

TARTU ÜLIKOOL
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Joakim Ungerson

Uni ja unevõla mõju sportlikule sooritusvõimele

Sleep and the effects of sleep debt on athletic performance

Bakalaureusetöö

Füsioteraapia õppekava

Juhendaja:
PhD E. M. Riso

Tartu, 2019

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1 UNI	5
1.1 UNE FAASID.....	5
1.2 UNEVAJADUS NING SEDA MÕJUTAVAD FAKTORID.....	7
1.3 UNE JA ÄRKVELOLEKU RÜTM	8
2 UNEVÕLG	11
2.1 MIKROUNI KUI UNEVÕLA MARKER	13
2.2 UNEVÕLA HINDAMINE	14
2.3 UNEVÕLA MÕJU ORGANISMILE	15
3 UNEVÕLG JA SPORTLIK SOORITUSVÕIME	17
3.3 TÄIELIKU UNEPUUDUSE MÕJU SPORTLIKULE SOORITUSVÕIMELE.....	17
3.4 OSALISE UNEPUUDUSE MÕJU SPORTLIKULE SOORITUSVÕIMELE.....	18
3.5 UNEAJA PIKENDAMISE MÕJU SPORTLIKULE SOORITUSVÕIMELE.....	19
3.6 UNEPUUDUS NING SPORDIVIGASTUSED.....	20
KOKKUVÕTE	21
KASUTATUD KIRJANDUS	23
SUMMARY	30

SISSEJUHATUS

Inimene magab keskmiselt ühe kolmandiku oma elust, seega mängib uni tahes – tahtmata meie elus väga suurt rolli. Uni on üks inimese põhivajadusi hingamise, joomise ja söömise kõrval, ilma milleta pole inimese eksistents võimalik. Kaasaja teadmiste põhised magab iga siiani testitud loomaliik, või kogeb mingit faasi, mis on unele väga sarnane. Seda, et unepuudus on inimesele surmav tõestab haruldane geneetiliselt päritav insomniavorm (*fatal familial insomnia*), mille puhul ei ole inimene enam võimeline hetkekski magama. Nimetatud haigusega diagnoositud haiged ei ole siiani elanud kauem kui 10 kuud diagnoosi saamisest (Walker, 2017). Kuigi une funktsioon ei ole senini täielikult selge, on avaldatud mitmeid erinevaid teooriaid une funktsioonidest. Need teooriad sisaldavad une taastavat mõju immuun – ja endokriinsüsteemile ning neurometabolismile, mis kujutab endast arvamust, et uni aitab eemaldada ärkveloleku ajal tekkinud närvide ainevahetuse jääke. Lisaks sellele on unel oluline osa õppimisvõimele, mälule ning kognitiivsele arengule (Fullagar et al., 2015).

Inimkonna elutempo muutub üha kiiremaks ja kiiremaks, nii et enam ei jää inimestel isegi aega magada. Seda kinnitavad ka rahvastiku uuringud, kus on küsitletud inimesi nende une ning uneharjumuste kohta. 37,1% ameeriklastest on vastanud, et nad magavad vähem kui 7 tundi (Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2011). Seis pole ka kiita eesti noorte seas, kus koolipäevadel alla soovitatava uneaja magavaid õpilasi on 15 aastaste poiste seas 42,6%, tüdrukuid 39,2% ning 13 aastaste poiste seas 23,6% ja tüdrukute 29,9% (Oja et al., 2019). Inimesed panustavad järjest rohkem tervislikule eluviisile, üha tähtsam on hea väljanägemine, tervislik toitumine ning kehaline aktiivsus. Vaatamata sellele on tihtipeale kuulda ütlust, et “magamine on nõrkadele”, “maga kiiremini” või “ma magan kui ma surnud olen”. Vähesel määral põhjuseid võib olla väga mitmeid, alates haiguslikest seisunditest ning lõpetades sotsiaalse surve või suurenenud kohustuste määraga. Samuti võib olla üheks põhjuseks inimeste madal teadlikkus vähesel määral magamise ja unevõla riskidest tervisele ning nende tagajärgedest. Perry jt (2013) uuring kinnitab, et enamasti inimesi ei ole teadlikud, kui palju nad peaksid igal ööl und vajama, kas ja kui palju esineb neil unevõlga ning millised on unevõla mõjud tervisele. Samuti tuleb uuringust välja, et isegi meditsiinitöötajate teadlikkus une tähtsusest on üsna madal.

Käesoleva töö eesmärgiks on erinevate uuringute põhjal välja selgitada, mis on unevõlg ning millist mõju unevõlg avaldab inimese organismile. Lisaks uurin teadusartiklite põhjal, kuidas mõjutab see täielikult ka osaline unepuudus sportlikku sooritusvõimet.

Märksõnad: uni, unevõlg, osaline unepuudus, täielik unepuudus, sportlik sooritus.

Key words: sleep, sleep dept, partial sleep deprivation, total sleep deprivation, athletic performance.

1 UNI

Und võib defineerida kui pöörduvat käitumuslikku olekut, kus indiviid on eemaldunud väliskeskkonnast ning sellele mitte reageeriv (Carskadon & Dement, 2011). Samuti on see üheks faasiks inimese ärkveloleku ning une perioodist, mis koosneb omakorda erinevatest muutuvatest tsüklitest (Veldi, 2009). Uni on hädavajalik organismi rakulistele, orgaanilistele ja süsteemsetele funktsioonidele, kusjuures une puudumine on tervisele kahjulik (Dattilo et al., 2011). Uni on keeruline füsioloogiline ja käitumise seisund, mis omakorda koosneb kahest täiesti erinevast faasist, mis peamiselt erinevad üksteisest aju aktiivsuse, silmaliigutuste aktiivsuse ning lihastoonuse poolest. Üheks faasiks on kiirete silmaliigutuste uni (*rapid eye movement* sleep) ehk REM uni ning teiseks faasiks mitte REM uni ehk NREM (*non-REM*) uni, mida kutsutakse ka sügavaks uneks. Mõlemad faasid on üksteisest sama erinevad kui on iga faas erinev ärkvelolekust. Erinevate unefaaside tuvastamiseks kasutatakse elektroentsefalograafiat ehk EEG-d, kus elektrodid, mis mõõdavad aju bioelektrilist aktiivsust, asetatakse peanahale (Carskadon & Dement, 2011).

1.1 Une faasid

NREM uni ehk sügav uni on omakorda jagatud neljaks faasiks (faas 1, 2, 3 ja 4), kus igas järgnevas faasis muutub uni pindmisest järjest sügavamaks .

Esimene faas – Une esimene faas on ülemineku periood ärkvelolekust uneseisundisse ning kestab keskmiselt 1-7 minutit, mis moodustab umbes 2 – 5% kogu unest. Selle faasi ajal langeb lihastoonus ning silmaliigutused muutuvad aeglasemaks, kuid mingid liigutused siiski säilivad. Kui ärkveloleku ajuaktiivsust, mille ajal inimene on rahuolekus ning suletud silmadega, iseloomustab alfarütm, mille sagedus jääb vahemikku 8-13 Hz, siis une esimeses faasis on alfarütm taandumas ning on tekkinud teetarütm sagedusega 3-7 Hz. Lisaks on esimese faasi lõpule iseloomulikud kõrgete verteks-sakkide tekkimine (Veldi, 2009).

Teine faas – Selles faasis on lihastoonus nõrk ning silmaliigutusi ei esine. Teine faas kestab keskmiselt 10-25 minutit, moodustades 45 – 55% kogu unest ning kindlateks tunnusteks on K-komplekside ja beetakäävide esinemine. K-kompleksideks nimetatakse aeglaseid negatiivse järelsakiga laineid, beetakäävid ehk unespindlid on rütmilised lained, mis esinevad poole sekundi

vältel. Põhiliseks rütmiks on teetarütm, kuid vähesel määral esineb ka deltarütm. Inimene ei reageeri enam nõrkadele välisärritustele (Veldi, 2009).

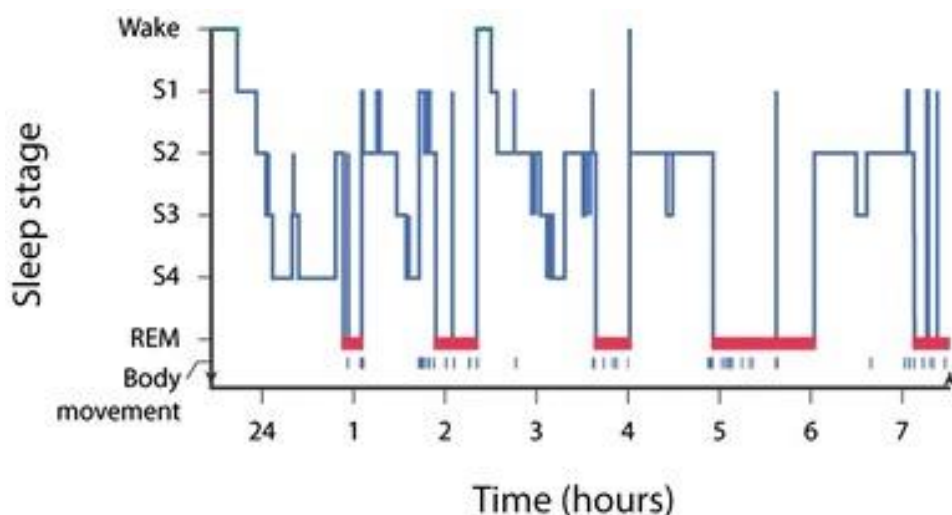
Kolmas faas – Kolmandale faasile ehk sügavale unele on iseloomulik aeglase unelaine tunnus ehk deltarütm, mille sageduseks on 1-4 Hz. Teine faas läheb üle kolmandaks faasiks kui deltarütm osakaal on rohkem kui 30%. Kolmas faas moodustab kogu unest umbes 3-8%.

