



**TURUN
YLIOPISTO**

Unen ja ravinnon vaikutus urheilijoiden suorituskykyyn

Anna Marttala

Biologia
LuK-tutkielma
Laajuus: 6 op

27.11.2025

Turku

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

Kandidaatintutkielma

Tutkinto-ohjelma, oppiaine: Biologia, fysiologia ja genetiikka

Tekijä: Anna Marttala

Otsikko: Unen ja ravinnon vaikutus urheilijoiden suorituskykyyn

Ohjaaja: Yliopistonlehtori Tiina Henttinen

Sivumäärä: 24 sivua

Päivämäärä: 27.11.2025

Tämä kirjallisuuskatsaus perehtyy unen ja ravinnon monipuolisiin yhteyksiin urheilijoiden suorituskyvyn taustalla. Käsittelen unen biologiaa, ja sen fysiologiaa, motorisia ja kognitiivisia vaikutuksia. Syvennyn tarkastelemaan, miten unenpuute, päiväunet, aikaerorasitus ja ravitseminen vaikuttavat urheilijoiden suorituskykyyn ja palautumiseen. Tutkielma kohdistuu erityisesti kilpaurheilijoihin, joilla on tiivis harjoitus- ja kilpailurytmi ja matkustus sekä fyysinen ja psyykinen kuormitus altistavat uni- ja vuorokausirytmien häiriöille.

Kirjallisuuskatsaus perustuu kansainvälisiin tutkimuksiin, joiden perusteella laadukas uni on välttämätöntä optimaaliselle suorituskyvyllä. Unen aikana hermosto ja lihaksisto palautuvat, hormonitoiminta normalisoituu ja harjoitteluvaste paranee, kun adaptaatio kudoksissa tehostuu. Tämä edistää motoristen taitojen kehittymistä, mielialaa, aineenvaihduntaa ja tukee elimistön kokonaisvaltaista homeostaasia. Ravinto joko edistää tai heikentää unen laatua, määrää ja palauttavaa vaikutusta. Ravinto, uni ja vuorokausirytmien ovat jatkuvasti yhteydessä toisiinsa, jolloin ne muodostavat yhtenäisen jaksamista säätelevän kokonaisuuden. Urheilijoilla tämän kokonaisuuden toiminnan hallinta ja optimointi on tärkeää huippusuorituskyvyn saavuttamiseksi.

Asiasanat: uni-valverytmi, kilpaurheilu, palautuminen

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	1
2	Uni	2
2.1	NREM-uni.....	3
2.2	REM-uni.....	4
3	Uni ja urheilu	6
3.1	Suorituskyky.....	6
3.2	Unenpuute	8
3.2.1	Osittainen univaje	9
3.2.2	Täydellinen unettomuus	10
3.3	Aikaerorasitus.....	12
3.4	Päiväunet	14
3.5	Vastustuskyky	15
4	Ravinto, uni ja suorituskyky	17
4.1	Ravitsemuksen merkitys.....	17
4.1.1	Ravintoaineet	17
4.1.2	Ravintolisät	18
4.2	Ravinnon yhteys uneen ja vuorokausirytmiiin	18
5	Yhteenveto	20
6	Lähteet	21

1 JOHDANTO

Uni on keskeinen biologinen prosessi, joka ylläpitää hermoston, immuunijärjestelmän ja aineenvaihdunnan tasapainoa. Uni mahdollistaa ja edistää palautumista fyysisestä ja kognitiivisesta kuormituksesta, jota päivän aikana kohdataan elämän eri osa-alueilla. Sirkadiaaninen rytmi ja homeostaattinen säätely ohjaavat unta ja sen eri vaiheita. Perusuni (engl. non-rapid eye movement, NREM) ja vilkeuni (engl. rapid eye movement, REM) vaihtelevat sykleittäin unen aikana, ja vaikuttavat esimerkiksi muistiin, motoriikkaan, hermoston aktiivisuuteen ja lihassolujen proteiinisynteesiin. Urheilijoilla unen merkitys korostuu, koska kehittävä harjoittelu ja parhaan suorituskyvyn saavuttaminen kilpailuihin edellyttää fysiologisten ja psykologisten toimintojen yhteistyötä ja palautumista.

Unella on tärkeä merkitys urheilusta palautumisessa, terveenä pysymisessä ja urheilijan optimaalisessa suorituskyvyssä. Unella on havaittu olevan suoria vaikutuksia esimerkiksi reaktio- ja keskittymiskykyyn, vastustuskykyyn, motoriseen oppimiseen, lihasten mikrovaurioiden korjautumiseen, metaboliaan, motivaatioon, mielialaan ja tunnetilojen säätelyyn. Unen monista positiivisista vaikutuksista huolimatta sitä ei arvosteta tarpeeksi urheilijoiden keskuudessa, ja monet urheilijat nukkuvat paljon vähemmän kuin mitä suositellaan. Tuntimäärällisesti vajaan unen lisäksi myös unen laatu on usein heikkoa. Harjoitusrytmi, matkustaminen, aikaerorasitus ja kilpailustressi heikentävät unenlaatua. Uni on merkittävä suorituskykyä rajoittavan tekijän etenkin huippu-urheilussa, jossa kaudet ja kisamatkat ovat pitkiä ja aikataulut tiukkoja.

Ravinto vaikuttaa vuorokausirytmiiin, uneen ja suorituskykyyn. Ravinnon laatu, määrä ja ruokarytmi säätelevät unenlaatua ja palautumista, mikä on tärkeää optimaalisen suorituskyvyn varmistamiseksi. Sirkadiaaninen rytmi ja hormonoiminta reagoivat nautitun ruoan ravintosisältöön, mikä vaikuttaa urheilijan vireystilaan. Siksi tietyillä ravintoaineilla on suositeltuja nauttimisaikoja, jotta niiden imeytyminen ja hyöty olisivat mahdollisimman tehokkaita elimistön luonnollisen rytmin kannalta. Jotkut elintarvikkeet, kuten kirsikat ja kiivit, vaikuttavat myös suoraan unenlaatuun.

Kandidaattitutkielmassani syvennyn unen ja ravinnon vaikutuksiin, mitkä säätelevät urheilijan palautumista ja suorituskykyä. Tämä kirjallisuuskatsaus perehtyy tarkemmin taustalla vaikuttaviin tekijöihin, mekanismeihin, vuorovaikutukseen ja harjoitusvasteeseen. Tavoitteena on ymmärtää kokonaisvaltaisesti erityisesti urheilijan unenlaatuun ja suorituskykyyn vaikuttavia tekijöitä.

2 UNI

Uni on elintärkeä biologinen tila, joka edistää ja ylläpitää hermoston, aineenvaihdunnan ja immuunijärjestelmän tasapainoa ja palautumista (Irwin, 2015). Uni vaikuttaa ihmisillä kognitiivisiin ja fyysisiin toimintoihin (Saper ym., 2006), sekä käyttäytymiseen ja immuunipuolustukseen (Irwin, 2015). Unen aikana tietoisuus, luustolihasen toiminta ja aineenvaihdunnan aktiivisuus laskevat (Zisapel, 2007). Unen eri vaiheet vaikuttavat yhdessä muistamiseen ja tiedon prosessointiin (Fullagar ym., 2015).

Ihmisen uni-valverytmiä ja unen laatua säätelee kaksi fysiologista ominaisuutta: sirkadiaaninen rytmi eli vuorokausirytmii ja unen tarpeen määrittelemisestä vastaava homeostaattinen säätely (Brown ym., 2013). Aivojen hypotalamuksessa sijaitseva suprakiasmaattinen tumake (engl. suprachiasmatic nucleus, SCN) toimii ihmisen sisäisenä kellona, joka ennakoii ympäristön valorytmiä ja tahdistaa muiden elinten fysiologista toimintaa (Welsh ym., 2010). Reilly ym. (2005) mukaan, suprakiasmaattisen tumakkeen toimintaa tahdistaa ulkoiset tekijät kuten ruokailu, liikunta, yleinen aktiivisuus, ympäristön lämpötila ja kirkas valo, jotka synkronoivat kelloa ja pitävät sen ajassa. SCN toimii kehon keskuskellona, joka tahdistaa sisäisiä fysiologisia rytmejä, mukaan lukien autonomisen hermoston aktiivisuuden vuorokausivaihtelut. Pimeässä SCN erittää melatoniinia eli unihormonia, jolla on kronobiologisia ominaisuuksia. Artikkelin mukaan melatoniini hidastaa kehon fysiologisia toimintoja ja laskee lämpötilaa, mikä helpottaa nukahtamista.

SCN säätelee myös unen eri vaiheita ja niiden ajoitusta (Brown ym., 2013). Uni jaetaan fysiologisten piirteiden ja muutosten mukaan vilkeuneen eli REM-uneen ja perusuneen eli NREM-uneen, jotka jaksottelevat unen aikana (Zisapel, 2007). Kaikki unen vaiheet muodostavat yhdessä noin 90 minuutin syklejä, joita esiintyy viidestä kuuteen kertaa yön aikana.

