

TAPAUSTUTKIMUS NELJÄN ERI RASITUSTAVAN VAIKUTUKSISTA
MIELIALAAN, KOGNITIIVISEEN SUORITUSKYKYYN JA
STRESSIHORMONEIHIN

Sakke Haapiainen

Pekka Kainulainen

Liikuntapedagogiikan

pro gradu -tutkielma

Syksy 2003

Liikuntakasvatuksen laitos

Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Haapiainen, S. & Kainulainen, P. Tapaustutkimus neljän eri rasitustavan vaikutuksista mielialaan, kognitiiviseen suorituskyykyyn ja stressihormoneihin. Jyväskylän yliopisto. Liikuntapedagogiikan pro gradu -tutkielma. 2003. 69 s.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää fyysisen ja kognitiivisen rasituksen, valvomisen sekä lääkeainemanipulaation välittömiä vaikutuksia eli pääefektejä koehenkilöiden mielialoihin, kognitiiviseen suorituskyykyyn ja stressihormoneihin. Fyysinen rasitustehtävä tehtiin polkupyöräergometrillä, jossa kuormitus oli 95 prosenttia anaerobisen kynnyksen tehosta. Kognitiivinen rasitustehtävä oli yhden tunnin mittainen, yksinkertainen, tietokoneavusteinen muistitehtävä. Valvomistehtävässä koehenkilöt joutuivat valvomaan yhden yön. Lääkeainemanipulaatioissa heille annettiin atropiinisulfaattia, jolla salvattiin parasympaattisen hermoston toiminta. Koehenkilöiden palautumista pääefekteistä seurattiin muiden muuttujien, paitsi stressihormonien, osalta. Tutkimus kuuluu osana Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen stressimittaritutkimukseen, jonka tarkoituksena on kehittää välineitä mittaamaan ihmisten stressitilaa.

Tutkittavat olivat vapaaehtoisia ja hyväkuntoisia miehiä. Mielialoja mitattiin AD ACL-mittarilla, kognitiivista suorituskyykyä puolestaan Stroop- testillä ja Borgin skaalalla, sekä stressihormonitasoja (kortisoli, noradrenaliini ja adrenaliini) verinäytteiden perusteella. Yksi testipäivä koostui lähtötason mittaussarjasta, rasitustehtävästä ja sitä seuranneista viidestä mittaussarjasta. Yhdessä mittaussarjassa tehtiin kaikki edellä mainitut mittaukset. Analysointi oli visuaalista, missä mitattuja arvoja vertailtiin lähtötasoon ja eri mittausten välillä. Näin arvioitiin pääefektiä ja palautumista.

Tutkimuksen tärkeimmät tulokset liittyivät kognitiiviseen ja fyysiseen rasitukseen. Kognitiivinen rasitus heikensi voimakkaasti kummankin koehenkilön kognitiivista suorituskyykyä. Lisäksi kognitiivinen rasitus lisäsi voimakkaimmin koehenkilöiden kokemaa väsyttävyyden tunnetta. Palautuminen kognitiivisen rasituksen pääefekteistä osoittautui hitaaksi. Fyysinen rasitus vaikutti voimakkaimmin koehenkilöiden mielialoihin. Toisella tutkittavista energettisyyden tunne lisääntyi voimakkaasti, mutta toisella koettu energettisyys aleni ja jännittyneisyys lisääntyi hieman. Fyysinen rasitus nosti myös stressihormonitasoja eniten, voimakkain muutos mitattiin adrenaliinitasoissa. Palautuminen fyysisen rasituksen pääefekteistä oli nopeaa.

Muut rasitustehtävät vaikuttivat tutkittaviin vähemmän ja valvomistehtävä onnistui vain toisella koehenkilöllä. Ainoa selvä valvomisen vaikutus oli koehenkilön energettisyyden selvä aleneminen. Hän ei myöskään palautunut pääefektistä mittausten aikana. Parasympaattisen hermoston lääkesalpaus vaikutti vain toiseen koehenkilöön selvästi. Hänen kokemansa energettisyys ja jännittyneisyys alenivat, kognitiivinen suorituskyyky heikkeni hitaimmalla stroop –testinopeudella, testisarjojen väsyttävyyys lisääntyi ja stressihormoneista etenkin noradrenaliinitaso nousi. Palautuminen efekteistä oli olematonta tai melko hidasta.

Pieni otos ja kuvaileva tutkimusote eivät mahdollista tutkimustulosten yleistettävyyttä. Jatkotutkimuksia, joissa olisi enemmän koehenkilöitä ja vähemmän muuttujia tarvittaisiin. Ehkä yhden tai kahden rasitustavan tutkiminen ja palautumisen mittaaminen pidemmältä ajalta antaisivat lisää ja syvempää tietoa vaikutuksista ja siten vahvistaisivat tai kyseenalaistaisivat saamamme tulokset. Myös pidempikestoisten ja rankempien rasitustehtävien tutkiminen olisi hyödyllistä, jotta saataisiin lisää tietoa vaikutusten mahdollisesta muuttumisesta krooniseksi tai pysyviksi.

Avainsanat: rasituskokeet, palautuminen, tapaustutkimukset

ESIPUHE

Olemme tehneet tämän tutkimuksen opinnäytetyönä Jyväskylän yliopiston liikunta- ja terveystieteiden tiedekunnassa, liikuntapedagogiikan laitoksella. Ensimmäisen vuosikurssin syksyllä tutustuimme liikuntapsykologian kiehtovaan maailmaan ja päätimme tehdä pro gradu -tutkielmamme liikuntapsykologian alueelta.

Meille tarjoutui hieno mahdollisuus tehdä yhteistyötä Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen kanssa, missä tehtiin professori Heikki Ruskon johdolla laajaa tutkimusta aiheeseemme liittyen. Kiitokset tutkijoille Joni Kettuselle ja Libbe Kooistralle avusta ja ymmärryksestä.

Kiitokset myös Taru Lintuselle määrätietoisesta avusta ja ohjauksesta.

Suuri kiitos kodin tukijoukoille, Johannalle ja Marisalle, kannustuksesta ja ymmärtämisestä sekä vanhemmillemme koko opiskeluajan kestäneestä toimeentulotuesta ja kasvukipujen ymmärtämisestä.

Kiitos sinulle taisteluparini!

