiin myös subjektiivista väsymyksen tunnetta käyttämällä Stanfordin uneliaisuusasteikkoa (SSS) sekä Pittsburghin unen laatuindeksiä (PSQI). Ryhmän 1 tulosten perusteella rakennettiin staattinen pystytasapaino indeksi (SUBI), jota käytettiin vertaamisessa ryhmän 2 subjektiivisiin unimittareihin. Tutkimukseen otettiin vain terveet osallistujat, joilla ei ollut ollut murtumia, lihasvammoja, vestibulaarisia toimintahäiriöitä tai muita sairauksia, jotka olisivat vaikuttaneet tasapainoon viimeisen 3kk aikana.

Tutkimuksessa mitattiin huojuntaa (Active Balancer EAB-100) ja (Tetrax) voimalevyn avulla. Mittaukset toteutettiin kovalla alustalla jalat yhdessä seisoen silmät auki (NEO), silmät kiinni (NEC) ja pehmeällä alustalla silmät kiinni (FEC) satunnaisesti. Huojuntaa mitattiin painon keskipisteen hajoamisesta (COP) seuraavilla parametreilla: huojunnan pituus (WPL), ympärysmitta (CA), sivuttaissuuntaisen huojunnan keskiarvo ja keskihajonta (MDx ± SDx) ja edestakaisen huojunnan keskiarvo ja keskihajonta (MDy ± SDy). Mittaukset toteutettiin 4, 16, 28 ja 40 h univajeessa.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että tasapaino alkaa heikentymään kaikilla parametreilla 16 h univajeen kohdalla kovalla alustalla silmät auki ja 28 h kohdalla kovalla alustalla silmät kiinni sekä pehmeällä alustalla silmät kiinni. Mielenkiintoista tässä oli se, että 40 h univajeessa silmät auki kovalla alustalla huojunnan määrä lisääntyi jokaisella parametrilla paitsi keskiarvo ja keskihajonta sivuttaissuuntaisessa huojunnassa. Kun taas silmät kiinni kovalla alustalla huojunnan pituus ja huojunnan keskiarvo ja keskihajonta edestakaisin suunnassa parantuivat 40 h univajeen kohdalla ja silmät kiinni pehmeällä alustalla 40 h univajeessa parantui kaikilla parametreilla.

Univajeen vaikutukset siis lieventyivät mitä pidempään oltiin valveilla, joka viittaa siihen, että kompensatoriset mekanismit vaikuttivat tasapainoon, kun mitattiin 28 h - 40 h välillä, silmät kiinni kovalla ja pehmeällä alustalla, mutta eivät vaikuttaneet, kun mitattiin silmät auki kovalla alustalla, jolloin tasapaino näytti heikkenevän edelleen. Huojunnan frekvenssin määrä viittaa siihen, että tasapainon säätelyssä näön ja proprioseptiikan roolit eroavat toisistaan, kun verrataan seisomista kovalla alustalla silmät kiinni ja pehmeällä alustalla silmät kiinni.

Martin, Gauthier, Ying, Benguigui, Moussay, Bulla, Davenne ja Bessot (2018) tutkimuksessaan **Effect of sleep deprivation on diurnal variation of vertical perception and postural control** halusivat testata ja selvittää täydellisen univajeen vaikutusta suorituskykyyn ja vuorokaudenajan vaihteluiden vaikutusta subjektiiviseen visuaaliseen vertikaalisuuteen (S.V.V.) sekä asennonhallintaan. Tutkimukseen osallistui 19 tervettä nuorta (4 naista ja 15 miestä, ikä 21.9±1.2). Osallistumiskriteereinä oli 18-30 vuoden ikä sekä säännöllinen unirytm. 16 osallistujalla oli keskitasoinen kronotyyppi ja kolmella kohtalainen iltatyyppi Hornen ja Östbergin kyselyn mukaan. Osallistujilla ei saanut olla aiempaa kokemusta yö- tai vuorotyöstä,

aikavyöhykkeiden yli tehtyjä matkoja viimeiseen 6 kuukauteen, univaikeuksia tai diagnosoituja unihäiriöitä eikä vestibulaarisairauksia. Tutkimusten aikana ennen SVV:tä ja asennonhallinnan osuutta (Synapsys posturography system) mitattiin suun lämpötila (Thermofina Digital+), visuaalisella analogisella asteikolla (VAS) subjektiivinen väsymys sekä täytettiin Karolinska Sleepiness Scale (KSS) kysely.

Tutkittavat osallistuivat kahteen eri koetilanteeseen (univajeessa ja normaalisti nukuttuna), joita erotti yksi viikko. Tutkimusten ajan osallistujat olivat laboratorio-olosuhteissa, joissa testauksia suoritettiin viidesti päivän aikana neljän tunnin välein. Kaikki osallistujat olivat saaneet tutustua menetelmiin ja tutkimukseen aiemmin. Tutkittavia ohjeistettiin pitämään säännölliset nukkumistottumukset viikon ajan ennen testejä. Ennen ensimmäistä testauskertaa osallistujia oli pyydetty heräämään kello 5 välttääkseen uniherkkyyttä ensimmäisissä testeissä. Univaje yöksi osallistujat tulivat laboratorioon ja pysyivät hereillä käyttäen aikansa vähän fyysistä stressiä aiheuttavien aktiviteettien parissa. Testattaville ei sallittu kofeiinipitoisia juomia testejä edeltävänä eikä testipäivänä.

Testisessiot alkoivat 15 minuutin lepojaksolla. Asennonhallintatestien mittausjärjestys satunnaistettiin, jotta testausjärjestys ei vaikuttaisi kerättyyn dataan. Suun lämpötilaa mitattiin, koska se on luotettava vuorokausirytmisyyden merkki. SVV:n määrittämiseen käytettiin elektronista laitetta (Framiral). Testissä heijastettiin punainen laserraita seinälle, jonka jälkeen testattava sijoitettiin laitteen eteen kohti projektioseinää. Testi jaettiin 8 erilliseen mittaukseen, joissa laserin kaltevuuskulmaa vaihdetaan. Osallistuja sääteli joka kerta laseria kaukosäätimellä mielestään pystysuoraan asentoon, jonka jälkeen tulos tallentui koneelle. Ennen kulman vaihtoa testattavan tuli sulkea silmänsä. Lopuksi suoritusten keskimääräinen virhe laskettiin. Posturografinen testaus suoritettiin sekä silmät auki, että silmät kiinni olosuhteissa. Voima-alustalla mitattiin COP eli keskiarvo painon hajonnan keskipisteestä sekä pinta-alan määrää. Suoritukset kestivät 30 sekuntia, joiden välissä pidettiin 10 sekunnin lepoaika.

Kontrolliyön unen jälkeen SVV sekä suun lämpötila, uneliaisuus ja väsymys osoittivat merkittävää vaihtelua vuorokauden aikana, toisin kuin asennonhallinnan tulokset, jotka pysyivät vakaina. Univaje huononsi SVV:n keskiarvoa ja asennonhallintaa sekä tasoitti SVV:n vuorokausivaihtelua, mikä johti vuorokausirytmien katoamiseen. Aiemmissa tutkimuksissa havaittua vuorokaudenajan merkittävää vaikutusta asennonhallintaan ei havaittu, mutta se saattoi johtua testausprotokollien eroista. Aiemmat tutkimukset ovat myös osoittaneet asteittaisen asennonhallinnan epävakauden lisääntymisen, kun univaje on jatkunut pidempään kuin tässä tutkimuksessa. Tutkimukset osoittivat lisäksi, että asennonhallintaan vaikutti negatiivisesti visuaalisen informaation puuttuminen silmien ollessa kiinni. Tutkimuksen tulokset osoittivat myös, ettei asennonhallintakyky muuttunut päivän aikana normaalisti nukutun yön jälkeen.

Vaara, Oksanen, Kyröläinen, Virmavirta, Koski ja Finnin (2018) tekemässä tutkimuksessa **60-Hour Sleep Deprivation Affects Submaximal but Not Maximal Physical Performance** haluttiin selvittää 60 h univajeen vaikutuksia aerobiseen, neuromuskulaariseen ja motoriseen suorituskykyyn sekä tasapainoon nuorilla terveillä osallistujilla.

Tutkimusotanta koostui 20 vapaaehtoisesta mieskadetista (keski-ikä:  $26 \pm 2$ , pituus:  $1.77 \pm 0.01$  m, paino:  $79.6 \pm 11.1$  kg). Tutkimuksen aikana osallistujat pääsääntöisesti tekivät toimistotöitä ja harrastivat korkeintaan kevyttä liikuntaa, kuten kävelyä. Kaikki osallistujat olivat täysin terveitä ja fyysisesti aktiivisia. Osallistujilla teetettiin vuorokausirytmikysely ja sen perusteella kaikki olivat aamuihmiä ja seurasivat niin kutsuttua normaalia päivärytmiä. Tutkittavat pitivät unipäiväkirjaa neljä päivää ennen tutkimuksen aloittamista (uniaika:  $6:52 \pm 2:28$  h/yö). Tutkittavilta testattiin maksimaalista hapenottokykyä, maksimivoimaa ja otettiin elektromyografia polven ojentajalihaksista kolme päivää ennen univajetta ja heti univajeen jälkeen. Lisäksi testattiin motorista kontrollia, reaktioaikaa ja tasapainoa iltaisin ja aamuisin tutkimuksen ajan (yhteensä 6 kertaa).

