

HYVINVOINNIN EDISTÄMINEN KEHOSTA MITATTAVIEN BIOSIGNAALIEN AVULLA?

Hannu Kinnunen, TT, FM, Innovator

Conflict of Interest

Ex-Chief Scientific Officer at Oura Health (2014-2021), minority shareholder
Ex-Principal Scientist at Polar Electro (1996-2014)



Oura sormus: titaanikuori, akku, virranhallintaprosessori, tuplaydinprosessori, muisti, optinen pulssimittaus, kiihtyvyyssanturi, lämpötilasensori, bluetooth.

Yö on muutakin kuin pimeää

Yö on häikäisevän hyvä ajankohta palautua, antaa aivosoluille optimaaliset olosuhteet ladata energiaa, poistaa aivoista kuona-aineet, vahvistaa kehon vastustuskykyä, lujittaa opitut taidot, unohtaa epäolennainen ja löytää olennainen.

Kuormittumisen voi huomata siitä, että yön aikana syke tai lämpö on koholla tai sykevaihtelu matalalla.

Hanna Kinnunen

Hanna Kinnunen

STUDIES FOR THE DEVELOPMENT,
VALIDATION, AND APPLICATION
OF WEARABLE TECHNOLOGY IN
THE ASSESSMENT OF HUMAN
HEALTH-RELATED BEHAVIOR

UNIVERSITY OF OULU GRADUATE SCHOOL
UNIVERSITY OF OULU
FACULTY OF TECHNOLOGY



Kuluttajatuotteet vs kliiniset laitteet: Hyvinvointi/Terveys

- **Puettava terveysteknologia:** kulloinkin saavutettavissa oleva optimaalinen hyvinvointi
- **Terveystenhoito:** ei sairauksia tai löydöksiä, hoitotasapaino, työkykyisyys
- **Mahdollinen yhteinen näky:** laajoihin aineistoihin ja omaan pitkäaikaiseen dataan perustuvat ennakoivat ja toimivat henkilökohtaisen terveyden ja hyvinvoinnin mallit
 - mallinnetaan, seurataan ja hoidetaan ensisijaisesti hyvinvointia ja resilienssiä, toissijaisesti sairauksia

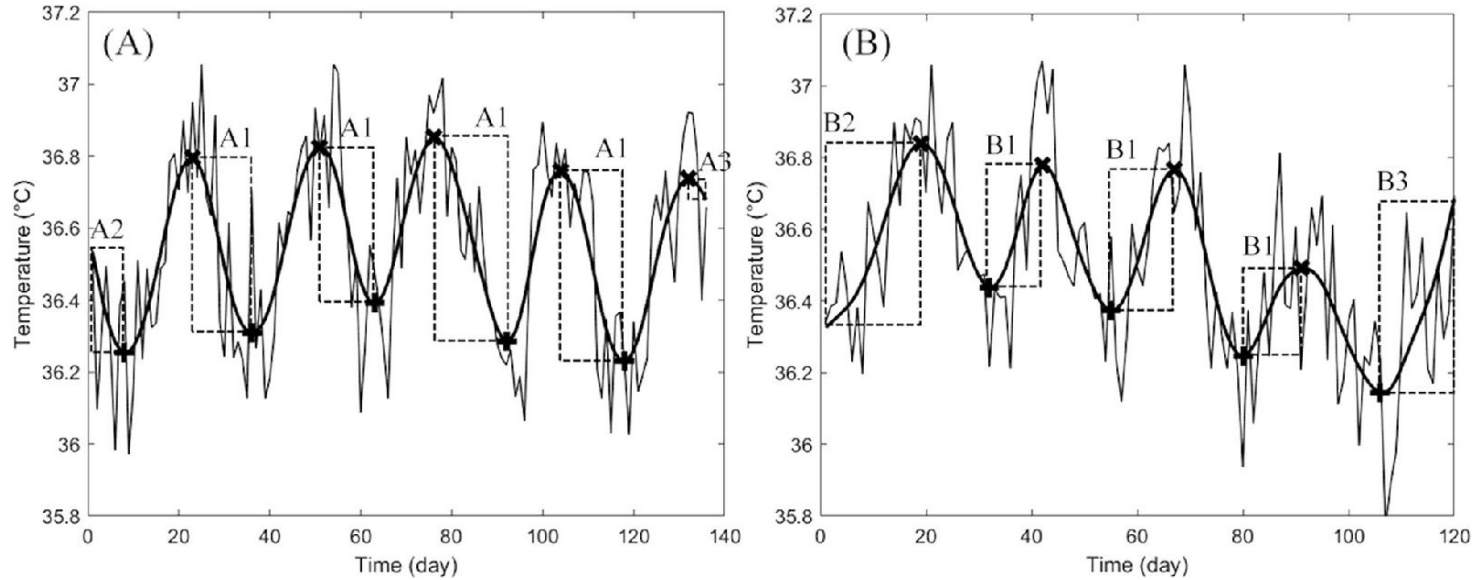
Ihmisen tarpeita

Ihmisellä on elämä - tässä ja nyt – noin
79 (M) / 85 (N) vuotta

- **Yhteys:** empatia, huomioiduksi ja kunnioitetuksi tuleminen, hyväksyntä, luottamus ja varmuus, läheisyys ja rakkaus, vastavuoroisuus ja yhteys, tuki, yhteistyö, yhteenkuuluvuus
- **Eheys:** aitous, rehellisyys, läsnäoleminen (kokea käsillä oleva hetki kaikin aistein ja täydesti)
- **Kehon hyvinvointi:** kosketus ja nautinto, *ravinto*, *liikunta*, *lepo*, valo, seksuaalinen ilmaisu, suoja, lämpö ja turva

