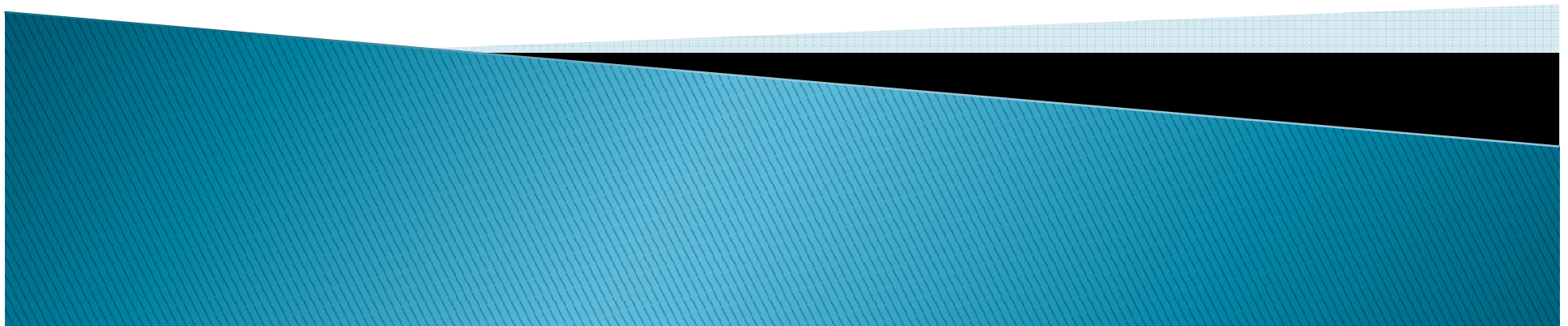


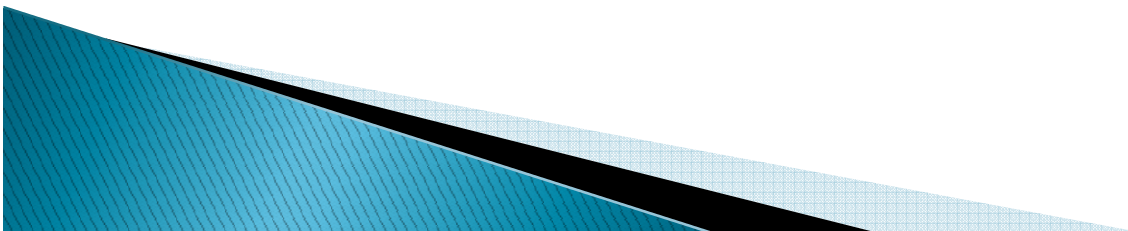
Palautumisen ja kuormittumisen hallinta - HRV

Arja Uusitalo, Erikoislääkäri, LT
HUSLAB, Helsingin liikuntalääketieteen keskus



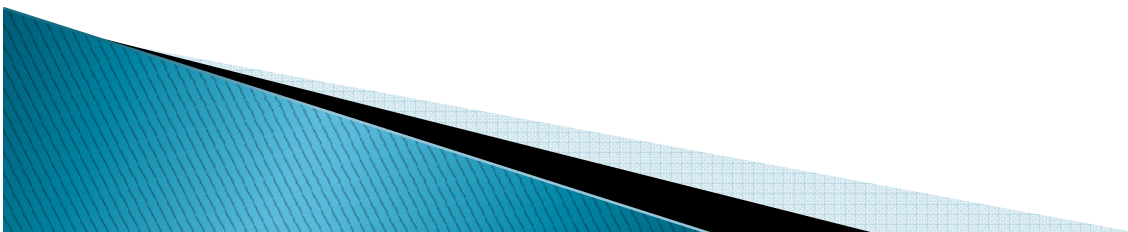
Sisältö

- ▶ Miksi seurantaa?
- ▶ Yleistä palautumisesta
- ▶ Seurantamenetelmät –HRV
 - ▶ Yhteenvetoa



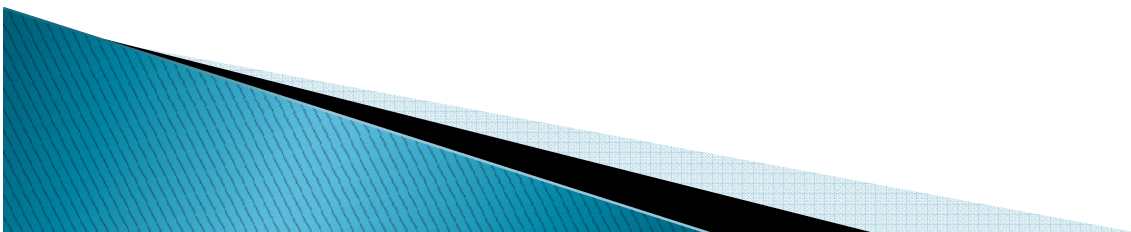
Kenelle seurantaa tarvitaan ?

- ▶ Urheilu: huippu-, kilpa-, kuntourheilu
- ▶ Työntekijät

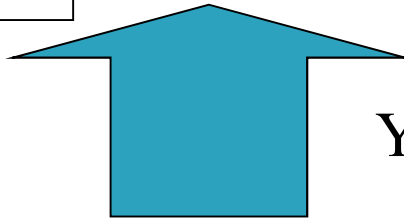
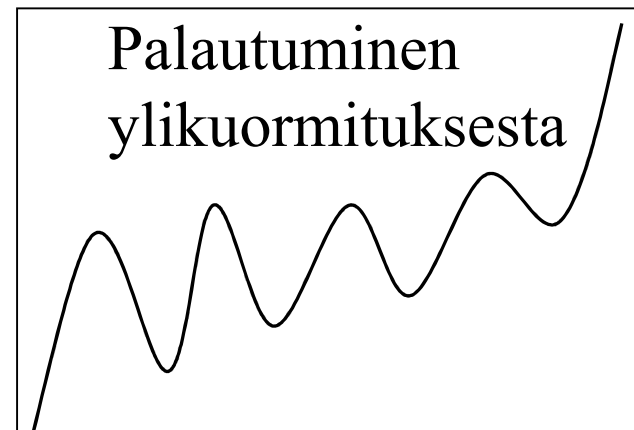
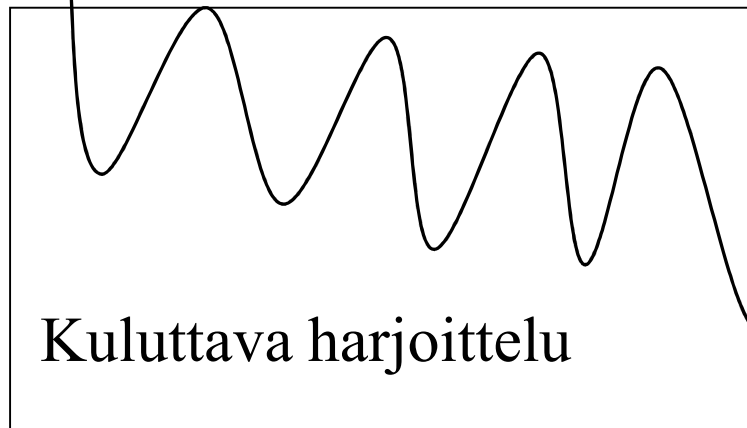
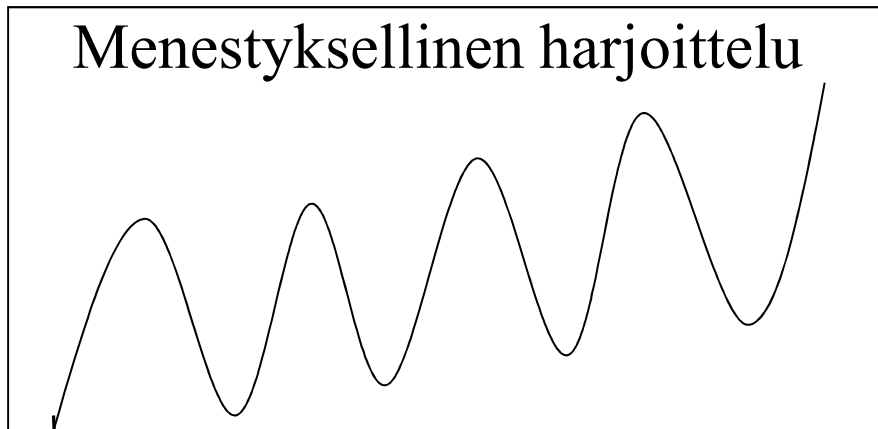


Milloin ja miksi seuranta tarvitaan?

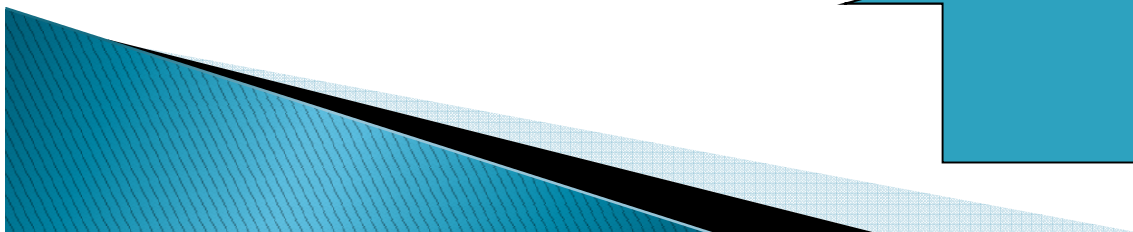
- ▶ Menestykselliseen harjoitteluun



Ylikuormitustila- kehittyminen

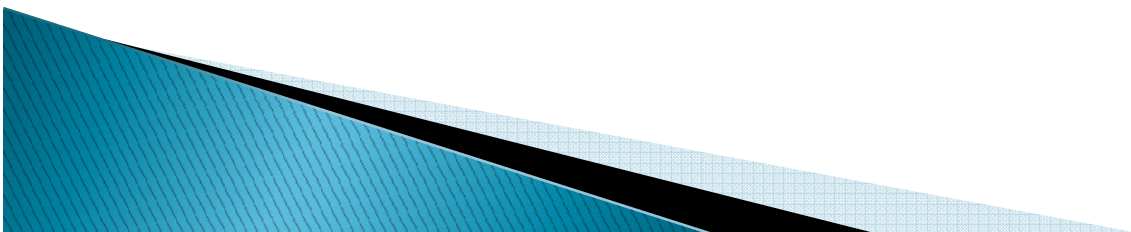


Ylikuormitustilavaihe



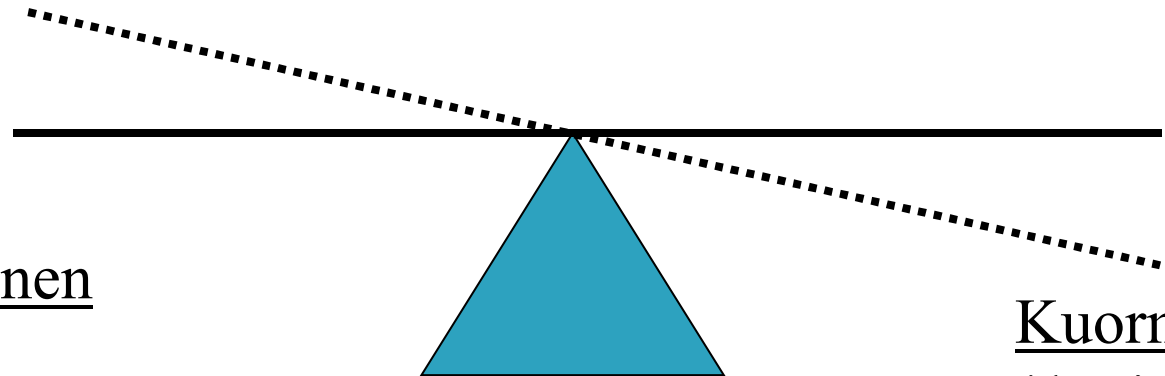
Milloin ja miksi seuranta tarvitaan?