Tasapainoa mitattiin voimalevyllä (Good Balance system). Mitattava seiso voimalevyn päällä, joka mittaa huojunnan pituutta sivuttaisessa ja edestakaisin suunnassa sekä laskee näiden keskiarvon painon hajonnan keskipisteestä (COP). Lisäksi se mittaa huojunnan nopeutta. Tasapainoa mitattiin jalat yhdessä seisoen silmät auki ja kiinni. Lisäksi tandemseisonnassa silmät auki ja kiinni. Tandemseisonnassa osallistujat pyydettiin pitämään kädet sivuilla ja katse kiintopisteessä kahden metrin päässä silmien korkeudella.

Tasapainotestin tulosten perusteella huojunnan keskihajonta sivuttaissuunnassa laski sekä silmät auki, että silmät kiinni seisoen jalat yhdessä testissä 24 h univajeen jälkeen ja pysyi sellaisenaan loppuun saakka. Tutkimuksen alkaessa silmät kiinni seisoessa sivuttaissuuntainen huojunta ja keskimääräinen nopeus laskivat univajeen alkuvaiheessa, mutta nousivat melkein takaisin aloitustasolle univajeen loppupuolella. Tandemseisonnassa silmät auki sekä sivuttaissuuntainen, että edestakainen huojunta lisääntyivät 48 h univajeen jälkeen ja silmät kiinni tandemseisonnassa edestakainen ja sivuttaissuuntainen huojunta lisääntyivät 36 h univajeen kohdalla. Tämän lisäksi edestakainen huojunta lisääntyi vielä 48 h univajeen kohdalla. Pääsääntöisesti vaikutukset tasapainolle olivat lievät ja näkyivät pääosin 36-48 h univajeen kohdalla. Tutkimuksessa ei todettu huomattavia johdonmukaisia muutoksia.

Degache, Van Zaen, Oehen, Guex, Trabucchi ja Millet (2014) tarkastelivat myös aikaisemmin vuorijuoksu-ultramaratonin vaikutuksia tasapainon hallintaan tutkimuksessaan **Alterations in Postural Control during the World's Most Challenging Mountain Ultra-Marathon**. Eroavaisuutena aikaisemmin läpikäytyyn tutkimukseen oli, että tässä tutkimuksessa juoksijaryhmän ( $n=18$ , keski-ikä  $44.0 \pm 10.7$ ) lisäksi oli kontrolliryhmä ( $n=8$ , ikä  $29.3 \pm 8.1$ ). Molempien ryhmien univajetta pyrittiin säätämään samalle tasolle. Tasapainon hallinnan selvittämisen



mittaustapana käytettiin posturografista voimalevyalustaa (Fusyo-Medicaptureur). Yleistä koetua väsymyksen tasoa selvitettiin visuaalisen analogisen asteikon (VAS) avulla.

Tasapainomittaukset suoritettiin ennen maratonin alkua, maratonin aikana (noin puolivälissä matkaa) ja maratonin lopuksi. Huojunta mitattiin jalat yhdessä seisonnasta alustan päällä silmät auki ja silmät kiinni. Univajeen tasossa kisan puolivälissä ja lopussa ei ollut juoksu- ja kontrolliryhmän välillä suurta eroa. Merkittävä ero koetussa väsymyksessä juoksijoiden ja kontrolliryhmän välillä havaittiin vain kisan jälkeisessä mittauksessa. Juoksijoiden yleinen väsymys nousi merkittävästi kisan puolen välin jälkeen.

Tutkimus osoitti yleisen väsymyksen vaikuttavan merkittävästi tasapainon hallintaan juoksijoilla niin antero-posteriosuuntaisesti kuin mediolateraalisesti. Tasapainon hallinta heikkeni alkumittauksista kaikilla mitattavilla osa-alueilla puoliväli- ja loppumittauksissa. Ero kontrolliryhmään oli merkittävä.

Bougard, Lepelley ja Davenne (2011) tutkimuksessaan **The influences of time-of-day and sleep deprivation on postural control** halusivat tarkistaa vuorokaudenajan ja univajeen yhdistettyjä ja erillisiä vaikutuksia asennonhallintaan. Tutkimukseen osallistui 20 miespuolista henkilöä (keski-ikä  $24.6 \pm 4.6$ ), jotka otoksen homogeenisuuden takaamiseksi valittiin kronotyypin ja Hornen sekä Ostbergin kyselyyn annettujen vastausten mukaan. Tutkittavien asennonhallintaa arvioitiin joko normaalin unen tai univajeen jälkeen COP -pinta-alaa (painon hajonnasta laskettava pinta-ala) mittaamalla, LFS-suhteella (arvo kertoo energian kulutuksesta) sekä Rombergin vakiolla (mittaa prosentteina näkökyvyn vaikutusta tasapainoon).

Tutkimuksessa pyrittiin huomioimaan aiemmista vuorokausivaihtelututkimuksista suositellut tekijät. Kronotyypin lisäksi otettiin huomioon muun muassa piristysjuomien kieltäminen ja fyysisen aktiivisuuden rajaaminen. Tutkimus tehtiin laboratorio-olosuhteissa valvonnan alla, jotta rajoituksista pystyttiin pitämään kiinni. Normaalin yön viettäneitä osallistujia oli ohjeistettu nukkumaan edeltävä yönä vähintään 6 tuntia. Testattavat suorittivat testejä päivän ajan neljänä eri ajankohtana, jotta vuorokausivaihteluiden määrittäminen onnistuisi tarkasti. Testiprotokollissa pyrittiin saamaan testien välille riittävän monen tunnin väli, jotta tulosten välinen kehitys olisi mahdollista havaita. Testipäivien välillä pidettiin viikon tauko.

Asennonhallintaa mitattiin voima-alustalla (PostureWin, Techno Concept, Cereste), joka tallentaa muutokset COP:ssa. Testattavat suorittavat testin ensin silmät auki, jonka jälkeen silmät kiinni. Testi oli kestoltaan 51.2 s. Testin tuloksista saatiin laskettua LFS -suhde sekä Rombergin vakio.

Tulokset osoittivat, että univajeen alaisena asennonhallinta vaihtelee vuorokaudessa kolmen eri jakson mukaan. Kello 10 ja 14 aikana havaittiin muutoksia COP -pinta-alassa ja LFS-suhteessa. Tutkittavat käyttivät LFS -arvon perusteella vähemmän energiaa tasapainon

ylläpitämiseen kello 6 kuin kello 10. Energian kulutus kasvoi jälleen kello 10:stä kello 18:sta. Tulokset vahvistavat univajeen haitallisen vaikutuksen asennonhallintaan 30 tunnin valveillaolon jälkeen. Kuitenkaan itse uni ei vaikuttanut LFS -arvoihin, vaan kulutus oli sama niin univajeen kuin normaalin yön jälkeen. COP -pinta-alan arvot taas olivat merkittävästi suuremmat univajeen kuin normaalin yön jälkeen. Asennonhallinnan ajallinen kehitys ei näyttänyt liittyvän visuaaliseen heikkenemiseen, koska Rombergin vakio ei muuttunut missään vaiheessa testejä, vaan testattavien visuaalisen syötteen käyttö oli testistä riippumatta sama. Tämä tulos viittaisi siihen, että univajeen aiheuttama asentoheilahtelun lisääntyminen johtuisi vestibulaarijärjestelmän tehokkuuden heikkenemisestä tai erilaisten aistisyötteiden integroinnista. Yhteenvedonä voidaan todeta asennonhallinnan parantuneen vuorokaudenajan mukaan normaalin yön jälkeen, ja heikentyneen univajeessa erityisesti keskellä päivää (kello 10 ja 14).

