

Liikuntalääketieteen päivät, Helsinki, 9.11.2017
Kannettavat ja puettavat mittalaitteet tutkimustyökaluina –työpaja tutkijoille

Mittausmenetelmien fysikaalinen tausta – mitä laitteet oikeasti mittaavat?

Harri Sievänen, TKT, dosentti
Tutkimusjohtaja
UKK-instituutti, Tampere
Sähköposti: harri.sievanen@uta.fi
Twitter: @LuuHarri

UKK-instituutti

Motivoitumiseksi ... (in English)

**Bad data will always lead to bad science –
and bad evidence-based actions?**

What you can measure,
you can assess, change or manage –

provided that you **understand
the meaning of your data**

UKK-instituutti

Numero on vain numero
Data

Laatu antaa numerolle merkityksen
Informaatio/Tulos

Merkityksellinen numero voidaan
ymmärtää ja tulkita oikein
Tieto

UKK-instituutti

Mittaamalla tietoa ...

- Mittauksen taustalla oleva **teoria** (esim. fysiikka)
- Mittauksen **oletukset**
- Mittauksen **sekoittavat tekijät**
- Mitattava(t) **muuttuja(t)**

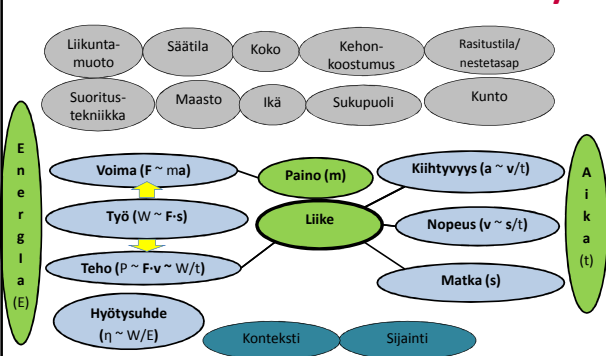
UKK-instituutti

Ideaalin (hyvän) mittauksen piirteet

- **Tärkeys** (relevanssi) – mittauksesta on hyötyä (koetaan hyödylliseksi) → laaja sovellettavuus ja yleistettävyyys
- **Pätevyys** (**validiteetti**) – mitataan vain ja ainoastaan sitä yksikäsitteistä asiaa, mitä halutaankin mitata
- **Luotettavuus** (**reliabiliteetti**) – satunnaiset tekijät eivät vaikuta mittaustulokseen (tai vaikuttavat vain vähän)
- **Ymmärrettävyys** – tulokset ovat konkreettisia
- **Turvallisuus** – mittaus ei saa aiheuttaa vaaraa tutkittavalle
- **Edullisuus** – kustannukset ovat järkevät hyötyyn nähden
- **Helppous** – mittaus on yksinkertainen tehdä eikä vaadi erityisiä valmisteluja mittaajalta tai mitattavalta

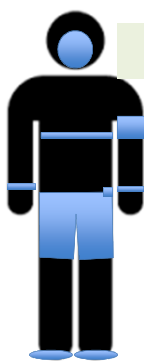
UKK-instituutti

Liikkumisen mittaamisen viitekehys



UKK-instituutti

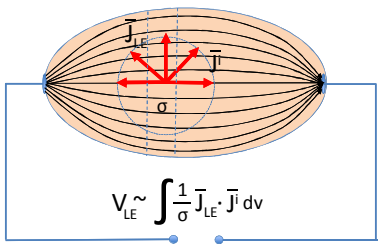
Mittauksia ...



- Hengityskaasujen mittaus**
Breath-by-breath VO2, VCO2, Ventilaatio
- Lämpövuon mittaus**
- Sydäntoiminnan (ECG/HR/HRV) mittaus**
- Liikkeen (acceleration/GPS) mittaus**
- Lihastoiminnan (EMG) mittaus**
- Jalkapohjan paineen mittaus**

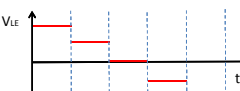
UKK-instituutti

Lihastoiminnan mittausten fysiikka



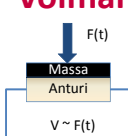
$$V_{LE} \sim \int \frac{1}{\sigma} \vec{J}_{LE} \cdot \vec{J}_i dv$$

Ajanhetkellä t mitattu jännitesignaali (V_{LE}) on kytkentäkentän (J_{LE}) ja mitattavan kohteen sähköisen vektorin (J) pistetulo. Johtavuus (σ) voi vaihdella paljon.




UKK-instituutti


Voiman mittaamisen fysiikka



Maan vakio vetovoima (G)

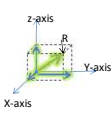
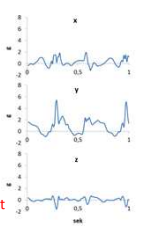


Liikkeen aiheuttamat alustaan kohdistuvat reaktivoimat (GRF)



Signaalin vaimeneminen ja muuttuminen (dist -prox suunnassa)

Kiihtyvyyssignaali

- (Jousi)
- Pietosähköisyys
- Pietsoresistiivisyys
- Kapasitanssi

UKK-instituutti

Lämpövuon mittauksen fysiikka

Ympäristön lämpötila (ja muut olosuhteet)

Liike

Kehon lämpötila ja lämmön tuotanto

Hidas vaste

$V(t) \sim \Phi \sim EE(t)$

- Lämpösähköinen ilmiö
- Johtuminen
- Kuljetus
- Säteily

UKK-instituutti

Signaalin käsittely → Tulokset

- Raakasignaalin verkkohäiriön suodatus
- Raakasignaalin perustason vaihtelun suodatus
- Suodatetun signaalin käsittely
- Kohdistaminen ja keskiarvotus
- Signaalin olennaisten piirteiden tunnistaminen ja määrittäminen
- Tulkinta ja päättely

- Huolelliset elektrodikytkennät/kiinnitykset
- Pienikohinainen vahvistin
- Riittävän suuri näytteenottotaajuus (f_s)
- Riittävän suuri resoluutio (bit)
- Mielekäs tarkastelujakso (epoch)
- Signaalin taustalla olevan fysiologisen ilmiön ja virhelähteiden riittävä tuntemus

UKK-instituutti

Mittaustulokset ovat aina todellisia

- pitää vain tietää, mitä on mitannut

Mittaustulosten oikea tulkinta ja oikeiden johtopäätösten tekeminen vaatii **osaamista**, ts. **utkijan ammattitaitoa**

Mitä ”pidemmälle” yritetään ennustaa, mitä enemmän oletuksia ja sekoittavia tekijöitä, sitä vaikeammaksi menee.

UKK-instituutti