- **Merkitys:** itseilmaisuus, inspiraatio, luovuus, kiitollisuus, oppiminen, kasvu, pätevyys, aikaansaaminen, sureminen, vaikuttaminen ja merkitys, myötävaikuttaminen
- **Rauha:** ennakoitavuus, järjestys, harmonia ja helppous, lohtu ja kauneus, tasapaino ja rauha, tasavertaisuus ja reiluus
- **Itsenäisyys:** vapaus, valinta ja vaihtelu, aitous, yksityisyys ja tila, vastuu
- **Leikki:** ilo, hauskanpito ja seikkailu

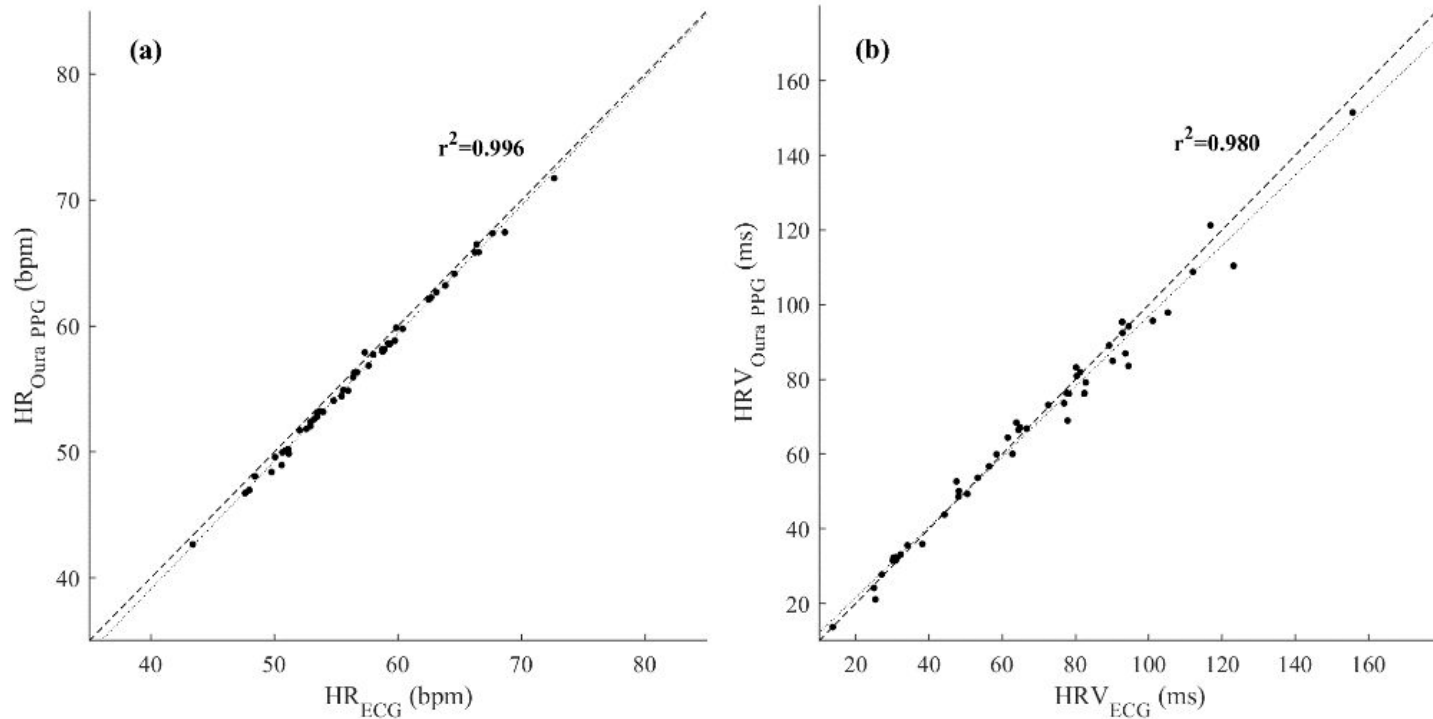
Sormuksen mittaama yölämpötila kuukautiskierron seurannassa



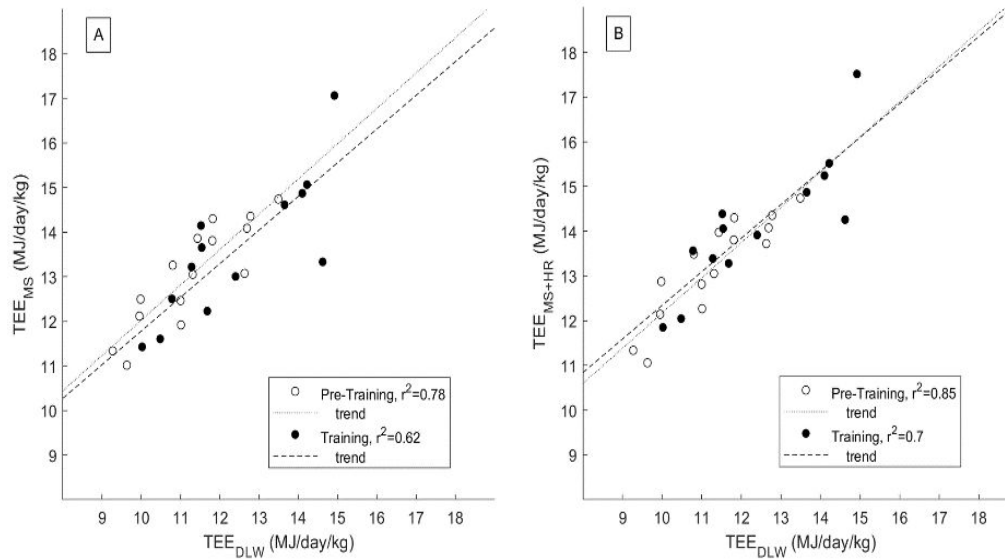
Kapea viiva edustaa yöltä poimittua lämpötila-arvoa kahdelta henkilöltä (A ja B). Paksu viiva on sovitettu käyrä, joka näyttää kuukautiskierron vaikutuksen lämpötilaan. Under CC BY license **Maijala et al. 2019**