Jyväskylässä 13.10.2003

Sakke Haapiainen

Pekka Kainulainen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	8
2 LYHYTKESTOISEN FYYSISEN RASITUKSEN VAIKUTUKSET STRESSIIN LIITTYVIIN TEKIJÖIHIN.....	10
2.1 Lyhytkestoisen fyysisen rasituksen vaikutukset mielialaan.....	10
2.2 Lyhytkestoisen fyysisen rasituksen vaikutukset kognitiiviseen suorituskyykyyn.....	11
2.3 Lyhytkestoisen fyysisen rasituksen vaikutukset stressihormoneihin.....	12
2.4 Palautuminen lyhytkestoisen fyysisen rasituksen pääefekteistä.....	12
3 KOGNITIIVISEN RASITUKSEN VAIKUTUKSET STRESSIIN LIITTYVIIN TEKIJÖIHIN.....	13
4 PARASYMPAATTISEN JA SYMPAATTISEN HERMOSTON TOIMINNAT JA PARASYMPAATTISEN HERMOSTON SALPAAMISEN VAIKUTUKSET.....	14
5 VALVOMISEN VAIKUTUKSET STRESSIIN LIITTYVIIN TEKIJÖIHIN.....	15
5.1 Valvomisen vaikutukset mielialaan.....	15
5.2 Valvomisen vaikutukset kognitiiviseen suorituskyykyyn.....	16
5.3 Valvomisen vaikutukset stressihormoneihin.....	16
5.4 Palautuminen valvomisen pääefekteistä.....	17
6 TUTKIMUKSEN VIITEKEHYS.....	18
6.1 Tutkimuksen riippumattomat ja riippuvat muuttujat.....	19
6.1.1 Riippumattomat muuttujat.....	19
6.1.2 Riippuvat muuttujat ja niiden mittaaminen.....	19
6.2 Tutkimusongelmat ja hypoteesit.....	20

6.2.1 Pääongelmat.....	20
6.2.2 Hypoteesit.....	20
7 TUTKIMUSMENETELMÄT.....	22
7.1 Aineiston keruu ja tutkittavat.....	22
7.2 Tutkimuksen kulku.....	22
7.3 Yleistä kokeellisesta tapaustutkimuksesta.....	23
7.4 Aineiston analyysimenetelmät.....	25
7.5 Tutkimuksen luotettavuus.....	26
7.5.1 Ulkoinen validiteetti.....	26
7.5.2 Sisäinen validiteetti.....	27
7.5.3 Reliabiliteetti.....	29
7.6 Tutkimusmuuttujat ja mittarit.....	30
7.6.1 Fyysinen rasitustehtävä.....	30
7.6.2 Kognitiivinen rasitustehtävä.....	32
7.6.3 Parasymptaattisen hermoston lääkesalpaus.....	32
7.6.4 Yön yli valvominen.....	33
7.6.5 Kognitiivisen suorituskyvyn mittaaminen Stroop-testillä.....	33
7.6.6 Mielialojen mittaaminen AD ACL-mittarilla.....	34
7.6.7 Stressihormoniarvojen mittaaminen.....	34
7.6.8 Koetun panostuksen ja väsyttävyyden mittaaminen Borgin skaalalla.....	35
7.6.9 Palautumisen mittaaminen.....	35
8 TULOKSET.....	36
8.1 Rasitustapojen pääefektit koehenkilöihin.....	36
8.1.1 Yli rasitustapojen keskiarvoistetut pääefektit koehenkilöiden mielialoihin.....	36
8.1.2 Eri rasitustapojen pääefektit koehenkilöiden energieettisyyteen.....	37
8.1.3 Eri rasitustapojen pääefektit koehenkilöiden jännittyneisyyteen.....	38
8.1.4 Yli rasitustapojen keskiarvoistetut pääefektit koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiseen sekä koettuun panostukseen ja väsyttävyyteen.....	39

8.1.5	Fyysisen rasituksen pääefektit koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiseen sekä koettuun panostukseen ja väsyttävyyteen.....	40
8.1.6	Kognitiivisen rasituksen pääefektit koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiseen sekä koettuun panostukseen ja väsyttävyyteen.....	41
8.1.7	Parasympaattisen hermoston lääkesalpauksen pääefektit koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiseen sekä koettuun panostukseen ja väsyttävyyteen	42
8.1.8	Yön yli valvomisen pääefektit koehenkilö 77:n kognitiiviseen suoriutumiseen sekä koettuun panostukseen ja väsyttävyyteen.....	43
8.1.9	Yli rasitustapojen keskiarvoistetut pääefektit koehenkilöiden stressihormonitasoihin	44
8.1.10	Eri rasitustapojen pääefektit koehenkilöiden kortisoliarvoihin	45
8.1.11	Eri rasitustapojen pääefektit koehenkilöiden noradrenaliiniarvoihin.....	46
8.1.12	Eri rasitustapojen pääefektit koehenkilöiden adrenaliiniarvoihin	47
8.2	Koehenkilöiden palautuminen rasitustapojen pääefekteistä	48
8.2.1	Koehenkilöiden mielialojen palautuminen fyysisen rasituksen pääefekteistä	48
8.2.2	Koehenkilöiden mielialojen palautuminen kognitiivisen rasituksen pääefekteistä	49
8.2.3	Koehenkilöiden mielialojen palautuminen parasympaattisen hermoston lääkesalpauksen pääefekteistä	50
8.2.4	Koehenkilö 77:n mielialojen palautuminen yön yli valvomisen pääefekteistä.....	51
8.2.5	Koehenkilöiden kognitiivisen suoriutumisen sekä koetun panostavuuden ja väsyttävyyden palautuminen fyysisen rasituksen pääefekteistä	52
8.2.6	Koehenkilöiden kognitiivisen suoriutumisen sekä koetun panostavuuden ja väsyttävyyden palautuminen kognitiivisen rasituksen pääefekteistä	53
8.2.7	Koehenkilöiden kognitiivisen suoriutumisen sekä koetun panostavuuden ja väsyttävyyden palautuminen parasympaattisen hermoston lääkesalpauksen pääefekteistä	54
8.2.8	Koehenkilö 77:n kognitiivisen suoriutumisen sekä koetun panostavuuden ja väsyttävyyden palautuminen yön yli valvomisen pääefekteistä.....	56
8.3	Yhteenveto tuloksista	58
8.3.1	Yhteenveto eri rasitustapojen pääefekteistä koehenkilöihin	58
8.3.2	Yhteenveto koehenkilöiden palautumisesta eri rasitustapojen pääefekteistä	59

9 POHDINTA	60
LÄHTEET	65
LIITTEET	70

1 JOHDANTO

Pro gradu –tutkielmamme oli osa Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen laajempaa tutkimushanketta, jonka tavoitteena oli kehittää mittareita, joilla ihmisten kokemaa stressiä voitaisiin mitata ja näin esimerkiksi ennaltaehkäistä lyhytaikaisen stressin muuttumista krooniseksi uupumukseksi. Tutkimuksemme tarkoituksena oli selvittää erilaisten rasiustapojen stressaavuutta. Aihe oli mielenkiintoinen, sillä ihmisten tekemä työ voi olla monella eri tavalla, esimerkiksi fyysisesti tai kognitiivisesti, stressaavaa. Myös joihinkin työtehtäviin kuuluva yön yli valvominen oli yksi tutkimuksemme mielenkiinnon kohteista.