Tutkimuksen nimi	Tekijät ja julkaisu vuosi	Tutkimus-menetelmä	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimuksen tulos
Differences in the effect of sleep deprivation on the postural stability among men and women	Olpinska-Lischka, M., Kujawa, K. & Maciaszek, J. 2021	Poikittaistutkimus	Selvittää univajeen vaikutusta tasapainon hallintaan eri sukupuolten välillä	Miehet ovat herkempiä univajeen vaikutuksille tasapainon hallinnan näkökulmasta
The effects of firefighter equipment and gear on the static and dynamic postural stability of fire cadets	Kollock, R., Thomas, J., Hale, D., Sanders, G., Long, A., Dawes, J. & Peveler, W. 2021	Poikittaistutkimus	Selvittää palomiehen varustuksen ja lisäpainon vaikutusta staattiseen ja dynaamiseen tasapainon hallintaan	Palomiesvarustus vaikuttaa negatiivisesti tasapainon hallintaan. Kehonpainon ja lisävarustuksen painon suhde korreloi merkittävästi tasapainon hallinnan kanssa.
Evaluation of the postural balance and visual perception in young adults with acute sleep deprivation	Batuk, IT., Batuk, MO. & Aksoy, S. 2020	Poikittaistutkimus	Selvittää akuutin univajeen vaikutusta tasapainon hallintaan ja vestibulaarijärjestelmään liittyvää	Univaje vaikuttaa merkittävästi vestibulaari- ja näköaistin toimintaan nuorilla aikuisilla. Näiden aistien toiminnan

			näköaistimusta nuorilla aikuisilla	heikentymisen nähdään vaikuttavan tasapainon hallintaan
The influence of physical load on dynamic postural control - a systematic replication study	Heil, J., Schulte, S. & Büsch, D. 2020	Systemaattinen replikointi-tutkimus	Selvittää maksimaalisen anaerobisen kuormituksen vaikutusta dynaamiseen tasapainon hallintaan	Maksimaalinen anaerobinen kuormitus vaikuttaa negatiivisesti dynaamiseen tasapainon hallintaan 20 minuuttia kuormituksesta
Postural control follows a biphasic alteration during mountain ultramarathon	Degache, F., Serain, E., Vernillo, G., Meyer, F., Falbriard, M., Savoldelli, A., Guex, K. & Millet, G. 2019	Poikittaistutkimus	Selvittää tasapainon hallinnan muuttumista vuorijuoksu ultramaratonin aikana	Tasapainon hallinta heikkeni noin 100 kilometriin asti, jonka jälkeen kompensatiomekanismit näyttäisivät rajoittavan hallinnan heikkenemistä
Differences in sensory reweighting due to loss of visual and proprioceptive cues in postural stability support among sleep deprived cadet pilots	Cheng, S., Ma, J., Sun, J., Wang, J., Xiao, X., Wang, Y. & Hu, W. 2018	Poikittaistutkimus	Selvittää vaikuttaako univaje aistinvaraiseen tasapainon korjaukseen visuaalisten ja proprioseptisten astien poissulkemisen jälkeen	Univajeen vaikutukset lievenyivät ajan myötä, mikä viittaa kompensatiomekanismin vaikutukseen aistinvaraiseen uudelleen painotukseen
Effect of sleep deprivation on diurnal variation of vertical perception and postural control	Martin, T., Gauthier, A., Ying, Z., Benguigui, N., Mousay, S., Bulla, J., Davenne, D. & Bessot, N. 2018	Poikittaistutkimus	Selvittää univajeen vaikutusta tasapainon hallintaan eri vuorokauden aikana	Univaje vaikuttaa negatiivisesti tasapainon hallintaan

60-hour sleep deprivation affects submaximal but not maximal physical performance	Vaara, J., Oksanen, H., Kyröläinen, H., Virma-virta, M., Koski, H. & Finni, T. 2018	Poikittaistutkimus	Selvittää 60 tunnin univajeen vaikutusta fyysiseen suori-tuskykyyn ja motoriseen kontrolliin.	Univajeen vai-kutukset tasa-painon hallin-taan olivat lie-viä. Univaje ei vaikuta maksimaaliseen neu-romuskulaariseen ja aerobi-seen suoritusky-kyyn
Alterations in postural control during the world's most challenging mountain ultra-marathon	Degache, F., Van Zaen, J., Oehen, L., Guex, K., Trabucchi, P. & Millet, G. 2014	Poikittaistutkimus	Selvittää vuori-juoksu ultrama-rationin vaiku-tuksia tasapai-non hallintaan	Pitkäaikainen kuormitus vai-kutti negatiivi-sesti tasapainon hallintaan
The influences of time-of-day and sleep deprivation on pos-tural control	Bougard, C., Lepelley, M. & Davenne, D. 2010	Poikittaistutkimus	Selvittää univa-jeen ja vuoro-kauden ajan vaikutusta ta-sapainon hal-lintaan	Univaje vaikut-taa negatiivi-sesti tasapainon hallintaan

Taulukko 3: Kirjallisuuskatsaukseen valittu aineisto

## 7.5 Tulosten yhteenveto

Kirjallisuuskatsauksen pohjalta syntyneiden tulosten esittelyn helpottamiseksi tutkimukset on numeroitu. Tutkimukset, joihin viitataan on numeroitu alla olevassa taulukossa 4.

Numero	Tutkimuksen nimi	Tekijät ja julkaisu vuosi
1	Differences in the effect of sleep deprivation on the postural stability among men and women	Olpinska-Lischka, M., Kujawa, K. & Maciaszek, J. 2021
2	The effects of firefighter equipment and gear on the static and dynamic postural stability of fire cadets	Kollock, R., Thomas, J., Hale, D., Sanders, G., Long, A., Dawes, J. & Peveler, W. 2021
3	Evaluation of the postural balance and visual perception in young adults with acute sleep deprivation	Batuk, IT., Batuk, MO. & Aksoy, S. 2020
4	The influence of physical load on dynamic postural control - a systematic replication study	Heil, J., Schulte, S. & Büsch, D. 2020
5	Postural control follows a bi-phasic alteration during mountain ultra-marathon	Degache, F., Serain, E., Vernillo, G., Meyer, F., Falbriard, M., Savoldelli, A., Guex, K. & Millet, G. 2019
6	Differences in sensory reweighting due to loss of visual and proprioceptive cues in postural stability support among sleep deprived cadet pilots	Cheng, S., Ma, J., Sun, J., Wang, J., Xiao, X., Wang, Y. & Hu, W. 2018

7	Effect of sleep deprivation on diurnal variation of vertical perception and postural control	Martin, T., Gauthier, A., Ying, Z., Benguigui, N., Moussay, S., Bulla, J., Davenne, D. & Bessot, N. 2018
8	60-hour sleep deprivation affects submaximal but not maximal physical performance	Vaara, J., Oksanen, H., Kyröläinen, H., Virmavirta, M., Koski, H. & Finni, T. 2018
9	Alterations in postural control during the world's most challenging mountain ultra-marathon	Degache, F., Van Zaen, J., Oehen, L., Guex, K., Trabucchi, P. & Millet, G. 2014
10	The influences of time-of-day and sleep deprivation on postural control	Bougard, C., Lepelley, M. & Davenne, D. 2011

Taulukko 4: Kirjallisuuskatsauksen aineistojen numerointi

**Univajeen vaikutukset.** Tutkimusten (1, 3, 6, 7, 8 & 10) perusteella voidaan todeta, että univaje, joka on kestoltaan vähintään 16 tuntia alkaa vaikuttamaan negatiivisesti tasapainon hallintaan. Tutkimuksessa (1) tutkittiin univajeen vaikutuksia tasapainon hallintaan miesten ja naisten välillä ja todettiin, että univajeen merkitys tasapainon hallintaan on suurempi miehillä, kuin naisilla. Univajeessa siis miesten tasapainon hallinta laskee enemmän naisiin verrattuna. Tutkimukset (3 & 6) tutkivat tasapainon heikentymisen syytä univajeessa visuaalisen ja vestibulaarisen järjestelmän kautta ja molemmissa todettiin, että 24 h univaje vaikuttaa merkittävästi visuaalisen ja vestibulaariseen järjestelmään siten, että ne vaikuttavat negatiivisesti tasapainoon. Tutkimuksessa (6) todettiin kuitenkin, että univajeen pidentyessä 28-40 h välille ei tasapainon heikentymistä ollut huomattavissa yhtä merkittävässä määrin silmät kiinni testeissä, kuin univajeen alkuvaiheessa 16-28 h. Silmät auki tasapainon heikentyminen näytti alkavan 16 h univajeen kohdalla ja laskevan edelleen 40 h jälkeenkin. Tutkimuksessa todettiin täten, että visuaaliset ja proprioseptiset ärsykkeet ovat tärkeässä roolissa tasapainon hallinnalle univajeessa.

Tutkimuksissa (7 & 10) haluttiin univajeen lisäksi selvittää, onko päivän vaiheella merkitystä tasapainon hallintaan univajeessa. Tutkimuksessa (7) saatiin selville, että yhden yön univaje heikentää tasapainoa, mutta päivän ajalla ei ole merkitystä tasapainon hallinnalle. Mittaukset univajeessa siis antoivat samanlaiset tulokset mitattuna 4 h välein alkaen kello 6 aamulla kesken kello 22 saakka. Tutkimuksessa (10) huomattiin kuitenkin, että univajeen vaikutuksen lisäksi myös päivänajalla oli merkitystä tasapainon hallinnalle univajeessa kello 10-14 välillä, mutta ei kello 6 aamulla tai kello 6 illalla.