Neljas faas – Neljas ning kolmas unefaas on üksteisele väga sarnased, aeglustunud on südametegevus ning hingamine, lihastoonus on nõrk ning silmaliigutused puuduvad. Põhiliseks tunnuseks on deltarütm suur osakaal, 50% või rohkem. Sügav uni moodustab kogu une ajast umbes 10-15%. Samuti on täheldatud sügava une ajal kasvuhormooni suurt kontsentratsiooni (Veldi, 2009).

REM une faas on teistest unefaasidest väga erinev ning saabub tavaliselt peale neljandat unefaasi. REM une kõige iseloomulikumaks tunnuseks on kiired silmaliigutused, mida üheski teises faasis ei esine. REM une ajal on lihastoonus väga nõrk ning esineb ka tõmbulisi distaalsetes lihastes. Samuti REM une ajal on pärsitud spinaalsed motoneuronid ehk esineb keha paralüüs. Ajuaktiivsus on aga väga sarnane ärkveloleku või esimese staadiumi unega ehk põhiliseks rütmiks on alfarütm. Suure ajuaktiivsuse tõttu näeb inimene REM une ajal enamiku oma unenägudest. REM uni moodustab kogu unest umbes 20 – 25% esinedes öö jooksul nelja kuni kuue erineva episoodina (Carskadon & Dement, 2011).

NREM ja REM uni vahelduvad umbes 90-100 minutiliste perioodidena ning moodustavad öö jooksul keskmiselt 5 – 6 unetsüklit. Küll aga muutub nende unefaaside osakaal unetsüklites öö jooksul, normaalse une puhul domineerib öö esimeses kolmandikus tavaliselt NREM uni ning öö viimases kolmandikus REM uni (Carskadon & Dement, 2011).

Seega koosneb uni 5 üksteisest erinevast ning eri pikkusega faasist: faas 1 (2 – 5% kogu unest), faas 2 (45 – 55%), faas 3 (3 – 8%), faas 4 (10 – 15%) ning REM uni (20 – 25%), mille vältel muutub aju aktiivsus, lihastoonus, hormoonide süntees ning südame – ja hingamissagedus.



Joonis 1. Joonisel on illustreeritud une histogramm, kus on välja toodud erinevad unetsüklid ühe öö jooksul noorel täiskasvanul (Carskadon & Dement, 2011).

1.2 Unevajadus ning seda mõjutavad faktorid

Une pikkus, mida inimene vajab igal ööl, sõltub väga paljudest erinevatest teguritest ning muutub inimese elu jooksul. Samuti esineb unevajaduses individuaalne varieeruvus, mis on mõjutatud geneetiliste, käitumuslike, meditsiiniliste ja keskkonna faktorite poolt (Carskadon & Dement, 2011). Üheks suurimaks teguriks, mis mõjutab inimese unevajadust, on tema vanus. American Academy of Pediatrics (AAP) kinnitust saanud soovitude järgi vajavad imikud ja lapsed und kõige rohkem, 12-16 tundi ööpäevas (Paruthi et al., 2016). American Academy of Sleep Medicine ja Sleep Research Society poolt antud üldine soovitus optimaalse tervise tagamiseks täiskasvanute seas vanuses 18-60 aastat, on magada igal ööl minimaalselt 7 tundi või rohkem (Watson et al., 2015). Rahvusvaheline Olümpiakomitee soovitus noortele ning sportlastele on 8,5 – 9,5 tundi und (Bergeron et al., 2015). Üheks suureks teguriks, mis mõjutab und ning unevajadust, on une ja ärkveloleku rütm.

Vanus	Soovituslik uneaeg
Imikud vanuses 4-12 kuud	12-16 tundi päevas (koos uinakutega)
Lapsed vanuses 1-2 aastat	11-14 tundi päevas (koos uinakutega)
Lapsed vanuses 3-5 aastat	10-13 tundi päevas (koos uinakutega)
Lapsed vanuses 6-12 aastat	9-12 tundi päevas
Teismelised vanuses 13-18 aastat	8-10 tundi päevas
Täiskasvanud vanuses 18 aastat või vanemad	7-8 tundi päevas

Tabel 1. Tabelis on American Academy of Sleep Medicine ja Sleep Research Society poolt antud soovituslikud uneajad vastavalt vanusele (Watson et al., 2015), (Paruthi et al., 2016).

1.3 Une ja ärkveloleku rütm

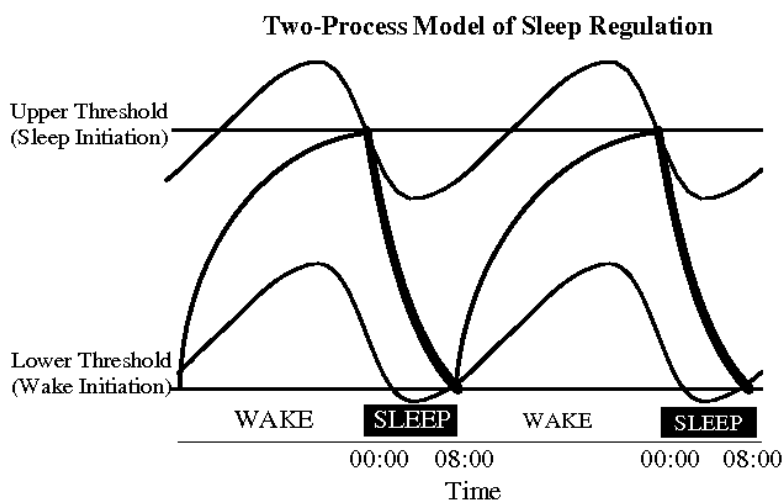
Une ja ärkveloleku rütmi saab kirjeldada kahe protsessi mudeli (*The two-process model*) järgi. Kahe protsessi mudel on olnud viimasel kolmel kümnendil peamine kontseptsioon, millest lähtutakse und käsitlevates teadustöodes. Laialdaselt on seda kasutatud uuringutes, mis on keskendunud erinevatele sooritusvõimetele ning kurnatusele, lähtudes individuaalsetest erinevustest. Antud mudel on teoreetiline ja matemaatiline seletus une ja ärkveloleku rütmist, mis koosneb kahest protsessist, milleks on homöostaatiline protsess (*homeostatic process*) ning tsirkadiaanne protsess (*circadian process*). Kahe protsessi mudel kinnitab, et homöostaatiline protsess ja tsirkadiaanne protsess mõjutavad teineteist pidevalt, mida kinnitavad ka elektrofüsioloogilised tulemused suprahiaasmaatilisest tuumast (*suprachiasmatic nuclei*), mis on äärmiselt väike hüpotalamuses asuv piirkond (Borbély et al., 2016).

Tsirkadiaanne rütm on organismi üheks peamiseks võimaluseks kohaneda ümbritseva keskkonnaga. Tsirkadiaanne rütm on kui organismi sisene, kuid individuaalselt erinev, ligikaudu 24 tunnine kell, mis tagab ajalise organisatsiooni organismis toimuvatele protsessidele nagu une ja ärkveloleku rütm, söömis- ja joomiseelistused, kehatemperatuuri muutused, järglaste saamine ja mitmete hormoonide vallandumised (Walker, 2017). Tsirkadiaanne süsteem imetajatel koosneb kolmest peamisest komponendist, milleks on: fotoretseptorid ja visuaalsed aferentsed juhteteed, hüpotalamuses asuv suprahiaasmaatiline tuum ning eferentsed juhteteed sidumaks suprahiaasmaatilist tuuma ning tsirkadiaanset funktsiooni mõjutavaid süsteeme (Moore, 1997). Organismi sisese bioloogilise kella eest vastutab suprahiaasmaatiline tuum, mis asub ajus hüpotalamuses (Moore, 2013). Samuti määrab tsirkadiaanne rütm, kas inimene on hommiku- või õhtuinimene. Kuigi ligikaudu on see rütm inimestel keskmiselt 24 tundi, siis on individuaalselt väga erinev, millal antud rütm saavutab oma haripunkti ning just see määrab, kas indiviid on hommiku- või õhtuinimene. Umbes 40% populatsioonist saabub nende ärkveloleku haripunkt hommikul varem ning samuti muutuvad nad õhtul varem unisemaks – neid saab kutsuda hommikuinimesteks. Õhtuinimesi, kelle rütm käitub vastupidiselt, on populatsioonist umbes 30% ning ülejäänud 30% jäävad oma rütmiga hommiku- ja õhtuinimeste vahepeale (Walker, 2017).

