

ÄÄNEN FYSIOLOGISET, PSYKOLOGISET JA TYÖTEHOON LIITTYVÄT VAIKUTUKSET

Valtteri Hongisto¹, Jenni Radun¹, Henna Maula¹,
Ville Rajala¹, Mika Scheinin²

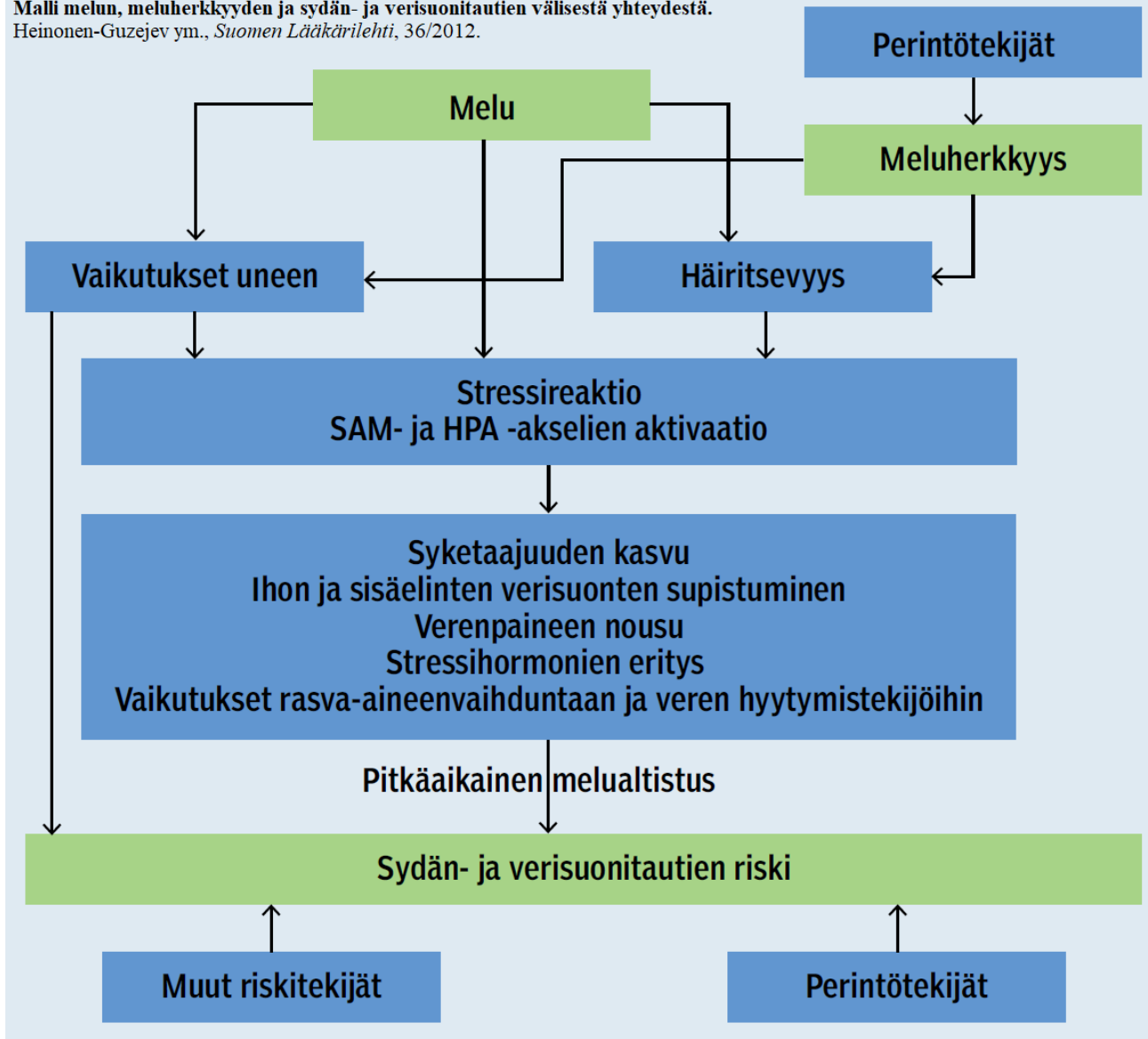
¹ Turun ammattikorkeakoulu, ² Turun yliopisto