Tutkimus suoritettiin Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksessa Jyväskylässä, missä tehtiin mittaukset ja kerättiin aineisto tutkimuskohteista. Poikkeuksena oli salpauskoe, joka tehtiin Jyväskylässä Torikeskuksen lääkäriasemalla. Stressihormoniarvot tutkittiin Kuopion yliopistollisessa sairaalassa ja Keski-Suomen keskussairaalassa. Tutkittavat olivat kaksi hyväkuntoista ja vapaaehtoista miestä.

Tutkimus oli luonteeltaan tapaustutkimus. Mitattavia muuttujia oli paljon, mutta koehenkilöitä vain kaksi. Samalla tutkimus oli pilotti, sillä vastaavasta aiheesta ei oltu näin laajaa tutkimusta ennen tehty. Tutkimuksen luonne ei mahdollistanut uusien teorioiden muodostamista, vaan sen tarkoitus oli lähinnä etsiä uutta tietoa ja jatkotutkimusmahdollisuuksia ennen tutki mattomasta aiheesta.

Pro gradu –tutkielmamme pääongelmina olivat neljän eri rasiustavan välittömät vaikutukset (pääefektit) kahden tutkittavan mielialoihin, kognitiiviseen suorituskyykyyn ja stressihormoneihin sekä tutkittavien palautuminen mainituista vaikutuksista. Tämän tutkimuksen neljä eri rasiustapaa pyrkivät selvittämään ihmisen rasittumista yleisesti. Rasitusta voi olla monenlaista, joten olisi hyvä tietää miten eri rasiustavat vaikuttavat ja miten ihmiset niihin reagoivat.

Tutkimuksen neljä rasiustapaa olivat fyysinen, kognitiivinen, parasympaattisen hermoston lääkeainosalpauksen aiheuttama sekä yön yli valvomisen aiheuttama rasitus.

Tutkimuksen pääasiallisena tarkoituksena oli vertailla, etsiä eroja ja yhtäläisyyksiä, eri rasiustapojen välittömistä vaikutuksista sekä palautumisajoista. Koska kyseessä oli tapaustutkimus, teimme vain joitakin varovaisia tulkintoja koehenkilöiden välisistä eroista ja yhtäläisyyksistä.

Muodostimme aikaisempien tutkimusten ja kirjallisuuden pohjalta hypoteeseja eri rasiustapojen vaikutuksista. Oletimme, että fyysisen rasituksen pääefektinä koehenkilöiden kokema energettisyys alenisi, mutta hyväkuntoisina heidän kognitiivinen suorituskykynsä samalla paranisi. Lisäksi oletimme, että koehenkilöiden adrenaliini- ja noradrenaliinitasot nousevan fyysisen rasituksen seurauksena. Toisen fyysistä rasitusta koskeneen hypoteesin mukaan tutkittavat palautuvat nopeasti sen aiheuttamista kaikista vaikutuksista.

Kolmas hypoteesi koski kognitiivisen rasituksen vaikutuksia koehenkilöihin. Oletimme sen alentavan koehenkilöiden energettisyyden tunnetta ja samalla lisäävän heidän kokemaansa jännittyneisyyttä sekä heikentävän heidän kognitiivista suorituskykyään selvästi. Kognitiivisesta rasituksesta palautumiseen emme löytäneet kirjallisuutta tai aikaisempia tutkimustuloksia.

Neljännessä hypoteesissa oletimme yön yli valvomisen vähentävän koehenkilöiden energettisyyttä ja samalla lisäävän heidän kokemaansa jännittyneisyyttä sekä alentavan tutkittavien veren kortisolipitoisuutta. Viidennen hypoteesin mukaan koehenkilöt eivät palaudu valvomisen pääefekteistä mitatun palautumisajan kuluessa.

Kuudennen hypoteesin mukaan parasympaattisen hermoston lääkesalpaus lisää koehenkilöiden adrenaliinin ja noradrenaliinin määrää veressä.

2 LYHYTKESTOISEN FYYSISEN RASITUKSEN VAIKUTUKSET STRESSIIN LIITTYVIIN TEKIJÖIHIN

2.1 Lyhytkestoisen fyysisen rasituksen vaikutukset mielialaan

Tutkimusten mukaan lyhytkestoinen fyysinen rasitus voi vaikuttaa mielialaan joko kohentavasti, heikentävästi tai olla kokonaan vaikuttamatta siihen. Eri tutkimuksissa on käytetty erilaisia mittareita, joten tutkimustuloksia täytyy eritellä mittareiden mukaan, jotta tuloksia voidaan vertailla keskenään. Näissä tutkimuksissa riippumattomia muuttujia olivat kuormituksen suuruus, kesto, koehenkilön fyysinen kunto sekä mittauksen ajankohta rasituksen jälkeen.

Tutkimustuloksiin vaikuttaa paljon fyysisen rasituksen intensiteetti. Matalatempoinen ja lyhytkestoinen fyysinen rasitus aiheuttaa mielialan kannalta positiivisimpia tuloksia jo välittömästi rasituksen jälkeen. Liikuntasuoritukset ovat vaihdelleet eri tutkimuksissa kävelytesteistä polkupyöräergometritesteihin. Suorituksen rasittavuutta on arvioitu koehenkilön fyysisen suorituskyvyn ja sykkeen perusteella. (Bixby, Spalding & Hatfield 2001; Lichtman & Poser 1983, 43; Petruzzello, Jones & Tate 1997; Steptoe & Bolton 1988; Steptoe & Cox 1988; Thayer 1987; Thayer 1989, 88.)

Korkeatempoisilla, kestoltaan lyhyillä fyysisillä rasituksilla on todettu olevan mielialaa alentavia vaikutuksia. Havainnot on tehty välittömästi fyysisen rasituksen jälkeen. (Bixby ym. 2001; Petruzzello ym. 1997; Steptoe & Bolton 1988; Steptoe & Cox 1988) Mielialojen alentumiseen voi vaikuttaa myös koehenkilön kunto tai uupumustila ennen fyysistä rasitusta (Thayer 1989, 88).

On myös saatu tutkimustuloksia, joiden mukaan mielialassa ei tapahdu muutoksia lyhytkestoisen fyysisen rasituksen jälkeen. Kolmella eri kuormituksella (40, 55 ja 70

prosenttia fyysisestä suorituskyvystä) tehdyssä 15 minuutin polkupyöraergometritestissä ei ilmennyt eroja mielialoissa ennen räsitusta ja sen jälkeen (McGowan, Robertson & Epstein 1985). Myös Morganin, Robertsin ja Feinermanin (1971) sekä Bahrken ja Morganin (1978) saamat tulokset tukevat edellisen tutkimuksen tuloksia.