Aikuisten ihmisten tulisi suositusten mukaan nukkua 7–9 tuntia yössä. Uniajan keskiarvo on tutkimusten mukaan noin 7 tuntia ja 17 minuuttia. Työpäivinä se laskee suositusten alapuolelle hieman alle seitsemään tuntiin. Tiedetään, että esimerkiksi korkeakouluopiskelijoiden unen laatu on heikentynyt. Opiskelijat ja nuoret urheilijat kärsivät kroonisista uniongelmista ja nukkuvat yöllä jopa kaksi tuntia vähemmän kuin suositellaan, mikä heikentää sekä psykologista että fysiologista suorituskykyä (Willmer ym., 2023). Ilmiötä selittää teinien melatoniinitasojen luonnolliset muutokset sekä nykyaikaisten valaistus- ja näyttöteknologioiden yleistymisestä johtuva lisääntynyt altistuminen keinotekoiselle siniselle valolle. Suprakiasmaattisen tumakkeen tulkitsemat viestit ympäristön valoisuudesta ja vuorokaudenajasta häiriintyvät sinivalon vaikutuksesta, mistä seuraa sirkadiaanisen

rytmin viivästyminen, mikä puolestaan vaikuttaa käpylisäkkeen melatoniinituotantoon ja hormonasapainoon. (Fullagar ym., 2015.)

Unen eri vaiheita tutkitaan mittaamalla aivokuoren lihassolujen sähkökenttien aktiivisuutta (Brown ym., 2013). Mittauksia tehdään aivosähkökäyrätutkimuksella eli elektroencefalografialla (engl. electroencephalogram, EEG), joka mittaa aivojen jännitemuutoksia kallon ulkopuolelle asetetuilla elektrodeilla. Lihassähkökäyrällä eli elektromyografialla (engl. electromyography, EMG) puolestaan mitataan lihaksiin kiinnitettävillä elektrodeilla luurankolihassten aktiivisuutta ja hermottumista unen aikana. Lisäksi silmien liikkeitä kartoitetaan elektro-okulogrammilla (engl. electrooculogram, EOG). Siinä elektrodit asetetaan silmien liikkeistä vastaaviin lihaksiin tai niiden lähetyville. Näiden kolmen menetelmän tukena käytetään myös muita unipolygrafisia unitutkimuksia, joilla pystytään tarkastelemaan yksittäisiä aivoalueita tai neuronien hermottavaa toimintaa hyödyntäen syväaivoelektrodeja. Kaikilla unipolygrafisilla mittauksilla tutkitaan unen rakennetta, erilaisia vaiheita ja kerätään tietoa laatuun vaikuttavista tekijöistä.

2.1 NREM-uni

NREM-uni on unitila, jossa ihminen ei ole tietoinen ympäristöstään. Aivojen elektroditoiminta eli värähtelytaajuus vaihtelee sykleissä. Muutokset johtuvat nousevan retikulaarisen aktivaatiojärjestelmän (engl. ascending reticular activating system, ARAS) hermosolujen aktiivisuuden vähenemisestä vuorokausivaihtelun aikana. NREM unessa lihasjännitys on alempi kuin valvetilassa. NREM-uni jaetaan tarkemmin neljään eri vaiheeseen niiden ominaisuuksien perusteella: kevyemmät unen vaiheet N1 ja N2 sekä syvemmän unen vaiheet N3 ja N4. (Brown ym., 2013.)

Ensimmäisessä kevyen unen vaiheessa (N1) esiintyy theta-aaltoista värähtelyä (4–7 Hz) ja alfa-aaltojen heikentymistä (Partinen, 2019). Tätä kutsutaan myös torkeuneksi eli torkkumiseksi, sillä se sijoittuu unen ja valvetilan välille. Toisessa vaiheessa (N2) aivosähkökäyrämittauksissa havaitaan korkeataajuisia purkauksia eli unisukkuloita (7–15 Hz) ja niin sanottuja K-komplekseja, joissa nopeaa syvää negatiivista aaltoa seuraa positiivinen korkean amplitudin hidas aalto (Brown ym., 2013). N1- ja N2-tilat vuorottelevat elimistössä, mikä aktivoi hermosolujen toimintaa (Schönauer & Pöhlchen, 2018). Motorinen suorituskyky ja motoristen taitojen oppiminen kasvavat näiden univaiheiden aikana, ja voimakkainta kehitys on yön loppupuolella (Walker ym., 2002) .

Schönauer & Pöhlchen. (2018) mukaan, unisukkulat ovat aivojen sähkötoiminnan lyhyttä värähtelyä. Sukkulavärähtelyt kestävät 0,5–3 sekuntia ja niiden aikana ihmisen reagoitiin ulkoisiin ärsykkeisiin on heikkoa. Unisukkulavaiheessa aistit eivät vastaanota viestejä ulkopuolelta. Sukkuloiden toiminta

on aktiivista ihmisen oppiessa uusia taitoja ja vahvistaessa muistoja. K-kompleksivaiheessa aistimista tapahtuu, mutta se on heikkoa. K-kompleksit ovat suuren amplitudin kaksivaiheisia aaltoja. Aluksi ne ovat hyperpolarisoituneita pintanegatiivisen aallon aikana, jolloin niiden sisä- ja ulkokalvon välinen jännite-ero on suuri. Kompleksin depolarisoituessa aalto muuttuu positiiviseksi ja jännite purkautuu (Latreille ym., 2020). Toiminnallinen merkitys on vielä epäselvä, mutta joko ne toimivat vasteena aistinelimistä tuleville ärsykkeille, tai ovat unta edistäviä satunnaistekijöitä.

Kolmannessa ja neljännessä NREM-unen vaiheessa (N3-4) on kyse syvästä hidasaaltoisesta unesta. Silloin aivoissa vuorottelee suurta amplitudia edustavia delta-aaltoja (1–4 Hz) ja hyvin matalataajuista värähtelyä (alle 1 Hz). Hidasta värähtelyä muodostuu, kun neuromodulaaristen synapsipäätteiden aktiivisuus vähenee ja aivoalueiden aktiivisuus muuttuu. Kolinergisten eli asetyylikoliinia välittävien sekä aminergiset eli amiineja välittävien neuronien toiminta vähenee, jolloin aivokuoren ja talamuksen interneuronit eli välihermosolut hyperpolarisoituvat. Hermosto rauhoittuu ja syntyy hidasaaltoista värähtelyä. (Brown ym., 2013.)

Aivokuori ja talamus muodostavat unisukkuloita retikulaarisesta tumakkeesta (nRT) N2 aikana, kunnes delta-aaltojen aiheuttama aktiivisuuden muutos N3 vaiheessa hyperpolarisoi nRT:n ja vähentää aktiivisuutta sekä unisukkuloiden syntyä. Myös ARAS-valvejärjestelmän aktiivisuuden aleneminen inhiboi nRT:tä ja unisukkuloiden muodostumista. REM-unen aikana mekanismi toimii eri tavalla, koska kolinergiset välittäjäaineet estävät retikulaarisen tumakkeen unisukkulapurkauksia muskariinireseptorien (M2) kautta. Silloin talamuksen retikulaariset verkkomaiset neuronit eivät hyperpolarisoidu tarpeeksi, ja säännöllisiä unisukkuloita ei muodostu. (Brown ym., 2013.)

NREM- uni stimuloi proteiinisynteesiä lisääviä anabolisia eli rakentavia hormoneja sekä hyödyntää vapaita rasvahappoja energiantuotannossa. NREM- uni ehkäisee aminohappojen hajottamista soluissa ja mahdollistaa uusien proteiinien rakentamisen. (Fullagar ym., 2015.)

2.2 REM-uni

Vilkeuni eli REM-uni on unen aktiivinen vaihe, jolloin nähdään suurin osa unista (Brown ym., 2013). Aivokuoren sähkökäyrämittauksessa REM-uni havaitaan nopeampana taajuutena, mikä muistuttaa heräämisen kaltaista tilaa. Se on tärkeä oppimiselle ja muistille. REM-uni liittyy myös tunteiden säätelyyn ja edistää aivojen palautumista (Fullagar ym., 2015). Tiedetyt hermosolut ja niiden välittäjäaineet vaikuttavat univaiheen hallintaan ja keston.

REM-univaihe alkaa talamuksen lateraalista polvitumakkeesta, kun takaraivon aivokuorella syntyy korkean taajuuden PGO-aaltoja (engl. ponto-geniculo-occipital), joiden ilmeneminen aiheuttaa 30–

90 sekunnin univaiheen (Brown ym., 2013). Samanaikaisesti silmissä esiintyvät yksittäiset PGO purkaukset aiheuttavat visuaalisia unia. Silmien katse suuntautuu mielikuvituksen mukaan, jolloin talamuksen ja aivokuoren välisissä muodostuu visuaalisia kuvia. Luustolihakset ovat pääsääntöisesti rentoina, mutta saattavat nykiä satunnaisesti aivokuoren aktivoituessa. Hippokampuksen EEG-mittauksissa havaitaan matalataajuisia suuren amplitudin theta-värähtelyä lyhyinä jaksoina, mikä liittyy muistin toimintaan. Tämä unen faasinen vaihe aktivoi aivosiltaa, jonka aktiivisuus edistää limbisen järjestelmän, parahippokampuksen, ja monitalamokortikaalisten järjestelmien eli aivokuoren ja talamuksen välisten yhteyksien laajaa yhteistoimintaa. (Peever & Fuller, 2017.)

3 UNI JA URHEILU

Unettomuuden vaikutuksista suorituskykyyn on jokseenkin ristiriitaista tietoa. Fullagar ym. (2015). mukaan, unettomuus vaikuttaa autonomisen hermoston toimintaan, vastustuskykyyn, kognitiivisiin toimintoihin ja lisää ylikunnon riskiä. Unenpuute yhdistettynä tulehdusta aiheuttavien sytokiinien lisääntyneeseen eritykseen lisää immuunijärjestelmän toimintahäiriöitä, mikä heikentää ihmisen vastustuskykyä.