Sisäilmastoseminaari 2020, Helsinki, 10.3.2020

Tavoite

- Aikaisemmista tutkimuksista voi päätellä, että melu häiritsee, laskee suoriutumista tehtävissä, ja aiheuttaa fysiologisen stressireaktion, kun tietyt edellytykset melulle toteutuvat.
- Häiritsevyys on yleisin meluvaikutus ja edeltää yleensä muita vaikutuksia. Korkea häiritsevyys on WHO:n mukaan terveyshaitta, jota hyvä elinympäristö ei aiheuta. Vähäinen häiritsevyys on kuitenkin väistämätöntä.
- Häiritsevyys ei riipu yksin A-äänitasosta. Vähän tiedetään siitä, miten eri äänet vaikuttavat ihmiseen.
- **Tämän tutkimuksen tavoitteena** on selvittää, miten erilaiset äänilajit vaikuttavat fysiologiseen stressiin, työsuoriutumiseen ja psykologisiin vasteisiin tehtäessä keskittymistä vaativaa työtä

Malli melun, meluherkkyyden ja sydän- ja verisuonitautien välisestä yhteydestä.
Heinonen-Guzejev ym., Suomen Lääkärilehti, 36/2012.



Menetelmät – Tutkitut äänilajit 5 kpl

- Riippumaton muuttuja oli äänilaji. Varsinaisia tutkittavia äänilajeja oli neljä ja verrokkina näille oli hiljaisuus, jossa ei synny mitään negatiivisia vaikutuksia.
- Tutkimuksen kohteena olivat äänilajit laajakaistaääni, kapeakaistaääni, impulssiääni ja puheääni, kukin 65 dB L_{Aeq} .
- Hiljaisuus oli 35 dB L_{Aeq} .
- Äänitilanne kesti noin 50 minuuttia, jolloin tehtiin testejä ja täytettiin kyselyjä

Sound	Tonality		Impulsivity		Variability	Low-frequency/ pientaajuisuus	Equivalent sound pressure level
	Tone frequency [Hz]	Tonal audibility [dB]	Level difference [dB]	Onset rate [dB/s]	$L_{A5}-L_{A95}$ [dB]	L_C-L_A [dB]	L_{Aeq} [dB]
<i>Silence</i>	no	no	no	no	1.0	3.5	35
<i>Wideband</i>	no	no	no	no	1.0	3.5	65
<i>Tonal</i>	3753	14.6	no	no	3.5	-1.5	65
<i>Impulsive</i>	no	no	8.2	236.2	8.8	3.5	65
<i>Speech</i>	-	-	8.6	105.2	24.2	3.4	65