Tsirkadiaanse rütmi vahendajaks aju ja keha vahel, mis annab märku, kas tegemist on hommiku või õhtuga, on melatoniin (Walker, 2017). Melatoniin on hormoon, mis annab organismile märku une algusajast ja alandab keha temperatuuri ning on sünteesitud käbinäärmes. Hormooni sünteesimiseks ning sünteesimise lõpetamiseks annab signaali suprahiaasmaatiline tuum. Hormooni tase organismis päeval ajal on peaaegu olematu ning hakkab tõusma õhtul peale hämariku saabumist, saavutab haripunkti öösel ning hakkab taaskord langema hommikutundide saabudes (Crowley et al., 2007). Melatoniini sünteesimine ning eritus on otseselt mõjutatud ning allasurutud valguse olemasolust. Uuringud näitavad, et isegi lambivalgus toas mõjutab melatoniini eritust (Smith et al., 2004). Kokkuvõtteks võib öelda, et tsirkadiaanne süsteem ning une ja ärkveloleku tsükkel on mõjutatud valguse olemasolust, valgus enne õhtut nihutab tsirkadiaanset rütmi hilisemaks ning vastupidiselt valgus vara hommikul nihutab rütmi varasemaks (Khalsa et al., 2003).

Homoöstaatiline protsess (*homeostatic process*) on kaheprotsessi mudeli teine komponent, mida lihtsustatult võib kutsuda unesurveks. Unesurve hakkab kumuleeruma hetkest, millal inimene ärkab ja seda kuni uinumiseni. Öö jooksul unesurve hajub ning kahe protsessi mudeli järgi toimub unesurve hajumine öö jooksul palju kiiremini kui selle tekkimine päeva jooksul (Porkka-Heiskanen,

2013). Unesurve füsioloogilisteks markeriteks on nii kolmanda ja neljanda faasi uni kui ka aeglase unelaine ehk deltarütmi aktiivsus (Crowley et al., 2007). Unesurve tekitab molekul adenosiini, mille kontsentratsioon ajus kuhjub seda rohkem, mida kauem inimene üleval on olnud (Porkka-Heiskanen et al., 1997). Juhul, kui adenosiini kontsentratsioon ületab oma läve, on esile kutsutud uni. Enamusel inimestel tekib see pärast 12-16 ärkveloleku tundi. Kuigi nii homoöstaatiline kui ka tsirkadiaanne rütm mõjutavad mõlemad une ja ärkveloleku rütmi, on nad siiski üksteisest eraldiseisvad süsteemid (Walker, 2017).



Joonis 2. Joonisel on kujutatud kahe protsessi unemudelit. Jäme joon kujutab homoöstaatilist protsessi, kus unesurve kuhjub ärkvel oleku ajal ning hajub öö jooksu. Tsirkadiaanne protsess reguleerib uneaja algust ning kui unesurve ületab läve piiri, vallandub uni. Homoöstaatiline ja tsirkadiaanne protsess on joondunud nii, et uni algab keskööst ja kestab kuni kella 8-ni hommikul (Crowley et al., 2007).

Nüüdseks on kindlaks tehtud, et uni on mõjutatud ja kontrollitud geenide poolt (De Gennaro et al., 2008). Samuti on mõjutatud see, kas inimene on hommiku- või õhtuinimene ehk inimese kronotüüp, suuresti inimese geenide poolt (Walker, 2017). Uuringud, kus on kasutatud ärkveloleku aju aktiivsuse hindamist elektroentsefalograafiaga unesurve hindamiseks, on näidanud, et inimesed, kes loomulikult magavad vähem (alla 6 tundi), tolereerivad paremini suurenenud unesurvet, kui loomulikult kauem magavad inimesed (üle 9 tundi) (Aeschbach et al., 2001). See, kui palju indiviid und vajab, võib olla reguleeritud geenide poolt (Franken et al., 2001) või olla pikaajaline kohastumus krooniliselt vähesele magamisele (Aeschbach et al., 2001). Uneteadlased on leidnud ka väga väheseid indiviide, kes magavad loomupäraselt ainult 6 tundi ning isegi kui neil on võimalus magada nii kaua, kui nad soovivad, ei maga nad kauem. Neid on testitud laboratoorses

tingimustes ning neil ei teki 6 tunnise magamise puhul sooritusvõime langust. Teadlased seostavad seda geeni BHLHE41 variatsiooniga. See geen on aga äärmiselt haruldane ning selle geeni kandjate arv on alla 0,1 protsendi (Walker, 2017).

Lapseeas teismeliseks saamisel toimuvad aju arengus väga suured muutused ning jätkub organismi üldine kiire areng. Sealhulgas toimuvad ka muutused tsirkadiaanses rütmis ning homoöstaatilises protsessis. Teismeeas nihkub tsirkadiaanne rütm mõne tunni võrra hilisemaks, melatoniini süntees algab hiljem ning teismelised eelistavad hilisemaid magamamineku ja ärkamise aegu (Crowley et al., 2007). Kui 8-9 aastane laps jääb uniseks ning uinub umbes kella 9 ajal õhtul, siis selleks ajaks, kui ta on saanud 15-16 aastat vanaks, on tema tsirkadiaanne rütm nihkunud edasi ning tema unisus ja uni võivad saabuda tunde hiljem, umbes kella 12 ajal hilisõhtul või kella 1 ajal öösel (Walker, 2017). Homoöstaatilises protsessis toimuv muutus seisneb unesurve tekkimise erinevustes. Lastel või noorematel teismelistel toimub unesurve teke kiiremini ning neil on võimalik uinuda varasemal ajal kui vanematel teismelistel (Crowley et al., 2007). Kahjuks aga ei toeta seda arengus toimuvat muutust ei koolisüsteem ega tihtipeale ka teadmatud lapsevanemad. Selle tulemusena ei pruugi teismelised saavutada ettenähtud 8-10 tunnilist täisväärtuslikku und (Walker, 2017).

Niisiis võib järeldada, et une ja ärkveloleku rütm sõltub eelkõige tsirkadiaansest ning homoöstaatilises protsessist, mis omakorda on mõjutatud nii geneetikast, keskkonnast kui ka vanusest. Tsirkadiaanne rütm on kui organismi sisene kell, mis reguleerib une ja ärkveloleku aega, mida mõjutab hormoon melatoniin. Melatoniini süntees sõltub omakorda valguse intensiivsusest. Homoöstaatiline protsess ehk unesurve tekib adenosini tõttu, mille süntees toimub pidevalt ärkveloleku ajal. Kui adenosini hulk ületab läve piiri, saabub uni, piisava une järgselt adenosini tase langeb.

2 UNEVÕLG

Unevõlga (*sleep dept*) ning tihti kirjanduses kasutatavat terminit “krooniline unevaegus” (*chronic sleep restriction*) võib enamasti pidada samatähenduslikuks, mis tähendavad suurenenud unevajadust, mille on põhjustanud eelnevalt ebapiisavas koguses saadud füsioloogilist und. Unevõlg võib olla kas täielik unepuudus, kui indiviid ei maga öö jooksul üldse või osaline unepuudus, kui uneaeg on piiratud. Unevõlga väljendavad suurenenud unevajadus (unelatentsuse test), füsioloogilise une homoöstaasi markerid, subjektiivne unisus ja neurokäitumuslik sooritus. Üheks

peamiseks unevõla markeriks võib pidada unesurve kuhjumist ebapiisava une saamise tõttu mitmel järjestikkusel päeval. Krooniliseks unevaeguseks võib pidada olukorda, kui järjestikkustel päevadel pidevalt ei saavutata piisavat une kogust, mis on vajalik negatiivsete kõrvalmõjude vältimiseks (Banks & Dinges, 2011).

Umbes 50 aastat tagasi kasutati esimest korda terminit unevõlg, kirjeldamaks olukorda, kus piirati une algusaega hoides une lõpuaeg konstantsena. Antud une ja ärkveloleku rütmiga uuritavatel tähendas teadlane Kleitman esinevat suurenenud unetungi ning vähenenud erksust. Kuid kui indiviididel kadusid nädalavahetusel saadud pikema une tõttu negatiivsed kõrvalnähud, kirjeldas ta neid kui isikuid, kes on võimelised unevõla likvideerima. Paljudes avaldatud teadustöodes, mis keskendusid unevõlale ning unevõlast tekkivatele muutustele tavapopulatsiooni hulgas enne 1997. aastat, saadi tulemusteks, et vähem kui seitse ning rohkem kui neli tundi und mõjutasid küll subjektiivset suurenenud unisust, kuid ei mõjutanud kognitiivset sooritusvõimet. Selle tulemusena tekkis uskumus, et inimene on suuteline kohanema 4 – 5 tunnise unega, kuigi enamus nendest uuringutest olid väga suurte puudujääkidega eksperimentaalse ülesehituse poolest. Alates sellest ajast, kui on muudetud eksperimentide ülesehitust ning kõrvaldatud puudujäägid, on uneteadlased leidnud väga suuri objektiivseid negatiivseid muutusi inimeste neurokäitumises ning sooritusvõimes seoses unevõlaga (Banks & Dinges, 2011).