<https://doi.org/10.1186/s12905-019-0844-9> © 2019 BMC Women's Health (2019)

Yön keskisyke saadan mitattua hyvinvointisormuksella erittäin tarkasti, ja sykevaihtelukin mitataan tarkasti



Rannekkeella pystytään erottamaan aktiiviset henkilöt passiivisista ja havaitsemaan saman henkilön aktiivisuuden muutos (systemaattinen virhe ei vaikuta näihin saavutuksiin)



A) Polar Activen arvioima energiankulutus ja parhaalla mahdollisella vertailumenetelmällä (DLW) mitattu päivän energiankulutus (kahden viikon ka.)

B) Polar Activen ja liikuntasykemittauksen yhdistelmällä arvioitu ja DLW-menetelmällä mitattu päivän energiankulutus (kahden viikon ka.)

(Under CC BY license <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219563> © 2019 Authors)

Kuluttajaelektroniikka ja kliiniset laitteet

- **Puettava terveysteknologia:** käyttömukava, helppo, reaaliaikainen, kommunikoi asiakkaalle, pitkäaikainen ja jatkuva data, jatkuvasti uusiutuva, ohjaa käyttäytymistä
- **Kliiniset laitteet:** validoitu potilasaineistoissa, ammattilaisen työkalu, standardien mukainen, kertamittaus oireiden ilmaantuessa tai lääkärikäynnin yhteydessä, tavoitellaan vakautta, tarkkuutta ja spesifisyyttä
- **Yhteinen näky:** käyttömukavuus on osa validiteettia, henkilökohtainen perustaso on analyysin lähtökohta kaikkien hyvinvointimittareiden osalta

Älysormus ei ole huono unilaboratorio.
Samalla tavalla kuin kliininen EKG-laite ei
ole kömpelö sykemittari maratonille.
Ne ovat eri asioita.

Miksi nukumme?

- Oppiminen ja muisti tarvitsevat unta
- Aivosolut lataavat itseensä energiaa
- Unen (ja liikunnan) aikana aivoista huuhdotaan pois aineenvaihdunnan kuona-aineet
- Unen aikana tapahtuu hormonien toiminnan säätelyä (vaikuttavat mm. ruokahaluun, lihaskasvuun ja palautumiseen, vuorokausirytmien säilymiseen)
- Uni on olennaista immunitetin kannalta

Mitä kuluttajamittarit mittaavat/arvioivat - mitä merkityksellisiä asioita ne voivat indikoida

- Liike - aktiivisuus – terveyden ylläpitäminen
- Leposyke, sykevaihtelu – palautuminen ja stressin vähentäminen
- Iholämpötila – äkillisten muutosten havaitseminen, kuukautiskierron vaihe