Laajakaistaääni: ilmanvaihdon kohina

Kapeakaistaääni: sähkömoottori

Impulssiääni: paalutusjunta

Puheääni: radiodialogi

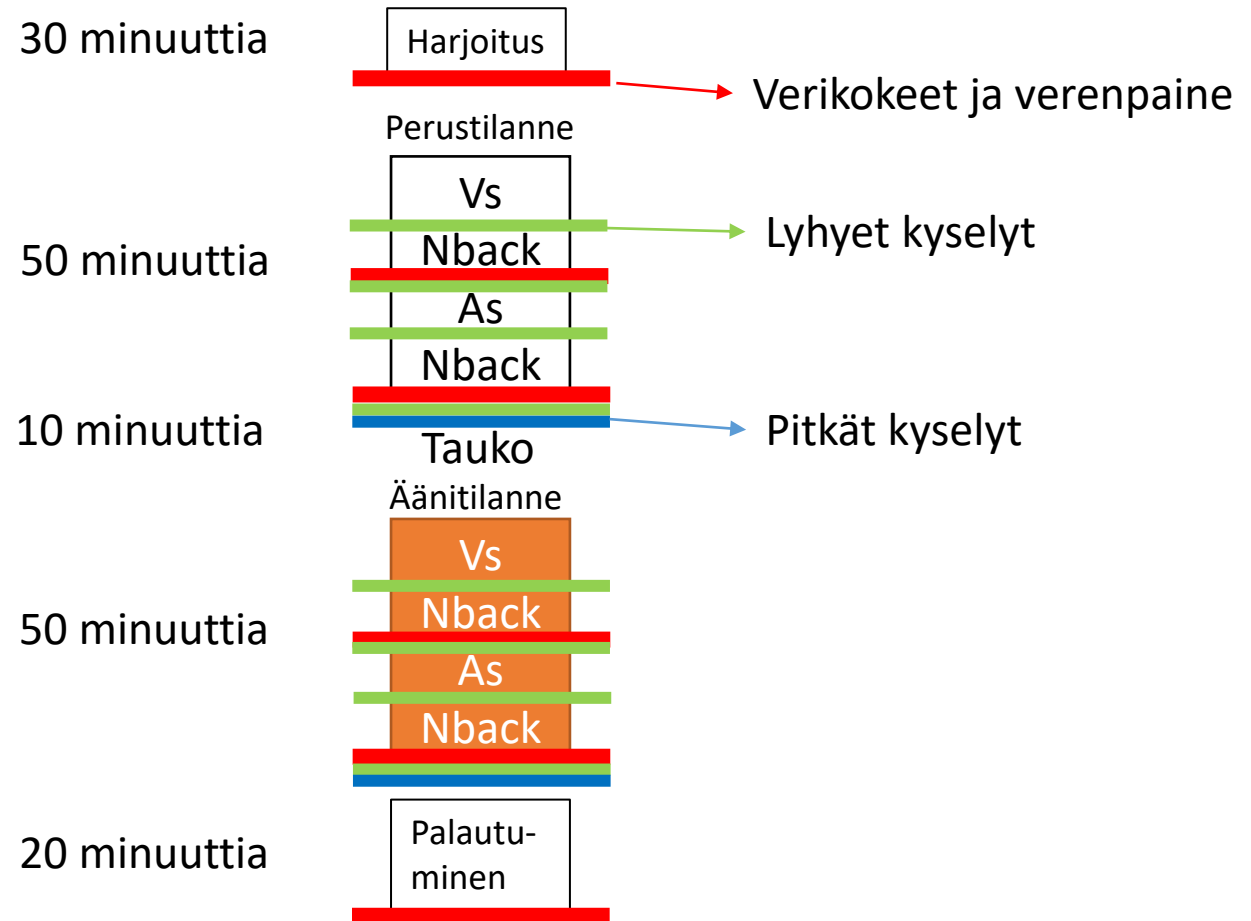
Hiljaisuus: ilmanvaihdon kohina



Menetelmä

- Ryhmien välinen vertailu äänen vaikutuksesta (N=98)
- Kukin tutkittava altistui vain yhdelle viidestä äänitilanteesta
- Kussakin äänitilanteessa (ryhmässä) noin 20 tutkittavaa
- Ryhmät balansoitiin meluherkkyyden ja sukupuolen mukaan
- Tulosuuttajat
 - **Suoriutuminen** työmuistitehtävissä
 - Visuaalinen sarjamuisti (Vs)
 - Audiitiivinen sarjamuisti (As)
 - N-back (Nback)
 - **Fysiologiset stressivasteet**
 - Stressihormonit (kortisoli, noradrenaliini)
 - Sykevälivaihtelu
 - Verenpaine
 - **Kokemus**
 - Häiritsevyys
 - Kuormittavuus
 - Väsyttävyyys

