



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

Kuormituksen vaikutus tarkkaavuuden suuntaamiseen ja säätelyyn

Tiina Parviainen, Apulaisprofessori

Johtaja, monitieteinen aivotutkimuskeskus

Yhteistyössä:

Turun Ammattikorkeakoulu

Turun yliopisto



Outline

- Tutkimusryhmä
- Projektin yleinen tavoite ja tausta
- Tutkimuskysymykset
- Tutkimuksen toteutus ja tämänhetkinen tilanne



Tutkimusryhmä

Jyväskylän yliopisto

- Tiina Parviainen, apulaisprofessori, neurotiede/psykologia
- Santtu Seipäjärvi, projektitutkija, biomekaniikka/kognitiivinen neurotiede
- Tiina Kullberg, tutkimusinsinööri
- Suvi Holm, projektitutkija, silmänliiketeknologia
- Heikki Kyröläinen, professori, liikuntafysiologia (MPKK ja JYU yhteisprofessori)
- Mikko Vesisenaho, yliopistonlehtori, opetusteknologia
- Anita Malinen, lehtori, kasvatustiede

Turun ammattikorkeakoulu

- Mika Luimula, yliopettaja, peliteknologia
- Niko Laivuori, projekti-insinööri

Turun yliopisto

- Heikki Hämäläinen, Professori (emer) psykologia

Aalto yliopisto

- Mila Nurminen, projektitutkija, neurotiede

Muut yhteistyötahot

- Antti-Tuomas Pulkka, Sotilasprofessori, everstiluutnantti, Maanpuolustuskorkeakoulu,
- Jarmo Majapuro, ye-evl(evp), NeuroCarrier Oy
- Polar Electro Oy



Mittausryhmä



Takarivissä vasemmalta

- Eemeli Luostarinen, Aalto
- Tiina Kullberg, JYU
- Jesse Kuronen, JYU
- Tiina Parviainen, JYU
- Eelis Eklund, Aalto

Keskellä

- Julia Virtanen, Aalto
- Olli Pikkarainen, Aalto

Eturivissä vasemmalta

- Mila Nurminen, Aalto
- Aino Kuljukka, JYU
- Jannika Malinen, JYU
- Emma Reijansalo, JYU
- Johanna Peltola, JYU
- Santtu Seipäjärvi, JYU