Tutkimuksessa (8) univajeen määrä oli valituista tutkimuksista suurin, sillä mitattavat valvoivat 60 h ja heidän tasapainoan testattiin useaan kertaan tämän jakson aikana. Lopputuloksena oli se, että univaje vaikuttaa lievästi tasapainoon, mikä näkyi vahvimmin 36-48 h univajeen kohdalla. Tämä tutkimus eroaa tutkimuksista (1,3, 6, 7 & 10) siinä mielessä, että kaikissa muissa tutkimuksissa tasapainon heikentyminen oli merkittävää ja vaikutukset nähtiin univajeen aikaisemmassa vaiheessa (24 h).

**Kuormituksen vaikutukset.** Voidaan todeta, että kuormitus vaikuttaa negatiivisesti tasapainon hallintaan (2, 4, 5 & 9). Keholle ylimääräiseksi kuormitukseksi voidaan lukea myös päälle puettava paino. Tutkimuksen 2 mukaan palomiesvarustus (24,5kg) vaikuttaa niin staattiseen kuin dynaamiseenkin tasapainon hallintaan negatiivisesti. Tutkimus 2 myös osoitti selvän korrelaation kehonpainon ja lisävarustuksen suhteen välillä tasapainon hallintakyvyssä. Lyhyt, mutta maksimaalinen kuormitus vaikuttaa negatiivisesti tasapainon ylläpitoon, mikä voi lisätä riskiä urheiluvammoille (4). Lyhyen maksimaalisen kuormituksen voidaan tutkimuksen 4 mukaan katsoa kuitenkin vaikuttavan tasapainon hallintaan 20 minuuttia kuormituksen jälkeen, jonka kuluttua tasapainon hallintakyky palautuu samalle tasolle kuin ennen kuormitusta. Toisaalta tutkimuksien 5 ja 9 nojalla voidaan todeta myös pitkäkestoisen jatkuvan kuormituksen heikentävän staattista tasapainon hallintaa yhdistettynä univajeeseen. Erikoisuutena tutkimuksien erittäin pitkäkestoisissa kuormitusjaksoissa tasapainon hallintaan löydettiin tuloksien kaksivaiheisuus. Tällä tarkoitetaan sitä, että tietyn kuormitusajan jälkeen tasapainonhallinta ei enää heikkene, vaan kehon kompensaatiomekanismit alkavat toimimaan tasapainon hallintaa parantavalla tavalla.

## 7.6 Johtopäätökset

Kirjallisuuskatsauksen tulosten yhteenvedon esittäminen on muodostettu tutkimuskysymyksiin vastaten. Esille nousi, että 16 tunnin univajeen jälkeen pystyasennon hallinta alkaa heikkene- mään. Fyysisen kuormituksen vaikutus tasapainolle oli huomattavissa pitkäkestoisessa juoksu- suorituksessa sekä lyhytaikaisessa maksimaalisessa fyysisessä kuormituksessa. Johtopäätökset siis olivat:

- Univaje vaikuttaa negatiivisesti tasapainon hallintaan
- Kuormitus vaikuttaa negatiivisesti tasapainon hallintaan
- Univajeen vaikutus tasapainon hallintaan on yhden tutkimuksen mukaan lievä

## 8 Tasapaino univajeen ja fyysisen kuormituksen vaikutuksen alaisena - opas

Yhteistyökumppanille tuotettiin kirjallisuuskatsauksen tuloksista kertova opas. Opas suunnat- tiin viranomaistahoille ja vaativien töiden tekijöille, jotka tarvitsevat päivittäisessä työssään hyvää tasapainon hallintaa.

Oppaan pääkohderyhmän voidaan katsoa koostuvan sotilaista, poliiseista, rajavartiostoista, pa- lomiehistä ja ensihoitajista. Oppaan tuomaa tietoa haluttiin kuitenkin suunnata myös erityi- sen vaativien ja tasapainoriippuvaisten töiden tekijöille. Jälkimmäisistä hyviä esimerkkejä ovat kirurgit, lentäjät ja urheilijat. Kaikissa nimetyissä ammateissa vaaditaan hyvää fyysistä kuntoa ja tasapainon hallintaa. Näissä ammateissa työskennellään usein myös vuorotyössä, jossa tapahtuu enemmän työtaturmia kuin päivävuoroja sisältävässä työssä (Työterveyslai- tos 2022; Härmä, Hublin & Puttonen 2019). Tasapainon menetys näissä tehtävissä voikin joh- taa työntekijän omaan tai mahdollisten sivullisten loukkaantumiseen. Oppaan avulla halutaan tuoda esiin tietoa aiheesta ja esitellä tärkeimpiä keinoja, joilla voidaan estää tasapainon me- netyksestä johtuvia loukkaantumisia ja vaaratilanteita.

Oppaan kirjoittamisvaiheessa oltiin yhteydessä yhteistyökumppaniin. Tapaamisissa käytiin suunnittelevaa keskustelua oppaan ulkoasusta ja tyylistä. Erityisesti keskityttiin tekstin ym- märrettävyyteen ja tärkeiksi koettujen asioiden esille nostamiseen. Oppaan avulla pyritään tuomaan esille käytännönläheisiä matalan kynnyksen keinoja, joita pystytään soveltamaan työelämässä.

Yhteistyökumppanin palaute oppaasta oli pääosin positiivista. Kannustavat huomiot liittyivät ulkoasun miellyttävyyteen ja selkeyteen. Aihepiiriin laaja-alainen tietopohja oli saatu tiivistet- tyä riittävän napakaksi kokonaisuudeksi, jonka kautta kohderyhmä pystyy tutustumaan aihee- seen. Yksittäisten sanamuotojen pohdintaan kiinnitettiin huomiota, jotta ulosanti olisi tar- peeksi selkeää kohderyhmän näkökulmasta.



## 8.1 Tasapainoon positiivisesti vaikuttavia tekijöitä

Tasapainoa haastaviin tekijöihin voidaan ja tulisi pyrkiä vaikuttamaan. Tärkein keino tasapainon hallinnan ylläpidossa ja kehittämässä on tasapainoharjoittelu (Lesinski, Hortobagyi, Muehlbauer, Gollhofer & Granacher 2015; Zech, Hübscher, Vogt, Banzer, Hänsel, & Pfeifer 2010). Tasapainoharjoittelun lisäksi univajeen synnyn syyhyn tulisi kiinnittää huomiota, mikäli tasapainon hallintaan halutaan vaikuttaa positiivisesti. Vuorotyötä ja epäsäännöllisiä työaikoja noudattavien tulisi siis huomioida arjessaan kokonaispalautuminen. Tämä tarkoittaa riittävän pitkää yhtäjaksoista yöunta ja unen kokonaismäärän seuranta. Kokonaismäärästä voidaan huolehtia esimerkiksi päiväunien avulla.

Edellä on kuvattu, että tasapaino koostuu näön, asentotunnon ja vestibulaarijärjestelmän yhteistoiminnasta. Tasapainon ylläpitoon vaikuttaa kuitenkin myös muita tekijöitä, kuten tässä työssä tutkittujen univajeen ja fyysisen kuormituksen rooli. Tämän lisäksi kognitiiviset toiminnot ja usean toiminnon samanaikainen suorittaminen voivat haastaa tasapainon hallintaa. Hyvän kognitiivisen toimintakyvyn on todistettu parantavan merkittävästi tasapainon hallintaa (Tirkkonen 2015, 28). Useamman samanaikaisen toiminnon suorittamisen käyttäminen tasapainoharjoittelussa kehittää myös kognitio-motorista hallintaa ja parantaa pystyasennon hallintaa (Ghai, Ghai & Effenberg 2017). Kognitiivisten tehtävien sisällyttäminen osaksi tasapainoharjoittelua on siis suotavaa. Kognitioon ja vireystilaan voidaan vaikuttaa myös hengitysharjoittelun avulla. Palleahengitysharjoittelun on todettu vaikuttavan positiivisesti tarkkaavaisuuteen ja laskevan kortisolitasoja (Ma, Yue, Gong, Zhang, Duan, Shi, Wei & Li 2017). Vireystilaan voidaan pyrkiä vaikuttamaan lisäksi kirkasvaloaltistuksella. Valoaltistus vaikuttaa positiivisesti subjektiiviseen tarkkaavaisuuteen päivä- ja yöaikaan toteutettuna (Mu, Huang, Zhu, Hu, So, Ren & Tao 2022.) Kofeiinilla, esimerkiksi kahvin muodossa, pystytään parantamaan pystyasennon hallintaa ja vireystilaa lyhytaikaisesti nuorilla terveillä henkilöillä. Çıldırın, Altinin & Aksoyn (2021) tekemässä tutkimuksessa verrattiin kahta eri ryhmää. Toiselle ryhmistä annettiin kaksi kuppia kofeiinipitoista kahvia (300-350 mg kofeiinia) ja toiselle kofeiinitonta kahvia. Tutkimuksessa saatiin selville, että kofeiinilla, oli tilastollisesti merkittävä positiivinen vaikutus tasapainon hallintaan verrattuna verrokkiryhmään. (Çıldır, Altin & Aksoy 2021.)