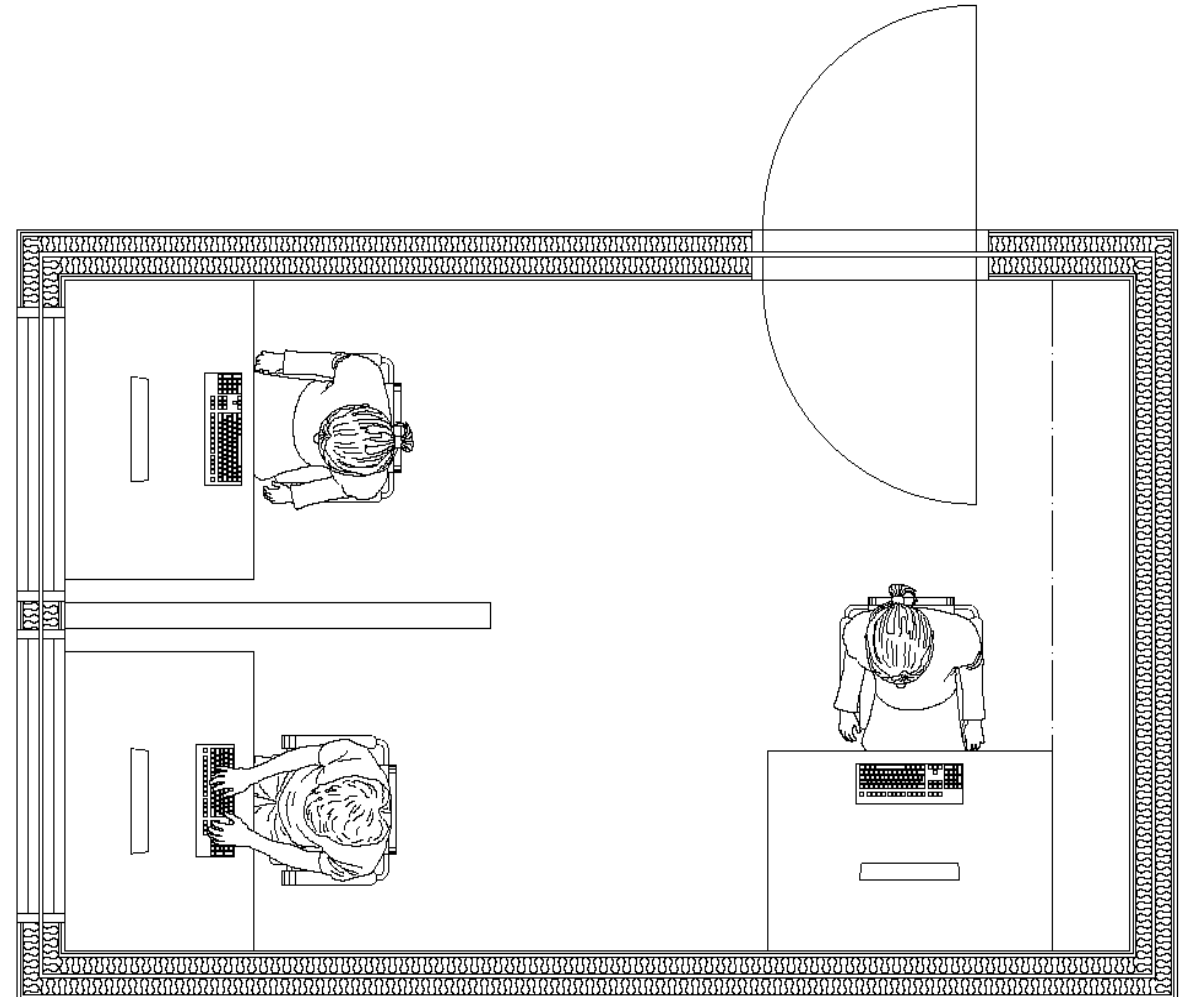
Kokeen kulku



Keskimäärin 3 tuntia 20 minuuttia

Menetelmät - Tutkimusympäristö

- Lääketieteellinen tutkimus, johon saatiin eettinen puoltava lausunto VSSHP eettiseltä toimikunnalta ennen kokeen alkamista
- Äänet toistettiin kaiuttimilla
- Kaksi tutkittava kerrallaan huoneessa
- Tutkimusta varten luotiin väliaikainen klinikka, jossa verinäytteiden otto oli sallittu
- Kolme tutkijaa:
 - Huoneessa 1 hoitaja otti näytteitä
 - Ulkopuolella 1 hoitaja teki näytteiden käsittelyä
 - Huoneessa 1 tutkija veti koetta



Tulokset – Äänilajin vaikutus

Fysiologiset vaikutukset.

Kortisolitason ero palautumistilanteeseen nähden oli suurempi laajakaista-, impulssi- ja puheäänien aikana kuin hiljaisuudessa ($p=0.021$). Sykevälivaihtelussa näkyi puhe- ja kapeakaistaäänellä kuormittumista N-back tehtävässä: kuormittuminen lisääntyi, kun tehtävä tehtiin toista kertaa ($p=0.004$).