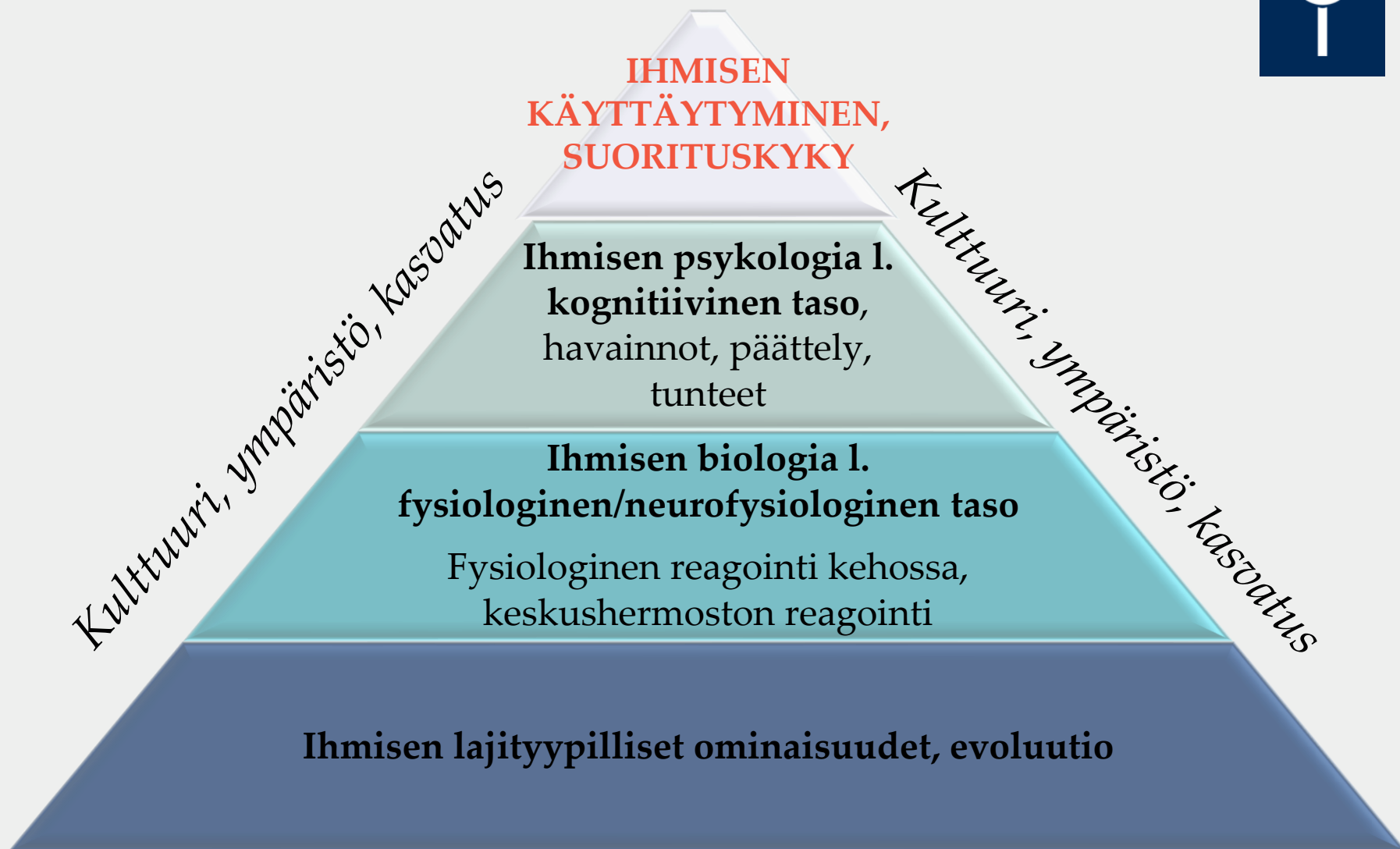
Puuttuu kuvasta

- Suvi Karjalainen, JYU



Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on lisätä ymmärrystä ihmisen psykofyysisestä toimintakykyvystä poikkeusoloissa ja tunnistaa luotettavat tavat mitata toimintakykyä.





Optimaalinen suoriutuminen

- Vireystilan säätely, tarkkaavuuden suuntaaminen, työmuisti, toiminnanohjaus
- Aivojen ja autonomisen hermoston tila ja reaktiivisuus
- Elimistöön (evoluutiivisesti) koodattu koneisto, joka reagoi ympäristön vaatimukseen



Palautuminen ja jatkuvan toimintavalmiuden ylläpito tehtävän/omien tavoitteiden mukaisesti



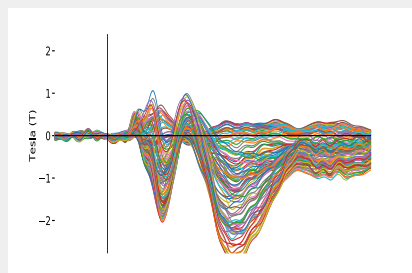
Optimaalinen suorituskyky ja tarkkaavuus

- Tarkkaavuus
 - ✓ tarkkaavuuden ylläpito
 - ✓ tarkkaavuuden suuntaaminen olennaiseen
 - ✓ epäolennaisen tiedon ehkäisy
 - ✓ tarkkaavuuden joustava siirtäminen
- Oikeanlainen vireystila kehon fysiologiassa ja aivojen toiminnassa muodostaa pohjan kognitiiviselle suoriutumiselle

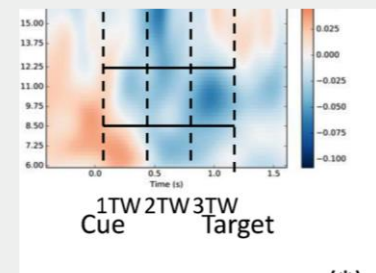


Optimaalisen tarkkaavuuden aivoperusta

- Virheetön aistitiedon käsittely, tiedon kulku ulkomaailmasta ‘bottom-up’
- Tehtäväsuuntautunut hermoverkon toiminnallinen tila, ‘top-down’



Aivojen heräteasteet aistiärsykkeille



Aivojen rytmisen toiminnan taso, tarkkaavuuden ja inhibition suuntaaminen



Tarkkaavuuden aivoperusta

- Tarkkaavuus ja sen aivoperusta on herkkä häiriöille (väsymys, ravitsemus, psyykkiset tekijät jne)
- Kehon tila ja toiminta voi vaikuttaa tarkkaavuuden osatekijöihin myös positiivisesti
 - ✓ Aerobinen kunto on yhteydessä aivojen rakenteellisiin ominaisuuksiin (Ruotsalainen et al., 2019, 2020)
 - ✓ Fyysinen aktiivisuus on yhteydessä aivojen lepotilan ja tarkkaavuustehtävän aikaiseen toimintaan (Ruotsalainen et al., 2021, Hernandez et al., 2021)

Hernández D, ... Parviainen T. (2021) Physical activity and aerobic fitness show different associations with brain processes underlying anticipatory selective visuospatial attention in adolescents.