## 9 Opinnäytetyöprosessi

Opinnäytetyön tutkittavaksi aiheeksi valikoitui tasapaino tutkivan ryhmän yhteisen kiinnostuksen vuoksi. Tasapainon ja sen puutteiden merkitys arkielämään suuresti vaikuttavana tekijänä ohjasi tutkimaan yleisiä osatekijöitä, jotka usein mielletään tasapainoa heikentäviksi. Aiheen tärkeyden vuoksi halusimme kartoittaa jo olemassa olevaa tietoa, ja tästä syystä tutkittavasta aiheesta toteutettiin kuvaileva kirjallisuuskatsaus.

Työn ja aiheen kartoituksen suunnittelu aloitettiin kesällä 2021. Saman vuoden syksyn aikana avattiin työn keskeinen käsitteistö ja kartoitettiin teoriapohjaa opinnäytetyötä varten. Kirjallisuuskatsauksen toteuttamisesta päätettiin helmikuussa 2022. Tiedonhaku toteutettiin huhtikuussa ja tuloksien tiivistäminen sekä pohdinta suoritettiin saman kuukauden aikana. Opinnäytetyön tekstikappaleiden hiominen ja lopullisen oppaan muotoilu yhteistyökumppanille toteutettiin toukokuun 2022 aikana. Tutkittavan aiheen parissa vietetty vuosi antoi aikaa perehtyä aiheeseen syvällisemmin ja useita kertoja eri näkökulmista lähestyen.

Opinnäytetyöprosessiin kuuluu myös itsearvioinnin suorittaminen. Työryhmän sisällä ollaan yhtä mieltä siitä, että tutkittavan aiheen kartoittaminen pystyttiin saattamaan loppuun ammattimaisesti. Arviota työn laadusta tehtiin myös opinnäytetyöprosessin aikana. Väliarviot keskittyivät erityisesti selvien rajapyykkien, kuten suunnitelman, tiedonhaun ja viimeistelyn yhteyteen. Itsearvioinnin kautta kehityskohteina koettiin erityisesti oppaaseen ja työn asetelmiin liittyviä tekijöitä. Kirjallisuuskatsauksen pohjalta oli haastavaa luoda konkreettisia keinoja tasapainon kehittämiseen. Tämän osalta suunnittelua ja tavoitteiden arviointia olisi täytynyt tehdä laaja-alaisemmin. Opasta olisi voitu suunnata myös ammattispesifimmin, mutta toisaalta siinä tapauksessa kohderyhmää olisi jouduttu rajaamaan.

Opinnäytetyön suunnitteluvaiheessa saimme tietää, että yhteistyökumppanillamme Aionella oli ollut tarkoituksena kartoittaa samaa aihepiiriä tarkemmin. Juuri tästä syystä yhteistyön ja toiminnallisen lopputyön tarjoaminen informaation muodossa Aionelle oli molempia osapuolia hyödyttävä kumppanuus. Aionen perustaja ja omistaja Matti Vartiainen ohjasi ja avusti meitä matkan varrella. Haluamme kiittää yhteistyökumppaniamme saamastamme tuesta.

## 9.1 Pohdinta

Pohdintakappaleissa on tarkoitus käydä läpi erikseen tulosten pohdintaa, eettisyyden ja luotettavuuden toteutumista sekä jatkotutkimusehdotuksia aiheesta. Tällä tavoin pohdinta on jaoteltu selkeästi ja auttaa siten lukijaa arvioimaan työn luotettavuutta.

## 9.2 Tulosten pohdinta

Loimme hypoteesit aiheen ja vaikuttavien tekijöiden vaikutuksista tasapainoon. Nämä hypoteesit toteutuivat kirjallisuuskatsauksen tuloksissa. Alkuperäinen hypoteesi siitä, että tasapaino heikentyy, oli siis selvästi nähtävissä tutkimusten tuloksissa. Kaikki sisään otetut tutkimukset (Taulukko 3) antoivat samansuuntaisen tuloksen siitä, että kuormitus ja univaje molemmat vaikuttavat negatiivisesti tasapainoon. Vaikka kirjallisuuskatsauksen haku keskittyi univajeen ja fyysisen kuormituksen vaikutuksiin tasapainon hallinnalle, on pohdinnassa kuitenkin tarkasteltava kuormitusta laajemmin biopsykofyysisestä näkökulmasta. Selvää on, että mieli ja keho eivät ole irrallisia tekijöitä, vaan ovat yhteydessä toisiinsa.

Voidaankin pohtia, onko pelkästään fyysisen kuormituksen vaikutuksia tasapainolle edes mahdollista tutkia, sillä tasapainon hallinta on aina prosessi, johon vaikuttaa useampi tekijä hermosto-, nivel- ja lihastasolla. Tasapainon hallinta vaatii siis aina useampaa järjestelmää, joita pyritäänkin erittelemään eliminoimalla jokin järjestelmästä, kuten näkö tai asentotunto. Tällöin saadaan tarkempia viitteitä siitä, missä järjestelmässä vaikutukset näkyvät. Kuten Sirois-Leclerc, Remaud & Bilodeau (2017) toteavat tutkimuksessaan, että pystyasennon hallinta ei ole automaattinen prosessi, vaan se vaatii tietyn määrän keskittymistä, kun haastavuus lisääntyy. Songin, Amimoton & Meidianin tutkimuksessa (2021) on huomattu toissijaisen kognitiivisen tai motorisen tehtävän heikentävän mahdollisesti suorituskykyä, asennon hallintaa tai kävelyn laatua ensisijaisen tehtävän aikana. Näiden tutkimusten perusteella voidaan siis sanoa, että tasapainoa tutkiessa ja mitatessa koostuu se aina useammasta kuin yhdestä tehtävästä. Se taas kuormittaa kehoamme ja mieltämme kokonaisvaltaisesti. Tämän lisäksi voidaan olettaa, että yksilön fyysisten ominaisuuksien ja voimavarojen tasolla on vaikutusta tasapainon hallintaan univajeen ja kuormituksen alaisena. Esimerkiksi ammattiurheilijan tasapaino ei todennäköisesti heikkene yhtä paljon suhteessa ei-urheilijaan näiden vaikutusten alaisena.

Stressin tiedetään vaikuttavan yksilön suorituskykyyn (Mattila 2022). Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa (Taulukko 3) tätä ei ollut huomioitu mitenkään, mutta se on silti voinut toimia vaikuttavana tekijänä tutkimusten tuloksiin.

Tuloksia pohtiessa on otettava huomioon se, että tässä kirjallisuuskatsauksessa ei keskitytty tutkimaan kaikkia niitä tekijöitä, jotka toimivat potentiaalisina tekijöinä jatkotutkimuksen

näkökulmasta. Tässä tutkimuksessa ei siis huomioitu sitä, miten palautuminen, unenlaatu sekä unenmäärä vaikuttavat tasapainoon. Tästä hyvänä esimerkkinä ultramaraton juoksu, jonka aikana nukutaan hyvin vähän ja myös muilla tavoin rasitetaan kehoa sekä mieltä. Onkin hyvä muistaa, että pyrimme tarkastelemaan kuormitusta rasituksen sijaan. Toisaalta tämä asettaa myös omat haasteensa tutkimukselle, koska on hyvin vaikeaa erotella kuormituksen ja rasituksen eroa. Tässä täytyy huomioida yksilöllisyys. Toiselle testattavalle 20 h univaje voi vastata rasitusta, kun toiselle se on kuormitusta.

Huomioitava tekijä on se, että kaikissa tutkimuksissa (Taulukko 3) mitattiin huojuntaa. Tämä toimii luotettavuuden lisääjänä. Tärkeää on kuitenkin nostaa esille se, että mittaukset toteutettiin eri yritysten valmistamilla huojuntamittareilla. Mittauksien osalta jäi mietityttämään se, että kellonajan vaikutusta ei huomioitu suurimmassa osassa toteutetuista tutkimuksista. Tätä täytyy pohtia sen vuoksi, että niiden tutkimusten perusteella, joissa oli huomioitu kellonaika, saatiin ristiriitaista tietoa kellonajan vaikutuksesta tasapainoon (Martin, ym. 2018; Bougard, ym. 2010).

Näiden asioiden lisäksi on myös hyvä pohtia sitä, että yhden tutkimuksen perusteella univajeen vaikutukset näyttävät vaikuttavan enemmän miespuolisten henkilöiden tasapainoon, kuin naisten (Olpinska-Lischka ym. 2021). Tämä nostetaan esiin sen takia, että jokaisessa tutkimuksessa oli selvästi enemmän miespuolisia osallistujia, kuin naispuolisia, mikä voi vaikuttaa tutkimustuloksiin. Onkin mielenkiintoista pohtia, johtuuko naisten parempi tasapainon hallinta univajeen alaisena lähtökohtaisesti paremmasta tasapainokyvystä. Tätä tekijää puoltaa se, että tytöillä katsotaan olevan nuoresta lähtien useammin tasapainotaitoja kehittäviä harastuksia (Kalaja & Kalaja 2022, 29).