Urheilijoilla unen merkitys korostuu, sillä fyysinen ja henkinen suorituskyky on nostettava maksimaaliselle tasolle parhaimman suorituskyvyn ulosmittaamiseksi, sekä tavoitteita tukevan harjoittelun saavuttamiseksi. Urheilijoille suositellaan korkean palautumistarpeen vuoksi 9–10 tunnin yöunia (Willmer ym., 2023). Kilpailua edeltävän unettomuuden on todettu olevan yleistä, ja unettomuuden on havaittu heikentävän urheilusuorituksen laatua ja menestymistä kilpailussa. Kilpailukauden ulkopuolella laadukas uni tärkeää, sillä harjoittelu vaatii palautumista, jotta kehittyminen on mahdollista. (Fullagar ym., 2015.)

Urheilijalla unen määrään ja laatuun vaikuttaa harjoitusohjelman sisältö (Sargent ym., 2014). Huippusuorituskyky edellyttää suunnitelmallista harjoittelua ja palautumista. Aikaiset aamuharjoitukset vähentävät yöunien pituutta ja lepopäivinä yöunien on havaittu kestävän lähes puolituntia pidempään. Urheilijat seuraavat kuormitusta ja palautumista aktiivisuusmittareilla sekä uni- ja harjoituspäiväkirjoilla. Valmennustiimi seuraa näiden avulla urheilijan sisäisen ja ulkoisen kuormituksen tasapainoa, mikä mahdollistaa harjoitusohjelman yksilöllisen säätelyn.

3.1 Suorituskyky

Urheilijat tarvitsevat vähintään kahdeksan tuntia, jotta hermoston ja käyttäytymisen yhteistoimintaan perustuvat kognitiiviset, motoriset ja emotionaaliset toiminnot pysyvät täysin toimintakykyisinä (Sargent ym., 2014). Hyvä vireystaso lisää reaktiokykyä ja liiketarkkuutta (Sargent ym., 2014). Nämä ovat tärkeitä hienomotoriikkaa vaativissa lajeissa (Fullagar ym., 2015). Esimerkiksi tenniksessä hyvä suorituskyky edellyttää hyvää syöttötarkkuutta, liikkeen koordinaatiota sekä kognitiivista päätöksentekoa (Reyner & Horne, 2013). Motoriset taidot kehittyvät harjoittelun jälkeen vähintään vuorokauden ajan, ja palautumisaika sekä etenkin hyvät yöunet lisäävät liikenopeutta (Walker ym., 2002). Tätä testattiin sorminäppäryytestillä, jossa kokonaissuorituskyky parani yli 50 prosenttia. Erilaisten motoristen taitojen oppiminen edellyttää muistin kehittymistä, jota tapahtuu unen aikana (Fullagar ym., 2015).

Riittävä uni ylläpitää kognitiivisia ominaisuuksia ja taitoja kuten oppimista ja valppautta (Samuels, 2009). Nukkuminen lisää esimerkiksi tarkkaavaisuutta, vireystasoa sekä keskittymis- ja havainnointikykyä (Sargent ym., 2014). Visuaalinen havainnointi ja tarkkaavaisuus paranevat hyvien yöunien jälkeen (Walker ym., 2002). Keskittymiskyky auttaa ylläpitämään suoritustasoa submaksimaalisissa kestävyysharjoituksissa (Fullagar ym., 2015). Kognitiivinen suorituskky laskee nopeammin kuin fyysinen suorituskky, mutta myös fyysinen suorituskky laskee epäsuorasti tämän seurauksena (Willmer ym., 2023).

Uni on keskeinen suorituskkyyn, vireyteen, palautumiseen, lihasten korjautumiseen ja maksimaalisen tehon tuottoon vaikuttava fysiologinen prosessi (Willmer ym., 2023). Unen lisäksi vuorokausirytmii vaikuttaa urheilijan suorituskkyyn, koska myös koska monet fyysiset ja fysiologiset ominaisuudet vaihtelevat sen mukaan. Lihasten voimantuotto, räjähtävyys, teho ja vartalon notkeus seuraavat kehon lämpötilan muutoksia, jolloin parhaat suoritukset tehdään usein illalla kuuden aikaan, kun lämpötila eli akrofaseen on korkeimmillaan. Samankaltaista rytmikkyyttä esiintyy useissa lajeissa. Fysiologisesti vuorokausirytmii vaihtelevat syke, minuuttiventilaatio, laktaattipitoisuus ja kehon lämpötila. (Reilly ym., 2005.)

Urheilijoilla fyysisen ja henkisen rasituksen sietokyky on tärkeää, sillä kilpailua edeltävä henkinen stressi ja ahdistus heikentää unenlaatua, vähentää unen pituutta ja heikentää suorituskkyä (Fullagar ym., 2015). Mielenhallinta on tärkeä taito, jolla urheilijat optimoivat suorituskkyä. Aجاتusten ja tunteiden hallinta ohjaavat käyttäytymistä kilpailutilanteissa. Tyypillisesti huippu-urheilijoilla on hyvät unenlaatu- ja mielialaprofiilit ennen kilpailuja. Tässä niin kutsutussa jäävuoriprofiilissa urheilijan vireystaso on hyvä ja jännitys-, masennus-, viha-, sekavuus- ja väsymystasot alhaiset, mitkä kaikki optimoivat suorituskkyä. Andrade ym. (2016) selvittivät brasilialaisilta huippu-urheilijoilta Wald-kokeella, mitkä tekijät ennustavat urheilijoiden suorituskkyä. Tutkimustulokset osoittivat merkittävän yhteyden unen ja mielialatilojen välillä, ja molemmat vaikuttivat merkittävästi urheilijoiden suorituskkyyn. Tutkimuksessa havaittiin, että huono unenlaatu, matala vireystila ja vihan tunteet heikensivät suorituskkyä ja pienensivät todennäköisyyttä voittaa kilpailuissa, kun taas suurempi jännitys lisäsi voittamisen todennäköisyyttä. (Brandt ym., 2017.)

Unen laatua ja pituutta kannattaa seurata ja edistää parhaan mahdollisen suorituskkyyn saavuttamiseksi kilpailuissa, sillä uni edistää henkistä ja emotionaalista prosessointia, valmistautumista sekä palautumista (Brandt ym., 2017). Kilpaurheilijoilla esiintyvän stressin, ahdistuksen, itseluottamuksen puutteen ja hermostuneisuuden on todettu heikentävän unenlaatua ennen kilpailua (Fullagar ym., 2015; Brandt ym., 2017). Näitä seuraava kilpailupäivän uneliaisuus,

entistä voimakkaampi stressi sekä muut negatiiviset tunteet kuten viha, henkinen sekavuus ja liiallinen jännitys heikensivät kilpailussa päätöksentekoa ja suorituskkyä.

Unenlaatua kannattaa parantaa tietoisesti (Brandt ym., 2017). Urheilijan, valmentajien, psykologien ja muiden taustajoukoissa toimivien henkilöiden kannattaa perehtyä erilaisiin keinoihin, joilla uni ja mielentila saadaan urheilijalle optimaaliselle tasolle. Mikäli urheilija kokee kilpailupäivänä univajeesta johtuvaa alavireistä mielialaa, on tärkeää tiedostaa se ja yrittää kohottaa mielialaa ja keskittymistä juuri ennen suoritusta (Blumert ym., 2007). Kilpailutilanteisiin vaikuttaa hyvin moninaiset tekijät, eikä huono unenlaatu ja mieliala kuitenkaan automaattisesti selitä huonoa kilpailutulosta (Brandt ym., 2017).

3.2 Unenpuute

Uni edistää urheilijoiden palautumista ja homeostaasia, sillä uni vaikuttaa muun muassa aineenvaihduntaan ja sen tasapainoon (Fullagar ym., 2015; Brandt ym., 2017). Urheilusuorituksen jälkeisen palautumisen (engl. post-exercise recovery, PER) ja unen välillä on yhteys, johon vaikuttavat unitekijät, kognitiiviset prosessit ja metabolia. Palautuminen edistää urheilijan neuroplastisuutta, eli hermoston kykyä muuttua, sopeutua ja uudistua vasteena oppimiselle ja harjoittelulle. Hyvä unen laatu ja määrä parantavat suorituskkyä ja muistamista. Ei palauttava uni on katkonaista ja kevyttä, jolloin sympaattinen hermosto aktivoituu ja unen laatu heikkenee entisestään. Sen aikana urheilija väsyä helpommin, ei palaudu suorituksista sekä altistuu infektioille ja ylikuormitukselle. (Samuels, 2009.)

Vaikka tiedetään, että uni on yksi parhaista palautumisen keinoista, on monella huippu-urheilijalla haasteita riittävän unen saamisessa (Sargent ym., 2014). Intensiiviset harjoitusjaksot heikentävät unta entisestään. Univaje on yleistä urheilijoiden keskuudessa useista syistä. Sitä saattaa aiheuttaa matkustus, harjoittelu, kilpailuiden melu, valot, jännitys ja hermostuneisuus (Fullagar ym., 2015). Unen laatua heikentää myös korkeissa ilmatiloissa harjoittelu ja oleskelu (Willmer ym., 2023). Aikaerorasitus aiheuttaa myös paljon uniongelmia (Reilly ym., 2005). Unihäiriöiden syyt ovat monimutkaisia, eikä varmaa yksiselitteistä tietoa ole saavavilla (Fullagar ym., 2015). Tiedetään, että kilpailuiden ja harjoittelun vuorokausirytmii, ympäristöolosuhteet ja lämpötilanvaihtelu ovat vaikuttavia tekijöitä.