Lisäksi tutkimuksissa on todettu, että kovakuntoiset kokevat lyhytkestoisen fyysisen räsitustestin jälkeen suurempaa mentaalista tarmokkuutta kuin keskivertokunnossa olevat. (Steptoen ja Boltonin 1988.)

2.2 Lyhytkestoisen fyysisen räsituksen vaikutukset kognitiiviseen suorituskyykyyn

Suhteellisen harvat tutkimukset ovat arvioineet fyysisen räsituksen vaikutuksia kognitiiviseen suorituskyykyyn. Tutkimustulokset ovat osoittautuneet myös melko ristiriitaisiksi. Fyysisestä harjoituksesta voi olla joko hyötyä tai haittaa kognitiiviseen suorituskyykyyn. Lisäksi mittarit, jotka mittaavat kognitiivista suorituskyykyä, vaihtelevat paljon eri tutkimusten välillä. Näin ollen tutkimustulosten luotettava vertailu on vaikeaa. (Zervas 1990.)

Lyhytkestoisen fyysisen räsituksen välittömänä vaikutuksena kognitiivinen suorituskyyky paranee. Se aiheutuu ensisijaisesti aktivaatiotason kohoamisesta. Jotta saataisiin parhaat mahdolliset tulokset henkisten toimintojen kannalta, aktivaatiotason on oltava optimaalinen. 45 prosentin teholla tehdyn lyhytkestoisen fyysisen räsituksen jälkeen kognitiivinen suorituskyyky on parhaimmillaan. (Kronby 1973). Myös Powell (1975) havaitsi säännöllisten, submaksimaalisten harjoitusohjelmien parantavan kognitiivista suorituskyykyä lyhyen ajanjakson seurannassa.

Powellin (1975) tutkimuksessa intensiteetiltään voimakas fyysinen räsitus haittasi kognitiivista suoriutumista erityisesti harjaantumattomilla liikkujilla. Syynä oli aivojen hapen vähentyminen.

Joidenkin tutkimustulosten mukaan koe- ja kontrolliryhmien välillä ei ollut eroa kognitiivisessa suorituskyyvyssä fyysisen räsituksen jälkeen. Zervas (1990) tutki 364:ää yliopisto-opiskelijaa, joista 188 oli naisia ja 186 miehiä. Kaikille tehtiin verbaalista

kykyä sekä visuaalista ja numeroiden hahmottamiskykyä mittaavat testit. Koeryhmät tekivät ennen kognitiivista tehtävää 40 minuutin intensiivisen fyysisen harjoitteen, jossa sykkeet olivat 60 – 80 prosenttia maksimista. Kontrolliryhmät testattiin ilman fyysistä rasitusta. Kognitiivisessa suoriutumisessa ei ilmennyt mitään merkittäviä eroja ryhmien kesken.

Sjöbergin (1980) tutkimuksessa kognitiivinen suorituskky oli fyysisen rasituksen jälkeen hyväkuntoisilla koehenkilöillä merkittävästi parempi kuin heikkokuntoisilla tutkittavilla. Fyysisen rasituksen aikana kognitiivisessa suorituskvyssä ei ollut kuitenkaan mainittavia eroja ryhmien välillä.

2.3 Lyhytkestoisen fyysisen rasituksen vaikutukset stressihormoneihin

Shinkain, Watanoben, Asain ja Shekin (1996) tutkimuksessa fyysinen rasitus vaikutti kahdella eri tavalla koehenkilöiden kortisoliarvoihin. Osalla veren kortisoliarvo lisääntyi, mutta toisilla ei ilmennyt muutosta. Mittaukset tehtiin välittömästi 60 minuutin polkupyöraergometritestin jälkeen, jossa teho oli 60 prosenttia maksimihapenottokyvystä. Adrenaliini- ja noradrenaliiniarvot nousivat kaikilla koehenkilöillä rasituksen seurauksena.

Samansuuntaisiin tutkimustuloksiin päätyivät myös Schwartz ja Kindermann (1990). Aerobisessa ja anaerobisessa polkupyöraergometritestissä tutkittavien veren kortisoli-, adrenaliini- ja noradrenaliinipitoisuudet nousivat fyysisen rasituksen seurauksena.

2.4 Palautuminen lyhytkestoisen fyysisen rasituksen pääefekteistä

Steptoen ja Boltonin (1988) tekemässä tutkimuksessa koehenkilöiden kokema jännittyneisyys ja psyykinen uupumus lisääntyivät kovan fyysisen rasituksen jälkeen, mutta alkoivat palautua nopeasti.

Bixbyn ym. (2001) tutkimuksessa korkeatempoisen fyysisen harjoituksen jälkeen mieliala palautui nopeasti lähtötasolle, positiiviseen suuntaan. Matalatempoisessa

rasituksessa mieliala nousi rasituksen aikana ja pystyi sen jälkeen tasaisena koko palautumisjakson.

Shinkain ym. (1996) tutkimuksessa kortisoliarvot alkoivat laskea fyysisen rasituksen jälkeen palautumisen myötä koehenkilöillä, joilla arvot olivat nousseet rasituksen seurauksena. Lisäksi katekoliamiiniarvot alkoivat laskea kaikilla ryhmillä heti rasituksen jälkeisen palautumisen myötä.

Sjöbergin (1980) tutkimuksessa ilmeni, että hyväkuntoisten tutkittavien sykkeet palautuivat nopeammin ja he kestivät paremmin fyysisen rasituksen jälkeisiä negatiivisia vaikutuksia kuin huonokuntoiset. Tutkimuksessa käytetty fyysinen rasitus vaihteli nollasta 75:een prosenttiin maksimisuorituskyvystä.

3 KOGNITIIVISEN RASITUKSEN VAIKUTUKSET STRESSIIN LIITTYVIIN TEKIJÖIHIN

Kognitiivisen rasituksen vaikutuksesta mielialaan, kognitiiviseen suorituskykyyn ja stressihormoneihin ei ole olemassa sellaisia tutkimustuloksia, jotka liittyisivät tutkimusaiheeseemme.

4 PARASYMPAATTISEN JA SYMPAATTISEN HERMOSTON TOIMINNAT JA PARASYMPAATTISEN HERMOSTON SALPAAMISEN VAIKUTUKSET

Autonominen hermosto jakautuu sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Pääsääntönä on, että eri elimiin tulee sekä sympaattisia että parasympaattisia hermosyitä. Elimet saavat kahdenlaisia, usein vastakkaisia toimintakäskyjä, ja käskyjen suhteellinen voimakkuus ratkaisee, miten elin käyttäytyy. Sympatikus ja parasympatikus eivät aina ole toistensa vastavaikuttajia; usein ne ovat myös yhteistoiminnassa keskenään. Sympatikus toimii yleensä kokonaisuutena, mutta parasympatikuksen säätely kohdistuu usein vain yhden tai muutaman elimen toimintaan kerrallaan. (Nienstedt, Hänninen, Arstila & Björkqvist 1987, 538-544.)