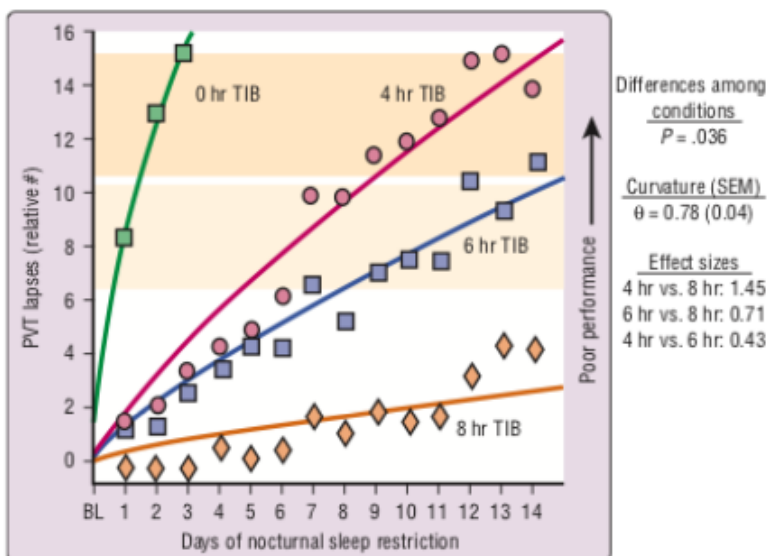
Unevõla mõju uurimisel oli tähtsaks murdepunktiks 2003. aastal läbiviidud uuring, kus hinnati ärkveloleku neurokäitumist ning füsioloogilisi muutusi inimestel, kellel piirati uneaega. Uuringus osalenud inimesed jaotati nelja gruppi öise une koguse järgi: 8 tunni grupp, 6 tunni grupp, 4 tunni grupp ning grupp, kes olid üleval järjest 3 ööpäeva. Uuringus osalejaid hoiti ning uuriti laboratoorsetes tingimustes 14 järjestikkust päeva. Uuritavaid hinnati iga kahe ärkveloldud tunni tagant ning nad sooritasid testi, millega hinnati nende kognitiivset sooritusvõimet, tuju ning sümptomeid. Uuringu tulemusena selgus, et grupis, kus magati 8 tundi, saavutati 14 päeva jooksul stabiilselt perfektseid tulemusi. Grupp, mille liikmed olid ärkvel 3 ööpäeva järjest, kannatas märkimisväärselt juba peale esimest ülevaloldud ööpäeva ning mõnede testide tulemused olid halvenenud kuni 400% ning see langus jätkus samas joones kuni kolmanda ülevaloldud ööpäevani. Kõige üllatavamad olid tulemused aga 4 ja 6 tunni unegruppides. Nelja tunni unegrupis olid testi tulemused samaväärsed nendega, kes olid ööpäev läbi üleval olnud juba 6. päevaks ning 11. päevaks olid tulemused võrdsed 48 tundi magamata inimeste omadega. Kuue tunni grupis oli kognitiivne

sooritusvõime langenud 10. päevaks samale tasemele inimestega, kes olid 24 tundi üleval olnud (Van Dongen et al., 2003).

Antud uuringu kokkuvõtteks võib öelda, et isegi mõõdukas unevaegus mõjutab inimese kognitiivset sooritusvõimet, kui uni on piiratud järjestikkustel öödel ning sooritusvõime langust mõjutab piiratud unetundide ning järjestikku vähe magatud ööde arv. Samuti tuli välja, et sooritusvõime langus säilib kogu ärkveloldud aja, mitte ainult mõningatel hetkedel päevas.

2.1 Mikrouni kui unevõla marker

Uuringud on tõestanud, et unevõla üheks tagajärjeks on mikroune tsüklite esinemine. Mikrouni on seisund, kus inimene kaotab täielikult reageerimise väliskeskkonnale ~0,5 – 0,15 sekundiks. Antud seisundi tagajärjeks võivad olla suured, isegi surmaga lõppevad õnnetused, eriti ohtlik on see militaar- või transpordivaldkonnas. Ka igapäevaliikluses, kus mootorsõiduki juht kaotab teadvuse kasvõi paariks sekundiks, võib juhtuda surmaga lõppev õnnetus (Jonmohamadi et al., 2016). Unevõlast tekkinud psühhomotoorse valvsuse testi PVT (*psychomotor vigilance test*) aeglasemad tulemused peegeldavad mikroune sagenenud esinemist. Uuringutes, kus hinnatakse unepuuduses olevaid inimesi ning sooritakse PVT testi, ei ole määravaks faktoriks aeglastemate reaktsiooniaegade põhjustajana mitte unisusest tulenev aeglus, vaid mikroune sagedane esinemine (Walker, 2017). Unevõlas olevatel inimestel võib mikrouni esineda ettearvamatult kogu ärkvelolekul ajal ning selle esinemissagedus suureneb ning kestvus pikeneb tulenevalt sellest, mida suurem on unevõlg. Mikrouni arvatakse olevat põhjustatud aju erinevate osade närviühenduste nihetest, mille põhjustab unevaegus (Chee et al., 2008).



Joonis 3. Joonisel on kujutatud psühhomotoorse testi ajal tekkinud mikroune esinemised erinevate unegruppide puhul. Kujutatud on grupi keskmised tulemused, kus romb kujutab 8 tunni gruppi, sinine ruut 6 tunni gruppi, ring 4 tunni gruppi 14 päeva jooksul. Roheline ruut kujutab gruppi, kus osalejad olid üleval 3 ööpäeva (Banks & Dinges, 2011).

2.2 Unevõla hindamine

Kroonilise unevaegusega inimesed ei ole võimelised adekvaatselt hindama enda halvenenud kognitiivset sooritusvõimet ning unisuse taset. Eelpool mainitud uuringus, kus uuritavad jaotati nelja ja kuue tunni gruppidesse (Van Dongen et al., 2003), tõusid kohe algselt subjektiivset unisust hindavate testide tulemused, kuid kuni uuringu lõpuni tõusid edasiste unisust hindavate testide tulemused minimaalselt. Kui uuringu lõpus hinnati subjektiivset unisust, siis uuritavad vastasid, et tunnevad vaid kerget unisust, kuigi nende kognitiivse sooritusvõime tasemed olid kogu aeg pidevalt langenud ning võrdväärseid nende uuritavate omadega, kes olid olnud kaks ööpäeva järjest ärkvel (Van Dongen et al., 2003). Pikema-ajalise kroonilise unevaeguse puhul, mis on kestnud kuid või isegi aastaid, on inividid niivõrd harjunud ning kohanenud oma halvenenud sooritusvõimega, et see saab nende tavapäraseks normiks (Walker, 2017). Samuti on problemaatiline unevõlast taastumine, milleks vajatakse tõenäoliselt rohkem und, kui teadlased varasemalt on arvanud. Lamond jt (2007) uuringus osalejad olid järjest ärkvel kas 24 või 48 tundi olenevalt grupist ning seejärel hinnati neid viiel järjestikkusel päeval, kus neil lasti magada kas 9 või 6 tundi. Grupis, kus vaatlusalused olid ärkvel 24 tundi, suutsid nad taastuda kahe 9 tunnilise unega ööga. Magades 6 tundi viiel järjestikkusel päeval, ei suutnud vaatlusalused viia algtasemeni subjektiivset väsimustunnet, kuid kognitiivne sooritusvõime jäi alla algtaseme isegi pärast viiendat magatud ööd (Lamond et al., 2007).

Eeltoodud näited kinnitavad, et kroonilise unevõla all kannatavad inimesed ei ole suutelised adekvaatselt hindama, kui unised nad on ning kui palju on nende sooritusvõime vähenenud. Krooniliselt vähe magajad harjuvad oma halvenenud sooritusvõimega ning see saab nende uueks normiks. Samuti kulub unevõlast taastumisele kauem aega, kui varasemalt arvati ning magades nädalavahetusel soovitatava arvu unetunde ei korva see argipäevadel vähema magamise tagajärjel tekkinud puudusi.

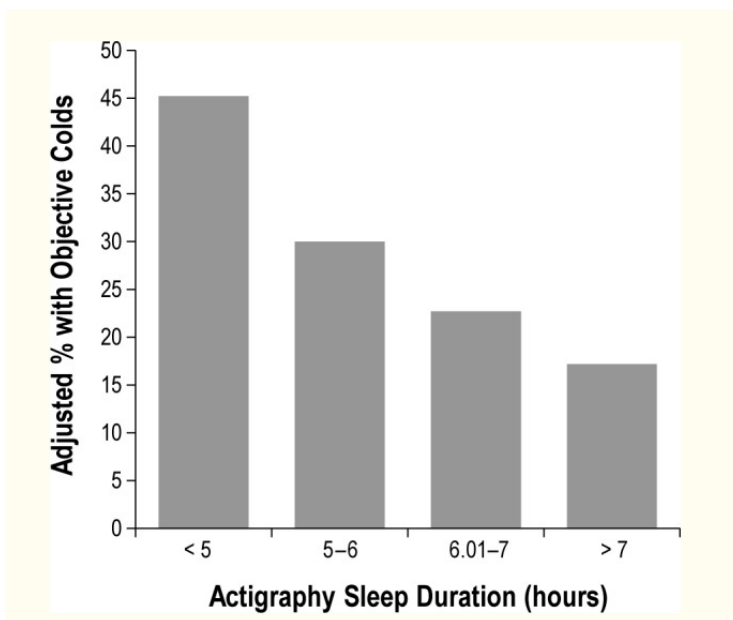
2.3 Unevõla mõju organismile

Unevõlg ei mõjuta mitte ainult kognitiivset sooritusvõimet ning unisuse teket, vaid selle negatiivsed efektid mõjutavad kogu organismi ning arvatakse olevat paljude haiguste põhjustajaks. Unevõla mõju tõttu on märgatud suuri muutusi endokriinsüsteemi funktsioonides, immuunsüsteemi töös, valutundlikkuses ning suurenenud üksildustundes.