Liu J, ... Parviainen T. (2020) Dissociable Effects of Reward on P300 and EEG Spectra Under Conditions of High vs. Low Vigilance During a Selective Visual Attention Task.

Izullah, ... Luimula, M., Hämäläinen, H.: Differential Interactions of Age and Sleep Deprivation in Driving and Spatial Perception by Male Drivers in a Virtual Reality Environment. Scand. J. Psychol. in pres



Tutkimuskysymys 1

- Miten tarkkaavuuden ylläpito sekä tarkkaavuuden suuntaaminen ja säätely muuttuu väsymyksen myötä (tarkkaavuuden väsymysherkkyyks), mitattuna ...
 - ✓ Subjektiiivisella kyselyllä
 - ✓ Käyttäytymismittareilla (virheet, silmänliikkeet)
 - ✓ Fysiologisilla autonomisen hermoston mittareilla (HRV, EDA)
 - ✓ Aivojen sähköfysiologisilla mittareilla (EEG)
 - ✓ Lisäksi selvitetään subjektiivisen kokemuksen suhdetta objektiiviseen tilaan.





Tutkimuskysymys 2

- Miten ja mitkä yksilölliset tekijät vaikuttavat tarkkaavuuden väsymys-herkkyyteen?
- Tarkkaavuuden väsymysherkyys = väsymystilan vaikutus tarkkaavuuden mittareihin aivoissa, autonomisessa hermostossa, ja kognitiivisessa suoriutumisessa
 - / fyysisen kunnon vaikutus tarkkaavuuden väsymys -herkkyyteen
 - / elimistön (autonomisen hermoston) palautumisen tehokkuuden vaikutus tarkkaavuuden väsymysherkkyyteen





Työpaketit

- **Työpaketissa 1 (2022)** toteutettiin ajotilanteen tarkkaavuustehtävä virtuaaliympäristössä
- **Työpaketissa 2 (2023)** toteutettiin varsinaiset mittaukset vireystilan ja yksilöllisten tekijöiden vaikutuksesta tarkkaavuuden suuntaamiseen ja säätelyyn, hyödyntäen työpaketissa 1 rakennettua ympäristöä



Photo by Tima Miroshnichenko



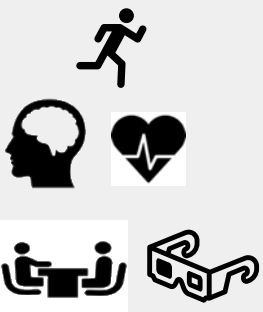
Tutkimuksen toteutus ja lähtökohdat



- Tutkimus suoritettiin yhteistyössä MPKK:n kanssa, 1. vuosikurssin kadettien johtamisharjoituksen yhteydessä
- **Mittausten toteuttaminen ja aikataulutus täytyi tapahtua harjoitusten tavoitteita vaarantamatta**
 - Suunniteltu yhdessä kouluttajien kanssa
 - Kompromisseja tutkimuksen näkökulmasta



Tutkimusasetelma



Baseline-mittaus

Ennen taisteluharjoitusta ("normaali tila")

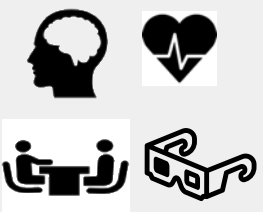
- Kognitiivinen toimintakyky (tarkkaavuus, inhibitio) ja sen neurofysiologinen (EEG) perusta