Tasapainon mittaaminen voisi toimia toimintakyvyn osoittajana henkilön ollessa univajeen tai liiallisen kuormituksen alaisena. Tällä tavoin pystyttäisiin todennäköisesti estämään työtapa-turmia, loukkaantumisia ja sivullisvahinkoja. Tasapainosidonnaisissa ammateissa kuten kirur-geilla ja poliiseilla tulisi ennen työsuoritusta pystyä mittaamaan sen hetkistä elimistön kuor-mitustilaa tasapainon kautta.

On paljon asioita, joita pitäisi pyrkiä kontrolloimaan, jos mietitään täydellisen tutkimuksen tekemistä. Tämä on periaatteessa täysi mahdottomuus. Saamiemme tulosten perusteella voidaan kuitenkin todeta univajeella ja kuormituksella, jotka pitävät sisällään fyysisen sekä psyykkisen puolen, olevan selvä negatiivinen vaikutus tasapainoon. Tämä todettiin jokaisessa tutkimuksessa. Silti tarkat mekanismit näiden taustalla ovat vielä epäselvät ja vaativat lisä-tutkimuksia.

### 9.3 Eettisyys ja luotettavuus

Suomessa tutkimuseettiikka käsitteenä pitää sisällään kaikki tutkimuksen ja tieteen alle mahtuvat eettiset näkökulmat ja arvioinnit. Tutkimuseettiikka on yhtä kuin tutkijan ammattietikka. Luotettavan ja uskottavia tuloksia takaavan tutkimuksen kivijalka rakentuu toimimisesta näiden hyvän tieteellisen käytännön edellyttämien ohjeiden mukaisesti. Nämä pelisäännöt antavat tutkijalle suuntaviivat tutkimusprosessin laadukkaaseen läpivientiin suhteessa niin kollegoihin, tutkimuksen kohteeseen, mahdollisiin rahoittajiin, toimeksiantajiin kuin isoon yleisöönkin. Nuo säännöt muodostuvat eettisistä periaatteista, kuten normeista, arvoista ja hyveistä. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.; Vilka 2014.) Keskeisiä periaatteita ovat muun muassa rehellisyys, tarkkuus ja huolellisuus kaikissa tutkimusprosessin vaiheissa, tutkimusprosessiin liittyvien säädösten noudattaminen, viestinnän avoimuus ja vastuullisuus sekä esteettömyydestä huolehtiminen, aiempien tutkijoiden ja tutkimusten kunnioitus sekä tiedottaminen ja raportointi mahdollisista tutkimukseen osallistuneista sidonnaisryhmistä tai rahoittajista (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012).

Koska alkuun lähtökohtamme oli tehdä määrällinen tutkimus, jossa tiesimme siihen sitoutuneen kumppanimme kykenevän antamaan meille hyvin tarkat ja rajalliset mittausajankohdat, ymmärsimme onnistumisen vaativan meiltä tarkkaa ja huolellista valmistautumista. Otimmekin jo hyvissä ajoin kaiken muun tutkimustyöhön liittyvän ohella selvää eettisyyden ja luotettavuuden kulmakivistä. Suunnitelmien muutosten vuoksi pitkittyneen opinnäytetyöprosessin aikana ryhmälle oli kertynyt huomattava määrä kokemusta ja tietotaitoa aiheesta, mikä lisäsi luotettavuutta. Pystyimmekin peilaamaan aiempaan yhteistyöhömmä ja entisestään kehittämään ryhmämme toimintaa, josta oli suuri hyöty kirjallisuuskatsausprosessin etukäteismietinnässä ja huolellisessa suunnittelussa. Oma ammatillinen ymmärryksemme ja näkemyksemme tutkittavasta aiheesta oli myös kolmannen vuoden opiskelijoina työn edellyttämällä tasolla taaten luotettavuuden.

Opinnäytetyömuodon vaihtumisen johdosta meidän tuli ottaa selvää kirjallisuuskatsauksen eri vaiheista ja ylipäänsä koko prosessista kirjallisuuden muodossa, samalla kirjatien ylös suuntaviivoja prosessiamme varten. Eri vaiheiden ymmärtämisen ja luotujen suuntaviivojen avulla pystyimme itse palaamaan ja tarkastelemaan prosessin kulkua ja siihen liittyvää aineistoa kriittisesti. Pystyimme myös kuvaamaan prosessimme järjestelmälliseksi ja selkeäksi kokonaisuudeksi lukijoiden luettavaksi ja arvioitavaksi. Osallistuimme lisäksi varhaisessa vaiheessa tiedonhankinnan työpajaan, jossa ryhmämme sai tiedonhankinnan suorittamisen ohella tietoa kirjallisuuskatsausprosessista isossa kuvassa, mikä lisäsi ryhmämme osaamista ja työmme luotettavuutta.

Suorittamamme tutkimustyön kannalta ryhmämme kolmen hengen koko toimi tutkimuksen kannalta tärkeässä tiedonhaun vaiheessa luotettavuutta kasvattavana tekijänä, koska on

todettu yhden tutkijan työnjäljen olevan epätarkempaa (Stolt ym. 2015, 83). Tiedonhaku varten onnistuimme supistamaan tutkimusongelman riittävän pieneksi, jotta kerättävä tutkimustieto saatiin vastaamaan ongelmaan. Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku ja lopullinen valinta tehtiin yhdessä. Aineiston rajaus tehtiin erillään toisistamme, mutta sitä varten olimme luoneet erittäin tarkasti määritetyt sisään- ja ulosottokriteerit. Aineistoa etsiessämme käytimme luotettavina pidettyjä tietokantoja ja rajasimme haun mahdollisimman tuoreeseen tutkittuun tietoon. On todettava, että myös oleellisia tutkimuksia on varmasti jäänyt kirjallisuuskatsauksen ulkopuolelle kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tarkkuuden ollessa heikompi verrattuna systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Salminen (2011, 6) toteaa, että kuvaileva kirjallisuuskatsaus on tekijäystävällisempi, koska siinä ei ole tarkkoja reunaehtoja.

Olemme avanneet suorittamaamme tiedonhaun prosessia avoimesti ja rehellisesti, tuoden esille selkeästi myös kirjallisuuskatsauksessa käyttämämme tutkimukset. Raportoinnissa on avoimuuden lisäksi kiinnitetty huomiota esteettömyyteen sekä aiempien tutkijoiden asianmukaiseen huomiointiin lähdemerkintöjen muodossa. Tekstin ohella esteettömyyttä ja helppolukuisuutta olemme pyrkineet lisäämään taulukoilla ja kuvilla.

#### 9.4 Jatkotutkimus ja kehittämisideat

Toteutettu toiminnallinen yhteistyö työelämäkumppanin kanssa luo jatkoedellytyksiä aiheen tarkemmalle tutkimukselle. Aiheen pohjalta olisi hyödyllistä luoda tunnistamismenetelmiä työikäisten työ- ja toimintakyvyn arviointiin. Tutkimustyö tulisi aina kohdentaa tutkittavan kohderyhmän mukaisesti ja vaikuttavia tekijöitä (univaje ja kuormitus) tulisi yhdistää ja erottaa tulevilla tutkimuksilla. Tulevilla tutkimuksilla palautumisen merkitys tulee myös ottaa huomioon ja sitä tulisi pystyä mittaamaan yhtenä osatekijänä. Seuraavissa tutkimuksissa tasapainotekijöiden (vestibulaari-, näkö- ja asentotuntoaistien) erottelu tutkimuskysymysten pohjalta olisi suotavaa.

## 10 Lähteet

### Painetut

Kalaja, S. & Kalaja, T. 2022. Kehonhallinta - Liikuntataitojen oppiminen ja harjoittelu. 1. painos. Keuruu: Otava.

Kauranen, K. 2019. Fysioterapeutin käsikirja. 1-3. painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Kauranen, K. 2017. Fysioterapeutin käsikirja. 1. painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Sand, O., Sjaastad, O., Haug, E., Bjålie, J. & Toverud, K. 2016. Ihminen - fysiologia ja anatomia. 8.-13. painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Sandström, M., Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen - aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Lahti: VK-kustannus.

Soinila, S. & Kaste, M. 2015. Neurologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. 2015. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turku: Juvenes Print.

Vilka, H. & Airaksinen, A. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino.

Vilka, H. 2015. Tutki ja kehitä. 4. painos Juva: Bookwell.