Subjektiiiviset vaikutukset.


Äänilaji vaikutti häiritsevyyden ($p<0.001$) ja kuormittavuuden ($p=0.002$) kokemukseen. Laajakaista-, kapeakaista- ja impulssiääni arvioitiin häiritsevämmäksi kuin hiljaisuus. Kapeakaista-, impulssi- ja puheäänien aikana tehtävien tekeminen arvioitiin kuormittavammaksi kuin hiljaisuuden aikana.

Työteho-vaikutukset.

Auditiivisessa sarjamuistissa sarjan viimeisten numeroiden muistaminen oli heikompaa puheäänien kuin hiljaisuuden aikana. 3-backissä äänilaji vaikutti muistamiseen ($p=0.020$) ja muistamisen tarkkuus oli heikompaa laajakaista-impulssi-, ja puheäänien aikana kuin hiljaisuudessa.

Tulokset – Äänilajin vaikutus

 Haitallinen
vaikutus
verrattuna
hiljaisuuteen

 Positiivinen
vaikutus
verrattuna
hiljaisuuteen

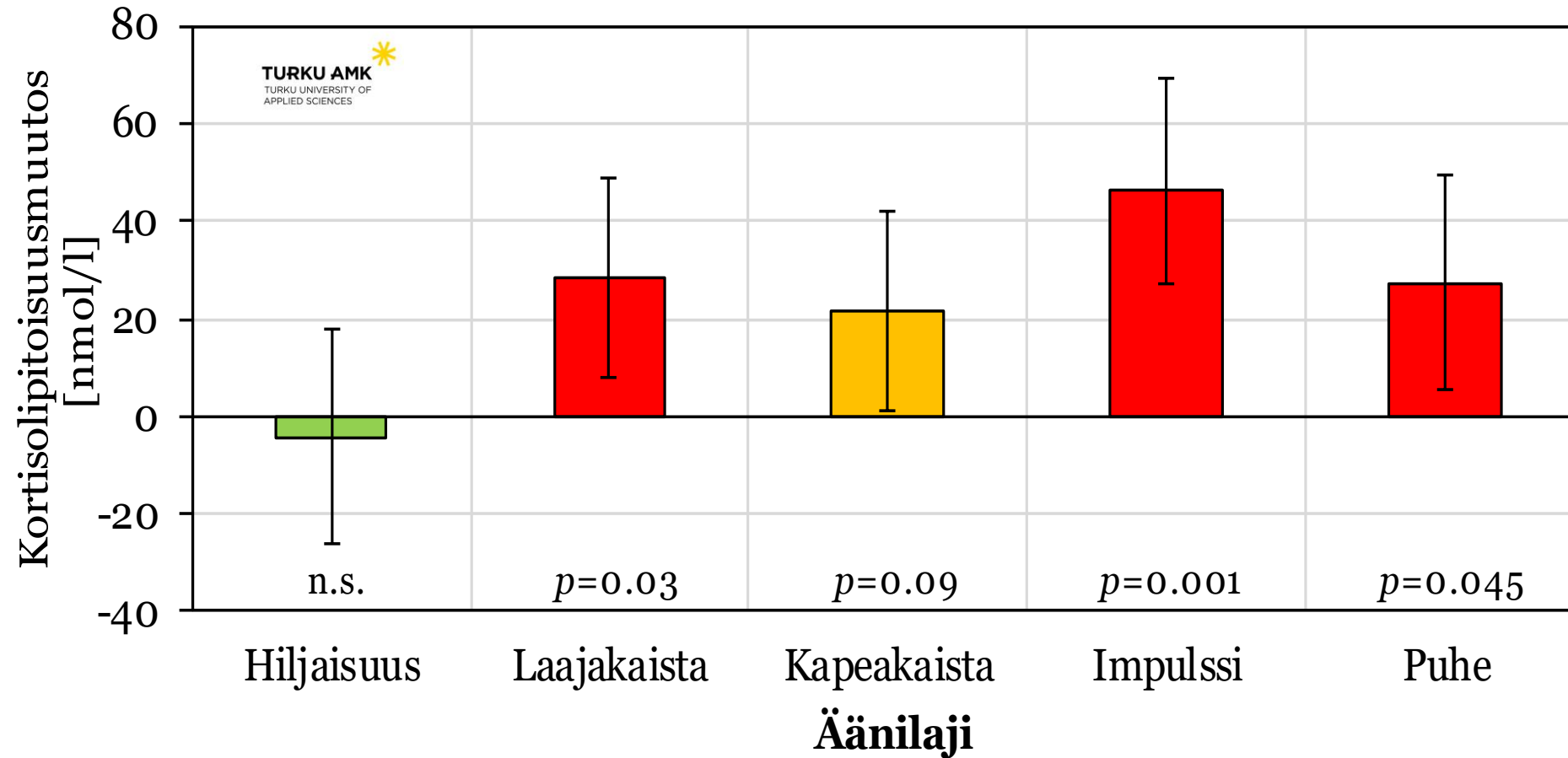
Tulosmuuttuja ^a	Referessi	Äänilaji			