- ▶ Menestykselliseen harjoitteluun
- ▶ Vaativissa elämäntilanteissa
- ▶ Esim. työn kuormittavuuden hallinta



Tasapainoinen harjoittelu

YKSILÖ



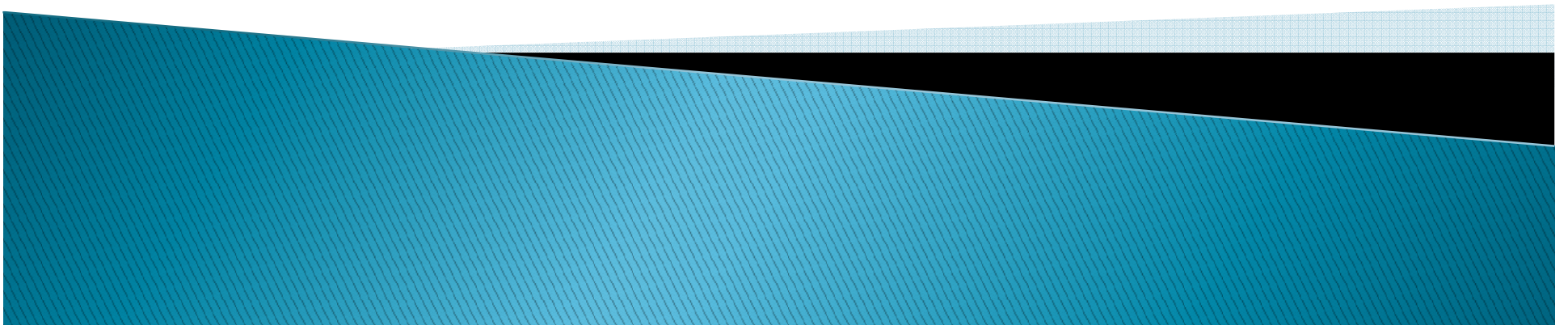
Palautuminen

- *lepo
- *uni
- *ravinto
- *palauttava harjoittelu
- *palauttavat toimenpiteet

Kuormitus

- *harjoittelu
- *elämäntilanne
- *muutokset
- *sairastelu
- *leirit
- *henkiset paineet

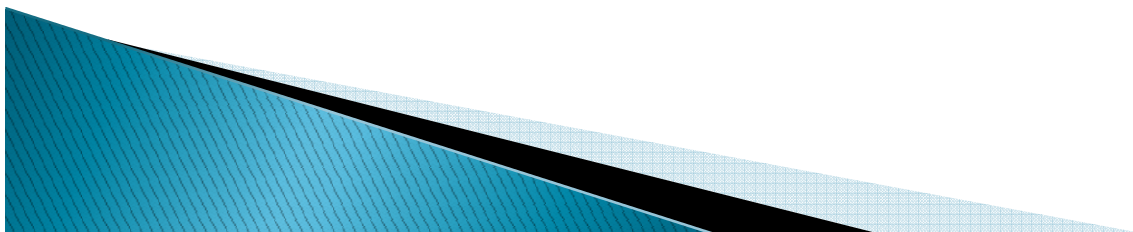
UHKAKUVANA YKSILÖN UUPUMINEN!!!



Palautumisen fysiologiaa

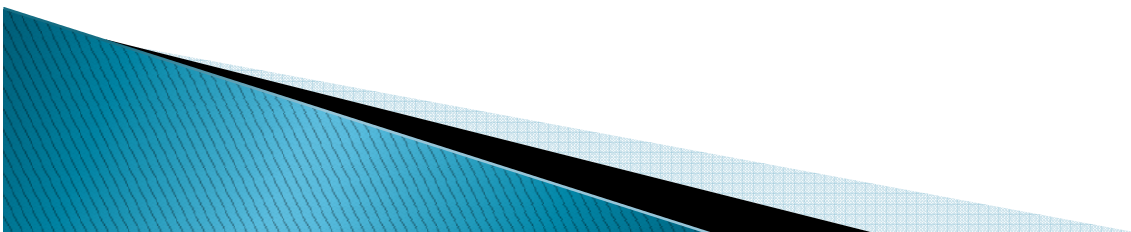
'välitön palautuminen'

- ▶ energia-aineenvaihdunta ja varastot
- ▶ katabolisen aineenvaihdunnan muuttuminen anaboliseksi
- ▶ oksidatiivinen stressi ja antioksidanttikapasiteetti
- ▶ tulehdustila
- ▶ hermoston palautuminen
- ▶ Lihakset
- ▶ HENKINEN PALAUTUMINEN!!!



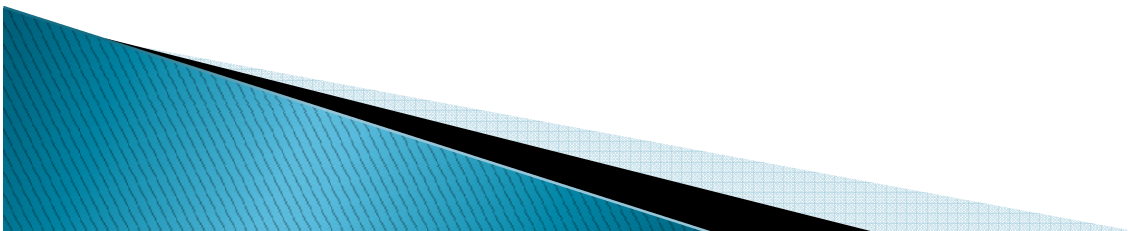
Palautumiseen vaikuttavat

- ▶ harjoitus: intensiteetti ja kesto
- ▶ yksilölliset ominaisuudet: aerobinen kuntotaso, perimä
- ▶ tilannesidonnaiset tekijät: ympäristö, ravitsemus, terveydentila
- ▶ Kuormitustaso
- ▶ Persoonallisuus ja henkiset ominaisuudet

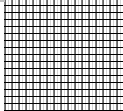
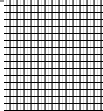
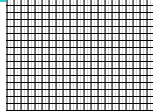
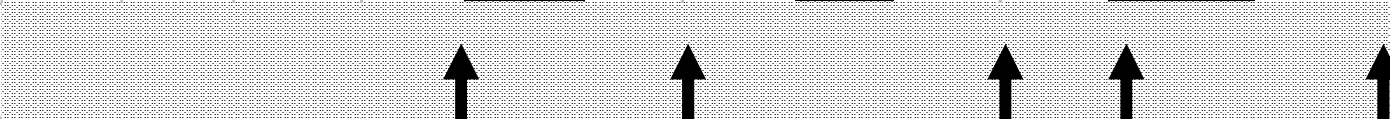



Milloin pitäisi mitata?

**Palautuminen lyhytaikaisesta
kuormituksesta ja/tai pitkään
kuormittavasta jaksosta**

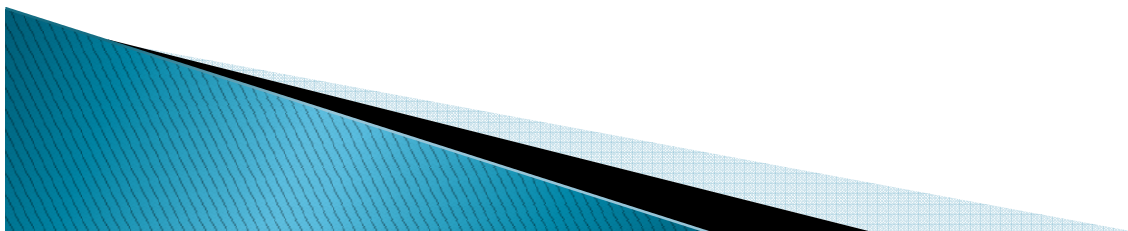


Harjoituskausi

KUUKAUSI	tammi	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu
KAUSI	KK	KK	KK	L	P1	P1	P1	P2	P2	KVK	KK	KK
TESTIT laboratorio												
OMA TESTAUS												



Mitä testataan?
Odotukset/tavoitteet?
Toimenpiteet – mitä jos....

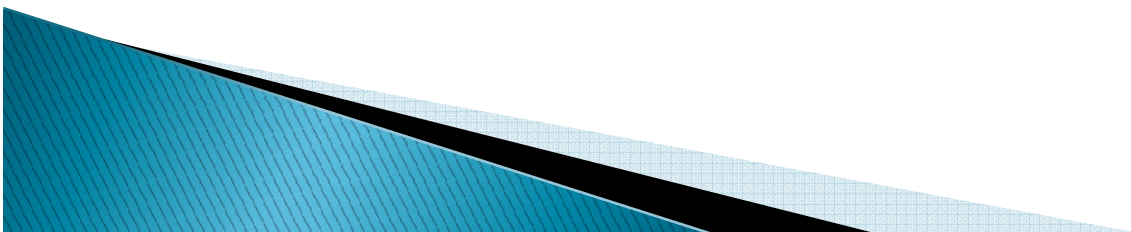


Erityisseurantaa vaativia tilanteita

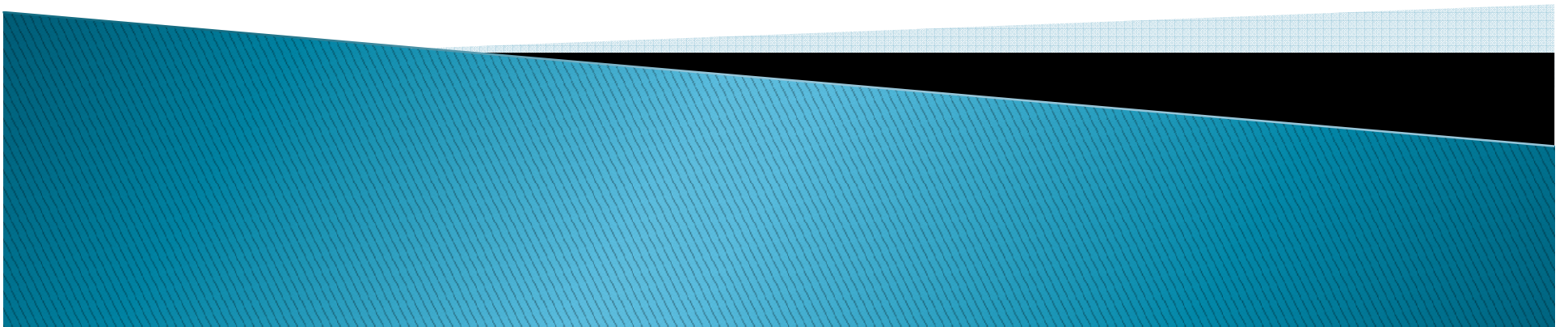
- ▶ Sairastelu
- ▶ Leirit
- ▶ Matkustelu