Endokriinsüsteemi töö kohta tehtud uuringutes on leitud, et piiratud öise uneajaga inimestel on õhtune kortisooli tase kõrgem, suurenenud on sümpaatilise närvisüsteemi aktiivsus, vähenenud türeotropiini ehk kilpnääret stimuleeriva hormooni aktiivsus (Banks & Dinges, 2011). Lisaks on uuringud näidanud, et piiratud uneajaga inimestel on insuliinitundlikkus vähenenud kuni 30% ning lisaks tundlikkuse vähenemisele produtseeris nende keha ka vähem insuliini. Unevõlas inimestel esineb väga suure tõenäosusega ainevahetuslikke häireid. Samuti on une puuduses olevatel inimestel väga suur risk rasvumisele ning diabeedile (Broussard et al., 2012). Unevõlal on märkimisväärne mõju organismi testosterooni tasemele. Uuringus, kus piirati öise une aeg viiele tunnile, langesid testosterooni tasemed 10-15%. Võrdluseks, et mõista, kui suur see vahe on, võib võtta aluseks selle, et normaalse vananemisega langeb meeste testosterooni tase iga aastaga 1-2%. Seega unevõla all kannatavad inividid on testosterooni taseme poolest võrdsed 10-15 aastat vanemate inimestega (Leproult & Van Cauter, 2011). Uuringus, kus uuritavad olid 24 tundi järjest üleval, oli ainuüksi ühe magamata öö järgselt testosteroonitaseme langus 27% (Cote et al., 2013). Pikaajalisel testosterooni taseme langusel on märkimisväärne mõju meeste seksuaalkäitumisele ning järglaste saamisele. Madalat testosterooni taset on seostatud ka suurema suremusega (Cote et al., 2013).

Unevaegus vähendab olulisel määral immuunsüsteemi funktsiooni. On leitud, et isegi peale ühte ööd, kus uuritavad said magada öö jooksul viis tundi, vähenes loomuliku immunreaktsiooni vastus, loomulikkude tapjarakkude aktiivsus kuni 70% ning T-abistajarakkude produktsioon (Irwin et al., 1996). Uuringus, kus jälgiti 164 terve inimese und randmel kantavate aktiivsusmonitoridega seitsme päeva jooksul ning seejärel lasti neil sisse hingata rinoviirust, mis on kõige sagedasem ülemiste hingamisteede haiguste põhjustajaks, hinnati nakatunute arvu ning uneaega. Tulemusena selgus, et inimesed, kes olid maganud keskmiselt viis tundi või vähem, nakatusid haigusse neli korda suurema tõenäosusega kui need, kes magasid seitse tundi või rohkem (Prather et al., 2015). Lisaks immuunsüsteemi funktsiooni langusele mõjutab unevõlg ka vaksineerimise efektiivsust. Uuringus, kus hinnati vaksineerimise järgselt toodetud antikehade kogust, tuli välja, et grupil, kelle und piirati

neli päeva enne vaktsineerimist, oli 10 päeva möödudes antikehasid 50% vähem kui grupil, kelle und ei piiratud. Antikehade arv oli väiksem hoolimata sellest, et piiratud une grupil pikendati pärast vaktsineerimist nädalaks ajaks öösel voodis oldud aega 12 tunnini (Spiegel et al., 2002)



Joonis 4. Joonisel on kujutatud une kestvuse keskmised tulemused 7 päeva jooksul enne viirusega kokkupuudet, mis on seotud osalejate protsendiga, kes sellele järgnevalt haigestusid (Prather et al., 2015).

Unevõlal on mõju ka valuaistingule. Uuringud on näidanud juba mitmeid aastaid, et unevõla tõttu on suurenenud valutundlikkus ning inimestel, kellel on krooniline unevaegus, on ka madalam valutävi ning neil esineb rohkem kroonilist valu. Viimased uuringud, kus on hinnatud valu esinemist, kas osalise unevaeguse, täieliku unevaeguse või kindla unefaasi puudumisel, on leitud, et suurem valuaisting esineb sügava une ehk aeglasete unelainetega une puudusel. Täielikku unevaegust on seostatud alanenud valutävega nii survevalule kui ka kõrgema temperatuuri poolt põhjustatud valule. Uuringud, mis on viidud läbi katseloomadega, on näidanud suuremat tundlikkust valule REM une puudumisel (Kundermann et al., 2004).

Uuringud on näidanud, et une puudus põhjustab üksildust ning sotsiaalset eemaldumist (Ben Simon & Walker, 2018). Inimesed, kelle und oli öö jooksul piiratud või kellel esines täielik unevaegus, tundsid ennast rohkem üksildasena. Samuti hindasid ka teised unepuuduses olevaid inimesi üksikumatena ning soov unepuuduses inimestega kontakti saavutada või suhelda oli

väiksem. Lisaks tuli välja, et mida üksildasemaks inimesed unepuuduses olevat inimest hindasid, seda üksikumalt tundsid nad ka iseennast.

Kokkuvõtteks võib öelda, et unevõla tagajärjel on häiritud endokriinsüsteemi töö, mille tõttu on kõrgem õhtune kortisooli tase, türetropiini aktiivsus on vähenenud, insuliini eritus ja tundlikkus on vähenenud, esineb suurem risk rasvumisele ja diabeedile ning langenud on testosterooni tase. Unevõla järgselt langeb immuunsüsteemi efektiivsus ning esineb suurem risk haigestuda erinevatesse viirustesse, lisaks vähendab unevõlg vaktsineerimise tagajärjel tekkinud antikehade hulka. Kroonilise unevõlaga elavatel inimestel on madalam valulävi ning neil esineb sagedamini kroonilist valu. Samuti tunnevad unevõlas inimesed end rohkem üksildastena.

3 UNEVÕLG JA SPORTLIK SOORITUSVÕIME

Sportlastel esineb suurenenud unevajadus, et tagada piisav taastumine ning adaptatsioon. Treeningute vahel on soovitatav unetundide arv 7-9 tunni asemel 8-10 tundi. Vaatamata sellele on enamasti uuringud näidanud, et sportlastel ei õnnestu saavutada soovitatud unetunde. Lisaks sellele mõjutavad sportlasi mitmed faktorid, mis võivad mõjuda negatiivselt soovitatud unetundide täis magamiseks, milleks on treeningute ning võistluste ajakavad, võistluste ning treeninglaagritega seoses reisimine, stress, akadeemilised nõudmised ning ületreening. See võib ohustada nii sportlase tervist kui ka sooritusvõimet (Watson, 2017).

3.3 Täieliku unepuuduse mõju sportlikule sooritusvõimele

Uuringud, mis on hinnanud sportlikku sooritusvõimet uneaja täieliku või osalise piiramise järgselt, on tulemuseks saanud väga erinevaid ning vastuolulisi andmeid. Anaeroobse sooritusvõime hindamiseks kasutatakse teste, kus intensiivsus on kõrge ning soorituse aeg lühike, nagu näiteks *Wingate* test või jõu-kiiruse test. Antud testides kestab pingutuse osa 30 – 60 sekundit *Wingate* testi puhul või sooritatakse jõu-kiiruse testis 6 – 7 sekundilisi sprinte. Uuringud on näidanud, et täielik unepuudus ei mõjuta oluliselt antud testide tulemust (Thun et al., 2015). Souissi jt (2003) uuringus hinnati rattasõidu maksimaalset jõudu, tippkoormust ning keskmist jõudu 24 ja 36 ärkveloldud tunni järgselt. Tulemuseks saadi, et anaeroobse jõu näitajad ei ole mõjutatud pärast ühte ärkvel oldud ööpäeva, kuid näitajad olid halvenenud pärast 36 tundi (Souissi et al., 2003). Treenitud meestel hinnati põlveliigese fleksioon- ning ekstensioonjõudu isokineetilisel dünamomeetril pärast 30 tunnist unevaegust. Unevõlaga grupil olid jõunäitajad oluliselt langenud (Bulbulian et al., 1996).