		Laajakaistaääni	Kapeakaistaääni	Impulssiääni	Puheääni
Subjektiiiviset muuttujat					
<i>Häiritsevyys***</i>	Perustilanne	**	***	***	***
<i>Kuormittavuus**</i>	Perustilanne	ns	*	***	**
<i>Väsymys**</i>	Perustilanne	ns	ns	ns	**
<i>Energian puute*</i>	Perustilanne	ns	ns	**	ns
<i>Motivaation puute*</i>	Perustilanne	ns	*	ns	ns
Suoritusmuuttujat					
<i>Auditiivinen sarjamuisti (As)^x</i>	-	ns	ns	ns	X
<i>Visuaalinen sarjamuisti (Vs)</i>	-	ns	ns	ns	ns
<i>3-back **</i>	-	*	ns	***	*
Fysiologiset muuttujat					
<i>Kortisoli*</i>	Palautumistilanne	*	ns	***	**
<i>Noradrenaliini**</i>	Perustilanne	ns	ns	*	ns
<i>Systolinen verenpaine</i>	Perustilanne	ns	ns	ns	ns
<i>Diastolinen verenpaine</i>	Perustilanne	ns	ns	ns	ns
<i>HRV_{stressi(LF/HF)}As</i>	Perustilanne	ns	ns	ns	ns
<i>HRV_{stressi(LF/HF)}Vs</i>	Perustilanne	ns	ns	ns	ns
<i>HRV_{stressi(LF/HF)} n-back^x</i>	Perustilanne	ns	X	ns	X