Parasympatikus on voitolla eli parasympatikotinus vallitsee silloin, kun kerätään voimia, nukuttaessa ja ruokaa sulatellessa. Se hidastaa sydämen sykkimistä, vilkastuttaa ruuansulatuskanavan liikkeitä ja erityistä sekä vaikuttaa osaltaan virtsarakon tyhjenemiseen. (Nienstedt ym. 1987, 544.)

Tutkimusasetelmamme vuoksi parasympaattisen hermoston toimintaa oleellisempaa on tarkastella sympaattisen hermoston toimintaa. Syynä on, että lääkesalpauskokeessa parasympaattisen hermoston vaikutukset salvataan ja näinollen sympaattisen hermoston toiminta korostuu.

Sympaattisen hermoston yhtenä välittäjäaineena on noradrenaliini. Myös adrenaliini tehostaa sympatikuksen vaikutusta. Sympatikus toimii voimakkaasti äkillisissä kriisitilanteissa. Sitä tarvitaan taistelussa ja paossa. Verenkierto vilkastuu, kun sydämen sykintä nopeutuu ja sen iskuilavuus suurenee. Sympatikotonuksen vallitessa ihmisessä tapahtuu myös monia muita fysiologisia muutoksia, jotka auttavat kriisitilanteessa. Tällaisia ovat mm. ruuansulatuksen hidastuminen ja energialähteiden vapautuminen verenkiertoon. (Nienstedt ym. 1987, 541-543.)

Parasympaattisen hermoston salpaaminen ja näin sympaattisen säätelyn merkityksen vahvistaminen aiheuttaa siis tietynlaisen keinotekoisen kriisi- ja stressitilan, jonka vaikutuksia pyrimme tutkimuksessamme yhtenä osa-alueena selvittämään.

5 VALVOMISEN VAIKUTUKSET STRESSIIN LIITTYVIIN TEKIJÖIHIN

5.1 Valvomisen vaikutukset mielialaan

Monet tutkimukset ovat osoittaneet mielialan alenevan, jos valvoo yhden tai useamman yön peräjälkeen tai uni on häiriintynyt pitkän aikaa. Eri mittareilla saadaan esille erisuuruista mielialan alenemista, koska ne katsovat asiaa aina hiukan eri näkökulmasta. Se vaikeuttaa tutkimustulosten tarkkaa vertailemista keskenään. (Hendrick & Lilly 1970; Johnson 1979, 16; Johnson & Naitoh 1974, 49; Kjellberg 1977, 143; Naitoh 1976, 59; Thayer 1989, 97; Wilkinson 1965; 1969.)

Thayer (1989, 97) toteaa, että unen tarve on yksilöllistä. Hänen mukaansa (viitaten aikaisempiin tutkimuksiin: Hartmann, Baekland & Zwilling 1972; Spinweber & Hartmann 1976) on olemassa vähän nukkuvia sekä paljon nukkuvia ihmisiä. Vähän nukkuvat voivat olla energisempiä sekä vähemmän levottomia kuin paljon nukkuvat henkilöt. Thayerin mielestä loogisimmilta vaikuttavat Hicksin ja Pellegrinin (1977) tutkimustulokset, joiden perusteella vähän nukkuvat kokevat olonsa levottomammaksi kuin paljon nukkuvat.

Yhden yön valvomisen aiheutti Bohlinin ja Kjellbergin (1973) tutkimuksessa vireystilan merkittävän alenemisen verrattuna kontrolliryhmään. Tutkimuksessa käytettiin Thayerin (1967) AD ACL -mittaria. Tutkimustulos on meille tärkeä, koska tutkimuksessamme käytettiin samaa AD ACL -mittaria.

Caldwellin ja LeDucin (1998) tutkimuksessa 40 tunnin valvomisen aikana tehtyjen useiden mielialamittausten perusteella naiset tunsivat olonsa vähemmän jännittyneiksi ja enemmän energettisiksi kuin miehet. Tutkimuksessa ei kuitenkaan löydetty selkeitä yhteyksiä unen puutteen, sukupuolen ja mielialan välillä. Valvomisen aikana alle 30-

vuotiaille lentäjille tehtiin myös muita testejä, jotka saattoivat osaltaan vaikuttaa mielialoihin.

5.2 Valvomisen vaikutukset kognitiiviseen suorituskyykyyn

Unen puute heikentää kognitiivista suorituskyykyä, mutta tehtävän luonne ja kesto näyttäisivät vaikuttavan heikkenemisen voimakkuuteen. Minkä tahansa luonteeltaan tylsän ja pitkäkestoisen tai keskittymistä ja valppautta vaativan tehtävän suorittaminen huonontuu lähes varmasti unen puutteen vaikutuksesta. Alle kolmen minuutin tehtävissä suoritus ei välttämättä heikkene, jos tehtävät ovat koehenkilön mielestä mielenkiintoisia ja piristäviä. (Tilley & Brown 1992.)

Kognitiivinen suorituskyyky heikkenee valvomisen seurauksena myös Williamsin, Lubinin ja Goodnown (1959, 73) tutkimustulosten mukaan. Heidän kehittämän huolimattomuushypoteesin (lapse–hypotesis) mukaan unen puute aiheuttaa huolimattomuutta kognitiivisessa (ja myös motorisessa) suorituskyykyssä. Myös reaktiot hidastuvat unen puutteen vaikutuksesta.

Monet muutkin tutkimukset ovat osoittaneet valvomisen heikentävän kognitiivista suorituskyykyä ja kognitiivisen suorituskyyvyn huonontuvan sitä enemmän, mitä kauemmin koehenkilöt joutuvat valvomaan. (Angus, Heslegrave ja Myles 1985; Johnson 1979, 16; Johnson ym. 1974, 49; Kjellberg 1977, 154; Naitoh 1976, 59; Wilkinson 1965; 1969.)