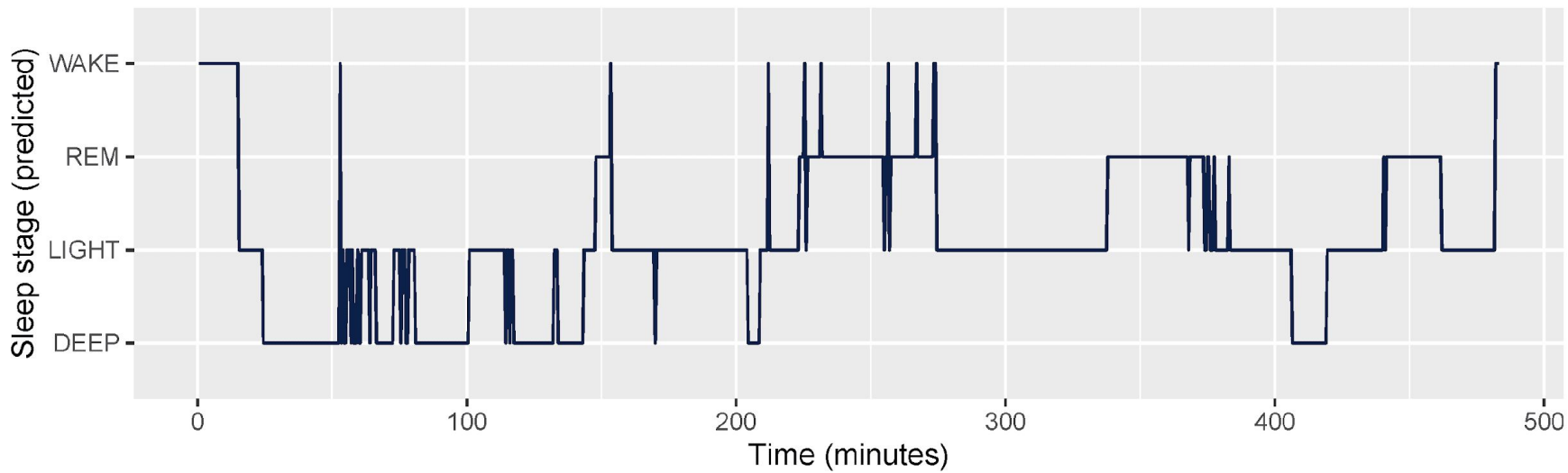
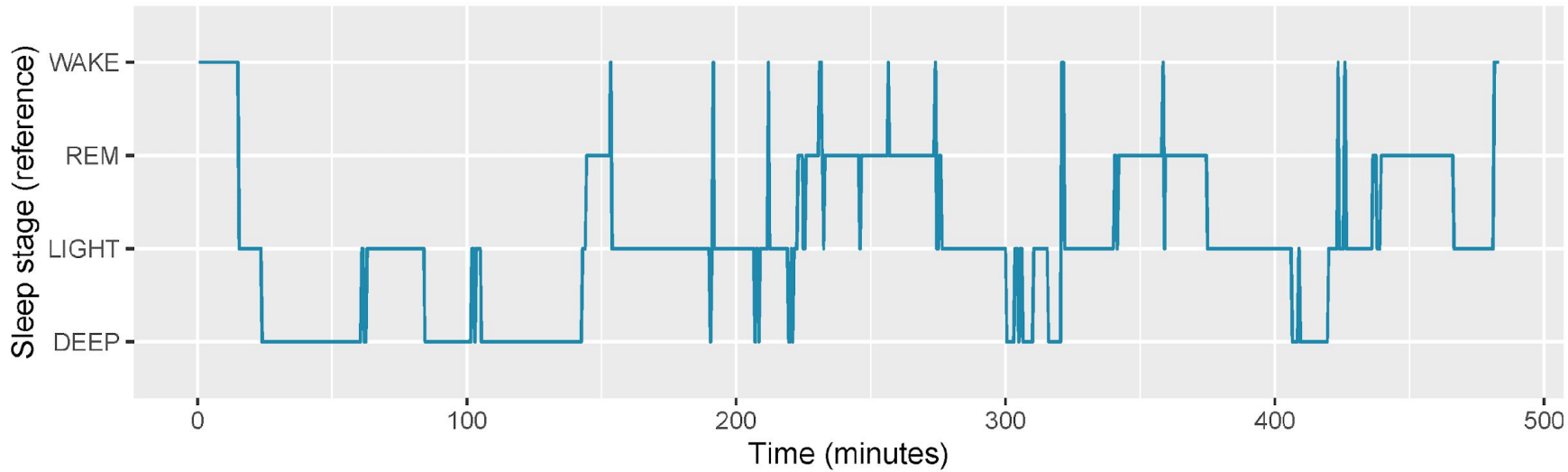
- Unen ajoitus, määrä ja laatu – suorituskyvyn ja terveyden ylläpitäminen, miten kehoni reagoi elämäntapaani

Paras hyöty on saatavissa pitkän aikavälin datasta, kun tulkinta voidaan tehdä omiin normaaliarvoihin verraten.

Mitä kuluttajille suunnatut unta arvioivat mittarit mittaavat

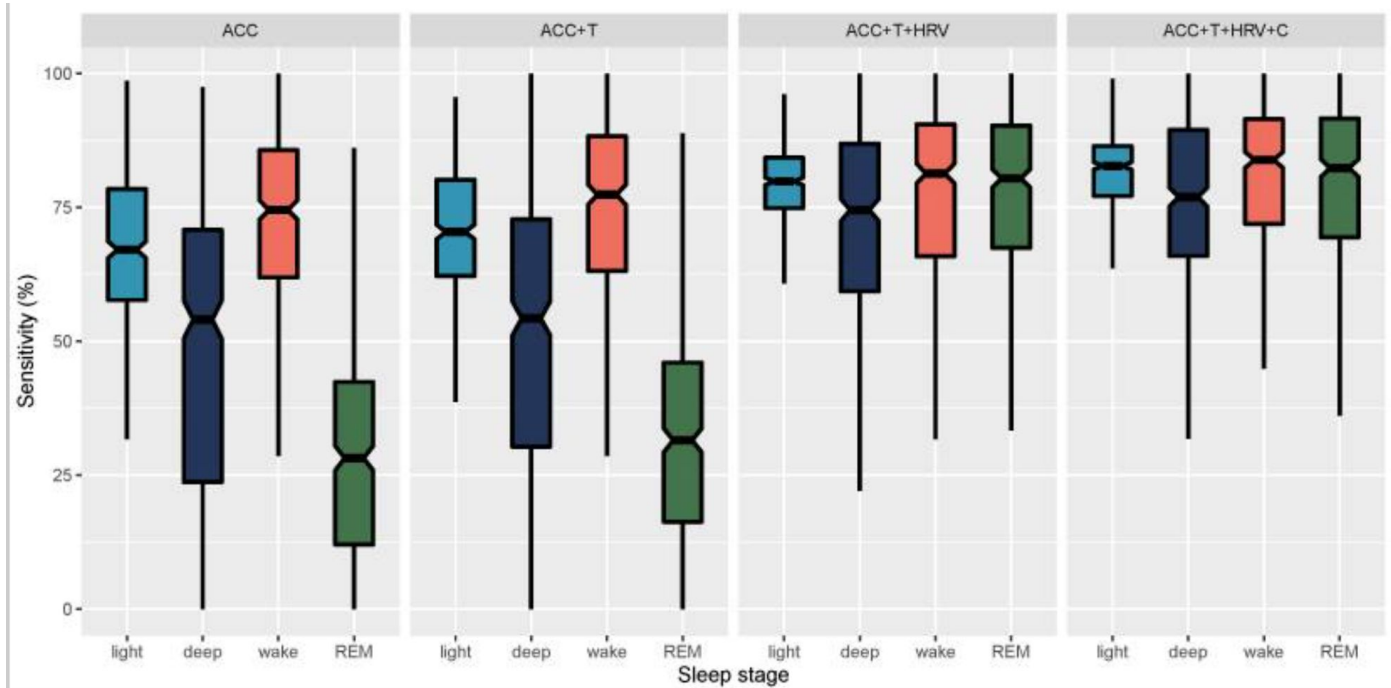
- PCG eli optinen pulssisignaalin mittaus ranteen tai sormen pinnalta
 - Mitataan sydämen pulssi, pulssivälien ja pulssivoimakkuuden vaihtelu
 - Arvioidaan esimerkiksi hengitystaajuus ja sen säännöllisyys
- Käden liikkeet
- Mahdollisesti iholämpötila