- ▶ Huomiota vaativia asioita: muu elämänmeno

- ▶ Työ: aloitus, yötyö, ylityö, vaativa työ (mm. johtaminen), vajaakuntoiset



SEURANTAMENETELMIEN VALINTA



SEKAMETSÄ



"H. HUHKANEN,
EKSAKTIN TIETEEN
ESITAISTELIJA"

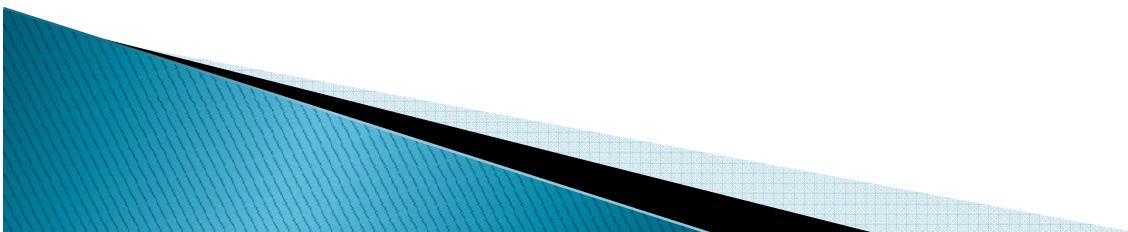
Kallio & Tilsa

Dist. by Royal Comics Syndicate www.royalcomics.com



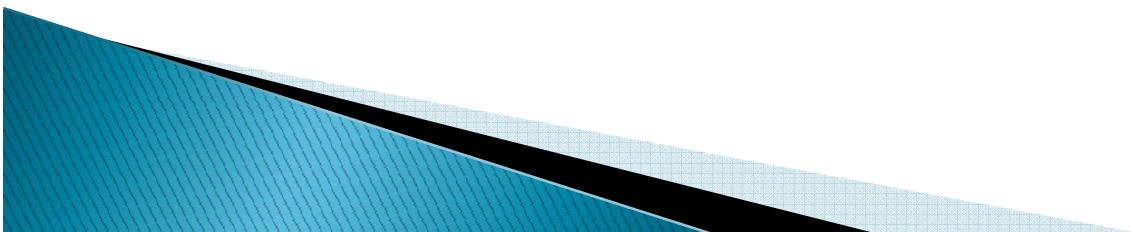
HALO-ohjelma

- ▶ Terveysthuollon menetelmien hallittu käyttöönotto-ohjelma: sairaanhoitopiirit ja Finohta
- ▶ Pyrkii varmistamaan että terveydenhuollon käytössä olevat laitteet, toimenpiteet, hoidot ja lääkkeet ovat turvallisia ja vaikuttavia



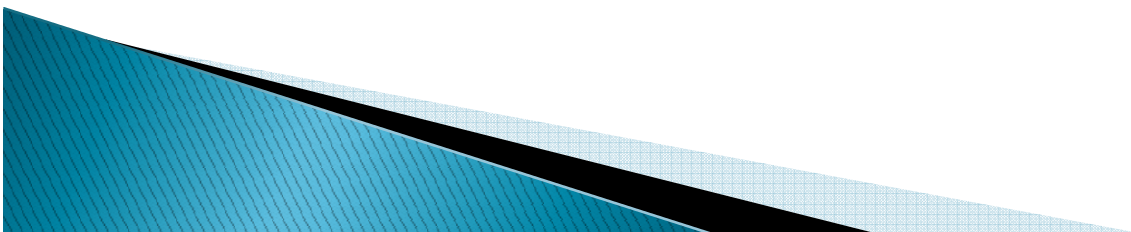
Seurantamenetelmien luotettavuus

- ▶ Näytön aste
 - Meta-analyysit RCT:n pohjalta
 - RCT:t
 - Havainnoivat tutkimukset – vastemuuttujien valinta oleellista
 - Perustutkimus
 - Yksittäiset havainnot



Diagnostisen testin pätevyys

- ▶ Miten vastaa kysymykseen?
 - Herkkyys, spesifisyys, positiivinen ja negatiivinen ennustearvo
 - Tekninen ja kliininen
- ▶ Vaikuttavuus: muuttaako toimintaa/hoitoa?
hyödyt vs. haitat jne.

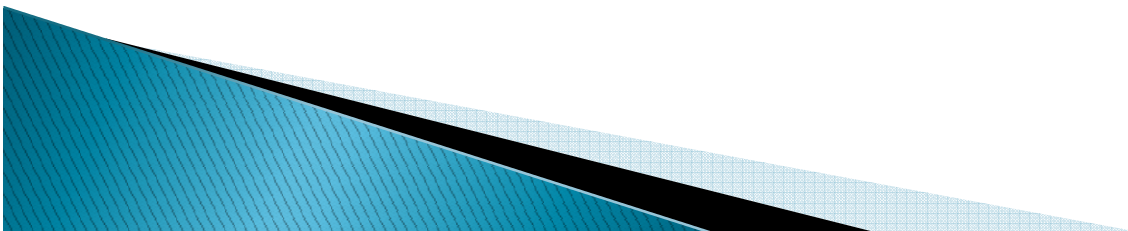


Seurantamenetelmät – kuormitus ja palautuminen

- ▶ Urheilijat

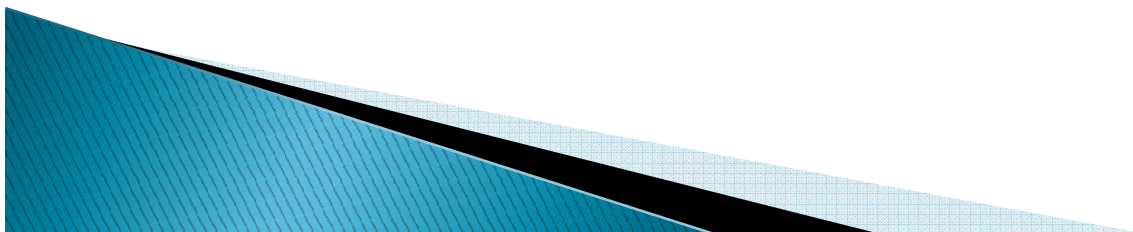
- ▶ Työntekijät

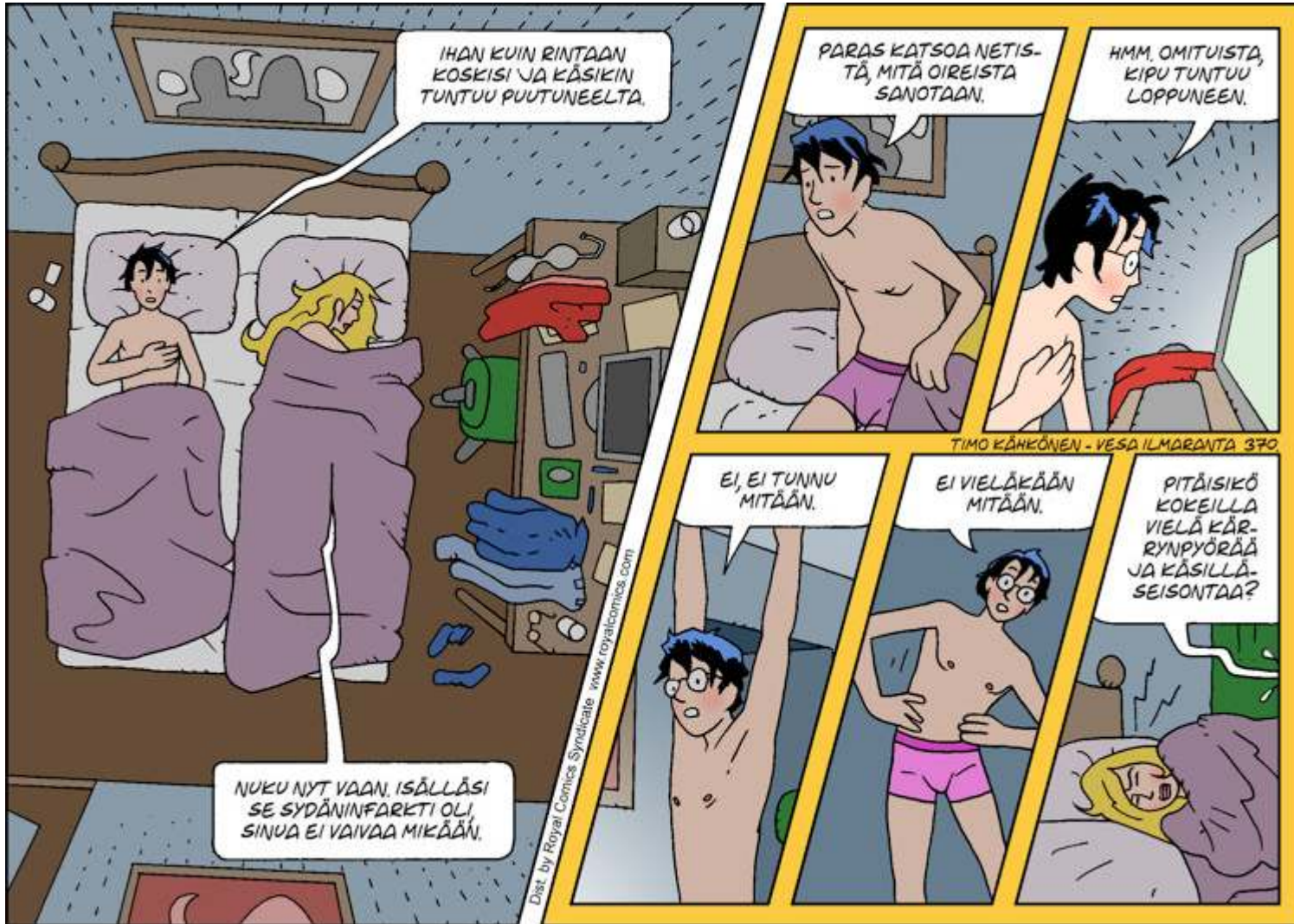
- Ei RCT eikä juuri havainnoiviakaan tutkimuksia vaikuttavuudesta
- Ei tietoa myöskään tarkkuudesta: tekninen tarkkuus ja diagnostinen tarkkuus eri aineistoissa