Mitmed teadlased on väitnud, et unepuuduse mõju sportlikule sooritusel võib olla sooritatava ülesande keskne. Antud väidet kinnitab ka uuring, kus hinnati lihasjõudu 64 tunni jooksul, mille kestel uuritavad ei maganud. Märgatavalt vähenes vertikaalse hüppe kõrgus ning isokineetiline põlveliigese sirutusjõud, kuid 40 meetri sprindi, isomeetrilise pigistusjõu ning tasakaalutestide tulemused oluliselt ei muutunud (Takeuchi et al., 1985). Üliõpilaste-jõutõstjate sportlikku sooritust hinnati 24 tunni unevaeguse järgselt uuringus, kus sooritati maksimaalne pingutus klassikalise jõutõstmise aladel (rebimine, rinnalevõtt ja tõuge ning eeskükk). Sooritustulemustes ei esinenud olulisi muutusi, küll aga olid negatiivselt mõjutatud uuritavate ärksus, motivatsioon, subjektiivse unisuse tunne ning kurnatus (Blumert et al., 2007). Uuringus, kus hinnati sportlikku sooritusvõimet pikema kestvusega harjutustes 30 tunni unevaeguse järgselt, saadi tulemusteks madalamad keskmised sprindiajad ning halvemad tulemused põlveliigese sirutusjõus süvakükkide treeningprotokolliga järgselt, mis kestis 50 minutit. Lisaks olid unevaeguse järgselt negatiivselt mõjutatud sprinditehnika, lihaste glükogeeni varud, arendatav maksimaalne jõud ning subjektiivselt tajutav pingutus (Skein et al., 2011). Samuti on täieliku unevõla järgselt halvenenud kõndides läbitud ülddistantsi pikkus lintrenažööril ning vähenenud aeg, mis kulub kurnatuse saavutamiseks (Oliver et al., 2009). Võrkpallurite seas vähenes ühe öö täieliku unepuuduse tõttu aeg kurnatuse saabumiseni ning suurenes hingamissagedus, mis mõjutas negatiivselt sooritusvõimet (Azboy & Kaygisiz, 2009).

Eeltoodud andmed tõestavad, et täielikul unepuudusel on lühiajalisele anaeroobsele pingutusele ning lühiajalisele maksimaalsele pingutusele minimaalne mõju või ei esine seda üldse. Suurem negatiivne mõju sooritusvõimele täieliku unepuuduse puhul on pikema kestvusega aladel, kus kurnatus saabub kiiremini. Sooritusvõime langus on ka soorituse spetsiifiline. Täielik unepuudus avaldab märkimisväärset negatiivset psühholoogilist mõju sportlase motivatsioonile ning üldisele enesetundele.

3.4 Osalise unepuuduse mõju sportlikule sooritusvõimele

Osalise unepuuduse all mõistetakse olukorda, kus uni on piiratud kindlaks ajaks ühel või mitmel järjestikusel ööl. Uuringus, kus hinnati unepuuduse mõju jõutreeningule ning piirati une aega 3 tunnile 3 järjestikusel ööl, avaldas unepuudus negatiivset mõju nii submaksimaalsele kui ka maksimaalsele sooritusel. Uuringus hinnati rinnalt surumist, jalapressi, jõutõmmet ning küünarliigese painutajate jõudu. Kõige vähem oli mõjutatud küünarliigese painutajate maksimaalne

jõud, kus märkimisväärset erinevust tavatasemega ei esinenud. Märkimisväärne jõulangus esines maksimaalsel sooritusel rinnalt surumises, jalapressis ja jõutõmbes ning kõigil neljal harjutusel submaksimaalses jõus, kus langus oli suurem kui maksimaalsete jõunäitajate puhul (Reilly & Piercy, 1994). Uuringus, kus hinnati õpilaste anaeroobset jõudu *Wingate* testiga une neljale tunnile piiramise järgselt, saadi halvemad tulemused maksimaalses jõus ning halvemad jõunäitajate keskmised tulemused (Souissi et al., 2008). Sarnaselt saadi halvemad tulemused lühiajalises maksimaalses jõus judo võistlejate seas, kelle und piirati üheks ööks nelja tunnini (Souissi et al., 2013). Vastupidiselt uuringule, kus hinnati ujujate haardejõudu, seljalihaste jõudu, kopsufunktsiooni ning ujumise sooritust 4 järjestikusel päeval, mille jooksul oli uni piiratud 2,5 tunnini, ei mõjutanud unepuudus testide tulemusi (Sinnerton, 1992). Negatiivseid tulemusi osalise unepuuduse mõju tõttu on saadud aga spordialadel, mis nõuavad täpsust. Uuringus, kus hinnati nooleviske täpsust, mõjutas tulemusi märkimisväärselt ainult ühe öö une piiramine 4 – 5 tunnini (Edwards & Waterhouse, 2009). Sarnaselt mõjutas ainult ühe öö une piiramine 5 tunnini tennisemängijate servi täpsust. Servi täpsus vähenes 5 tunni une järgselt üle 50% võrreldes piiramata unega (Reyner & Horne, 2013).

Osaline unepuudus mitmel järjestikusel ööl avaldab märkimisväärset sooritusvõime langust nii maksimaalses pingutuses kui ka submaksimaalsel sooritusel, kus viimane on kõige enam negatiivselt mõjutatud, mis on seostatud suurema kurnatuse kumuleerumisega. Sarnaselt täieliku unepuudusega on sooritusvõime langus seotud harjutuse spetsiifikaga ning rohkem on mõjutatud sooritused, mis hõlmavad suuremaid lihasgruppe. Samuti esineb oluline sooritusvõime langus ühe öö une piiramisel täpsust nõudvatele spordialadele.

3.5 Uneaja pikendamise mõju sportlikule sooritusvõimele

Mitmetes uuringutes on saadud positiivseid tulemusi, kui sportlaste voodis olemise aega on pikendatud ning sportlasel on võimalus magada kauem. Mah jt (2011) viisid läbi uuringu, kus ülikooli korvpallimeeskond läbis 5 nädalase prioodi, mille jooksul sportlaste voodis oldud aja kestus oli vähemalt 10 tundi, et pikendada võimalikult palju unetundide mahtu ning sportlastel hinnati iga treeningu järgselt korvpallimängu spetsiifilist sooritust. Uuringu tulemusena saadi kiiremad sprindiajad, vabaviske tabavus paranes 9% ning 3 punkti viske tabavus paranes 9.2%, paranes sportlaste subjektiivne hinnang füüsilise ning vaimse heaolu kohta ning vähenes kurnatus (Mah et al., 2011). Sarnane uuring viidi läbi ülikooli tennisemeeskonnaga, kus ühe nädala jooksul

paluti tennisemängijatel magada vähemalt 9 tundi. Ühenädalase uneaja pikenduse järgselt paranes servi täpsus 35%-lt 42%-ni ning sportlaste subjektiivse unisuse hindamise tulemused vähenesid oluliselt (Schwartz & Simon, 2015). Pikemad uneajad seostusid paremate kohtadega riiklikul käsipallivõistlustel (Juliff et al., 2018). Uuringus, kus hinnati 42 käsipalluri und 6 päevase turniiri jooksul ning kaks nädalat enne turniiri, selgus, et esimese ning teise koha saanud meeskondade nii uneajad kui ka voodis veedetud ajad oli oluliselt pikemad kui turniiri kahe viimase koha saanud meeskondade uneajad (Juliff et al., 2018).

Võime järeldata, et sportlaste uneaja pikendamisel on saadud positiivseid tulemusi, kus on paranenud nii spordiala spetsiifilised tulemused kui ka üleüldine sportlaste enesetunne, mis võib viidata sellele, et nende varasem uni on olnud ebapiisav. Samuti on leitud seoseid turniiridel, kus võistkonnad, kes magavad keskmiselt rohkem, saavutavad paremaid tulemusi.

3.6 Unepuudus ning spordivigastused

Sportlase edukuse üheks määrajaks on tema võime sooritada treeninguid ning osaleda võistlustel. Seda protsessi mõjutavad negatiivselt sportlaskarjääri jooksul esinevad vigastused. Uuringutes on leidnud kinnitust, et uneaja pikkus ning vigastuste esinemise sagedus on omavahel seotud (Watson, 2017). Uuringus, mis teostati põhikooli ning keskkooli sportlastest õpilaste seas, hinnati nende unetunde ning vigastuste esinemise sagedust. Sportlaste seas, kes magasid vähem kui 8 tundi, oli vigastuste esinemise risk kuni 70% suurem, kui nende seas, kes magasid rohkem kui 8 tundi (Milewski et al., 2014). Uuringus, kus hinnati 496 eliitsportlast vanuses 15-19 aastat 16 erineval spordialal, uuriti spordivigastuste riskitegureid. Sportlasi jälgiti üle 52 nädala ning sportlased täitsid küsimustikke vigastuste, treeningmahtude, unetundide, stressi ning toitumise kohta. Uuringust selgus, et peamiseks suurenenud vigastuste hulga riskiteguriteks olid kasvanud treeningmaht ja/või intensiivsus ning vähenenud uneaeg. Kõige suurem risk esines siis, kui need toimusid samaaegselt, ehk suurenes treeningmaht ning vähenes unetundide arv, mis tihti juhtuvad võistlustel või turniiridel, võistluste ning treeninglaagritega ning nendega seotud reisimisega (von Rosen et al., 2017).

Uuringud on näidanud, et unepuudus on suureks riskifaktoriks vigastuste tekkeks ning ebapiisav uni võib viia ületreeninguni, mis omakorda on üheks põhiliseks vigastuse tekkimise põhjuseks.