Näistä suureista lasketaan tilastollisia tunnuslukuja (features) ja päätellään matemaattis-fysiologisten mallien perusteella niitä asioita, joihin gold standard –laitteiden perusteella on olemassa ”parempi totuus” (esimerkiksi unen vaihteita, nukahtamisviivettä jne.)



The Promise of Sleep: A Multi-Sensor Approach for Accurate Sleep Stage Detection Using the Oura Ring

[Marco Altini](#)^{1,2,*} and [Hannu Kinnunen](#)¹



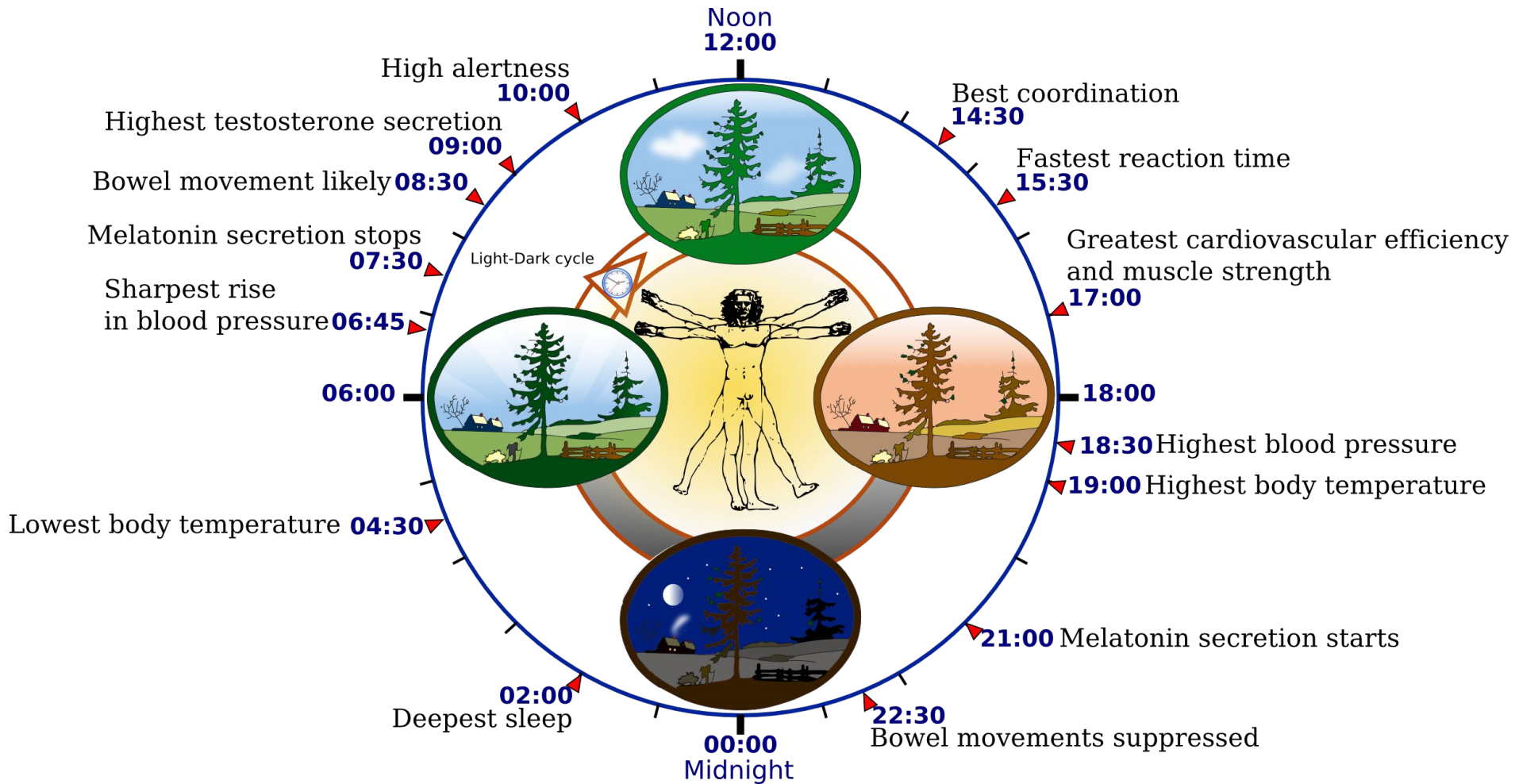
Epoch by epoch sensitivity for 4-stage classification and the four models compared in this paper. Whiskers are computed as 1.5 times the interquartile range.