5.3 Valvomisen vaikutukset stressihormoneihin

Veren kortisolipitoisuus noudattaa normaalisti tiettyä vuorokausirytmää ja kortisolin eritysvaihtelee suuresti vuorokaudenajan mukaan. Veren kortisolipitoisuus on normaalisti matalimmillaan yöllä ja korkeimmillaan aikaisin aamulla. Päivän mittaan veren kortisolimäärä tavallisesti laskee. Jos normaali vuorokausirytmä häiriintyy unen puutteen seurauksena, niin veren kortisolipitoisuus ei pääse nousemaan tasolle, jolla sen

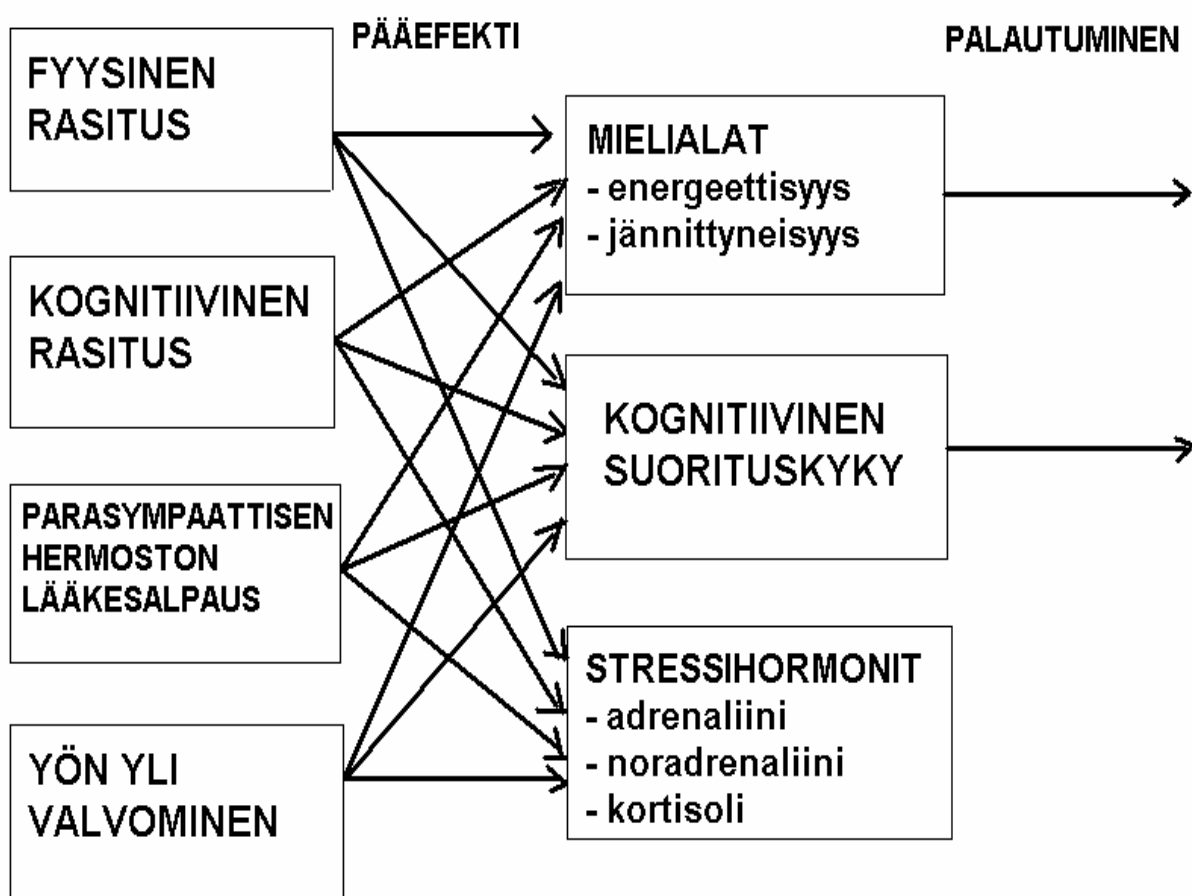
kuuluisi olla nukkumisen jälkeen. (Nienstedt, Hänninen, Arstila & Björkqvist 1999, 403-404)

Valvomisen ei sen sijaan näyttäisi vaikuttavan veren adrenaliini- ja noradrenaliiniarvoihin. (Martin & Chen 1984)

5.4 Palautuminen valvomisen pääefekteistä

Valvomisen vaikutuksista palautuu luonnollisestikin nukkumalla, emmekä näe tarpeelliseksi perustella sitä tieteellisten tutkimusten avulla.

6 TUTKIMUKSEN VIITEKEHYS



Kuvio 1. Tutkimuksen aihealueet ja niiden väliset yhteydet. Pääefekti tarkoittaa rasiustavan välitöntä vaikutusta mitattuun muuttuun.

Kuvioon 1 on koottu tutkimuksen tärkeimmät muuttujat ja niiden väliset yhteydet. Neljä rasiustapaa ovat tutkimuksen riippumattomia muuttujia, joiden pääefektejä eli välittömiä vaikutuksia riippuviin muuttujiin tutkimus selvitti.

Mielialojen ja kognitiivisen suorituskyvyn osalta seurattiin myös palautumista rasiustapojen pääefekteistä.

6.1 Tutkimuksen riippumattomat ja riippuvat muuttujat

6.1.1 Riippumattomat muuttujat

- a. Fyysinen rasitus: tutkittaville tehtiin fyysinen rasiustesti (polkupyöräergometrillä 95 prosentin teholla anaerobisesta kynnyksestä).
- b. Kognitiivinen rasitus: tutkittaville tehtiin kognitiivinen rasiustesti, joka oli pitkäkestoinen muistitehtävä.
- c. Parasympaattisen hermoston lääkesalpaus: tutkittaville annettiin tiettyä parasympaattisen hermoston toimintaa salpaavaa lääkeainetta.
- d. Yön yli valvominen: tutkittavat joutuivat valvomaan yhden yön.

6.1.2 Riippuvat muuttujat ja niiden mittaaminen

1. Kognitiivinen suorituskyky: mitattiin tutkittavien suoriutumista Stroop – testissä, jonka lisäksi heiltä mitattiin itsearviointin avulla, kuinka paljon he kokivat panostaneensa tehtävään ja kuinka väsyneiksi he itsensä tunsivat (Borgin skaala 0-100).
2. Mielialat: tutkittavat tekivät AD ACL –mittarilla itsearviointin.

3. Stressihormoniarvot: mitattiin verestä lääkäriasemilla.
4. Palautuminen: rasituskokeen jälkeen tehtiin neljä testisarjaa puolen tunnin välein. Jokainen testisarja sisälsi AD ACL –mittauksen, Stroop –testin ja itsearvioinnin Borgin skaalalla. Stressihormonien osalta palautumista ei mitattu.

6.2 Tutkimusongelmat ja hypoteesit

6.2.1 Pääongelmat

- 1 Millaisen pääefektin fyysinen rasitus, kognitiivinen rasitus, yön yli valvominen ja parasympaattisen hermoston lääkeainosalpaus aiheuttavat koehenkilöiden mielialoihin, kognitiiviseen suorituskyykyyn ja stressihormoneihin?
- 2 Kuinka koehenkilöt palautuvat eri rasitus tapojen pääefekteistä?