Seurantamenetelmät – estävät ylikuormittumista

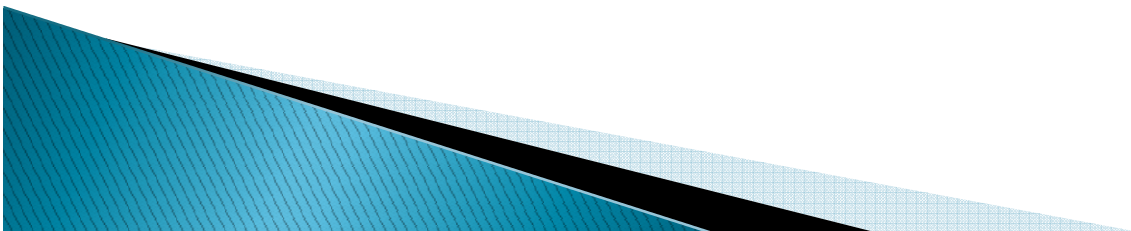
- ▶ Ei vaikuttavuustutkimuksia, mutta tutkimus tuloksia
 - Tuntemukset/kyselyt: Dalda (Rushall B. J Appl Sport Psychol 1990, Coutts A. J Science and Medicine in Sport 2007), REST-Q (Coutts & Reaburn Percept Mot Skills 2008), POMS (Faude O. ym. Scand J Med Sci Sports 2009), RPE
 - Työstressi: Effort-Reward-Imbalance (Siegrist ym. 2004), Karasekin malli Demand-Control model (Karasek 1979), Työkykyindeksi
 - Työhyvinvointikyselyt
 - Sykeseuranta ja analyysit
 - Suorituskyky: mental/kognitiivinen, fyysinen



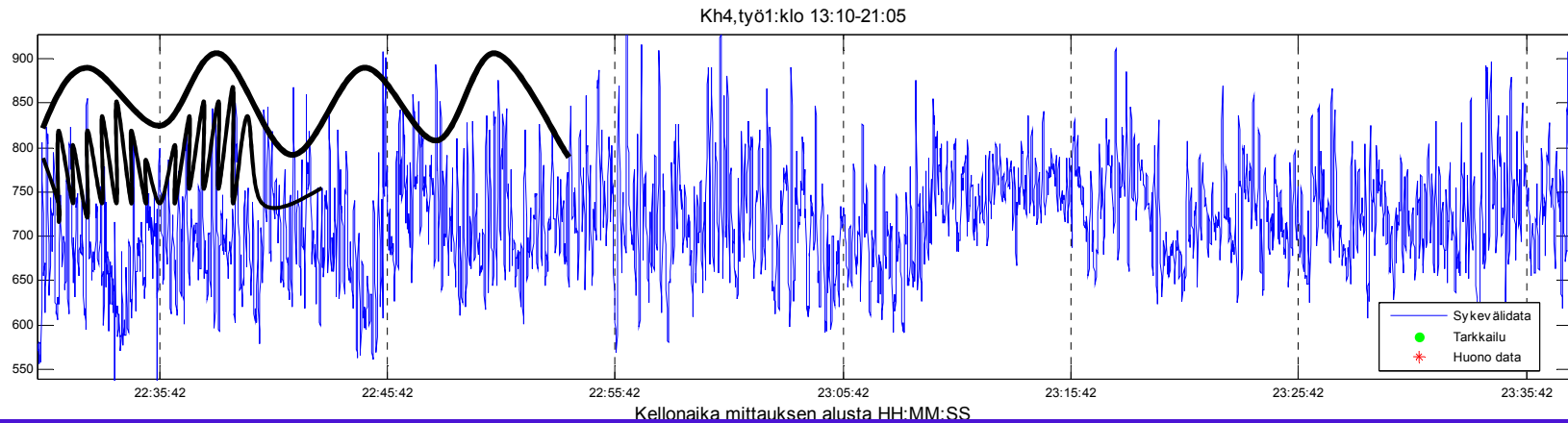


Hyvän mittarin ominaisuuksia

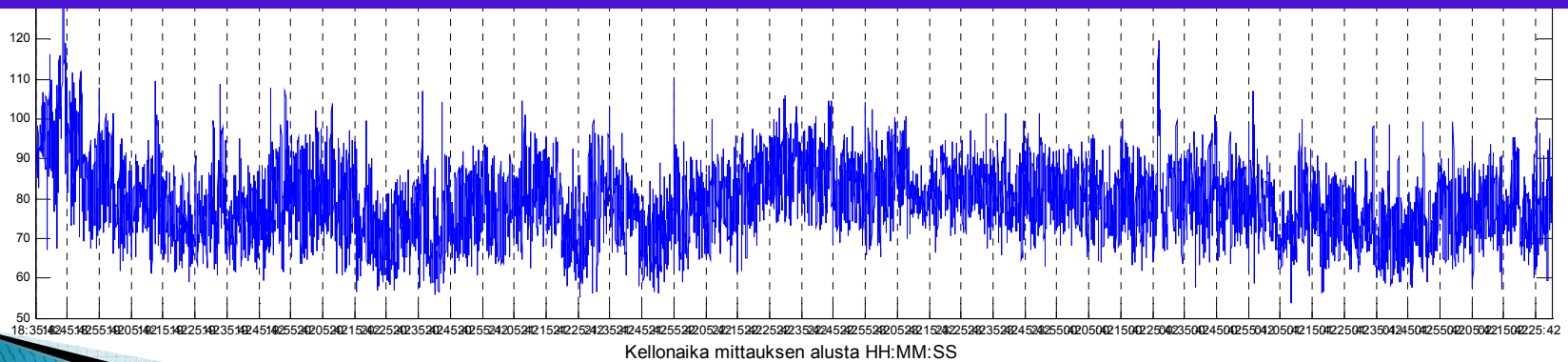
- ▶ yksinkertainen, helppo käyttää
- ▶ halpa
- ▶ luotettava ja toistettava
- ▶ heijastaa kuormitusta ja palautumista
- ▶ ei ole monitulkintainen



SYKEVAIHTELU



- 1) Nopeataajuinen vaihtelu yli 9 x minuutissa
- 2) Hidastaajuinen vaihtelu 2.4-9 x minuutissa



Keskushermoston stressimekanismi

kuva kirjasta:
Stratakis & Chrousos 1995
Neuroendocrinology and pathophysiology of the stress system

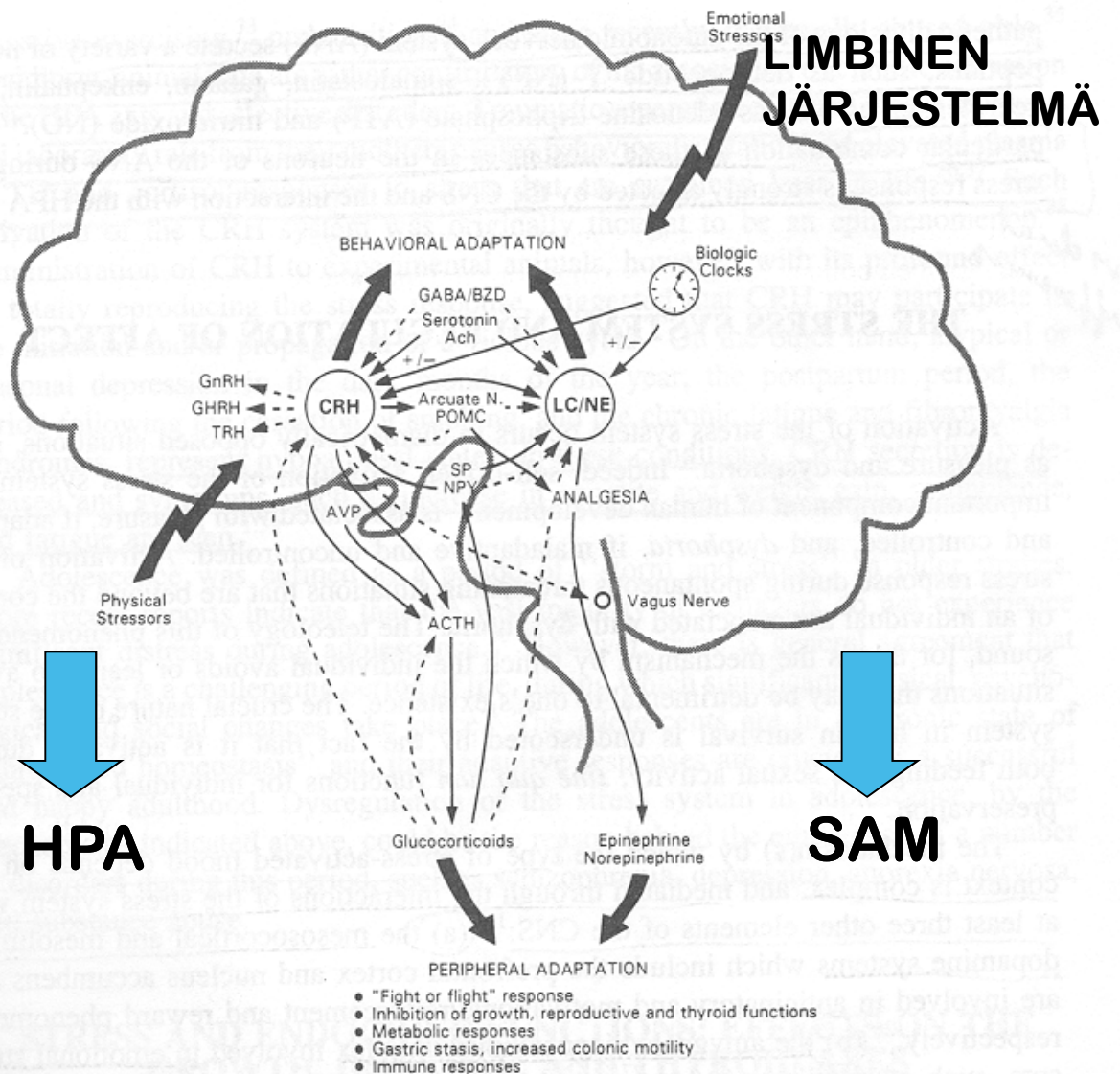
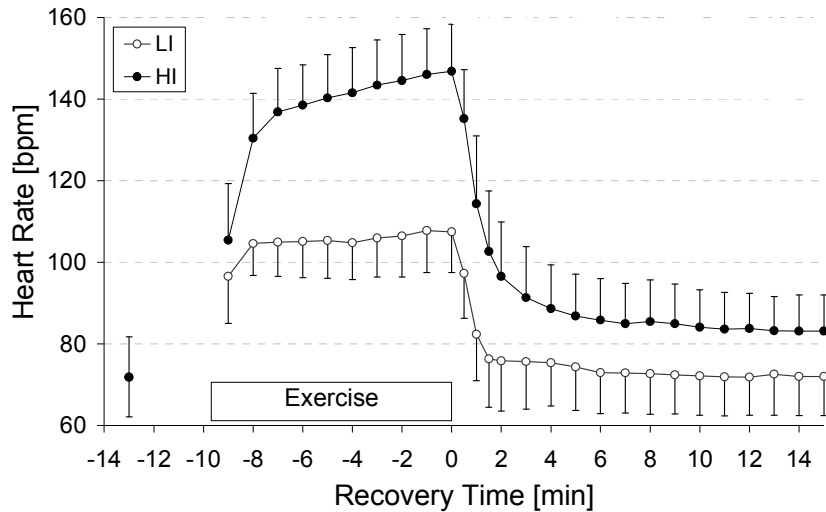
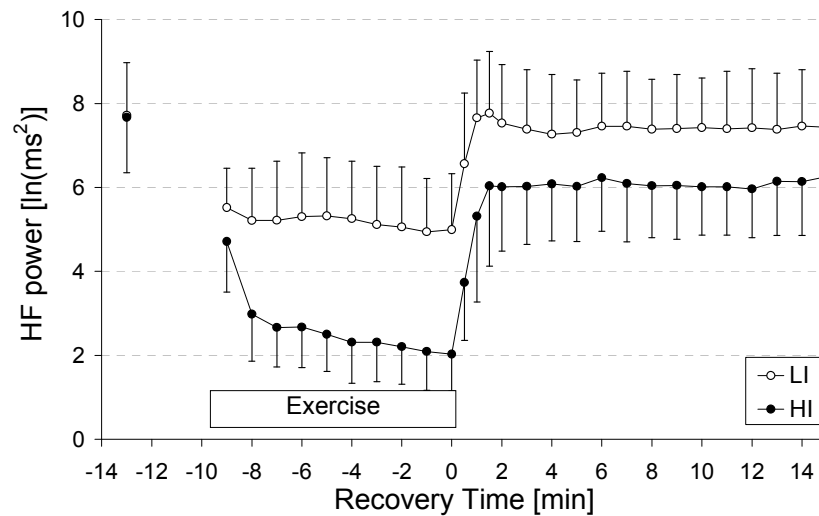


FIGURE 1. A simplified representation of the central and peripheral components of the stress system, their functional interrelations, and their relations to other CNS systems involved in the stress response. *Solid lines* represent direct or indirect activation and *dashed lines* represent direct or indirect inhibition. LC = locus coeruleus, NE = norepinephrine, SP = substance P, NPY = neuro peptide Y, AVR = vasopressin.