Onnistuneen kestävyysliikunnan edellytyksiä

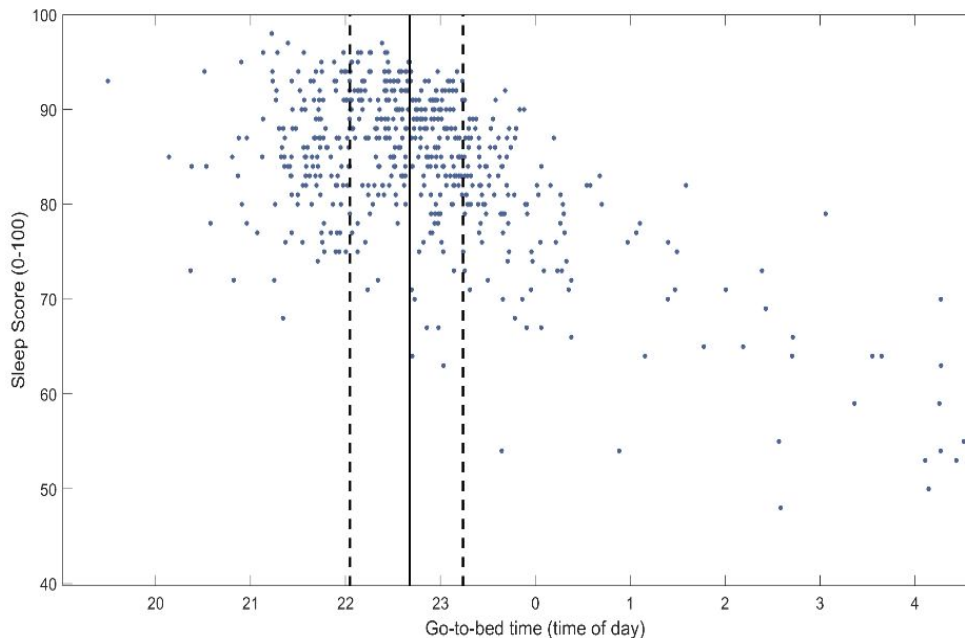
- **Fyysiset ominaisuudet:** KESTÄVYYS, voima, nopeus, liikkuvuus, terveys
- **Sosiaaliset tekijät:** arvojen mukaisuus, sopii perhe- ja työtilanteeseen, ympäristön tuki
- **Henkiset tekijät:** oppimiskyky/halu, asenne, ilo, keskittymiskyky, pitkäjänteisyys, stressinsieto, halu päästä entistä pidemmälle
- **Palautumiskyky:** uni, hormonitoiminta
- **Taito:** rentous, taloudellisuus, tekniikka, liikemallit
- **Ulkoiset tekijät:** säännöt, olosuhteet ja varusteet, talous- ja aikaresurssit, vuorokaudenaika, vuodenaika

Hyvän ja säännöllisen yöneden edellytyksiä

- **Ulkoiset tekijät:** aikaa nukkumiselle, löydän oman unirytmini, minulla on hyvä sänky, ei kuorsausta eikä lemmikkieläintä samassa huoneessa, rauhallinen, viileä, pimeä ja vakioiset olosuhteet, riittävä ilmanvaihto
- **Terveys:** kivut ja kolotukset hallinnassa, ei tulehdusta, ei tinnitystä, ei ylimääräistä verenpainetta, suolisto kunnossa ja samassa rytmissä, hengitystiet pysyvät auki
- **Sosiaaliset tekijät:** muut perheenjäsenet, koulu tai työyhteisö ymmärtää henkilökohtaisen unirytmini ja erityistarpeeni (myös kuorsaava, aamu-/iltauninen puoliso)
- **Henkiset tekijät:** osaan rauhoittua illalla, löydän keinot ajoittaa stressin ja kuormituksen päivärytmissäni sopivaan aikaan, osaan toimia riittävän systemaattisesti, kestan pientä epämukavuutta jotta voin toimia pitkäjänteisesti
- **Päivän aktiivisuudet:** olen sopivan väsynyt nukkumaan mennessäni, vältän kovaa liikuntaa, saunomista ja mässäilyä pari tuntia ennen nukkumaanmenoa (iltakävely ja kevyt iltapala yleensä ++)

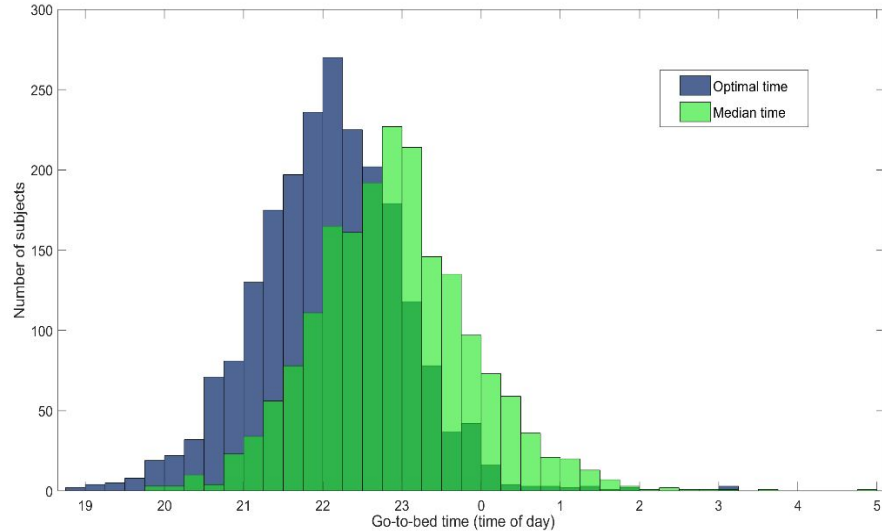


Päiväni alkaa nukkumaanmenosta!