6.2.2 Hypoteesit

Fyysisen rasituksen vaikutuksesta koehenkilöiden energeettisyys alenee (Steptoe & Cox 1988; Steptoe & Bolton 1988; Bixby ym. 2001; Petruzzello ym. 1997), hyväkuntoisina heidän kognitiivinen suorituskyykynsä paranee (Kronby 1973; Powell 1975) sekä stressihormoneista adrenaliini- ja noradrenaliinitasot nousevat (Shinkai ym. 1996; Schwartz ym. 1990).

Koehenkilöt palautuvat nopeasti fyysisen rasituksen pääefekteistä (Steptoen ja Boltonin 1988; Bixby ym. 2001; Shinkai ym. 1996).

Kognitiivisen rasituksen pääefekteinä koehenkilöiden energettisyys alenee, jännittyneisyys lisääntyy ja heidän kognitiivinen suorituskykynsä heikkenee.

Yön yli valvomisen pääefekteinä koehenkilöiden energettisyys vähenee ja jännittyneisyys lisääntyy (Hendrick ym. 1970; Johnson 1979, 16; Johnson ym. 1974, 49; Kjellberg 1977, 154; Naitoh 1976, 159; Wilkinson 1965; 1969; Bohlin ym. 1973), heidän kognitiivinen suorituskykynsä heikkenee (Tilley ym. 1992; Williams ym. 1959; Johnson 1979, 16; Johnson ym. 1974, 49; Kjellberg 1977, 154; Naitoh 1976, 159; Wilkinson 1965; 1969; Anguksen ym. 1985) sekä heidän verensä kortisolipitoisuus on alhaisella tasolla (Nienstedt ym. 1999, 403 - 404).

Koehenkilöt eivät palaudu yön yli valvomisen pääefekteistä mitatun palautumisjakson aikana.

Parasympaattisen hermoston lääkesalpauksen pääefekteinä koehenkilöiden adrenaliinin ja noradrenaliinin määrät veressä kasvavat (Nienstedt ym. 1987).

TUTKIMUSMENETELMÄT

7.1 Aineiston keruu ja tutkittavat

Saimme valmiiksi kerätyn tutkimusaineiston Kilpa- ja huippu- urheilun tutkimuskeskuksesta (KIHU), joten emme itse olleet paikalla kun mittauksia tehtiin. Aineisto kerättiin 17.4 - 20.7 2001 välisenä aikana. Mittaukset tehtiin pääasiassa KIHU:ssa. Poikkeuksena oli salpauskoe, joka tehtiin Jyväskylässä Torikeskuksen lääkäriasemalla. Hormoniarvot tutkittiin Kuopion yliopistollisessa sairaalassa ja Keski- Suomen keskussairaalassa.

Tutkimus tehtiin kahdelle terveelle ja hyväkuntoiselle henkilölle, jotka nimettiin tutkimuksessa koehenkilö 66:ksi ja 77:ksi. Molemmat olivat 25-30-vuotiaita liikunnallisesti aktiivisia miehiä. Tutkimusta varten heiltä pyydettiin kirjallinen suostumus (LIITE 5), jossa oli lisäksi kysely heidän terveydentilastaan. Koehenkilöt saivat rahallisen korvauksen osallistumisestaan tutkimukseen. Tutkimus oli Keski-Suomen keskussairaalan eettisen toimikunnan hyväksymä.

Tutkimuksen kulku

Kaikkien neljän rasitustavan pääefektit ja niistä palautuminen tutkittiin erikseen eri päivinä, mutta molemmille koehenkilöille samalla kertaa. Mittauspäivänä koehenkilöiden oli herättävä kahdesta neljään tuntia ennen mittauksen alkamista (poikkeuksena valvomistesti). He eivät saaneet tehdä mitään fyysisesti rasittavaa mittausaamuna tai testiä edeltävänä päivänä. Noin tunti ennen mittauksen alkua heidän tuli syödä normaali kevyt aamiainen. Kahvin, teen ja kolajuomien nauttiminen edellisenä iltana ja mittausaamuna ei ollut sallittua. Samoin alkoholin ja muiden päihteiden nauttiminen mittausta edeltävän vuorokauden aikana oli kiellettyä.

Tutkimus suoritettiin neljässä osassa, joissa kussakin tehtiin jokin neljästä rasitustestistä. Tutkimuspäivänä tehtiin yhteensä kuusi testisarjaa, joista ensimmäisessä, base line –mittauksessa selvitettiin tutkittavien lähtötaso. Toinen testisarja tehtiin aina heti rasituskokeen jälkeen, joten sen tarkoituksena oli selvittää rasitustavan välitön vaikutus eli pääefekti mitattuihin muuttujiin. Seuraavat neljä testisarjaa tehtiin puolen tunnin välein ja niiden tuloksista kävi ilmi tutkittavien palautuminen pääefekteistä (LIITTEET 6-7).

Yksi testisarja eteni niin, että ensin tutkittavien mielialat mitattiin AD-ACL –mittarilla, sitten selvitettiin heidän kognitiivinen suorituskykynsä stroop- testillä ja lopuksi mitattiin heidän kokemansa panostus ja väsyttävyyys käyttäen Borgin skaalaa. Tutkittavilta otettiin lisäksi verinäytteitä ensimmäisen testisarjan stroop –testin jälkeen sekä rasituskoetta seuranneen toisen testisarjan stroop –testin jälkeen. Näytteistä selvitettiin koehenkilöiden veren kortisoli-, adrenaliini- ja noradrenaliinipitoisuudet.

7.3 Yleistä kokeellisesta tapaustutkimuksesta

Yhtenäistä tapaustutkimuksen määritelmää ei ole mahdollista esittää, koska sitä suoritetaan hyvin monella eri tavalla ja kirjallisuudessa esitettävät määritelmät ovat varsin yleisiä kuten

MacDonaldin ja Walkerin (1975) määritelmä: tapaustutkimus on ”toiminnassa olevan tapauksen tutkimista”. (Syrjälä & Numminen 1988, 7.)

Yin (1983) määrittelee tapaustutkimuksen ”empiiriseksi tutkimukseksi, joka monenlaista tutkimusaineistoa käyttäen tutkii nykyistä tapahtumaa tai ilmiötä sen omassa ympäristössä, josta ilmiö ei ole selvästi erotettavissa. Tutkittavien tapausten määrä on pienempi kuin muuttujien määrä ja tutkittavat ihmiset eivät ole satunnainen otos mistään perusjoukosta”. Tutkimuksemme luonne eroaa Yinin määrittelemästä tapaustutkimuksesta kokeellisen tutkimusasetelmansa puolesta.

Tapaustutkimuksessa pyritään vertaamaan teorian pohjalta laadittua mallia tai vaihtoehtoinen selitystä empiriaan eli tapaustutkimuksen avulla saatuihin tietoihin. Sen avulla voidaan testata jonkin teoreettisen mallin tai käsitejärjestelmän paikkansapitävyyttä. (Yin 1983.)