Martinmäki & Rusko

- After Light exercise (LI, ~40%):
Fast vagal recovery
- After Heavy exercise (HI, ~70%):
Slow vagal recovery

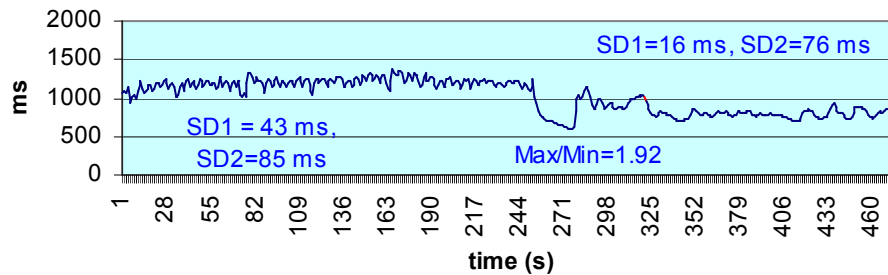


Training state - race

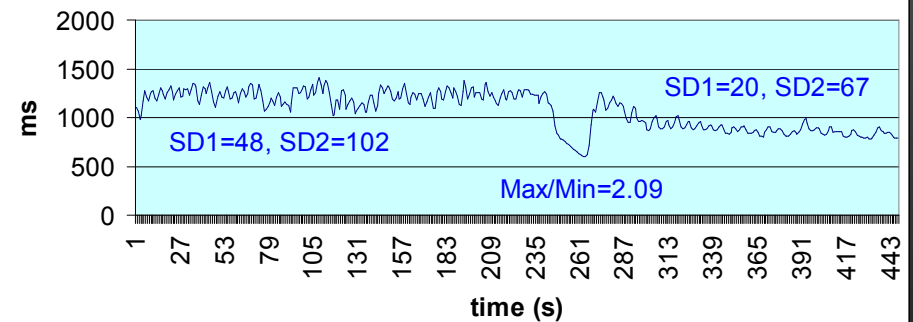
A young man, recreative athlete

Normal variation

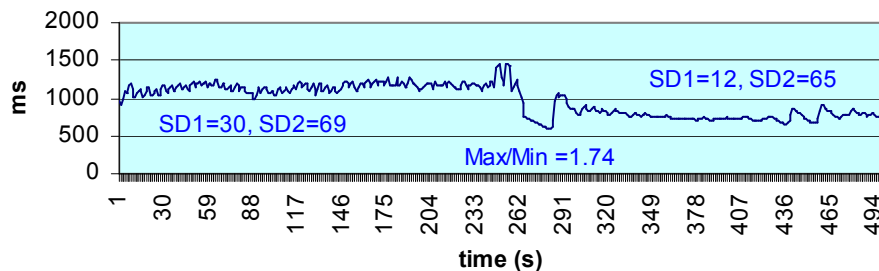
R-R interval variability - orthostatic test
four days before 60 km c-c skiing race



R-R interval variability - orthostatic test two days
after 60 km cc skiing race



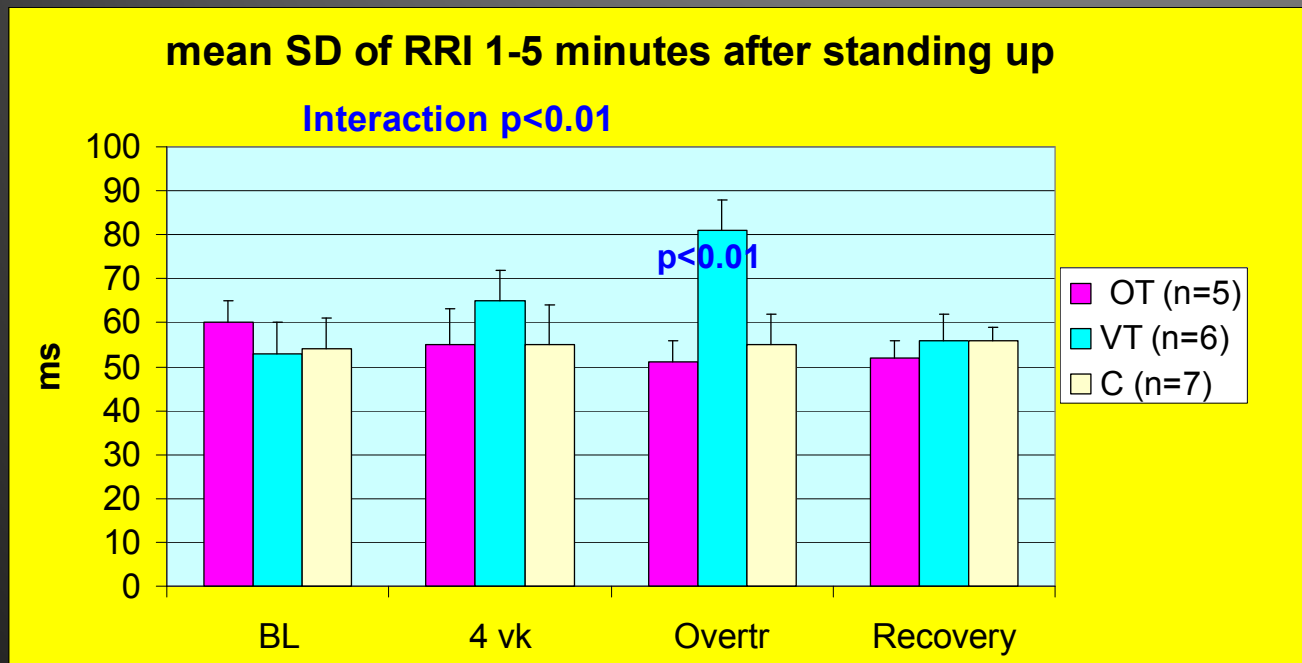
R-R interval variability - orthostatic test
one day before 60 km c-c skiing race



Vagal rebound after
exhaustive
race e.g.
Hautala et al. 2001

Overtraining

A group of young athletes



OT and VT increased their total training volume by **80 %** and intensive training volume by **130 %**

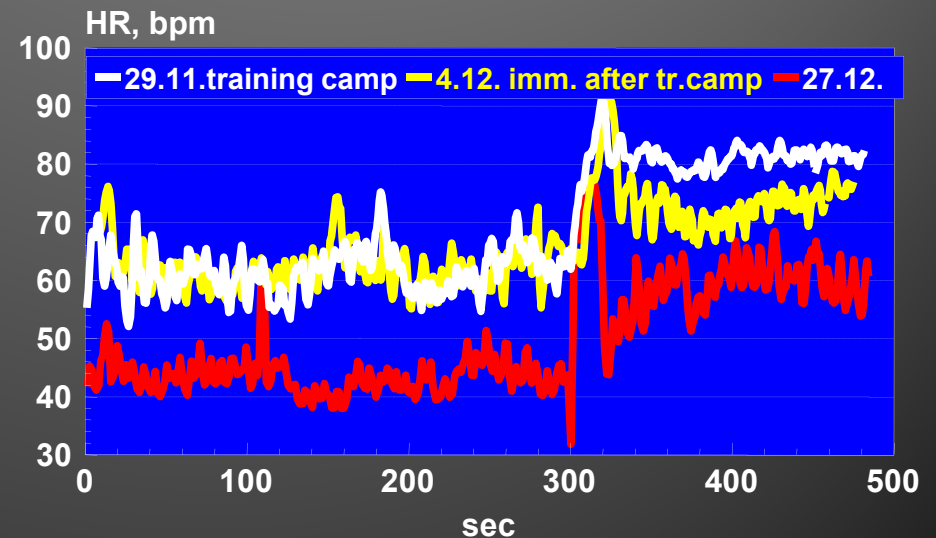
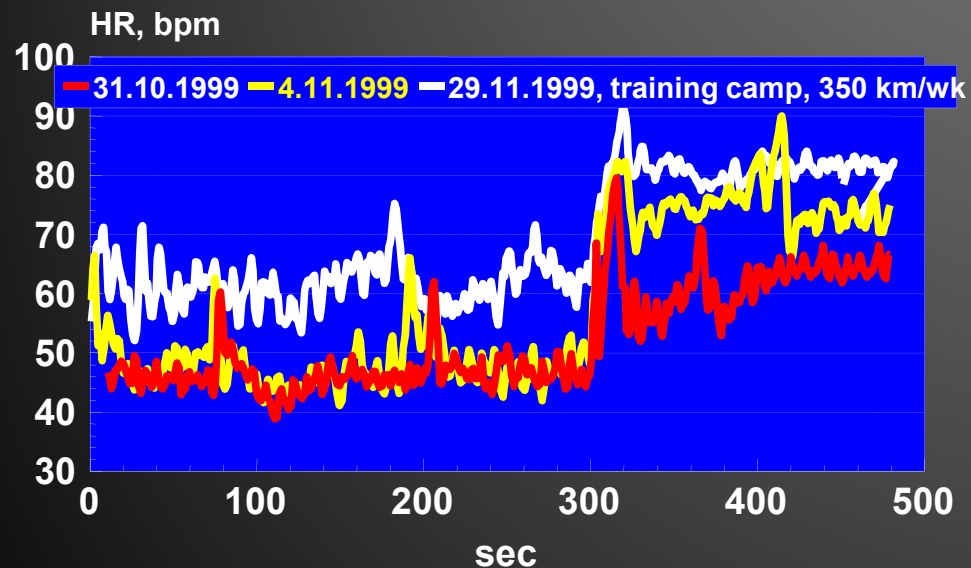
In OT $VO_2\text{max/kg}$ decreased by **6 %**, In VT $VO_2\text{max/kg}$ increased by **8 %**,