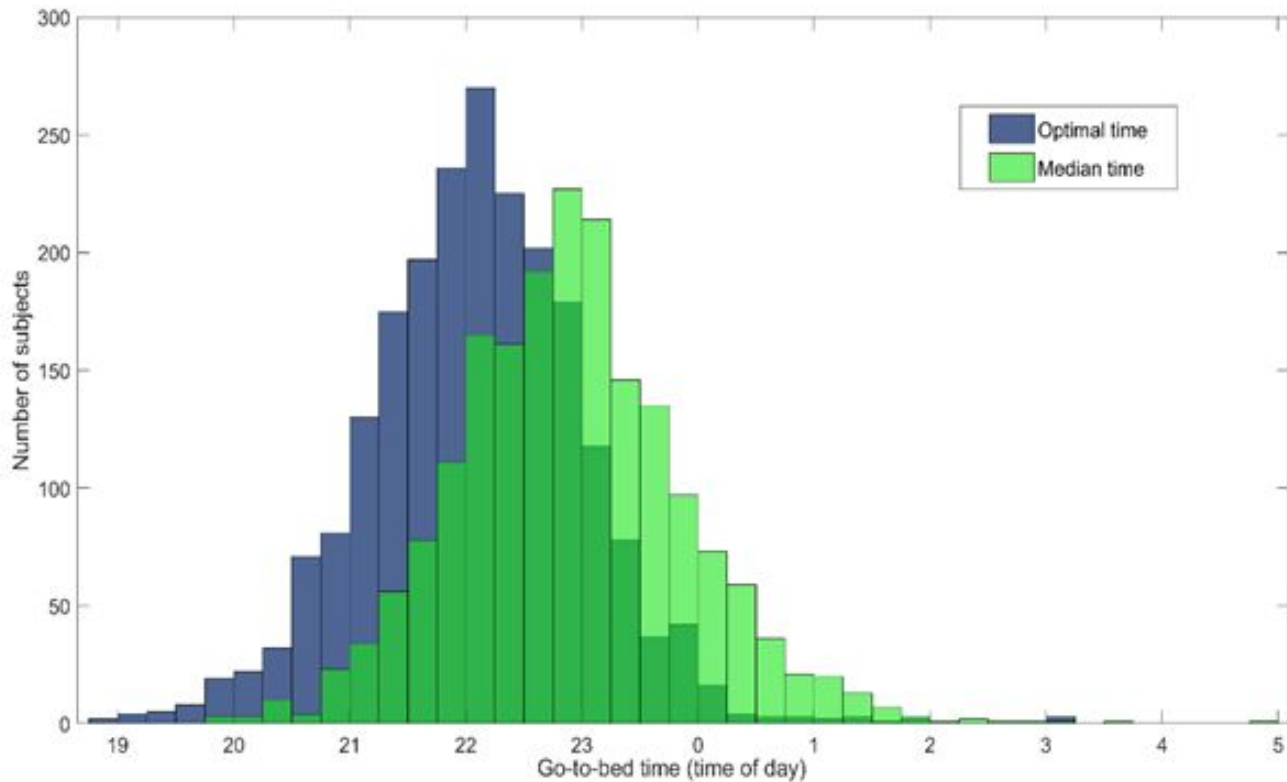


- Graafissa on älysormuksen määrittämä unen “hyvyys” (kesto ja laatu) nukkumaanmenoajan mukaan yhdellä henkilöllä 587 yön ajalta
- Tämä henkilö saa parhaan unen määrän ja laadun yhdistelmän, kun hän menee nukkumaan klo 22:00-22:30
- Sopivan aikainen nukkumaanmeno antaa riittävän uniajan (myös REM)
- Riittävän myöhäinen nukkumaanmeno syventää unta ja auttaa yhtenäiseen yöuneen

Unen keston, ajoituksen ja laadun arviointi



- Sormuksen datalla arvioidun henkilökohtaisen optimaalisen nukkumaanmenoajan ja keskimäinen nukkumaanmenoajan jakaumat
- On yleistä mennä nukkumaan 45 minuuttia liian myöhään



Sormuksen määrittämä tavallisin nukkumaanmenoaja ja optimaalinen nukkumaanmenoaja, jakaumat noin 2000 henkilöltä.