^a Äänilajia on verrattu hiljaisuuteen vain jos päävaikutus ko. muuttujalla on merkitsevä.

x= Äänilajin ja position tai ajan interaktio merkitsevä.

Eron tilastollinen merkitsevyys: * $p < 0.05$ merkitsevä, ** $p < 0.01$ erittäin merkitsevä, *** $p < 0.001$ erittäin merkitsevä. ns= ei merkitsevä

Tulokset – Fysiologinen stressi (kortisolihormoni)

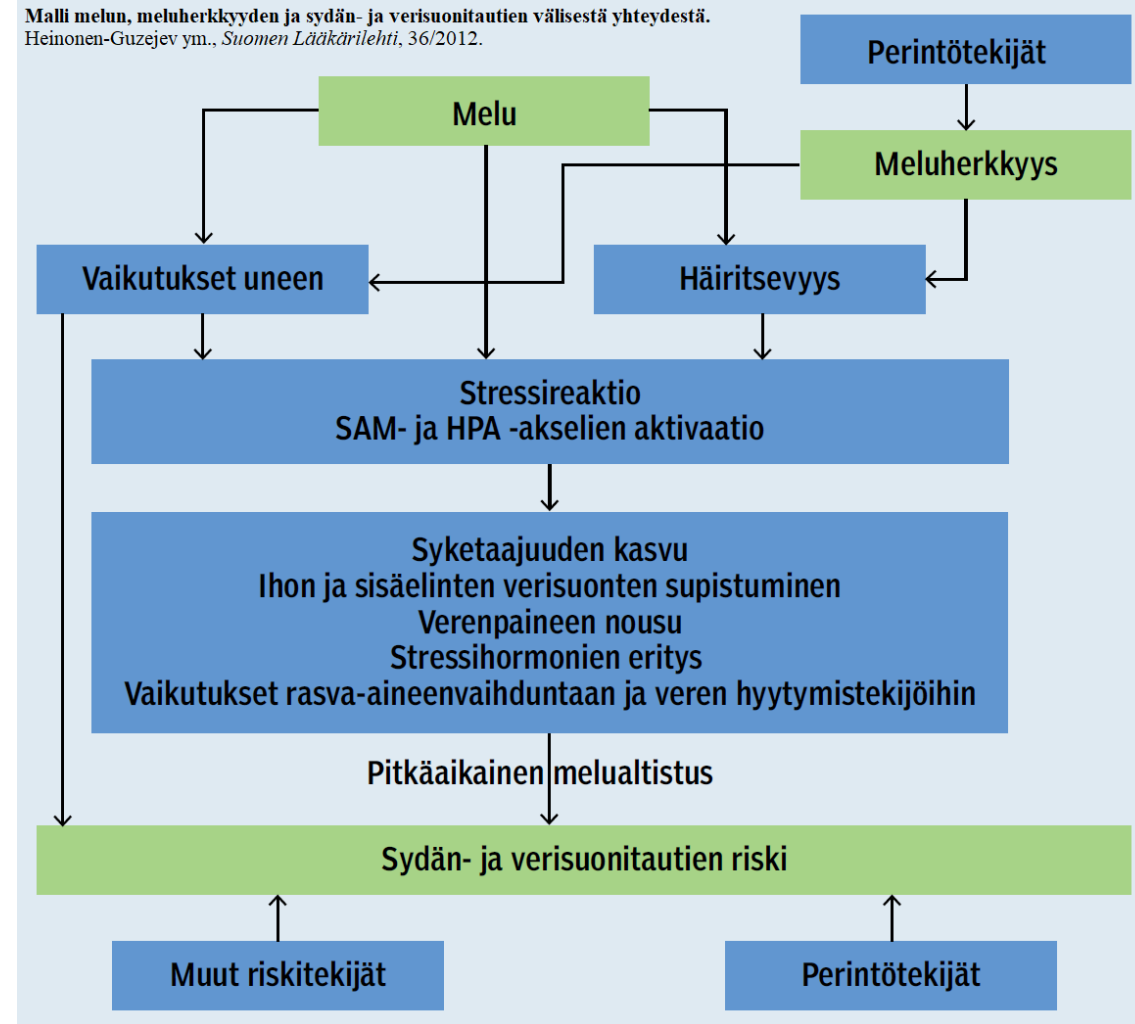


Veriplasman kortisolipitoisuuden muutos palautumistilanteeseen nähden eri äänilajeissa. Viikset kertovat muutoksen 95 % luottamusvälin kaikkien tutkittavien osalta. Muutos palautumistilanteeseen nähden oli tilastollisesti merkitsevä, jos $p < 0.05$.

Johtopäätökset

- Kaikilla tutkituilla äänilajeilla havaittiin vaikutuksia ihmisen fysiologisiin vasteisiin ja subjektiivisiin arvioihin, kun äänitaso oli 65 dB L_{Aeq} ja altistusaika 50 minuuttia
- Puheäänillä vaikutuksia havaittiin eniten mutta myös sisällöllisesti neutraali ääni (laajakaistaääni) aiheutti samankaltaisia vaikutuksia mutta heikompana
- Pitkittyessään akuutit stressireaktiot voivat aiheuttaa pitkäaikaisia seurauksia terveyteen, ks. kuva →
- **Akustiseen suunnitteluun ja meluntorjuntaa pitää työpaikoilla kiinnittää erityistä huomiota, koska jo tunnin kestävä melu aiheuttaa terveyshaittaa.**

Malli melun, meluherkkyyden ja sydän- ja verisuonitautien välisestä yhteydestä.
Heinonen-Guzejev ym., *Suomen Lääkärilehti*, 36/2012.



Kiitos!

Tutkimus oli osa **Anojanssi**-projektia (2016-2019), jota rahoittivat Business Finland, Turun ammatti-korkeakoulu, Ympäristöministeriö, Sosiaali- ja terveysministeriö sekä yhteistyöyritykset.