In C no change

OT: overtrained group, VT: positive training response, C: normal training

Training state – training camp

A middle-aged man, recreative athlete

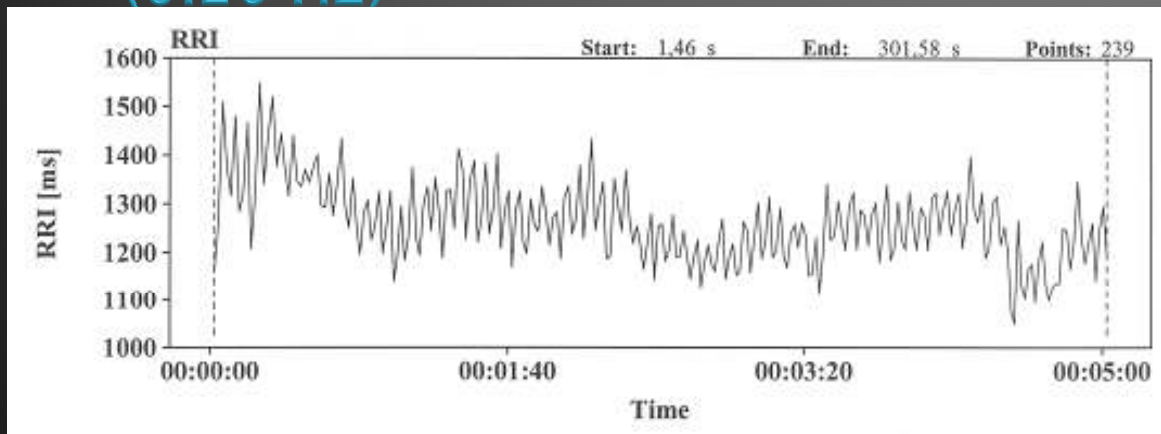


- aamun ortostaattinen testi: normaalia lepotaihtelu ± 5 (5 %), seisonta ± 10 l/min (ad 10 %)
- oman SDn mittaaminen 1-2 vk

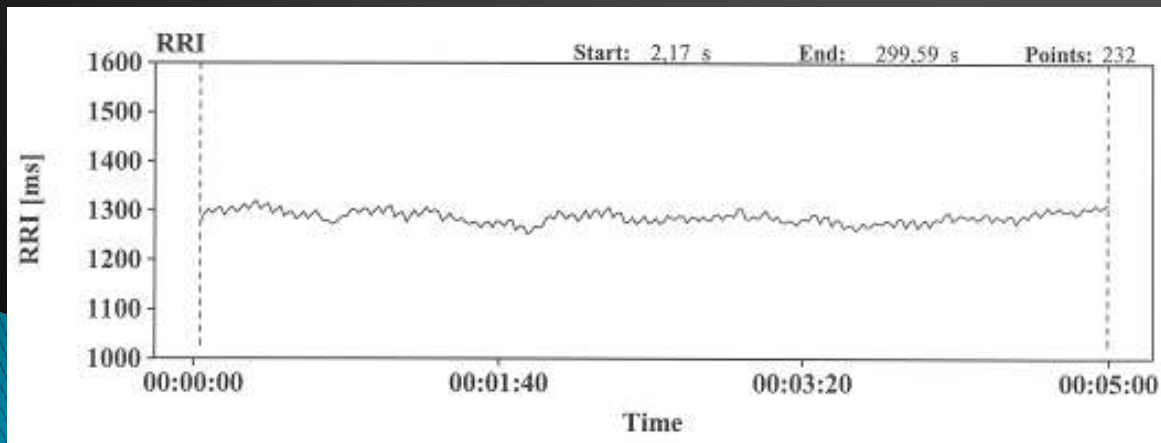
Rusko H. 2001 unpublished

Overtraining – a young female distance runner

Supine position for 5 minutes with controlled breathing (0.20 Hz)



At the normal well-trained situation, HR 60 bpm, SD of RRI 82 ms



In overtraining condition, HR 60 bpm, SD of RRI 12 ms

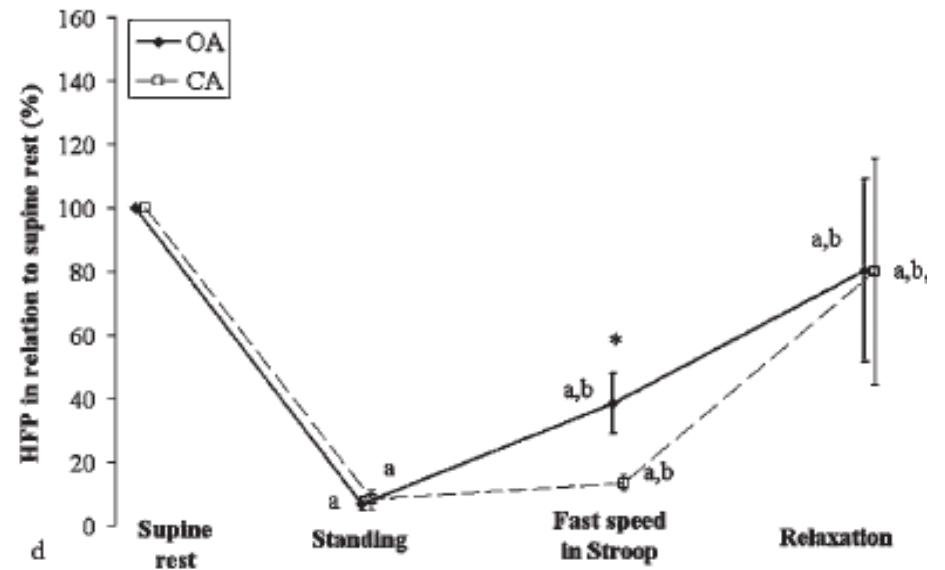
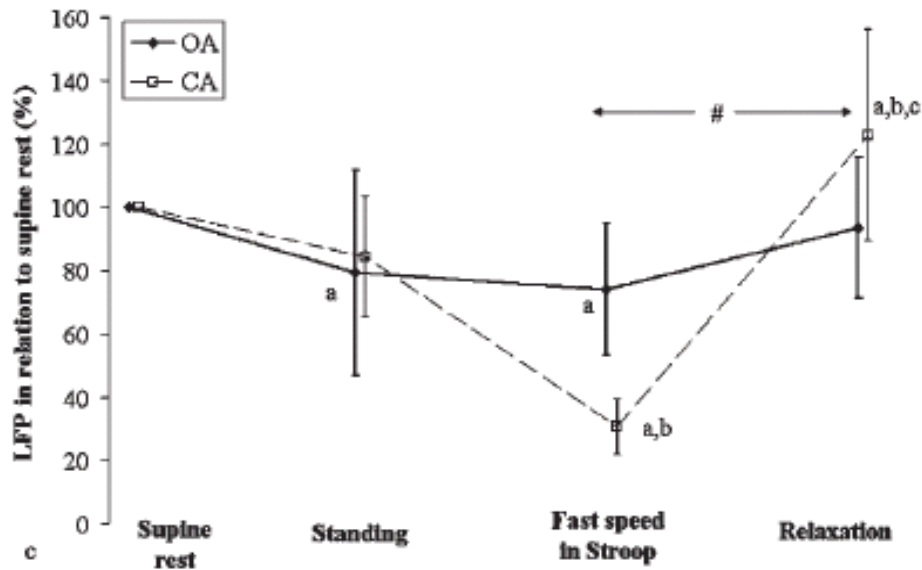
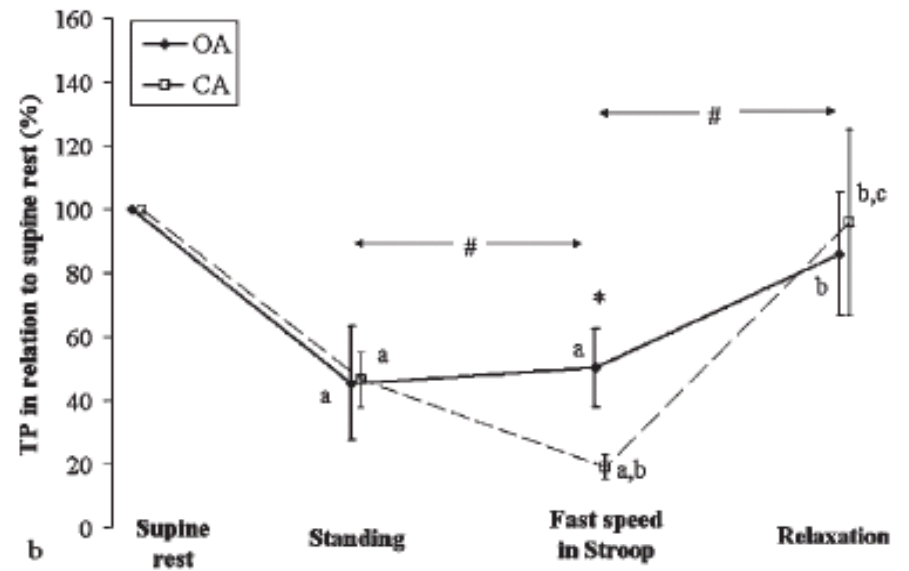
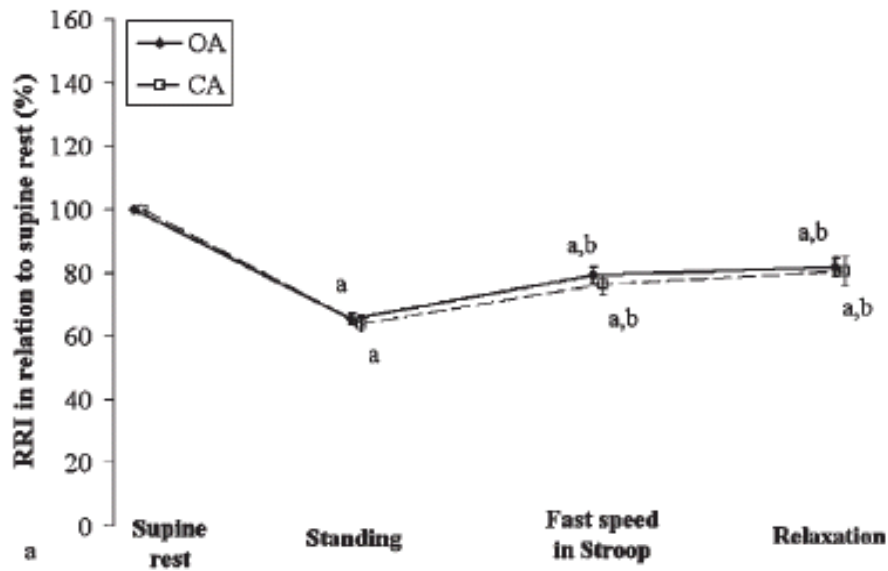
Uusitalo 2000,
Suomen Lääkärilehti

Vaikeasti ylikuormittuneet urheilijat vs. terveet verrokkit

	OA	CA
Supine rest		
▶ aveRRI (ms)	1084 ± 153	1149 ± 168
▶ SDRRI (ms)	84 ± 31	116 ± 41 *
▶ RMSSD (ms)	76 ± 39	98 ± 57
▶ TP (ms ²)	4857 ± 4598	8966 ± 7968
▶ LFP (ms ²)	2153 ± 2232	4286 ± 2904*
▶ HFP (ms ²)	2704 ± 2607	4680 ± 6607
Standing		
▶ aveRRI (ms)	734 ± 121	747 ± 110
▶ SDRRI (ms)	63 ± 36	67 ± 15
▶ RMSSD (ms)	22 ± 12	27 ± 11
▶ TP (ms ²)	1532 ± 1095	2454 ± 1104
▶ LFP (ms ²)	1322 ± 955	2262 ± 1029*
▶ HFP (ms ²)	210 ± 296	192 ± 225