Unenpuute jaetaan kahteen kategoriaan: osittainen univaje (engl. sleep restriction, SR) ja täydellinen unettomuus (engl. sleep deprivation, SD). Osittainen univaje on lyhytaikainen tila, joka liittyy esimerkiksi nukahtamisen viivästymiseen, yölliseen heräilyyn tai aikaiseen herätykseen. Täydellinen

unettomuus puolestaan tarkoittaa unen menetystä kokonaan yhden tai useamman yön ajan. Urheilijoilla esiintyy näistä molempia, mutta univaje on yleisempää. Harvinaisemmassa unettomuudessa vaikutukset ovat merkittävämpiä. (Fullagar ym., 2015.)

3.2.1 Osittainen univaje

Uniongelmiin vaikuttavat moniulotteisia, mutta vaikutusten voimakkuus ja säännönmukaisuus vaihtelevat tulosten perusteella paljon (Fullagar ym., 2015). Osittainen univaje heikentää palautumista, lisää kuormitusta, suorituksen aikaisten virheiden määrää ja laskee mielialaa (Sargent ym., 2014). Univajeessa kevyemmän aerobisen kestävyysurheilun aikana sydämen syke, keuhkojen ventilaatio eli keuhkotuuletus ja veren laktaattipitoisuus eivät muutu merkittävästi (Fullagar ym., 2015). Osittainen univaje voi kuitenkin heikentää kestävyysominaisuuksia 4 prosenttia (Willmer ym., 2023). Metaboliset vaikutukset liittyvät glukoosiaineenvaihduntaan, ruokahaluun ja rasvakudoksen kertymiseen (Samuels, 2009).

Jo yhden huonosti nukutun yön jälkeen sekä maksimaalisten että submaksimaalisten urheilusuorituksen aikana sydämen syke nousi, minuuttiventilaatio kasvoi ja laktaattipitoisuus nousi lisääntyneen aineenvaihduntatarpeen vuoksi. Myös lihasten voimantuotossa ja tehossa havaittiin muutoksia. Painonnostajilla univaje heikensi yhden toiston maksimaalisen suorituksen tehoa hyvin vähän, mutta jos koehenkilö teki useampia toistoja peräkkäin, teho laski huomattavasti. Tämä tukee unen hermoteoriaa, eli että unenpuutteesta aiheutuu lihashermoratojen väsymistä keskushermoston metabolian vähentyessä. Univajeen vaikutuksista suorituskykyyn on jonkin verran ristiriitaisia tutkimustuloksia, joten syventäviä tutkimuksia tarvitaan lisää. (Fullagar ym., 2015.)

Univajeessa myös katekoliamiinien eli sympaattisen hermoston välittämien stressihormonien (adrenaliini, noradrenaliini, dopamiini) pitoisuudet nousivat, mikä osoitti univajeen lisäävän elimistön stressitilaa (Fullagar ym., 2015). Abdelmalek ym. (2013) mukaan myös pro-inflammatoristen sytokiinien eli tulehdusvastetta lisäävien proteiinien määrä kasvoi, mikä lisää riskiä sairastua erilaisiin tulehduksellisiin sairauksiin. Veriplasman interleukiini 6 (IL-6) ja tuumorinekroositekijä- α (TNF- α) pitoisuudet nousivat univajeen jälkeen etenkin illemmalla. IL-6-pitoisuus mahdollisesti lisää uneliaisuuden tunnetta.

Univaje aiheuttaa kognitiivisten ja psykomotoristen ominaisuuksien heikkenemistä nopeammin kuin fyysisen suorituskyvyn heikkenemistä (Willmer ym., 2023). Urheilijalla jo pienikin univaje vaikuttaa kognitiivisiin toimintoihin, ja jo alle seitsemän tunnin yöunet heikentävät aivokuoren metaboliaa. Suurimmat metaboliset muutokset tapahtuvat prefrontaalisella, parietaalisella ja temporaalisella aivokuorella sekä pikkuaivoissa ja talamuksessa, mikä vaikuttaa ajatteluun ja älyllisiin toimintoihin.

Erityisesti tarkkaavaisuus, reaktioaika, oppiminen, päätöksenteko ja muistaminen heikentyvät. Uneliaisuus aiheuttaa aivokuoren toimintojen häiriintyessä myös alakuloisuutta tai jopa masentuneisuutta. Osittainen univaje vaikuttaakin erityisen paljon urheilijoihin, joiden lajissa vaaditaan fyysisten ominaisuuksien lisäksi myös tarkkaa hienomotorista taitoa. Tällaisia lajeja ovat esimerkiksi kriketti tai tikanheitto. Karkeamotorisemmissa lajeissa, kuten uinnissa, kilpaileminen ja harjoittelu eivät vaadi samanlaista tarkkuutta, keskittymistä ja päätöksentekoa, jolloin niihin univaje ei vaikuta yhtä paljon. (Fullagar ym., 2015.)

Fullagar ym. (2015) mukaan osittaisessa univajeessa urheilijat kokivat saman suorituksen vaativan enemmän ponnistelua eli urheilijan kokema fyysinen, hermostollinen sekä henkinen kuormitus kasvoi väsyneenä. Koettuun ponnistelun tarpeeseen vaikuttaa moni mielen ja tunnesäätelyn mekanismi. On vielä epäselvää, onko lisääntynyt ponnistelun tarve syy vai seuraus univajeesta, joten lisätutkimuksia tarvitaan syy-seurausyhteyden selvittämiseksi. Vuorokaudenaika voi vaikuttaa siihen, miten urheilija kokee väsymyksen tai miten hänen suorituskykynsä muuttuu (Abdelmalek ym., 2013). Aikaisen aamuherätyksen lisäämä univaje heikentää suorituskykyä merkittävästi vasta iltapäivällä, kun aamulla suorituskyky on vielä normaalilla tasolla.

Grandner ym. (2014) mukaan univajeessa greliinihormonitasot nousevat ja leptiinitasot laskevat, jolloin myös ruokahalu kasvaa. Tämä voi johtaa annoskoon ja ruokamäärään kasvuun, ja etenkin rasvapitoisen ruoan nauttiminen lisääntyy. Univajeessa painonnousun riski kasvaa etenkin, jos se jatkuu pitkään.

3.2.2 Täydellinen unettomuus

Täydellisen unettomuuden fysiologiset vasteet ovat lyhyinä jaksoina samankaltaisia kuin univajeessakin. Hengitys- ja verenkiertoelimistöjen muutokset ovat pieniä submaksimaalisessa harjoittelussa, mutta pitkät unettomuusjaksot alkavat vaikuttaa näihin jo paljon enemmän. Koettu ponnistelun tarve kasvaa myös unettomuuden aikana. (Fullagar ym., 2015.)

Unettomuudessa energia-aineenvaihdunta eli metabolia reagoi voimakkaasti. Lyhyessäkin ajassa lihasten glykogeenivarastojen palautuminen hidastuu, mikä heikentää suorituskykyä etenkin pitkien urheilusuoritusten aikana. Kestävyysharjoittelussa väsymys iskee nopeammin. Suurimmat metaboliset häiriöt näkyvät aerobisten suoritusten lisäksi myös anaerobisissa suorituksissa heikentyneenä lihastehona, kun lihasten energiavarastot eivät pääse täyttymään. Unettomuuden vaikutuksia nopeiden joukkuelajien urheilijoihin ei ole juurikaan selvitetty, mutta tiedetään, että ainakin sprinttiskyky, tahdonalaisten lihasten supistumiskyky ja isometrinen eli staattinen polven ojennuskyky heikkenevät joukkuelajin urheilijoilla 30 tunnin unettomuuden jälkeen. (Fullagar ym., 2015.)

Blumert ym. (2007) selvittivät yliopistoikäisillä miespuolisilla huippu-urheilijoilla, miten 24 tunnin unettomuus vaikuttaa painonnostoon. Maksimaalisiin painonnostoharjoitteisiin sisältyi tempausta, työntöliikkeitä ja etukyykkyjä. Harjoituksissa seurattiin testosteroni- ja kortisolitasoja sekä mielialaa ja uneliaisuutta. Tutkimuksessa urheilijoiden hormonitasoissa ei havaittu merkittäviä muutoksia. Sen sijaan psykologiset toimintavasteet muuttuivat selvästi. Mieliala, vireystaso ja reagointikyky alenivat ja uupumus sekä sekavuus lisääntyivät. Lyhytkestoisen unettomuuden ei siis suoraan huomattu heikentävän painonnostajien maksimaalista fyysistä suorituskyykyä, mutta psykologiset muutokset vaikuttivat negatiivisesti urheilijan motivaatioon ja suoritukseen mielen kautta. Painonnostossa ja muussa anaerobisessa voimantuotossa, kuten vertikaalihypyissä, suorituskyyvyn heikkenemistä havaittiin fyysisellä tasolla vasta 60 tuntia kestäneessä unettomuudessa. Tutkimuksessa käytetty unettomuusjakso oli todennäköisesti liian lyhyt tarkastelemaan suorituskyyvyn heikkenemistä fyysisellä tasolla.

Fullagar ym. (2015) mukaan pitkittynyt täydellinen unettomuus (yli 36 tuntia) lisää elimistön stressitilaa ja sympaattisen ”taistele tai pakene” hermoston toimintaa. Tasapaino sen ja parasympaattisen hermoston välillä häiriintyy, ja elimistön kyky säädellä barorefleksillä verenpainetta ja sydämen sykettä laskee. Kestävyysharjoittelussa uupumus iskee aiemmin, jolloin suorituskyyky laskee nopeammin kuin anaerobisessa harjoittelussa. Kestävyysharjoitteissa suorituskyyky laskee jopa 10 prosenttia (Willmer ym., 2023). Myös lyhytkestoisissa harjoituksissa liikuttu matka lyhenee ja lihasten koordinaatiokyyky heikkenee, mutta mekanismit ovat vielä epäselviä (Fullagar ym., 2015). Ylikuntoon ajautumisen riski kasvaa autonimisen hermoston häiriötilan pitkittyessä unettomuuden aikana.