KOKKUVÕTE

Uni on tervisliku elu aluseks ja inimese üks põhivajadustest, ilma milleta pole inimene suuteline elama. Uni moodustab ühe faasi inimese ärkveloleku ja une perioodist, mille ajal on indiviid eemaldunud väliskeskkonnast ega reageeri sellele. Une periood koosneb omakorda kahest erinevast faasist, milleks on REM uni ja NREM, mis vahelduvad umbes 90 – 100 minutliliste perioodidena ning moodustavad öö jooksul keskmiselt 5 – 6 unetsükli. Tsükli vahel muutub aju aktiivsus, lihastoonus, hormoonide süntees ning süda – ja hingamissagedus. Optimaalse tervise tagamiseks vajab täiskasvanu keskmiselt 7 – 8 tundi und. Eluea jooksul unepikkus muutub ning samuti on unepikkus mõjutatud geneetiliste, käitumuslike, meditsiiniliste ja keskkonna faktorite poolt. Und mõjutab suuresti une ja ärkveloleku rütm, mis sõltub eelkõige tsirkadiaansest ning homoöstaatilisest protsessist. Tsirkadiaanne rütm on kui organismi sisene kell, mis reguleerib une ja ärkveloleku aega, mida mõjutab hormoon melatoniin. Melatoniini süntees sõltub omakorda valguse intensiivsusest. Homoöstaatiline protsess ehk unesurve tekib adenosini tõttu, mille süntees toimub pidevalt ärkveloleku ajal. Kui adenosini hulk ületab läve piiri, saabub uni, piisava une järgselt adenosini tase langeb.

Ebapiisava koguse une saamisel tekib unevõlg. Unevõlg võib olla kas täielik unepuudus, või osaline unepuudus. Krooniline unevõlg tekib juhul, kui järjestikkustel päevadel ei saavutata piisavat une kogust, mis on vajalik negatiivsete kõrvalmõjude vältimiseks. Unevõlga väljendavad suurenenud vajadus unele, füsioloogilise une homoöstaasi markerid, subjektiivne unisus ja neurokäitumuslik sooritus. Isegi mõõdukas unevaegus mõjutab inimese kognitiivset sooritusvõimet. Lisaks kognitiivse sooritusvõime langusele on unevõla tagajärjel häiritud endokriinsüsteemi töö, mille tõttu on kõrgem õhtune kortisooli tase, türetropiini aktiivsus on vähenenud, insuliini eritus ja tundlikkus on vähenenud, suurem risk rasvumisele ja diabeedile ning langenud testosterooni tase. Unevõla järgselt langeb immuunsüsteemi efektiivsus ning esineb suurem risk haigestuda erinevatesse viirustesse, lisaks vähendab unevõlg vaksineerimise tagajärjel tekkinud antikehade hulka. Kroonilise unevõlga elavatel inimestel on madalam valulävi ning neil esineb sagedamini kroonilist valu. Samuti tunnevad unevõlas inimesed end rohkem üksildasena.

Unevõlg avaldab ka märkimisväärset mõju sportlikule sooritusvõimele. Täielikul unepuudusel on lühiajalisele anaeroobsele pingutusele ning lühiajalisele maksimaalsele pingutusele mõju minimaalne. Suurem negatiivne mõju sooritusvõimele täieliku unepuuduse puhul on pikema kestvusega aladele, kus tekib kurnatus kiiremini, sooritusvõime langus soorituse spetsiifiline.

Täielik unepuudus avaldab märkimisväärset negatiivset psühholoogilist mõju sportlase motivatsioonile ning üldisele enesetundele. Osaline unepuudus mitmel järjestikusel ööl põhjustab olulist sooritusvõime langust nii maksimaalses pingutuses kui ka submaksimaalsel sooritusel. Sarnaselt täieliku unepuudusega on sooritusvõime langus seotus harjutuse spetsiifikaga ning rohkem on mõjutatud sooritused, mis hõlmavad suuremaid lihasgruppe. Samuti esineb märkimisväärne sooritusvõime langus ühe öö une piiramisel täpsust nõudvatele spordialadele. Vastupidiselt uneaja piiramisele on saadud positiivseid tulemusi sportlaste uneaja pikendamisel, kus on paranenud nii spordiala spetsiifilised tulemused kui ka üleüldine sportlaste enesetunne. Lisaks sellele on unepuudus suureks riskifaktoriks vigastuse tekkeks.

Lõetuseks võib öelda, et unel on inimese elus väga suur roll ning piisavas koguses une saamine on esmatähtis tervisliku elu tagamiseks. Uni on eriliselt oluline ka sportlase elus, ning sellele peab sportlane väga suurt tähelepanu pöörama, kui tema eesmärk on saavutada parimat sportlikku tulemust. Kuna une roll inimese elus on niivõrd tähtsal kohal, siis soovitan treeneritel, õpetajatel kui ka lapsevanematel pöörata oluliselt rohkem tähtsust optimaalsele unele ning unepuuduse negatiivsetele mõjudele.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aeschbach, D., Postolache, T. T., Sher, L., Matthews, J. R., Jackson, M. A., & Wehr, T. A. (2001). Evidence from the waking electroencephalogram that short sleepers live under higher homeostatic sleep pressure than long sleepers. *Neuroscience*, *102*(3), 493–502.
- Azboy, O., & Kaygisiz, Z. (2009). Effects of sleep deprivation on cardiorespiratory functions of the runners and volleyball players during rest and exercise. *Acta Physiologica Hungarica*, *96*(1), 29–36.
- Banks, S., & Dinges, D. F. (2011). Chapter 6 - Chronic Sleep Deprivation. M. H. Kryger, T. Roth, & W. C. Dement (Toim), *Principles and Practice of Sleep Medicine (Fifth Edition)* (lk 67–75).
- Ben Simon, E., & Walker, M. P. (2018). Sleep loss causes social withdrawal and loneliness. *Nature Communications*, *9*.
- Bergeron, M. F., Mountjoy, M., Armstrong, N., Chia, M., Côté, J., Emery, C. A., ... Engebretsen, L. (2015). International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *British Journal of Sports Medicine*, *49*(13), 843–851.
- Blumert, P. 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.
- Borbély, A. A., Daan, S., Wirz-Justice, A., & Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. *Journal of Sleep Research*, *25*(2), 131–143.
- Broussard, J. L., Ehrmann, D. A., Van Cauter, E., Tasali, E., & Brady, M. J. (2012). Impaired Insulin Signaling in Human Adipocytes After Experimental Sleep Restriction. *Annals of internal medicine*, *157*(8), 549–557.

- Bulbulian, R., Heaney, J. H., Leake, C. N., Sucec, A. A., & Sjöholm, N. T. (1996). The effect of sleep deprivation and exercise load on isokinetic leg strength and endurance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 73(3–4), 273–277.
- Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (s.a.). *Chapter 2 – Normal Human Sleep : An Overview*. 21.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2011). Effect of short sleep duration on daily activities--United States, 2005-2008. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 60(8), 239–242.
- Chee, M. W. L., Tan, J. C., Zheng, H., Parimal, S., Weissman, D. H., Zagorodnov, V., & Dinges, D. F. (2008). Lapsing during sleep deprivation is associated with distributed changes in brain activation. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 28(21), 5519–5528.
- Cote, K. A., McCormick, C. M., Geniole, S. N., Renn, R. P., & MacAulay, S. D. (2013). Sleep deprivation lowers reactive aggression and testosterone in men. *Biological Psychology*, 92(2), 249–256.
- Crowley, S. J., Acebo, C., & Carskadon, M. A. (2007). Sleep, circadian rhythms, and delayed phase in adolescence. *Sleep Medicine*, 8(6), 602–612.
- Dattilo, M., Antunes, H. K. M., Medeiros, A., Mônico Neto, M., Souza, H. S., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2011). Sleep and muscle recovery: endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. *Medical Hypotheses*, 77(2), 220–222.
- De Gennaro, L., Marzano, C., Fratello, F., Moroni, F., Pellicciari, M. C., Ferlazzo, F., ... Rossini, P. M. (2008). The electroencephalographic fingerprint of sleep is genetically determined: a twin study. *Annals of Neurology*, 64(4), 455–460.
- Edwards, B. J., & Waterhouse, J. (2009). Effects of one night of partial sleep deprivation upon diurnal rhythms of accuracy and consistency in throwing darts. *Chronobiology International*, 26(4), 756–768.