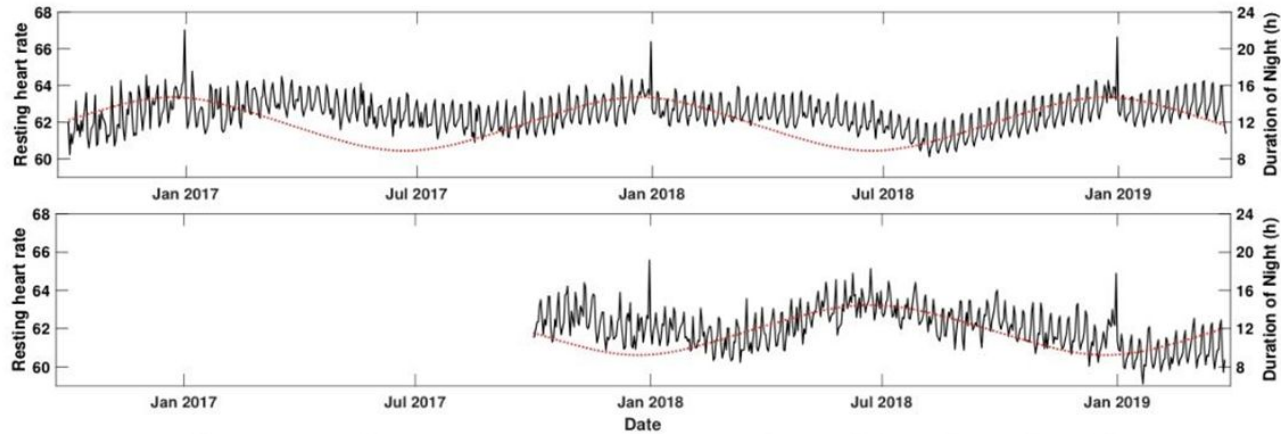


Figure 5: Nocturnal mean resting heart rate among users of Oura ring for people from the Northern (above, $n = 1400 - 56000$) and Southern hemisphere (below, $n = 120 - 1500$). Duration from sunset to sunrise in New York (above) and Melbourne, Australia (below) plotted with red line to mark the seasonal variation in daylight.

Maailman leposyke. Koholla oleva syke kertoo fyysisestä tai henkisestä kuormituksesta, heikommasta suorituskyvystä ja palautumisesta.

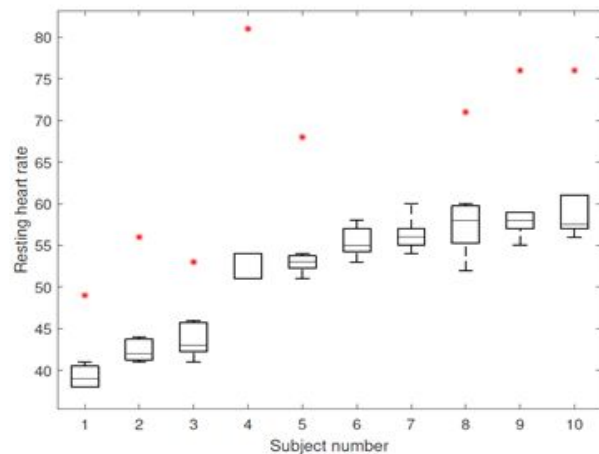


Figure 2: Boxplot of mean resting heart rates (RHR) over a 1-week period among 10 individual subjects. Each subject reported alcohol intake during 1 day only, and the minimum amount was 3 doses. In every subject the highest RHR value occurred after the alcohol intake. Moreover, in 8 out of 10 subjects, the alcohol night stands out as an outlier in the boxplot (red asterisk).

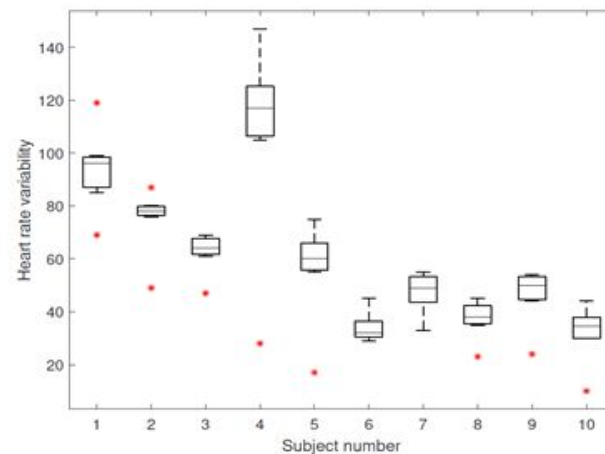


Figure 3: Boxplot of mean heart rate variability (HRV) in the same way as with RHR on the left. In every subject the lowest HRV value occurred after the alcohol intake. Moreover, in 8 out of 10 subjects the alcohol night stands out as an outlier in the boxplot (red asterisk below). Subjects are the same as in Figure 2.

Elintapojen vaikutus terveyteen ja hyvinvointiin

Terveyshyöty	Liikunta	ruokavalio	Yöuni
Painonhallinta, metabolia, kehon koostumus	✓	✓	✓
Kunto, lihasvoima, luuterveys	✓	✓	(✓) ¹⁾
Muisti ja oppiminen	✓	✓	✓
Päivän aikainen hyvinvointi ja suorituskyky	✓	✓	✓
Sydän- ja verisuoniterveys	✓	✓	✓
mielenterveys	✓	✓	✓

1) UNIVAJE EI AKUUTISTI HEIKENNÄ KUNTOA, LIHASVOIMAA TAI LUITA, MUTTA VÄSYMYS TULEE NOPEAMMIN, RUOKAHALU MUUTTUU JA IHMINEN PASSIVOITUU

Miten voin lisätä hyvinvointiani yöllä mitatun datan avulla?

- Opin kiinnittämään huomiota siihen, miten valintani näkyvät yöunen laadussa, leposykkeessä ja sykevaihtelussa
- Näen positiivisen vaikutuksen asioissa, jotka muuten jäävät asioiden monimutkaisuuden vuoksi havaitsematta
 - Illan rauhoittaminen ja palauttava liikunta parantaa unta
 - Raskas iltasyönti, runsaat makeat ruuat, alkoholi, pitkäkestoinen saunominen heikentävät unta
- Noudatan tasaisempaa, hieman tavallista aikaisempaa unirytmää: huomaan, miten saan lisää sykevaihtelua, syvää unta ja olen päivällä virkeämpi
- Seuraamalla biorytmejäni opin tunnistamaan oman kehoni viestejä: osaan ennakoida tulevaa ja välttää kuormitusta niinä aikoina, jolloin kehoni ei ole siihen valmis.