Unettomuuden fysiologisessa ja endokriinisessa säätelyssä on havaittu ristiriitoja useissa tutkimuksissa. Ristiriidat johtuvat todennäköisesti erilaisista koejärjestelyistä, vuorokausirytmistä ja monipuolisista harjoittelumuodoista (Fullagar ym., 2015). Etenkin veren kortisolipitoisuudet vaihtelevat eri tutkimuksissa; joissain ne nousivat ja toisissa laskivat unettomuuden seurauksena. Esimerkiksi painonnostajilla tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että unettomuusjakson jälkeen testosteroni- ja kortisolitasot pysyivät muuttumattomina, mikä oli vastoin yleistä oletusta unenpuutteen vaikutuksesta hormoneihin (Blumert ym., 2007).

Täydellisen unenpuutteen kognitiiviset vaikutukset ovat samankaltaisia kuin univajeessa, mutta selkeämpiä ja voimakkaampia. 60 tunnin unettomuuden jälkeen lihasvoiman isometrinen ja isokineettinen suorituskyky heikkenee. Submaksimaaliset harjoitukset kärsivät enemmän kuin maksimaaliset, koska keskittymiskyky vähenee harjoituksen aikana ja kestävyysharjoituksissa tapahtuu nopea uupuminen. Unenpuutteen lisääntyessä ärtyneisyys ja masentuneisuus vähentävät motivaatiota, mikä vahvistaa fysiologisia oireita entisestään. Keskittymiskyvyn puute vaikuttaa negatiivisesti suoritusnopeuteen ja tarkkuuteen jo yksinkertaisissa suorituksissa. Tulokset ovat osittain ristiriitaisia ja vaikeasti ymmärrettäviä. Osaa selittää kuitenkin urheilijoiden persoonallisuuserot ja yksilöllinen unentarve. (Fullagar ym., 2015.)

3.3 Aikaerorasitus

Aikaerorasitus liittyy ihmisen vuorokausirytmiiin ja homeostaattiseen säätelyyn, jotka ohjaavat ihmisen nukkumista vuorokaudenaikaisella valosyklillä ja sisäisellä kellolla (Taillard ym., 2021). Aikaerot sekoittavat suprakiasmaattisen tumakkeen tahdistamaa sisäistä vuorokausirytmiiä (Janse van Rensburg ym., 2021). Ammattiurheilijat matkustavat paljon etenkin kilpailukaudella. Kilpailukaudet ovat pitkiä, otteluohjelmat tiiviitä ja sarjoissa kilpaillaan maantieteellisesti laajalla alueella, jolloin urheilijoiden täytyy matkustaa tiheään tahtiin. Kansainväliset kilpailut, turnaukset ja harjoitusleirit pakottavat urheilijat matkustamaan eri aikavyöhykealueille, jolloin he kärsivät aikaerorasituksesta eli jet lagista. Kilpailuja edeltäviä harjoitusleirejä järjestetään erilaisissa olosuhteissa, joilla pyritään totuttautumaan tulevien kilpailujen poikkeusolosuhteisiin (Reilly ym., 2005). Esimerkiksi korkean paikan leirit tai lämpöleirit ovat yleisiä.

Reilly ym. (2005) mukaan matkustamiseen liittyvän stressin ja aikaerokuormituksen hallinta on tärkeää urheilusuorituksen kannalta. Tietoinen hallinta auttaa palauttamaan optimaalisen suorituskyvyn nopeammin (Samuels, 2012). Matkustusväsymys ja -stressi häiritsee harjoittelua ja kilpailuun valmistautumista, ellei tilannetta ennakoita ja suorituskykyä alentavia vaikutuksia minimoida. Jo pelkkä matkan suunnittelu, lippujen osto ja lähtöselvitykset vaikuttavat vireystilaan. Lentokonematkustuksessa ahtaat tilat ahdistavat monia ja paikallaan istuminen jäykistää kehoa. Kuiva ja vähähappinen ilma saa urheilijan uneliaaksi, kuivattaa kehoa ja lisää infektioriskiä. Uneen kannattaa panostaa ennen matkaa, jotta univelkaa ei kerry liikaa, sillä matkaväsymys lisääntyy pitkän kauden edetessä (Samuels, 2012) .

Reilly ym. (2005) kertovat, että aikavyöhykkeiden välillä matkustaminen on haastavaa, sillä hypotalamuksen suprakiasmaattinen tumake (SCN) ei sopeudu heti uuteen vuorokausirytmiiin. Mukautuminen kestää keskimäärin yhtä monta päivää, kun matkustaessa on ylitetty aikavyöhykkeitä.

Sitä ennen aistinelinten keräämät viestit ympäristöstä ovat ristiriidassa omaan sirkadiaaniseen rytmiin verrattuna, mikä aiheuttaa erilaisia oireita. Aikaerorasitukseen liittyviä haasteita ovat nukahtamis- ja keskittymisvaikeudet, mielialan vaihtelut, päänsärky ja suolisto-ongelmat. Ruoansulatushäiriöitä lisäävät paikalliset hygieniatottumukset, jotka poikkeavat normaalista. Myös vieraat ruoat ärsyttävät vatsaa ja suolistoa.

Reilly ym. (2005) mukaan urheilija ja valmennusryhmä voivat ennakoida tulevaa vuorokausirytmiiä ja nopeuttaa sopeutumista. Aikaeroon sopeutumiseen on useita tehokkaita keinoja. SCN säätelemää vuorokausirytmiiä voi manipuloida ja synkronoida uudelleen muutamaa päivää ennen lähtöä. Esimerkiksi ruokarytmi, treeniaikataulu ja kirkasvaloaltistus vaikuttavat sisäisen kellon tahdistimeen. Aktiivisuus ja ruokailut kannattaa toteuttaa kohdemaan rytmissä, mikä tukee aikaeroon sopeutumista. Lentomatkoilla pitää huolehtia nestetasapainosta ja minimoida häiriötekijät sulkemalla elektroniset laitteet ja käyttää niskatyynyä, korvatulppia ja unimaskia (Samuels, 2012). Myös melatoniinin ja unilääkkeiden käyttö auttaa selviämään aikaerorasituksesta. Torkkuminen ja kofeiini lisäävät vireystilaa hetkellisesti. Tärkeintä on kuitenkin matkustaa kohteeseen ajoissa, että uni-valverytmi ehtii sopeutua paikan päällä. Tätä sopeutumisaikaa kutsutaan palautumisikkunaksi (Samuels, 2012).

Matkustaessa länteen vuorokausirytmiiä täytyy viivästyttää, koska siellä kello on omaa biologista rytmiiä jäljessä ja aikaistaa itään mennessä, koska siellä kello on puolestaan edellä. Sirkadiaaninen rytmi sopeutuu huonommin päivän lyhenemiseen, jolloin itään matkustaminen on haastavampaa. Pohjoisen ja etelän väliset lennot ovat helpoimpia, sillä aikavyöhyke pysyy samana. Matkojen kestäessä vain muutaman päivän urheilijan kannattaa pysyä luontaisessa rytmissä, ellei kilpailuajankohta ole juuri omaan pimeään aikaan. Tällöin kellon uudelleensynkronointi on tarpeellista lyhyessäkin reissussa. (Reilly ym., 2005.)

Reilly ym. (2005) kertovat, että urheilijalla useat fyysiset ja fysiologiset vasteet vaihtelevat vuorokausirytmissä. Lihasten voimantuotto, räjähtävyys, teho ja vartalon notkeus ovat parhaimmillaan illalla akrofaseen aikana. Samoin fysiologiset ominaisuudet kuten sydämen syke ja veren laktaatti vaihtelevat vuorokaudenajan mukaan. Siksi urheilijalle on tärkeää sopeutua uuteen aikavyöhykkeeseen mahdollisimman nopeasti, ettei suoritusaso alene pitkäksi aikaa. Nopea sopeutuminen uuteen rytmiin ja olosuhteisiin vähentää myös loukkaantumiseriskiä. Samuels (2012) mukaan raskaita harjoituksia kannattaa välttää aikaerorasituksessa, kunnes keskittymiskyky on palautunut. Kestävyysharjoitusten intensiteettiä kannattaa laskea ja keskittyä enemmän hermottaviin ja lihaskuntoa edistäviin harjoituksiin.

3.4 Päiväunet

Kiireisessä elämäntyyliässä unimäärä vähenee helposti ja päiväaikainen uneliaisuus on yleistynyt (Brooks & Lack, 2006). Urheilijoilla unen määrä ja laatu kärsivät stressin, matkustuksen ja kilpailujännityksen vuoksi (Willmer ym., 2023). Tutkimusten mukaan päiväunien ottaminen on lisääntynyt sekä univajeessa että normaalimittaisen yöunen jälkeen, sillä jo lyhyetkin torkut päiväsaikaan nostavat vireystilaa ja suorituskykyä (Brooks & Lack, 2006). Päiväunet tarkoittavat unijaksoa, jonka kesto on alle puolet yöunien pituudesta (Willmer ym., 2023). Valmentajat ohjaavat urheilijoita nukkumaan päiväunia vähentääkseen univajeen vaikutuksia urheilusuoritukseen. Urheilijat nukkuvat päiväunia enemmän harjoituspäivinä kuin lepopäivinä (Sargent ym., 2014). Pitkät päiväunet ovat hyvin palauttavia, mutta ne ovat epäkäytännöllisiä kiireisen päivän keskellä ja hidastavat nukahtamista illalla (Brooks & Lack, 2006). Lisäksi niiden jälkeinen unihorrostila, eli tokkuraisuus, sekavuus ja hidas reaktiokyky, on välittömästi heräämisen jälkeen voimakas.