OA ja CA; n=12, 6 naista ja 6 miestä

Responssit



Edustusurheilija leirillä

Palautumisen raportti

Henkilö: ██████████

Päivämäärä: 26.08.2004

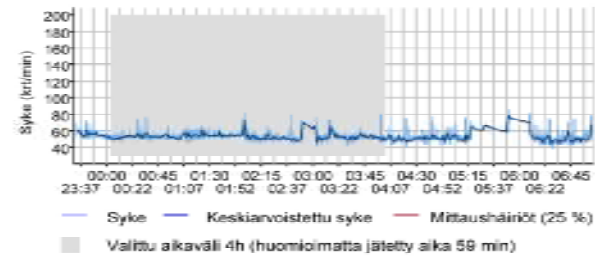
Henkilön taustatiedot

Ikä ██████████
 Pituus (cm) ██████████
 Paino (kg) ██████████
 Leposyke 38
 Maksimisyke 191

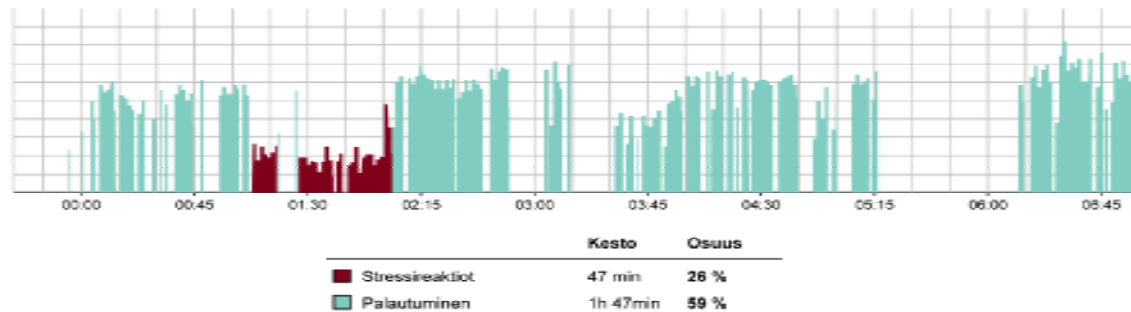
Mittausjakson tiedot

Mittausjakson pituus 07:29:04
 Mittausjakson aikaväli 23:33:06 - 7:02:10
 Matalin syketaso 42
 Korkein syketaso 81
 Keskisyke 54

Huomiot



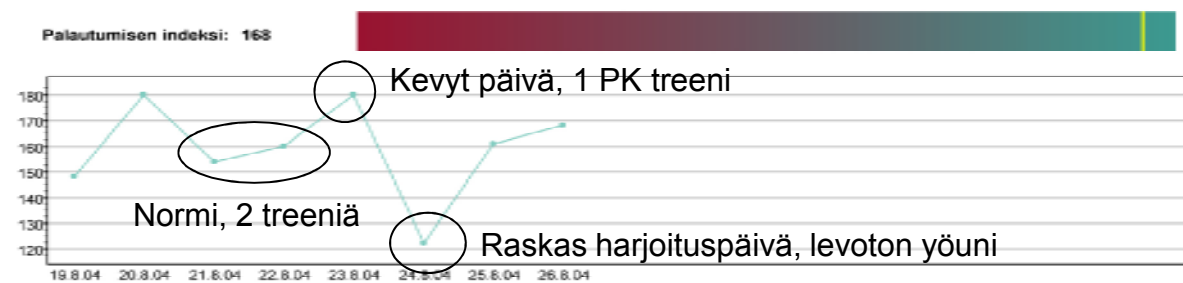
Stressin ja palautumisen kuvaaja



Stressireaktiot (stressii)
 Ulkoisten ja sisäisten tekijöiden aiheuttamia aktiivisuustason nousuja elämässä.

Palautuminen
 Ulkoisten ja sisäisten stressitekijöiden poissaolosta tai vähenemisestä seuraavaa elämän rauhoittumista ja aktiivisuustason laskua.

Palautumisen indeksi ja seuranta



• http://www.nuortheat.fi/files/Recovery_white_paper.pdf

Työstressi ja sykevariaatio

- ▶ Whitehall II tutkimus
- ▶ HRV 5 minuuttia makuulla
- ▶ Työstressi: Karasekin malli

Chandola et al. 2008



kontrolloitu: ikä, sukupuoli,
työ, verenpaine,
kolesteroli, tupakointi,
muut
terveyskäyttäytymiseen
liittyvät parametrit mm.
ruokailu ja alkoholi

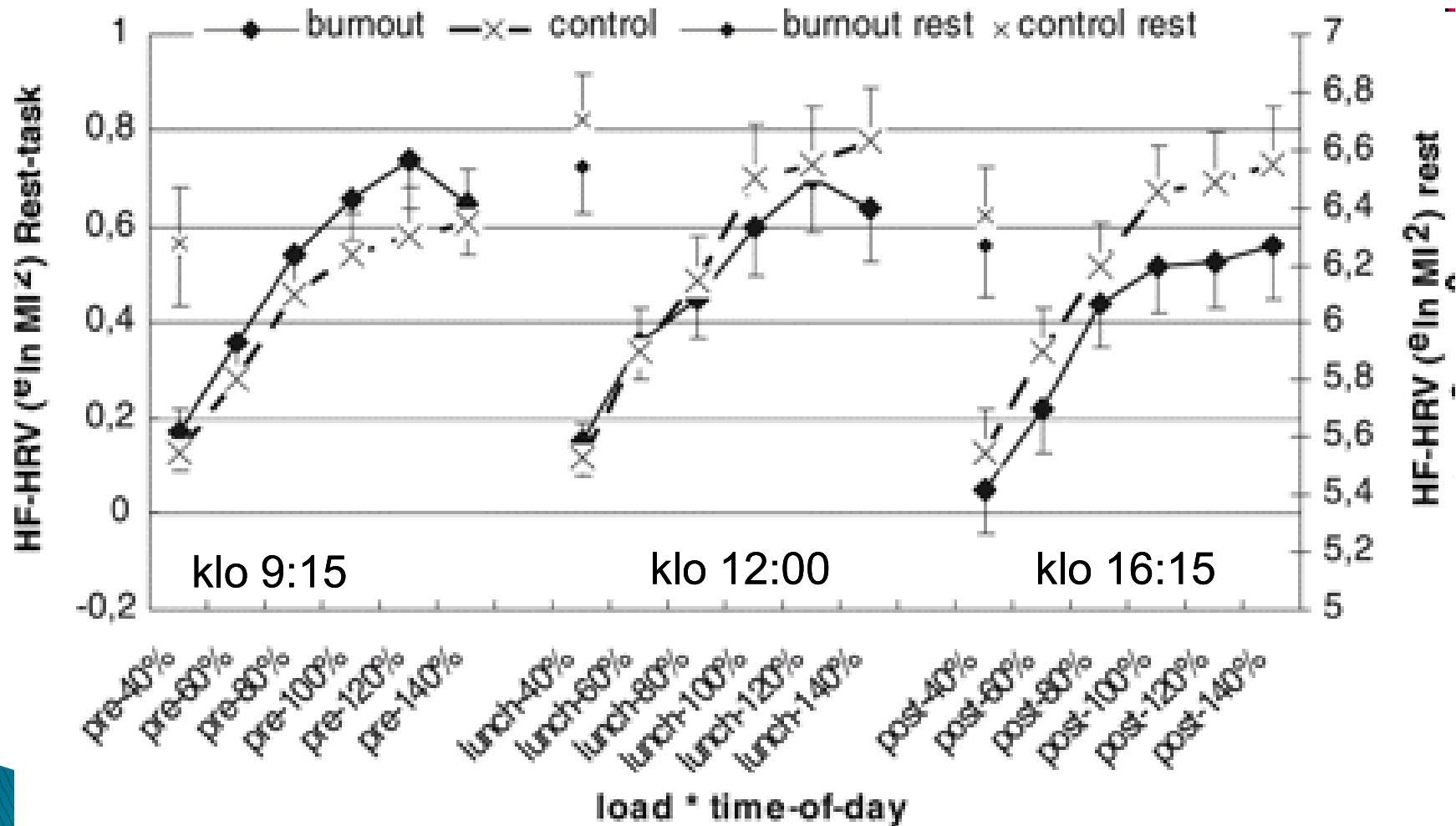
Table 3 Regression coefficients (95% confidence intervals) of heart rate variability (phase 7) and morning rise in cortisol (phase 7), by cumulative work stress (phases 1–2): Whitehall II respondents, all ages

	All ages	n
Log of low frequency power		
No report of work stress	0.00	2769
One report	-0.09 (-0.23 to 0.04)	211
Two reports	-0.14 (-0.25 to -0.02)	310
P-value for linear trend	<0.01	
Log of high frequency power		
No report of work stress	0.00	2769
One report	-0.05 (-0.21 to 0.11)	211
Two reports	-0.14 (-0.27 to 0.00)	310
P-value for linear trend	<0.05	
Log of SD of NN intervals		
No report of work stress	0.00	2769
One report	-0.05 (-0.12 to 0.01)	211
Two reports	-0.05 (-0.10 to 0.00)	310
P-value for linear trend	<0.05	
Morning rise in cortisol		
No report of work stress	0.0	2368
One report	0.00 (-1.85 to 1.85)	169
Two reports	-0.60 (-2.11 to 0.91)	274
P-value for linear trend	0.45	

All models are adjusted for age, sex, employment grade (phase 1), total cholesterol (phase 1), hypertension (phase 1), smoking history (phase 1), and other health behaviours (phase 3). In addition, morning rise in cortisol is adjusted for waking up time.