Taisteluharjoitus

Taisteluharjoituksen aikana

- Jatkuva sykemittaus
- Kortisolitasot syljestä
- Koettu väsymys, mieliala



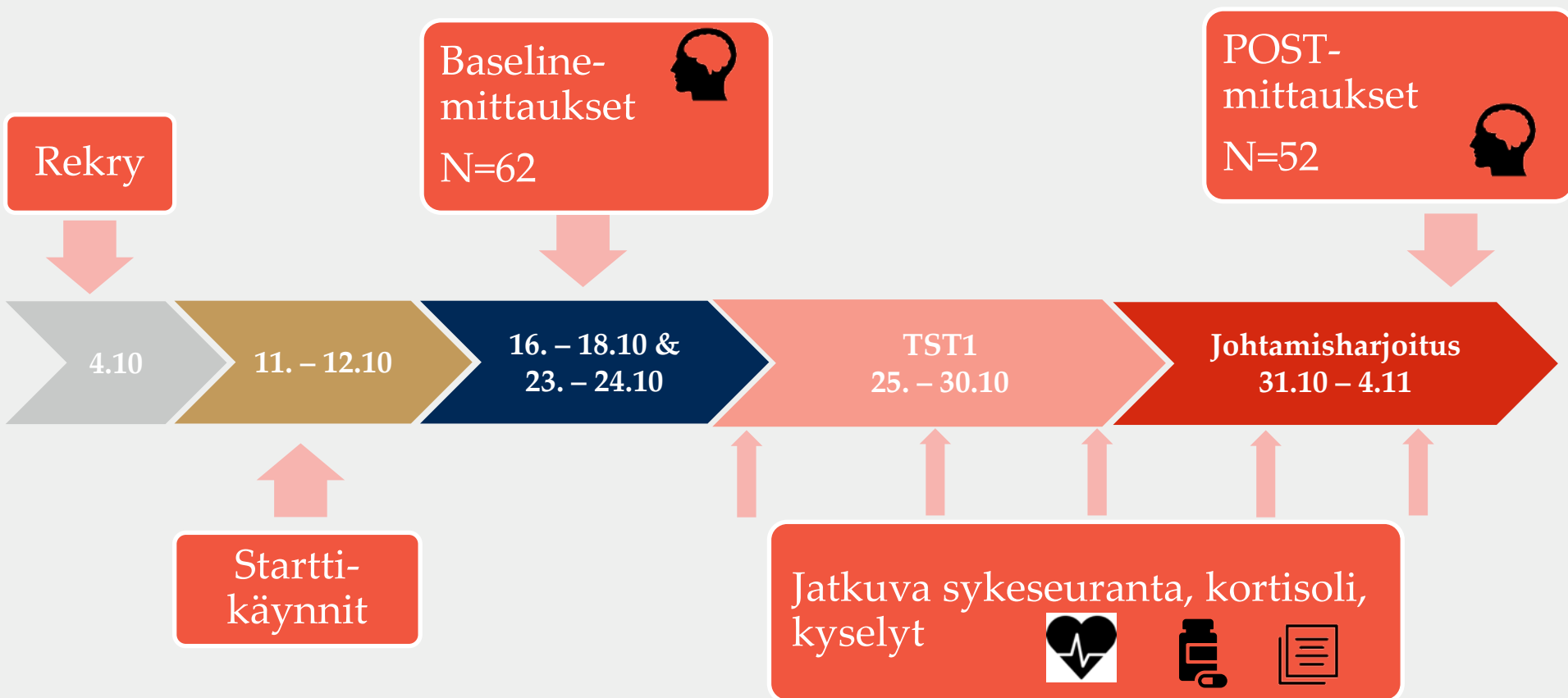
Post-mittaus

Taisteluharjoituksen jälkeen (kuormittunut tila)

- Kognitiivinen toimintakyky (tarkkaavuus, inhibitio) ja sen neurofysiologinen (EEG) perusta



Tutkimuksen aikajana





Mittaukset harjoitusten aikana

POST-mittaukset

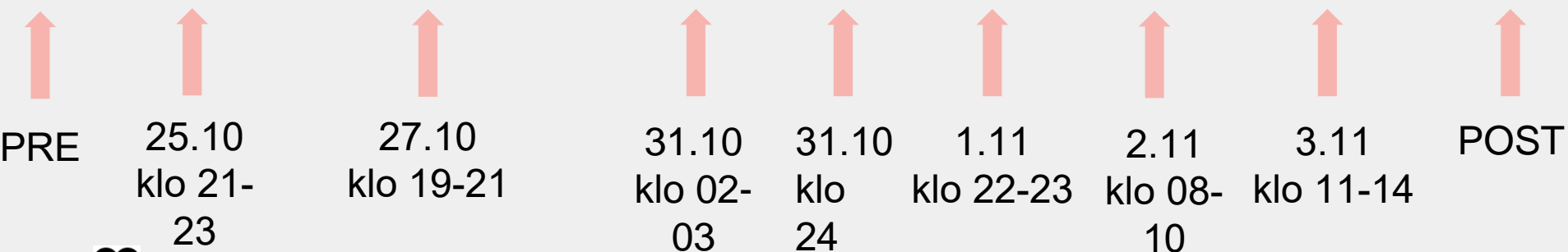
Klo 17-24



Harjoitus edelleen
käynnissä

TST1
25. – 30.10

Johtamisharjoitus
31.10 – 4.11



Kenttämittaukset: kysely, kortisoli syljestä, leposyke
Polarin kellot kädessä koko ajan (sykeseuranta, aktiivisuus)