Päiväunet jaetaan lyhyisiin torkkuihin sekä keskipitkiin ja pitkiin päiväuniin (Willmer ym., 2023). Torkkujen kesto on 20–30 minuuttia ja pitkien sitä enemmän. Eripituisten päiväunien vaikutuksia suorituskykyyn on tutkittu laajasti, ja erityisesti nuoret yliopisto-opiskelijat ovat usein tutkimusten kohteena, koska heillä on tyypillisesti epäsäännölliset unirytmit ja suuri tarve kognitiivisen suorituskyvyn ylläpitämiseen (Brooks & Lack, 2006). Brooks ja Lackin tutkimuksessa opiskelijoiden yöunta rajoitettiin viiteen tuntiin, ja seuraavana päivänä he nukkuivat 5, 10, 20 ja 30 minuutin päiväunia. Vaikutuksia mitattiin EEG-, EOG- ja EMG-menetelmillä, ja tuloksia vertailtiin normaalitilaan, jossa päiväunia ei ollut otettu. Tutkittavia ominaisuuksia olivat esimerkiksi kognitiivisuus, vireystila, tarmokkuus ja nukahtamisviive. Tutkimus osoitti, että viiden minuutin torkut eivät vaikuttaneet suorituskykyyn lähes ollenkaan. 20 minuutin torkkahdus nosti vireystasoa viiveellä, sillä merkittävää hyötyä suorituskyvyille esiintyi vasta 1,5 tuntia torkkujen jälkeen. Hyöty oli melko lyhytkestoinen, sillä noin kaksi tuntia torkkujen jälkeen suorituskyky oli palautunut normaalille tasolle. Puolentunnin päiväunien jälkeen suorituskyky heikkeni hetkellisesti ja tutkittavilla havaittiin unihorrostilaa. Vireys ja suorituskyky nousivat kuitenkin yli 2,5 tunnin ajaksi. Vastaavia tuloksia on myös urheilijoilla eli 30 minuutin päiväunet nostivat suorituskykyä univajeessa (Brandt ym., 2017) Brooks ja Lackin tutkimus osoitti, että 10 minuutin päiväunet ovat tehokkaimmat nostamaan vireystilaa univajeessa, sillä 10 minuutin torkkahdus tuotti välitöntä suorituskyvyn nousua kaikilla mitatuilla osa-alueilla.

Willmer ym. (2023) mukaan kestävyyslajien urheilijoilla pitkät päiväunet ovat hyödyllisempiä kuin lyhyet torkut. Pitkien päiväunien aikana urheilijalla esiintyy enemmän hidasaaltoista ja REM unta, jotka ovat fyysisen palautumisen kannalta tärkeitä. Vaikka vireystila, suorituksen aikainen tarkkuus

ja valppaus paranevat torkkujen aikana, ne eivät vaikuta merkitsevästi aerobiseen fyysiseen suoritukseen. Valppaudesta on kuitenkin muita epäsuoria hyötyjä esimerkiksi kilpailutilanteissa, jolloin tarkkaavaisuus parantaa suorituskyykyä. Muissa kuin kestävyysurheilulajeissa valppaudesta on vielä enemmän hyötyä, kun nopea reagointikyky on tärkeää. Parhaan suorituskyyvyn tavoittelussa urheilijaa ja valmennustiimiä auttaa tieto erimittaisten päiväunien vaikutuksista.

3.5 Vastustuskyky

Uni edistää elimistön homeostaasia sekä immunologista ja neuroendokriinista säätelyä (Brandt ym., 2017). Uni-valverytmi eli vuorokausirytmä on tärkeä immuunijärjestelmän säätelijä kehossa (Abdelmalek ym., 2013). Elimistön tulehduksen säätelijät eli pro-inflammatoriset välittäjäaineet ja uni-valverytmi vuorovaikuttavat toisiinsa. On osoitettu, että univajeessa plasmaan erittyy tulehdussytokiineja. Urheilijoilla matkustus lisää infektioriskiä, ja esimerkiksi unihäiriöt pitkällä lennoilla heikentävät vastustuskykyä (Reilly ym., 2005). Pidempiaikainen matkaväsymys oireilee myös toistuvana sairasteluna (Samuels, 2012). Immunologiset prosessit heikentyvät univajeessa sisäisen kellon tahdistushäiriöiden vuoksi (Samuels, 2009).

Fyysinen harjoittelu vaikuttaa elimistön immunologiseen vuorokausirytmään. Treenaaminen aktivoi immuunijärjestelmää sytokiinien eritykseen luustolihasesta ja vähentää infektioriskiä. Liian kova harjoittelu puolestaan aiheuttaa elimistössä stressitilan, joka heikentää immuunijärjestelmän toimintaa. IL-6 ja TNF- α tulehdussytokiineja erittyy enemmän veriplasmaan esimerkiksi toistuvissa sprintti- ja intervalliharjoituksissa. On esitetty, että runsas sytokiinipitoisuus edistää lihaskudoksen mikroaurioiden parantumista rankan urheilusuorituksen jälkeen ja säätelee lihassolujen metaboliaa, mutta tästä tarvitaan vielä lisätutkimuksia. (Abdelmalek ym., 2013.)

Interleukiini 6 pitoisuuksien muutoksia univajeessa on tutkittu 30 sekunnin anaerobisella Wingate-testillä, jossa jalkapalloilijoita mitattiin huipputeho ja keskiteho aamu- ja iltatreenissä normaalin unen sekä aikaisen herätyksen aiheuttaman univajeen jälkeen. IL-6 pitoisuudet olivat koholla univajeessa molempien harjoituksen jälkeen yli tunnin ajan ja vielä merkittävämmän iltaharjoituksen jälkeen. Lyhytaikainen univaje voimisti immuunivastetta ja uni-valverytmi vaikutti suorituksen jälkeiseen sytokiinien eritykseen etenkin illalla. Yleisesti molemmissa vertailuryhmissä suoritusteho oli parempi iltaharjoituksessa, mikä tukee myös aikaisempia tuloksia. Aamuinen univaje kuitenkin heikensi iltaharjoituksen suorituskyykyä, vaikka aamutreenissä tulokset olivat vertailuryhmään nähden normaalit. IL-6 on aiempien tutkimusten mukaan mahdollisesti unitekijä. Sen erityks riippuu vuorokausirytmistä, urheilullisesta harjoittelusta sekä unettomuudesta ja on runsasta unisairauksissa kuten narkolepsiassa ja uniapneassa. Tutkimukset ovat osoittaneet, että ihmisen fyysisen

suorituskyvyn huipun esiintyminen alkuillasta selittyy biokemiallisilla tekijöillä kuten solunsisäisen fosfaattitasapainon muutoksilla ja sarkoplasmakalvostosta vapautuvan kalsiumin määrällä ja vapautumisen nopeudella. (Abdelmalek ym., 2013.)

4 RAVINTO, UNI JA SUORITUSKYKY

4.1 Ravitsemuksen merkitys

Urheilijan ravinto vaikuttaa unen laatuun ja suorituskykyyn (Jeukendrup, 2017). Makro- ja mikroravinteiden nauttiminen säätelee solusignaalintireittejä, jotka muokkaavat luustolihasen adaptaatiota kestävyys- ja voimaharjoitteluun (Close ym., 2016). Jeukendrup (2017) mukaan laadukkaat ravintoaineet optimoivat palautumista ja kehitystä. Ravitsemus joko heikentää tai vahvistaa harjoitusvastetta. Lihaksiston, kudosten ja suoliston adaptaatio sekä nestehukan sietokyky mukautuvat kokonaisuuden perusteella. Esimerkiksi aivojen ja verisuonten adaptaatio on urheilijalle tärkeää. Ravitsemus pitäisi suunnitella vastaamaan urheilijan henkilökohtaisia tarpeita ja muovata suunnitelmaa harjoituskauden eri vaiheiden mukaan.

4.1.1 Ravintoaineet

Hiilihydraattien nauttimisella on erilaisia vaikutuksia kehon eri osa-alueilla. Train low -strategia eli harjoitukseen yhteyteen liitetty lyhytaikainen matalahiilihydraattinen ravinto lisää lihassolujen adaptaatiota ja rasva-aineenvaihduntaa, mikä nostaa suorituskykyä. Train high -strategia puolestaan lisää hiilihydraattitransporttien määrää ohutsuolessa, jos ravinto sisältää paljon hiilihydraatteja. Tällöin suoliston mikrobikoostumus adaptoituu ja ravinteet imeytyvät paremmin. Suorituskyky nousee, kun energiatasapaino on parempi. (Jeukendrup, 2017.)

Jeukendrup (2017) mukaan niukka hiilihydraattisaanti ennen harjoituksia, sen aikana tai jälkeen pitää maksan ja lihasten glukogeenitasot alhaisina, mikä muuttaa solujen geeniekspressiota. Harjoitusvaste aktivoi solunsisäisiä signaalireittejä, mikä lisää biogeneesiä ja parantaa suorituskykyä. Pitkäaikainen vähähydraattinen tai ketogeeninen ruokavalio kuitenkin laskee harjoitusintensiiteettiä, hidastaa palautumista ja lisää väsymystä, mikä heikentää suorituskykyä. Sen sijaan hiilihydraattipitoinen ravinto ennen harjoitusta ja sen aikana pitää glykogeentitasot korkealla. Tällöin harjoitusintensiiteetti on parempi. Glykogeentitasot palautuvat nopeammin ja voimakasta väsymystä esiintyy vähemmän, mikä ehkäisee ylipärasitustilaa. Tämä parantaa suorituskykyä ja palautumista. Myös iltapalalla kannattaa nauttia hiilihydraatteja, koska silloin vapautuu serotoniinia, joka auttaa nukahtamaan (Reilly ym., 2005).