Työuupumus ja sykevariaatio

Stroop



Interaktio p=0.029

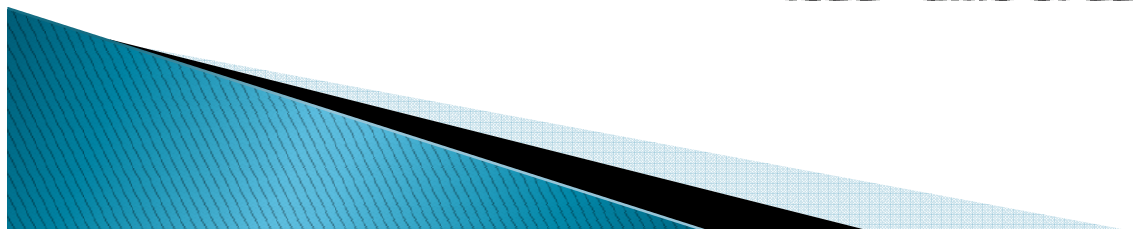
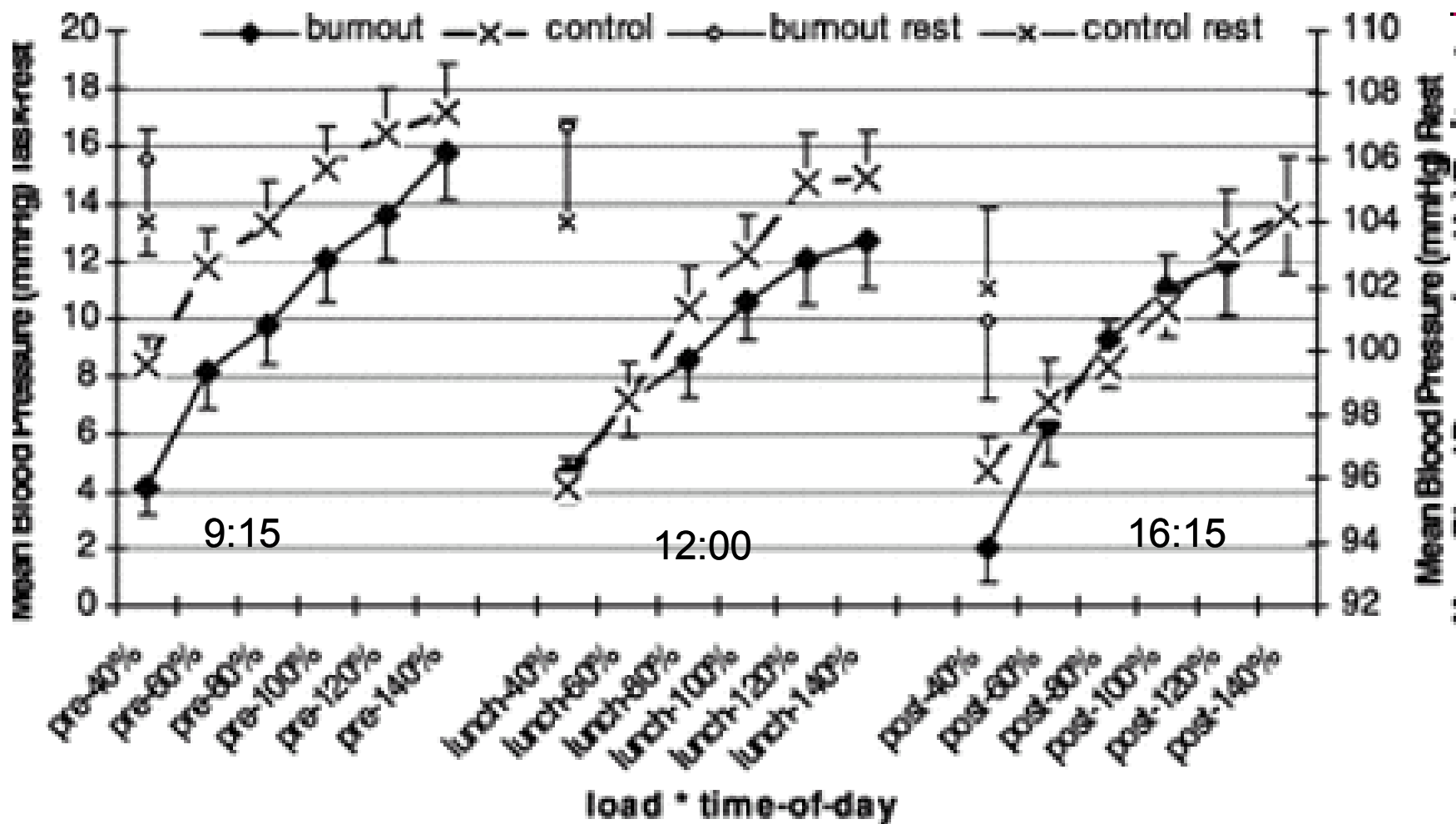


Table 4. Age-corrected significant or marginally significant partial correlations of efforts at work with HRV measures.
 α Spearman correlation coefficients, # = marginally significant, * = $p \leq 0.05$, ** = $p \leq 0.01$, *** = $p \leq 0.001$

	Day 1	Day 2
SD		
Awake	-.72**	-.70**
Work	-.69**	-.70**
RMSSD		
Awake	-.57*	-.49#
Work	-.53*	-.51#
LF		
Awake	-.80***	-.66*
Work	-.69**	-.59*
Night	-.46#	-.48#
α REL %		
Awake	-.66**	-.54*

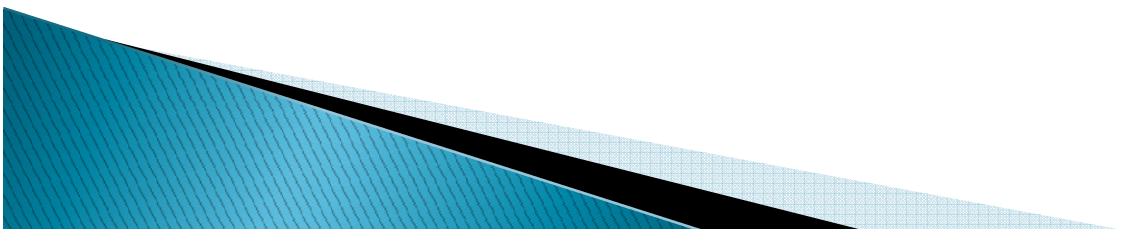
N=19, sairaalatyöntekijää, 1 mies

Uusitalo ym. submitted

Table 5. Correlations between daily emotions and heart rate variability measures.

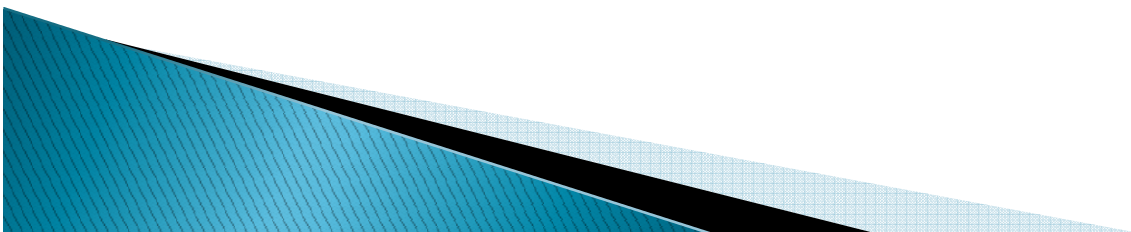
	Day 1	Day 2
Satisfied		
Work	LF: .72*	LF: .88**
Stressed		
Awake	RRI: -.47 [#]	RRI: -.51 [#]
Work	RMSSD: -.80**, HF: -.68*, LF: -.82**	RMSSD: -.70*, HF: -.61 [#] , LF: -.76*
Irritated (Work time)		
Night	SD: -.79*, RMSSD: -.67*, HF: -.64 [#] , LF: -.78*	SD: -.74*, RMSSD: -.69*, HF: -.68 [#] , LF: -.86**

= marginally significant, * = $p \leq 0.05$, ** = $p \leq 0.01$



Esimerkki –HRV

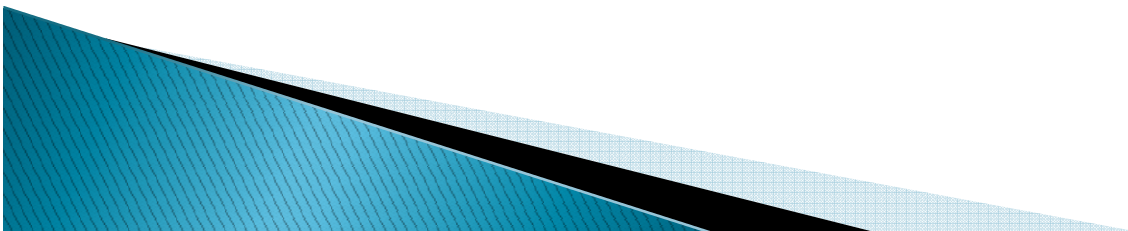
- ▶ Kiviniemi et al. 2007, Eur J Appl Physiol
 - mieskuntoilijoita, 4 vk jakso
 - seisomasykevariaatio, HF kaista 5 min
 - TULOS: VO₂max (l/min) ↑ 6 % HRV ryhmä ja ei muutosta harjoittelu ja kontrolliryhmä



HRV yhteenvetoa

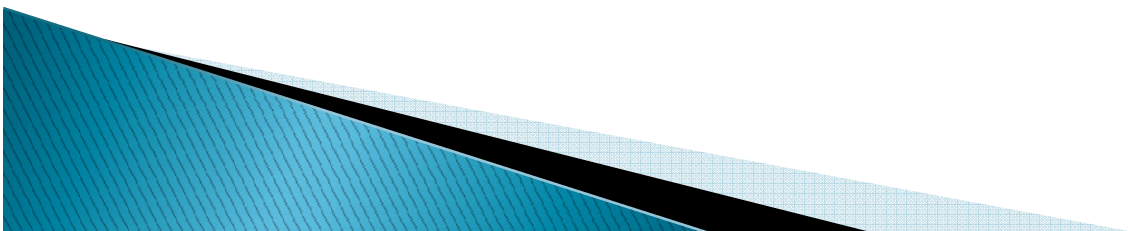
- ▶ Hyvän mittarin kriteerit täyttyvät
 - Annos-vastekäyttäytymistä
 - Kuvastaa palautumistakin/palautumattomuutta

- Huonoa – sensitiivisyys ympäröiville ja sisäisille olosuhteille, herkkyys vaihteluille ja yksilöiden välinen ja sisäinen voimakas vaihtelutaipumus
- Ei spesifinen!!



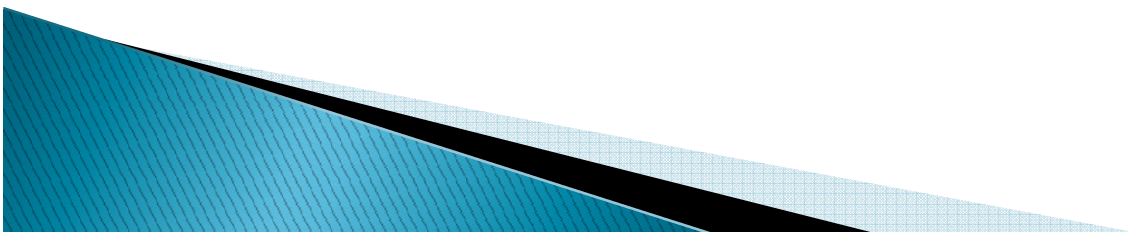
HRV yhteenvetoa

- ▶ Niukasti näyttöä – tutkimukset tarpeen
- ▶ Ehdottomasti kannatettava mittari tulevaisuuden tutkimukseen ja kuormituksen seurantaan
- ▶ Vaatii paneutumista
- ▶ Vaatii rinnalleen muitakin mittareita



Kliinisiä havaintoja uupuneilla

- ▶ yleensä ANS toimintatesteissä ei kliinisiä raja-arvoja rikkovaa
- ▶ syke seurannassa joko korkeita syketasoja ja korostuneita sykeresponsseja tai vaihteita sykeresponsseja
- ▶ ääritilanteisiin ei kyetä respondoimaan





**OTTAKAA IISISTI
ÄLKÄÄ STRESSATKO!**