Baseline- ja POST -mittaukset

Vastataan tutkimuskysymykseen 1:

Miten tarkkaavuuden ylläpito sekä tarkkaavuuden suuntaaminen ja säätely muuttuu väsymyksen myötä?



4.10

11. – 12.10

16. – 18.10 &
23. – 24.10

TST1
25. – 30.10

Johtamisharjoitus
31.10 – 4.11

Baseline- ja POST -mittaukset



- Tutkittavat valmisteltiin aivosähkökäyrän (EEG) mittaamista varten
- Aivojen lepoaktiivisuusmittaus 4 min (+EKG)
- Tutkittavat suorittivat ajosimulaattoritehtävän ("pidä auto omalla kaistalla")
 - Vapaa ajo 4min
 - 2 x 10 min reagoititehtävä ("reagoi näkö/kuuloärsykkeisiin"). Vastaaminen tapahtui rattien
 - Samanaikaisesti mitattiin aivoaktiivisuutta, sykettä sekä silmien liikettä (VR-lasit)



4.10

11. – 12.10

16. – 18.10 &
23. – 24.10

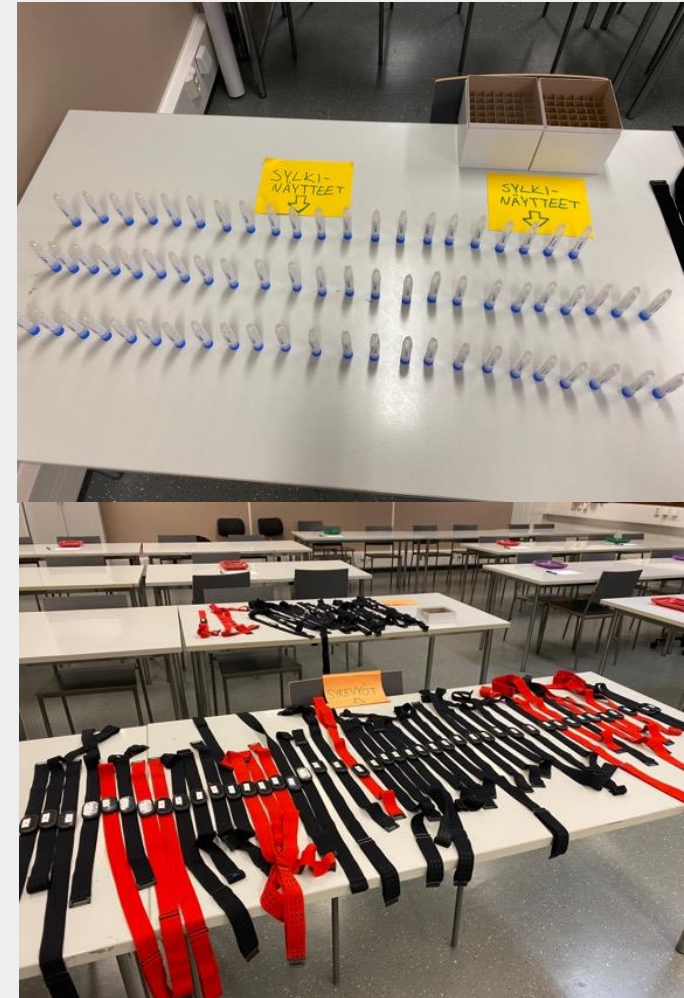
TST1
25. – 30.10

Johtamisharjoitus
31.10 – 4.11

Kuormituksen jatkuva seuranta



- Selvitetään kuinka hyvin subjektiivinen kokemus vastaa objektiivista tilaa
- Lyhyt, helposti vaihtelevissa oloissa toteuttava mittauskokonaisuus, jota voitiin toteuttaa suuremmille ryhmille (~10-15min):
 1. Kysely koetusta väsymyksestä, fyysisestä kuormituksesta ja mielialasta
 2. Sylkinäyte
 3. Sykkeen lepomittaus istuen, 6 min