Proteiinipitoisen aamiaisen tiedetään lisäävän urheilijan vireystilaa, joten urheilijan tulisikin nauttia aamupalalla runsaasti proteiinia (Reilly ym., 2005). Myös harjoituksen jälkeen on tärkeää nauttia proteiinia, jottei lihassolujen proteiinitasapaino horju (Jeukendrup, 2017). Proteiinisynteesiä täytyy ylläpitää riittävällä tasolla, mikä ei ole mahdollista ilman proteiinista saatavia aminohappoja.

Antioksidantit vähentävät reaktiivisten happilajien (engl. reactive oxygen species, ROS) muodostumista (Close ym., 2016). Antioksidanttien ja vitamiinien nauttiminen vähentää oksidatiivista stressiä, mikä parantaa unenlaatua ja edistää palautumista (Chang & Liu, 2009). Esimerkiksi C-vitamiinin saanti lisää unen palauttavaa vaikutusta ja D-vitamiini vähentää yöllistä heräilyä (Grandner ym., 2014), sekä säätelee lihasten palautumista ja hypertrofiaa harjoittelun jälkeen (Close ym., 2016). Lykopeenin ja seleenin saanti vähentää nukahtamisvaikeuksia, ja kalium vähentää väsymystä päiväsaikaan (Grandner ym., 2014). Suuret määrät antioksidantteja vähentävät kuitenkin lihasten harjoitusadaptaatiota (Jeukendrup, 2017).

Hyviä rasvoja sisältävä ruokavalio parantaa unenlaatua ja palautumista. Vähärasvainen ruoka lisää ei-palauttavan unen määrää. Tämä aiheuttaa myös päiväaikaista väsymystä, mikä lisää näläntunnetta ja energiansaantia, jolloin ylipainon riski kasvaa. Vähärasvainen ruoka siis heikentää unenlaatua ja lisää uneliaisuutta päivällä. Lisäksi tyydyttyneiden eli kovien rasvojen nauttiminen lisää nukahtamisvaikeuksia. (Grandner ym., 2014.)

4.1.2 Ravintolisät

Natriumbikarbonaatit, kreatiini ja kofeiini ovat harjoittelun laatua ja suorituskykyä lisääviä ravintolisiä (Jeukendrup, 2017). Kofeiini stimuloi keskushermostoa, mikä lisää hetkellisesti vireystilaa ja suorituskykyä, mutta heikentää unenlaatua ja palautumista pitkällä aikavälillä (Reilly ym., 2005). Close ym. (2016) mukaan kreatiini tehostaa lihaksen nopeaa ATP:n regeneroitumista eli uudistumista. Tällä saavutetaan etua suuritehoisissa intervalliharjoituksissa. Kreatiini myös lisää lihaksen glykogeenivarastoja ja tukee voimaharjoittelua. Natriumbikarbonaatit puskuroivat happamuutta, mikä hyödyttää sprinttiharjoituksissa. Sen käyttö kuitenkin lisää ruoansulatuskanavan oireita.

Leusiini ja haaraketjuiset aminohapot (engl. branched-chain amino acids, BCAA) lisäävät proteiinisynteesiä (Jeukendrup, 2017). Tämä kasvattaa lihaksia, joten käyttö heti voimaharjoittelun jälkeen on hyödyllistä (Close ym., 2016). Jotkin lisäravinteet saattavat myös aktivoida mitokondrioiden biogeneesiä, mutta tämä on vielä epäselvää (Jeukendrup, 2017).

4.2 Ravinnon yhteys uneen ja vuorokausirytmiiin

Ravinto on yhteydessä sirkadiaaniseen rytmiin (Reilly ym., 2005). Ruokailun ajoittamisella ja sen mikroravinnekoostumuksella voidaan ylläpitää ja manipuloida suprakiasmaattisen tumakkeen tahdistusta. Myös vedenjuonti parantaa unenlaatua. Urheilijan kannattaa syödä aamulla proteiinia,

sillä se nostaa veren ja etenkin aivojen tyrosiinitasoa. Tämä stimuloi katekoliamiinien eli dopamiinin ja noradrenaliinin tuotantoa ja nostaa urheilijan vireystilaa. (Grandner ym., 2014.)

Iltapalalla kannattaa syödä hiilihydraatteja, koska ne nostavat veren glukoosipitoisuutta ja lisäävät insuliinin eritystä (Grandner ym., 2014). Plasman tryptofaanipitoisuus kasvaa, kun insuliini kuljettaa muita aineita verenkierrasta soluihin (Afaghi ym., 2007). Tryptofaania kulkeutuu aivoihin, joissa se muutetaan serotoniiniksi. Se toimii melatoniinin esiasteena (Milagres ym., 2013). Illalla nautitut hiilihydraatit lisäävät uneliaisuutta ja lyhentävät nukahtamisaikaa huomattavasti (Afaghi ym., 2007). Matalat serotoniinitasot puolestaan aiheuttavat unettomuutta (Chang & Liu, 2009).

Elintarvikkeita voidaan käyttää luonnollisina hoitomuotoina unettomuuteen (Chang & Liu, 2009). Kehon melatoniinihormonipitoisuutta voidaan nostaa ravinolla, ja muun muassa kirsikka banaani, paprika, punaviini ja maito sisältävät luontaisesti melatoniinia (Milagres ym., 2013). Lehmänmaidon melatoniinipitoisuuden voi moninkertaistaa, sillä yöllä, pimeän aikaan lypsetty maito sisältää merkittävästi korkeamman pitoisuuden melatoniinia verrattuna päivällä lypsettyyn maitoon.

Howatson ym. (2012) mukaan kirsikat sisältävät fenolisia yhdisteitä, ja niissä on myös suuri melatoniinipitoisuus, minkä vuoksi kirsikkamehun nauttiminen parantaa unen laatua ja kestoa. Erityisen paljon apua kirsikoiden nauttimisesta on uniongelmissa kärsiville urheilijoille. Kirsikkamehun nauttiminen voi auttaa myös aikaerorasituksen hallinnassa. Kirsikoiden fenolisilla yhdisteillä on lisäksi anti-inflammatorisia vaikutuksia, sillä ne vähentävät oksidatiivista stressiä ja vaikuttavat unta sääteleviin sytokiineihin, mikä parantaa unenlaatua. Unihäiriöistä kärsivillä on usein paljon oksidatiivista stressiä (Chang & Liu, 2009). Chang ja Liu (2009) mukaan myös kiivihedelmät sisältävät paljon antioksidantteja ja serotoniinia, jotka ovat unta parantavia yhdisteitä. Kiivi sisältää paljon esimerkiksi folaattia, jonka puute aiheuttaa unettomuutta. Kahden kiivin nauttiminen iltaisin nopeuttaa nukahtamista sekä lisää unen kestoa ja laatua. Tämä hyödyttää erityisesti unihäiriöistä kärsiviä urheilijoita.

5 YHTEENVETO

Uni, ravinto ja harjoittelu muodostavat yhdessä kokonaisuuden, joka säätelee urheilijan palautumista ja suorituskykyä. Aineiston perusteella uni vaikuttaa hyvin laajasti elimistön toimintoihin. NREM-uni kehittää urheilijan motorisia taitoja, joilla on suuri merkitys tarkkaa hiemotoriikkaa vaativissa lajeissa. Hermoston palautuminen ja adaptaatiot kehittävät ja ylläpitävät hermoverkoston toimintaa, ja unen aikainen metabolian ja hormonitoiminnan säätely liittyvät suprakiasmaattisen tumakkeen tahdistamaan uni-valverytmiin. Etenkin syvä uni korjaa lihasten mikroaurioita, joita syntyy harjoittelussa ja vahvistaa treenin jälkeistä lihasadaptaatiota. REM-uni vahvistaa muistia ja auttaa tunnesäätelyssä, koska se aktivoi aivokuoren toimintaa ja on yhteydessä limbiseen järjestelmään.

Urheilijoilla jo lyhytkin univaje heikentää suoritustasoa. Etenkin tarkkuutta, reagoitua ja päätöksentekokykyä vaativissa lajeissa univaje ilmenee nopeasti. Pidemmällä aikavälillä unettomuus vaikuttaa myös fyysiseen suorituskykyyn. Täydellisessä unettomuudessa kestävyysuurtusten aikana väsymys ilmenee nopeammin. Unettomuudessa stressi aktivoi sympaattisen hermoston toimintaa, ja kehon koordinaatiokyvyn heikkeneminen sekä keskittymiskyvyn puute nostavat loukkaantumiseriskiä. Urheilijoiden kova stressi, tiivis harjoitusrytmi, matkustaminen ja erityisesti aikaerorasitus lisää unihäiriöitä ja heikentää palautumista. Aikaerorasitukseen valmistautuminen on oleellista, jotta sopeutuminen tapahtuu mahdollisimman nopeasti. Päiväunet auttavat vireystilan nostamisessa hetkellisesti univajeen aikana.