### Sähköiset

American Psychological Association. 2022. APA Dictionary of Psychology. Cognition. Viitattu 10.5.2022. <https://dictionary.apa.org/cognition>

Batuk, IT., Batuk, MO. & Aksoy, S. 2020. Evaluation of the postural balance and visual perception in young adults with acute sleep deprivation. Journal of Vestibular Research. 2020;30(6): 383-391. Viitattu 4.4.2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33285660/>

Bolin, DJ. 2019. Sleep Deprivation and Its Contribution to Mood and Performance Deterioration in College Athletes. American College of Sports Medicine. 2019 Aug; 18(8): 305-310. Viitattu 7.2.2022. [https://journals.lww.com/acsm-csmr/Fulltext/2019/08000/Sleep\\_Deprivation\\_and\\_Its\\_Contribution\\_to\\_Mood\\_and.7.aspx](https://journals.lww.com/acsm-csmr/Fulltext/2019/08000/Sleep_Deprivation_and_Its_Contribution_to_Mood_and.7.aspx)

- Bougard, C., Lepelley, M-C. & Davenne, D. 2011. The influences of time-of-day and sleep deprivation on postural control. 2011 Mar;209(1): 109-15. Viitattu 5.4.2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21188358/>
- Carley, D. & Farabi, S. 2016. Physiology of Sleep. Diabetes Spectr. 2016 Feb; 29(1): 5-9. Viitattu 24.1.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4755451/#:~:text=During%20a%20normal%20night%2C%20the,the%20rest%20of%20the%20night>
- Cheng, KB. & Yeh, CK. 2015. A unified approach for revealing multiple balance recovery strategies. Human Movement Science. 2015 Dec; 44:307-16. Viitattu 5.2.2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26519905/>
- Cheng, S., Ma, J., Sun, J., Wang, J., Xiao, X., Wang, Y. & Hu, W. 2018. Differences in sensory reweighting due to loss of visual and proprioceptive cues in postural stability support among sleep-deprived cadet pilots. Gait & Posture Volume 63, June 2018, Pages 97-103. Viitattu 11.4.2022. <https://www.sciencedirect-com.nelli.laurea.fi/science/article/pii/S0966636218304430>
- Çıldır, B., Altın, B. & Aksoy, S. 2021. Caffeine Enhances the Balance System and Postural Balance in Short Time in Healthy Individuals. Turk Arch Otorhinolaryngol. 2021 Dec; 59(4): 253-260. Viitattu 15.5.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8864202/>
- Degache, F., Serain, E., Vernillo, G., Meyer, F., Falbriard, M., Savoldelli, A., Guex, K. & Millet, G. 2019. Postural control follows a bi-phasic alteration pattern during mountain ultra-marathon. Pubmed central. Viitattu 8.4.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6346676/>
- Degache, F., Van Zaen, J., Oehen, L., Guex, K., Trabucchi, P. & Millet, G. 2014. Alterations in postural control during the world's most challenging mountain ultra-marathon. Pubmed central. Viitattu 9.4.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3897373/>
- Ferlinc, A., Fabiani, E., Velnar, T. & Gradisnik, L. 2019. The Importance and Role of Proprioception in the Elderly: a Short Review. 2019 Sep; 31(3): 219-221. Viitattu 4.2.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6853739/>
- Forsman, P., Pyykkö, I., Toppila, E. & Haeggström, E. 2014. Feasibility of force platform based roadside drowsiness screening - A pilot study. Accident Analysis & Prevention. 2014 Jan; 62: 186-90. Viitattu 7.2.2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24172085/>
- Ghai, S., Ghai, I. & Effenberg, A. 2017. Effects of dual tasks and dual-task training on postural stability: a systematic review and meta-analysis. Pubmed central. Viitattu 10.5.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5367902/>



Heil, J., Schulte, S. & Büsch, D. 2020. The influence of physical load on dynamic postural control—A systematic replication study. Pubmed central. Viitattu 8.4.2022.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7804868/>

Henry, M. & Baudry, S. 2019. Age-related changes in leg proprioception: implications for postural control. Control of Movement. American physiological society. 2019 Aug 1; 122(2): 525-538. Viitattu 5.2.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6734411/>

Hillier, S., Immink, M. & Thewlis, D. 2015. Assessing Proprioception: A systematic Review of Possibilities. Neurorehabilitation and Neural Repair. 2015 Nov-Dec; 29(10): 933-49. Viitattu 4.2.2022. [https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968315573055?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori:rid:crossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%20%20pubmed](https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968315573055?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed)

Horak, FB., Henry, SM. & Shumway-Cook, A. 1997. Postural Perturbations: New Insights for Treatment of Balance Disorders. Physical Therapy. 1997 May; 77(5): 517-33. Viitattu 5.2.2022. <https://academic.oup.com/ptj/article/77/5/517/2633187>

Härmä, M., Hublin, C. & Puttonen, S. 2019. Miten yötyö vaikuttaa terveyteen? Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim, 135 (1). Viitattu 16.1.2022. [Miten yötyö vaikuttaa terveyteen? \(duodecimlehti.fi\)](https://www.duodecimlehti.fi)

Kaatumisten ja kaatumisvammojen ehkäisyn fysioterapiasuositus. Hyvä fysioterapiakäytäntö. Suomen Fysioterapeutit ry:n asettama työryhmä. 2017. Viitattu 26.4.2022. [https://www.terveysportti.fi/dtk/sfs/avaa?p\\_artikkeli=sfs00003](https://www.terveysportti.fi/dtk/sfs/avaa?p_artikkeli=sfs00003)

Kollock, R., Thomas, J., Hale, D., Sanders, G., Long, A., Dawes, J. & Peveler, W. 2021. The effects of firefighter equipment and gear on the static and dynamic postural stability of fire cadets. Science direct. Viitattu 9.4.2022. <https://www.sciencedirect-com.nelli.laurea.fi/science/article/pii/S0966636221002277>

Lauenroth, A., Loannidis, E, A. & Teichmann, B. 2016. Influence of combined physical and cognitive training on cognition: a systematic review. BMC Geriatrics. 2016; 16: 141. Viitattu 10.5.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4950255/>

Lesinski, M., Hortobagyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A. & Granacher, U. 2015. Effects of balance training on balance performance in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. Pubmed central. Viitattu 10.5.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4656699/>

Lindberg, S. 2019. Psychological Stress. Healthline. Viitattu 7.4.2022. <https://www.healthline.com/health/psychological-stress>

López de Nava, A., Somani, A. & Salini, B. 2022. Physiology, Vision. StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Viitattu 21.1.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538493/>

Ma, X., Yue, Z-Q., Gong, Z-H., Zhang, H., Duan, N-Y., Shi, Y-T., Wei, G-X. & Li, Y-F. 2017. The effect of diaphragmatic breathing on attention, negative affect and stress in healthy adults. Pubmed central. Viitattu 11.5.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5455070/>

Martin, T., Gauthier, A., Ying, Z., Benguigui, N., Moussay, S., Bulla, J., Davenne, D. & Bessot, N. 2018. Effect of sleep deprivation on diurnal variation of vertical perception and postural control. Journal of applied physiology. American physiological society. 2018 Jul 1;125(1): 167-174. Viitattu 4.4.2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29543136/>

Mattila, A. 2022. Stressi. Duodecim. Viitattu 7.4.2022. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00976>

MIT libraries. 2022. Database Search Tips: Boolean operators. Viitattu 19.4.2022. <https://libguides.mit.edu/c.php?g=175963&p=1158594>

Montesinos, L., Castaldo, R., Cappuccio, FP. & Pecchia, L. 2018. Day-to day variations in sleep quality affect standing balance in healthy adults. Scientific Reports. 2018 Nov 30;8(1):17504. Viitattu 7.2.2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30504839/>

Mu, Y-M., Huang, X-D., Zhu, S., Hu, Z-F., So, K-F., Ren, C-R. & Tao, Q. 2022. Alerting effects of light in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. Pubmed central. Viitattu 11.5.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8848614/>

Olpinska-Lischka, M., Kujawa, K. & Maciaszek, J. 2021. Differences in the Effect of Sleep Deprivation on the Postural Stability among Men and Women. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2021 Apr 5;18(7): 3796. Viitattu 5.4.2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33916500/>

Partonen, T. 2019. Sisäinen kello säätää terveyttä. Suomen lääkärilehti 2019, 74: 2221-2225. Viitattu 17.1.2022. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/141617/SLL402019-2221.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Partonen, T. 2017. Univelka johtaa terveysvaaroihin. Duodecim. Viitattu 16.1.2022. <https://www.terveyskirjasto.fi/lis00205>

Patel, M., Gomes, S., Berg, S., Almladh, P., Lindblad, J., Petersen, H., Magnusson, M., Johansson, R. & Fransson, PA. 2008. Effects of 24-h and 36-h sleep deprivation on human postural control and adaptation. 2008 Feb; 185(2): 165-73. Viitattu 7.2.2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17932662/>

Polanen, V. & Davare, M. 2015. Interactions between dorsal and ventral streams for controlling skilled grasp. *Neuropsychologia*. 2015 Dec; 79(Pt B): 186-191. Viitattu 23.1.2022.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4678292/>

Proske, U. & Gandevia, SC. 2012. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological reviews*. American physiological society. 2012 Oct; 92(4): 1651-97. Viitattu 4.2.2022. [https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physrev.00048.2011?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physrev.00048.2011?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org)

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja halintotieteellisiin sovellutuksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Opetusjulkaisuja 62. Julkisjohtaminen 4. Viitattu 7.4.2022. [https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf)

Sirois-Leclerc, G., Remaud, A. & Bilodeau, M. 2017. Dynamic postural control and associated attentional demands in contemporary dancers versus non-dancers. *Plos One*. 2017; 12(3): e0173795. Viitattu 10.5.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5360244/>

Siu, KC., Huang, CK., Beacom, M., Bista, S. & Rautiainen, R. 2015. The Association of Sleep Loss and Balance Stability in Farmers. *Journal of Agromedicine*. 2015; 20(3):327-31. Viitattu 7.2.2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26237723/>

Song, y., Amimoto, K. & Meidian, A, C. 2021. The effect of a concomitant stroop task during sit-to-stand tasks on postural control. *Journal of Physical Therapy Science*. 2021 Dec; 33(12): 917-923. Viitattu 10.5.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8636917/>

Taheri, M. & Arabameri, E. 2012. The Effect of Sleep Deprivation on Choice Reaction Time and Anaerobic Power of College Student Athletes. *Asian Journal of Sport Medicine*. 2012 Mar; 3(1): 15-20. Viitattu 7.2.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3307962/>

Terveysten ja hyvinvoinnin laitos. 2022. ICF-luokitus. Viitattu 10.5.2022.