4.10

11. – 12.10

16. – 18.10 &
23. – 24.10

TST1
25. – 30.10

Johtamisharjoitus
31.10 – 4.11



Koonti kerätystä aineistosta

- 52 tutkittavaa selvisi läpi harjoituksesta ja tutkimuksesta
 - 29 tutkittavaa suoritti kaikki mittaukset
 - 22 tutkittavaa suoritti kaikki paitsi ajosimulaattoritehtävän
 - 1 tutkittava osallistui vain kuormituksen jatkuvaan seurantaan



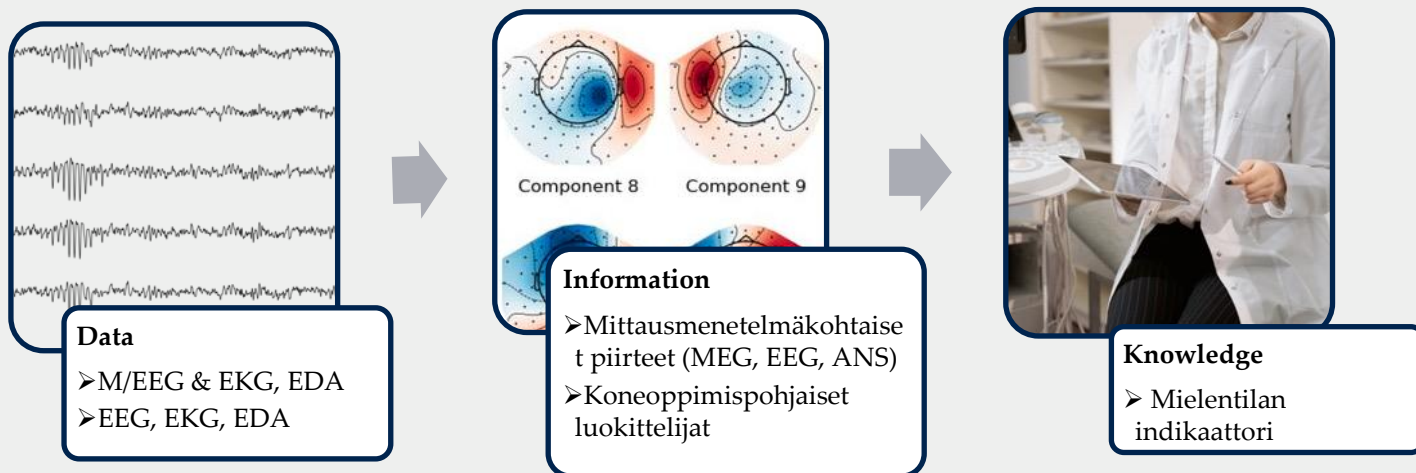
Toteutuksen vaihe ja odotetut tulokset

- Projekti alkoi 3/2022
- 2022: virtuaaliympäristön toteutus, testaus, lupaprosessit, mittausympäristön rakentaminen ja pilottimittaukset
- Mittaukset taisteluharjoituksen aikana alkavat ~~Tammikuussa 2023, (Ilmasotakoulu, Tikkakoski)~~
- → Loka-marraskuussa maanpuolustuskorkeakoulussa Santahaminassa
 - / Tavoitteena aineistokoko $n = 60 \rightarrow 29 (+ 22)$
 - / Aineistonkeruu ja ~~analyysi vuoden 2023 kuluessa~~
 - / Analyysin jatkamiseksi haetaan lisärahoitusta

Haasteet



- Tutkimusympäristön rakentaminen!
- Signaalin laatu (ja määrä) luonnollisissa olosuhteissa
 - ✓ silmänliikkeet vs. aivosignaali
 - ✓ Merkittävä univaje
- Signaalin tulkinta: yksilöllinen baseline –vaihtelu
- Aivojen/autonomisen hermoston signaalin analyysiketju





Odotetut tulokset

- Tutkimus tuottaa tietoa
 - / Väsymyksen vaikutuksesta toimintakykyyn
 - / Tekijöistä, jotka voivat lisätä/suojata väsymisherkkyydeltä
- Tutkimus tuottaa **mittareita toimintakyvyn ja sen fysiologisten edellytysten luotettavaan arvioimiseen**
- Tuloksia voidaan soveltaa myös auttamaan yksilöä tunnistamaan oma toimintakykynsä tila, ja sen vaikutus tehtävästä suoriutumiseen



Kiitos!