Ravinto vaikuttaa unenlaatuun. Oikeanlaisella ravitsemuksella voidaan tehostaa palautumista ja muuttaa solusignaalintireittejä, jolloin harjoitteluvaste on parempi. Proteiinia kannattaa nauttia aamulla ja hiilihydraatteja illalla sekä harjoitusten yhteydessä. Ennen harjoitusten ne lisäävät intensiteettiä pitämällä glykokeenivarastot korkealla ja jälkeen nautittuna nopeuttavat niiden palautumista. Harjoituksen aikana niitä kannattaa nauttia pitkissä ja kovatehoisissa harjoituksissa. Maito, kirsikat ja kiivit lisäävät elimistön melatoniinitasoa, ja niiden nauttiminen illalla helpottaa nukahtamista. Lisäksi antioksidantit parantavat unenlaatua ja vastustuskykyä.

Uni, ravinto ja harjoittelu vaikuttavat kaikki toinen toisiinsa. Kokonaisuuden hallinta on urheilijalle tärkeää kokonaisvaltaisen tasapainon ja kilpailukauden onnistumisen kannalta. Tutkimustuloksissa esiintyy vielä jonkin verran ristiriitaisuuksia, joten tutkimusta aiheen ympärillä tarvitaan edelleen lisää. Tutkielmani auttaa urheilijoita tunnistamaan vaikuttavia osa-alueita ja toimintatapoja, joilla optimoitu suorituskyky on mahdollista saavuttaa.

6 LÄHTEET

- Abdelmalek, S., Chtourou, H., Aloui, A., Aouichaoui, C., Souissi, N., & Tabka, Z. (2013). Effect of time of day and partial sleep deprivation on plasma concentrations of IL-6 during a short-term maximal performance. *European Journal of Applied Physiology*, *113*(1), 241–248. <https://doi.org/10.1007/S00421-012-2432-7/TABLES/2>
- Afaghi, A., O'Connor, H., & Chow, C. M. (2007). High-glycemic-index carbohydrate meals shorten sleep onset. *The American journal of clinical nutrition*, *85*(2), 426–430. <https://doi.org/10.1093/AJCN/85.2.426>
- Blumert, P. A., Crum, A. J., Ernsting, M., Volek, J. S., Hollander, D. B., Haff, E. E., Gregory Haff, G., Blumert, A., Crum, A. J., Ernsting, M., Volek, J. S., Hollander, D. B., Haff, E. E., & Haff, G. G. (2007). The acute effects of twenty-four hours of sleep loss on the performance of national-caliber male collegiate weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *21*(4), 1146–1154.
- Brandt, R., Bevilacqua, G. G., & Andrade, A. (2017). Perceived Sleep Quality, Mood States, and Their Relationship with Performance among Brazilian Elite Athletes during a Competitive Period. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *31*(4), 1033–1039. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001551>
- Brooks, A., & Lack, L. (2006). A Brief Afternoon Nap Following Nocturnal Sleep Restriction: Which Nap Duration is Most Recuperative? *Sleep*, *29*(6), 831–840. <https://doi.org/10.1093/SLEEP/29.6.831>
- Brown, R. E., Basheer, R., Mckenna, J. T., Strecker, R. E., & Mccarley, R. W. (2013). Control of sleep and wakefulness. *Physiol Rev*, *92*(3):1087-187. <https://doi.org/10.1152/physrev.00032.2011>
- Chang, W. H., & Liu, J. F. (2009). Effects of kiwifruit consumption on serum lipid profiles and antioxidative status in hyperlipidemic subjects. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, *60*(8), 709–716. <https://doi.org/10.3109/09637480802063517>
- Close, G. L., Hamilton, D. L., Philp, A., Burke, L. M., & Morton, J. P. (2016). New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free radical biology & medicine*, *98*, 144–158. <https://doi.org/10.1016/J.FREERADBIOMED.2016.01.016>
- Fullagar, H. H. K., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J., Meyer, T., Fullagar, H. H. K., Skorski, Á. S., Hammes, Á. D., Meyer, Á. T., Duffield, R., & Coutts, Á. A. J. (2015). Sleep and Athletic Performance: The Effects of Sleep Loss on Exercise Performance, and Physiological and Cognitive Responses to Exercise. *Sports Med*, *45*, 161–186. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0260-0>
- Grandner, M. A., Jackson, N., Gerstner, J. R., & Knutson, K. L. (2014). Sleep symptoms associated with intake of specific dietary nutrients. *Journal of sleep research*, *23*(1), 22–34. <https://doi.org/10.1111/JSR.12084>
- Howatson, G., Bell, P. G., Tallent, J., Middleton, B., McHugh, M. P., & Ellis, J. (2012). Effect of tart cherry juice (*Prunus cerasus*) on melatonin levels and enhanced sleep quality. *European journal of nutrition*, *51*(8), 909–916. <https://doi.org/10.1007/S00394-011-0263-7>

- Irwin, M. R. (2015). *Why Sleep Is Important for Health: A Psychoneuroimmunology Perspective*. *Annu Rev Psychol*, 66:143-72. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115205>
- Janse van Rensburg, D. C., Jansen van Rensburg, A., Fowler, P. M., Bender, A. M., Stevens, D., Sullivan, K. O., Fullagar, H. H. K., Alonso, J. M., Biggins, M., Claassen-Smithers, A., Collins, R., Dohi, M., Driller, M. W., Dunican, I. C., Gupta, L., Halson, S. L., Lastella, M., Miles, K. H., Nedelec, M., ... Botha, T. (2021). Managing Travel Fatigue and Jet Lag in Athletes: A Review and Consensus Statement. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 51(10), 2029–2050. <https://doi.org/10.1007/S40279-021-01502-0>
- Jeukendrup, A. E. (2017). Periodized Nutrition for Athletes. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(Suppl 1), 51–63. <https://doi.org/10.1007/S40279-017-0694-2>
- Latreille, V., von Ellenrieder, N., Peter-Derex, L., Dubeau, F., Gotman, J., & Frauscher, B. (2020). The human K-complex: Insights from combined scalp-intracranial EEG recordings. *NeuroImage*, 213. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROIMAGE.2020.116748>
- Milagres, M. P., Minim, V. P. R., Minim, L. A., Simiqueli, A. A., Moraes, L. E. S., Ercia, H. ', & Martino, S. D. (2013). Night milking adds value to cow's milk. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94: 1688-1692. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6480>
- Partinen, M. (2019). *Mitä uni on?* uniliiitto.fi. <https://www.uniliiitto.fi/2019/09/17/mita-uni-on/>
- Peever, J., & Fuller, P. M. (2017). The Biology of REM Sleep. *Current Biology*, 27(22), R1237–R1248. <https://doi.org/10.1016/J.CUB.2017.10.026>
- Reilly, T., Waterhouse, J., & Edwards, B. (2005). Jet lag and air travel: implications for performance. *Clinics in sports medicine*, 24(2), 367–380. <https://doi.org/10.1016/J.CSM.2004.12.004>
- Reyner, L. A., & Horne, J. A. (2013). Sleep restriction and serving accuracy in performance tennis players, and effects of caffeine. *Physiology & behavior*, 120, 93–96. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSBEH.2013.07.002>
- Samuels, C. (2009). Sleep, recovery, and performance: the new frontier in high-performance athletics. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 20(1), 149–159. <https://doi.org/10.1016/J.PMR.2008.10.009>
- Samuels, C. H. (2012). Jet lag and travel fatigue: A comprehensive management plan for sport medicine physicians and high-performance support teams. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 22(3), 268–273. <https://doi.org/10.1097/JSM.0B013E31824D2EEB>
- Saper, C. B., Jackson Putnam Professor of Neurology, J., Fuller, P. M., & Gooley, J. J. (2006). Neurobiology of the Sleep-Wake Cycle: Sleep Architecture, Circadian Regulation, and Regulatory Feedback. *Journal of biological rhythms*, 21(6), 482–493. <https://doi.org/10.1177/0748730406294627>
- Sargent C, Lastella M, Halson SL, Roach GD. The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes. *Chronobiol Int*. 2014 Dec;31(10):1160-8. doi: 10.3109/07420528.2014.957306.
- Schönauer, M., & Pöhlchen, D. (2018). Sleep spindles. *Current Biology*, 28(19), R1129–R1130. <https://doi.org/10.1016/J.CUB.2018.07.035>

- Taillard, J., Sagaspe, P., Philip, P., & Bioulac, S. (2021). Sleep timing, chronotype and social jetlag: Impact on cognitive abilities and psychiatric disorders. *Biochemical Pharmacology*, *191*, 114438. <https://doi.org/10.1016/J.BCP.2021.114438>
- Walker, M. P., Brakefield, T., Morgan, A., Hobson, J. A., & Stickgold, R. (2002). Practice with sleep makes perfect: Sleep-dependent motor skill learning. *Neuron*, *35*(1), 205–211. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00746-8](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00746-8)
- Welsh, D. K., Takahashi, J. S., & Kay, S. A. (2010). Suprachiasmatic Nucleus: Cell Autonomy and Network Properties. *Annual review of physiology*, *72*, 551. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-PHYSIOL-021909-135919>
- Willmer, F., Reuter, C., Pramsohler, S., Faulhaber, M., Burkhardt, A., & Netzer, N. (2023). The Effects of Napping on Wakefulness and Endurance Performance in Athletes: A Randomized Crossover Study. *Life (Basel, Switzerland)*, *13*(6). <https://doi.org/10.3390/LIFE13061414>
- Zisapel, N. (2007). Sleep and sleep disturbances: biological basis and clinical implications. *Cellular and molecular life sciences*, *64*(10):1174-86. <https://doi.org/10.1007/s00018-007-6529-9>