<https://thl.fi/fi/web/toimintakyky/icf-luokitus>

Tirkkonen, A. 2015. Kognitiivisen toimintakyvyn yhteys tasapainoon ja tasapainon varmuuteen lonkkamurtumasta toipuvilla iäkkäillä henkilöillä. Viitattu 10.5.2022.

<https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/46384/1/URN%3ANBN%3Afi%3Ajyu-201506222406.pdf>

Trés, E. & Brucki, S. 2014. Visuospatial processing: A review from basic to current concepts. *Dement Neuropsychol*. 2014 Apr-Jun; 8(2): 175-181. Viitattu 21.1.2022.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5619126/>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja. Helsinki. Viitattu 25.4.2022. [https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf)

Työterveyslaitos. 2022. Vuorotyö. Viitattu 11.5.2022. <https://www.ttl.fi/teemat/tyohyvinvointi-ja-tyokyky/tyoaika/vuorotyö>

Unettomuus. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Unitutkimusseura ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2020 (viitattu 16.1.2022). Saatavilla internetissä: <https://www.kaypahoito.fi/hoi50067#s27>

Vaara, J. P., Oksanen, H., Kyröläinen, H., Virravirta, M., Koski, H. & Finni, T. 2018. 60-Hour Sleep Deprivation Affects Submaximal but Not Maximal Physical Performance. *Frontiers in physiology*. 2018; 9: 1437. Viitattu 11.4.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6198717/>

Versteeg, CS., Ting, LH. & Allen, JL. 2016. Hip and ankle responses for reactive balance emerge from varying priorities to reduce effort and kinematic excursion: A simulation study. *Journal of Biomechanics*. 2016 Oct 3; 49(14): 3230-3237. Viitattu 5.2.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5074864/>

Vilkka, H. 2014. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Viitattu 25.4.2022. <http://hanna.vilkka.fi/wp-content/uploads/2014/02/Tutki-ja-mittaa.pdf>

Vitale, KC., Owens, R., Hopkins, SR. & Malhotra, A. 2019. Sleep Hygiene for Optimizing Recovery in Athletes: Review and Recommendations. *International Journal of Sports Medicine*. 2019 Aug; 40(8): 535-543. Viitattu 7.2.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6988893/>

Zech, A., Hübscher, M., Vogt, L., Banzer, W., Hänsel, F. & Pfeifer, K. 2010. Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. *Pubmed central*. Viitattu 10.5.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2902034/>

## Kuvat

Kuva 1: Keskeiset käsitteet .....	7
Kuva 2: Tasapainoelin (Paxton 2021) .....	9
Kuva 3: Aivojen toiminta unessa (Carley & Farabi 2016) .....	16
Kuva 4: Oranssi väri kuvaa REM unta (Carley & Farabi 2016).....	17

## Taulukot

Taulukko 1: Tietokantahaun tulokset .....	24
Taulukko 2: Sisään- ja poissulkukriteerit.....	25
Taulukko 3: Kirjallisuuskatsaukseen valittu aineisto .....	36
Taulukko 4: Kirjallisuuskatsauksen aineistojen numerointi.....	38

## Liitteet

Liite 1: Tasapaino univajeen ja kuormituksen vaikutuksen alaisena - opas .....	55
--	----

Liite 1: Tasapaino univajeen ja kuormituksen vaikutuksen alaisena - opas

# Tasapaino

univajeen ja fyysisen kuormituksen vaikutuksen alaisena

Pystyasennon hallintaan tarvitaan seuraavien saumatonta yhteistyötä

- Näköä
- Tuntoaistia
- Tasapainoelintä
- Aivoja

## Opas Kenelle?

Tämä opas on suunniteltu viranomaistahoja ja vaativien töiden tekijöitä varten. Opas tarjoaa tietoa sekä keinoja vaikuttaa vireystilan laskun ja kokonaisvaltaisen kuormituksen aiheuttamaan tasapainon heikkenemiseen. Sotilaat, poliisit, rajavartijat, palomiehet, ensihoitajat, urheilijat, lentäjät ja kirurgit altistuvat moninaisten tekijöiden vaikutuksille jokapäiväisessä työssään. Heikentynyt tasapaino näissä tehtävissä voi olla kohtalokasta työntekijälle itselleen tai mahdollisesti aiheuttaa vaaraa sekä haittaa sivullisille. Hyvä tasapainon hallinta vaikuttaa edesauttavasti myös kognitiivisten toimintojen hallitsemiseen näissä vaativissa työtehtävissä.

Tasapainoon vaikuttavat osa-alueet

- Fyysinen
- Psyykinen
- Kognitiivinen





## **Mitkä tekijät vaikuttavat tasapainoon?**

Tehty opinnäytetyö aiheesta osoittaa univajeen ja fyysisen kuormituksen vaikuttavan negatiivisesti tasapainoon.

Ilmi tulleita tekijöitä, jotka heikensivät tasapainoa olivat: vähintään 16 tunnin valvomisjakso, maksimaalinen fyysinen kuormitus (20 minuuttia kuormituksen jälkeen) ja päälle puettava ylimääräinen paino.

Kehon kompensatiomekanismit rajoittavat kuitenkin tasapainon heikentymistä erittäin pitkissä univaje- ja kuormitusjaksoissa.

## **Miten voi vaikuttaa?**

Tasapainoon voidaan vaikuttaa positiivisesti pitkän ja lyhyen aikavälin toimilla. Tasapainon hyvä ylläpito on taito siinä missä muutkin asiat.

Siksi monipuolisella tasapainoharjoittelulla voidaan kehittää tasapainoa. Myös vireystilalla on merkitystä tasapainoon. Vireystilaan vaikuttavat palautuminen sekä melatoniin ja adnosiinin määrä. Näihin voidaan pyrkiä vaikuttamaan unella, kirkasvaloaltistuksella ja kofeiinipitoisilla piristysaineilla. Seuraavana tarkempia ohjeita mainituista keinoista.

## Tasapainoharjoittelu

Tasapainoharjoittelu on merkittävin yksittäinen tekijä, jolla tasapainon hallintaan voidaan vaikuttaa positiivisesti.

Tasapainoharjoittelu voidaan jakaa kahteen kategoriaan: staattiseen harjoitteluun ja dynaamiseen harjoitteluun. Staattisessa harjoittelussa pyritään hallitsemaan kehoa erilaisissa haastavissa asennoissa, kuten jalat yhdessä, tandem-asennossa tai yhdellä jalalla seisten. Lisää haastetta voidaan tuoda sulkemalla silmät, liikuttamalla katsetta tai päätä. Dynaamisessa tasapainossa pyritään säilyttämään tasapaino liikkeen aikana. Dynaamisen tasapainon harjoitteita voivat olla esimerkiksi viivakävely, pallon heittäminen kädestä toiseen sekä erilaiset ja eri suuntaiset kurkotukset ja hyppyt. Tasapainoharjoittelun lisäksi tulisi pitää huolta riittävästä liikeradoista ja lihasvoimasta, mitkä tukevat osaltaan tasapainon hallintaa.

## Uni, valo ja kofeiini

Parempaan tasapainon hallintaan voidaan pyrkiä vaikuttamaan myös muilla tekijöillä. Tutkimuksien mukaan vireystilalla on yhteys tasapainoon, ja vireystilaan vaikuttaminen parantaakin tasapainoa. Tärkein tekijä vireystilan kannalta on riittävä ja laadukas uni. Riittävä unimäärä on yksilöllinen: aikuisilla 6-9 tuntia. Unen lisäksi valolla voidaan vaikuttaa vireystilaamme. Kirkasvaloaltistus vaikuttaakin melatoniin kautta positiivisesti vireystilan kasvuun riippumatta vuorokauden ajasta. Kofeiini toimii kehollemme piristeenä. Tutkimuksen mukaan kahdella kupilla kahvia saattaa olla positiivinen (300-350mg kofeiinia) vaikutus tasapainon hallintaan.