- Franken, P., Chollet, D., & Tafti, M. (2001). The homeostatic regulation of sleep need is under genetic control. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 21(8), 2610–2621.
- Fullagar, H. H. K., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J., & Meyer, T. (2015). Sleep and Athletic Performance: The Effects of Sleep Loss on Exercise Performance, and Physiological and Cognitive Responses to Exercise. *Sports Medicine*, 45(2), 161–186.
- Irwin, M., McClintick, J., Costlow, C., Fortner, M., White, J., & Gillin, J. C. (1996). Partial night sleep deprivation reduces natural killer and cellular immune responses in humans. *FASEB Journal: Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 10(5), 643–653.
- Jonmohamadi, Y., Poudel, G. R., Innes, C. C. R. H., & Jones, R. D. (2016). Microsleeps are Associated with Stage-2 Sleep Spindles from Hippocampal-Temporal Network. *International Journal of Neural Systems*, 26(04), 1650015.
- Juliff, L. E., Halson, S. L., Hebert, J. J., Forsyth, P. L., & Peiffer, J. J. (2018). Longer Sleep Durations Are Positively Associated With Finishing Place During a National Multiday Netball Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(1), 189–194.
- Khalsa, S. B. S., Jewett, M. E., Cajochen, C., & Czeisler, C. A. (2003). A phase response curve to single bright light pulses in human subjects. *The Journal of Physiology*, 549(Pt 3), 945–952.
- Kundermann, B., Krieg, J.-C., Schreiber, W., & Lautenbacher, S. (2004). The Effects of Sleep Deprivation on Pain.
- Lamond, N., Jay, S. M., Dorrian, J., Ferguson, S. A., Jones, C., & Dawson, D. (2007). The dynamics of neurobehavioural recovery following sleep loss. *Journal of Sleep Research*, 16(1), 33–41

- Leproult, R., & Van Cauter, E. (2011). Effect of 1 Week of Sleep Restriction on Testosterone Levels in Young Healthy MenFREE. *JAMA*, *305*(21), 2173–2174.
- Mah, C. D., Mah, K. E., Kezirian, E. J., & Dement, W. C. (2011). The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep*, *34*(7), 943–950.
- Milewski, M. D., Skaggs, D. L., Bishop, G. A., Pace, J. L., Ibrahim, D. A., Wren, T. A. L., & Barzdukas, A. (2014). Chronic lack of sleep is associated with increased sports injuries in adolescent athletes. *Journal of Pediatric Orthopedics*, *34*(2), 129–133.
- Moore, R. Y. (1997). Circadian rhythms: basic neurobiology and clinical applications. *Annual Review of Medicine*, *48*, 253–266.
- Moore, Robert Y. (2013). The suprachiasmatic nucleus and the circadian timing system. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*, *119*, 1–28.
- Oja L, Piksööt J, Rahno J. (2019). Eesti kooliõpilaste tervisekäitumise uuring. 2017/2018. Õppeaasta tabelid. Tallinn: Tervise Arengu Instituut: 2019
- Oliver, S. J., Costa, R. J. S., Laing, S. J., Bilzon, J. L. J., & Walsh, N. P. (2009). One night of sleep deprivation decreases treadmill endurance performance. *European Journal of Applied Physiology*, *107*(2), 155–161.
- Paruthi, S., Brooks, L. J., D'Ambrosio, C., Hall, W. A., Kotagal, S., Lloyd, R. M., ... Wise, M. S. (2016). Recommended Amount of Sleep for Pediatric Populations: A Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *12*(06), 785–786.
- Perry, G. S., Patil, S. P., & Presley-Cantrell, L. R. (2013). Raising Awareness of Sleep as a Healthy Behavior. *Preventing Chronic Disease*, *10*.
- Porkka-Heiskanen, T. (2013). Sleep homeostasis. *Current Opinion in Neurobiology*, *23*(5), 799–805.

- Porkka-Heiskanen, T., Strecker, R. E., Thakkar, M., Bjørkum, A. A., Greene, R. W., & McCarley, R. W. (1997). Adenosine: A Mediator of the Sleep-Inducing Effects of Prolonged Wakefulness. *Science (New York, N.Y.)*, *276*(5316), 1265–1268.
- Prather, A. A., Janicki-Deverts, D., Hall, M. H., & Cohen, S. (2015). Behaviorally Assessed Sleep and Susceptibility to the Common Cold. *Sleep*, *38*(9), 1353–1359.
- Reilly, T., & Piercy, M. (1994). The effect of partial sleep deprivation on weight-lifting performance. *Ergonomics*, *37*(1), 107–115.
- 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.
- Schwartz, J., & Simon, R. D. (2015). Sleep extension improves serving accuracy: A study with college varsity tennis players. *Physiology & Behavior*, *151*, 541–544.
- Sinnerton, S. A. (1992). Effects of sleep loss and time of day in swimmers.
- Skein, M., Duffield, R., Edge, J., Short, M. J., & Mündel, T. (2011). Intermittent-sprint performance and muscle glycogen after 30 h of sleep deprivation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *43*(7), 1301–1311.
- Smith, K. A., Schoen, M. W., & Czeisler, C. A. (2004). Adaptation of human pineal melatonin suppression by recent photic history. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *89*(7), 3610–3614.
- Souissi, N., Chtourou, H., Aloui, A., Hammouda, O., Dogui, M., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2013). Effects of time-of-day and partial sleep deprivation on short-term maximal performances of judo competitors. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*(9), 2473–2480.
- Souissi, N., Sesboüé, B., Gauthier, A., Larue, J., & Davenne, D. (2003). Effects of one night's sleep deprivation on anaerobic performance the following day. *European Journal of Applied Physiology*, *89*(3–4), 359–366.

- Souissi, N., Souissi, M., Souissi, H., Chamari, K., Tabka, Z., Dogui, M., & Davenne, D. (2008). Effect of time of day and partial sleep deprivation on short-term, high-power output. *Chronobiology International*, 25(6), 1062–1076.
- Spiegel, K., Sheridan, J. F., & Van Cauter, E. (2002). Effect of sleep deprivation on response to immunization. *JAMA*, 288(12), 1471–1472.
- TAKEUCHI, L., DAVIS, G. M., PLYLEY, M., GOODE, R., & SHEPHARD, R. J. (1985). Sleep deprivation, chronic exercise and muscular performance. *Ergonomics*, 28(3), 591–601.
- Thun, E., Bjorvatn, B., Flo, E., Harris, A., & Pallesen, S. (2015). Sleep, circadian rhythms, and athletic performance. *Sleep Medicine Reviews*, 23, 1–9.
- Van Dongen, H. P. A., Maislin, G., Mullington, J. M., & Dinges, D. F. (2003). The cumulative cost of additional wakefulness: dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation. *Sleep*, 26(2), 117–126.
- Veldi, M. Uneraamat. Tallinn: Reusner; 2009.
- von Rosen, P., Frohm, A., Kottorp, A., Fridén, C., & Heijne, A. (2017). Multiple factors explain injury risk in adolescent elite athletes: Applying a biopsychosocial perspective. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(12), 2059–2069.
- Walker, M. *Why We Sleep: The New Science of Sleep and Dreams*. Great Britain: Allen Lane; 2017.
- Watson, A. M. (2017). *Sleep and Athletic Performance*. 16(6), 6.
- Watson, N. F., Badr, M. S., Belenky, G., Bliwise, D. L., Buxton, O. M., Buysse, D., ... Tasali, E. (2015). Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: A Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Journal of Clinical Sleep Medicine*.

Summary

Sleep and the effects of sleep debt on athletic performance

Sleep is a basic human need and the foundation of a healthy life. Without sleep humans are not capable of functioning properly. Sleep forms one phase of the human sleep-wake cycle, which consists of two states NREM and REM sleep that are different from each other. NREM and REM sleep alternate through the night and the average length of one cycle is approximately 90 – 100 minutes. There are 5 – 6 sleep cycles during a normal night. During these cycles, changes in brain activity, muscle tonus, hormone synthesis, heart rate and breathing rate can be observed. Adults should sleep 7 – 8 hours per night to promote optimal health. Sleep length changes during the lifetime and genetical, behavioural, medical and environmental factors have influence on it.

Sleep is also regulated by the sleep-wake cycle, which consists of homeostatic process and circadian process. Circadian rhythm is like an internal 24 hour biological clock that regulates the sleep-wake cycle. Circadian rhythm is affected by melatonin. Homeostatic process also known as sleep pressure where adenosine concentration starts to accumulate during wakefulness. When adenosine concentrations peak, sleep will be induced, adenosine level decreases during sleep. Sleep debt is caused by insufficient sleep. Sleep debt could be total or partial sleep deprivation. Chronical sleep deprivation appears if optimal nocturnal sleep is not attained on consecutive days. Even moderate sleep deprivation decreases cognitive performance. Sleep deprivation affects also endocrine system and causes higher cortisol level in the evenings, decreases the activity of thyrotropin, insulin secretion and sensitivity. There are bigger risks to obesity and diabetes, decrease in testosterone level and impacts immune functions. Chronically sleep deprived people have lower pain tolerance, experience more chronical pains and feel themselves more lonely.

Sleep debt has a significant influence on athletic performance. Total sleep deprivation affects more prolonged exercises where time to exhaustion is reduced. It has negative influence on athlete's psychology and well-being. But effects on anaerobic power and strength performance are less expressed. Partial sleep deprivation on several consecutive days causes significant decrease in exercise performance, both maximal and submaximal tasks are negatively affected. Athletic performance is reduced markedly in branches of athletics which need more accuracy. Sleep debt is associated with bigger risk in sport injuries. Contrary to sleep restriction positive results are shown with sleep extension, where athletes sport specific results and well-being were improved.

Mina Joakim Ungerson (15.12.1996)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Uni ja unevõla mõju sportlikule sooritusvõimele“, mille juhendaja on Eva-Maria Riso
 - 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tallinnas, 13.05.2019