Ihmisten käyttäytymistä tutkittaessa on tärkeää, miten tulosten merkitsevyyttä tarkastellaan. Perinteinen tilastollinen merkitsevyys ei useinkaan päde tutkittaessa jostakin ihmisen käyttäytymisen piirteestä tehtyä kuvaajaa. Tällöin täytyy ottaa käyttöön niin sanottu realistinen merkitsevyys. (Barlow & Hersen 1984, 35; Franklin, Allison & Gorman 1996, 135.)

Esimerkiksi depressiota voidaan mitata asteikolla 0-100. Henkilöt, jotka saavat arvon 80-75 olisivat tilastollisesti merkittävästi depressiivisiä. Käytännössä he ovat äärimmäisen depressiivisiä ja taipuvaisia jopa itsemurhaan. Tutkijan pitäisi osata määrittää oikein realistinen merkitsevyysarvo (esimerkiksi arvot 40-50 olisivat jo merkityksellisiä), jotta tuloksia voitaisiin käyttää hyödyksi parhaalla mahdollisella tavalla. Johtuen yksilöllisistä eroista on myös mahdollista, että henkilö joka on vakavasti depressiivinen voi parantua ja henkilö, joka on keskinkertaisesti depressiivinen saattaa tehdä itsemurhan. (Barlow ym. 1984, 35)

Myös meidän tutkimukssamme tulosten realistinen merkitsevyys on tilastollista merkitsevyyttä keskeisempää. Ennen johtopäätöksiä olemme päättelleet, kuinka paljon esimerkiksi energeettisen mielialan täytyy muuttua, jotta muutoksen voidaan sanoa olevat merkittävä.

Case –tutkimus auttaa teorian muodostuksessa rakentamalla pyramidia "alhaalta ylös" myös silloin, kun ilmiötä koskevat aikaisemmat teorit ovat niukat. Tämä liittyy läheisesti tutkimukseemme, joka on pilottitutkimus eli aiheesta ei ole aikaisemmin tehty samantyyppistä tutkimusta. Mittausten työläyden ja kalleuden

takia on perusteltua tutkia ensin muutamaa henkilöä, jotta saataisiin tietoa jatkotutkimuksia varten.

Tämän tutkimuksen aineisto on kerätty joko tietokoneelle tai kyselylomakkeelle numeromuotoon, josta on sen jälkeen tehty kuvaajia tarkempaa analysointia varten.

7.4 Aineiston analyysimenetelmät

Kokeellisessa tapaustutkimuksessa aineiston analysointi tapahtuu usein vertaamalla kerättyä aineistoa lähtötasoon. Alkumittauksen ensisijainen merkitys on vertailuarvon saaminen, jota voidaan käyttää mittausten vaikutusten tutkimiseen. (Barlow ym. 1984, 71)

Myös meidän tutkimuksessamme tehtiin alkumittaukset. Koe- ja kontrolliryhmää ei ollut, vaan tutkittavia koehenkilöitä oli kaksi. Lähtötaso mitattiin rasiustestistä ennen, paitsi valvomistestissä, jonka lähtöarvo saatiin laskemalla muiden rasiustestien lähtötasojen keskiarvo. Alkumittauksen jälkeen suoritettiin varsinainen rasiustestikoe, jota seurasi viisi testisarjaa, jotka pyrkivät selvittämään rasiustestien vaikutuksia. Kaikkina mittauspäivinä lähtöarvo mitattiin samaan aikaan, jotta tulokset olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia keskenään.

Jokaisesta tutkitusta muuttujasta tehtiin kuvaaja, jossa näkyy ensin lähtötaso ja sen jälkeen viisi rasiustestien jälkeistä arvoa. Jokaista riippuvaa muuttujaa tutkittiin siis toisaalta erikseen ja toisaalta pyrittiin löytämään koehenkilön käyttäytymisessä yhteyksiä riippumattomien muuttujien välille. Tapaustutkimuksessa pyritään perinteisen tutkimuksen tapaan näyttämään, että tietty riippumaton muuttuja (tutkimuksessamme esimerkiksi polkupyöräergometritesti) aiheuttaa muutoksen riippuvassa muuttujassa, joka ei riipu muista tekijöistä. (Barlow ym. 1984, 47.) Aineiston analyysi on visuaalista.

Aineiston graafisella analysoinnilla on pitkät perinteet tapaustutkimuksessa. Se käsittää kolme yleistä tulkitsevaa lähtökohtaa: 1. arvojen keskisijainti jaksojen sisällä ja muutokset jaksojen välillä, 2. aineiston vaihtelevuus sekä 3. riippuvien muuttujien kehityksen kulku, joka voi olla lineaarinen tai ei-lineaarinen. (Franklin ym. 1996, 120-126.)

Visuaalinen analysointi alkoi rasiustavan jälkeisen testisarjan tulosten vertailemisesta lähtötasoon. Tästä saatiin rasiuksen varsinainen pääefekti eli välitön vaikutus kyseiseen

muuttuun. Visuaalinen analysointi jatkui, kun tutkimme koehenkilöiden palautumista raskuuden aiheuttamasta pääefektistä. Siinä tarkastelimme neljää viimeistä testisarjaa, jotka oli mitattu noin puolen tunnin välein.

7.5 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimustulosten luotettavuus riippuu mittausten validiteetista ja reliabiliteetista. Mittarin validiteetti kertoo, kuinka hyvin mittari mittaa sitä muuttujaa, jota sen on tarkoitus mitata. Tavoitteena on myös saada aikaan tuloksia, joissa on mahdollisimman vähän satunnaisvirheitä eli hyvä reliabiliteetti. (Eskola 1981, 77; Valkonen 1981, 53.)

7.5.1 Sisäinen validiteetti

Sisäisessä validiteetissa on kysymys siitä, missä määrin tutkimusraportti vastaa osallistujien näkemyksiä ja heidän määritelmiään tutkitusta tilanteesta. Koska lähtökohtana on ajatus totuuden moniulotteisuudesta ja siitä, että tutkijan ja muiden tekemät tulkinnat ovat yhtä merkittäviä, on tutkijan mietittävä, miten hän voi päästä sellaisiin löydöksiin, joita kohteena olevat ihmiset todennäköisimmin pitävät luotettavana. Tutkija voi väärentää kokoamiaan tietoja seuraavilla tavoilla: 1. Tutkijan läsnäolo muuttaa tilannetta, 2. Tutkija samaistuu liikaa tutkimiinsa ihmisiin, omaksuu heidän ajattelutapojaan tai ryhtyy puolustelemaan heitä tai jotain osaa tutkimassaan kontekstissaan, 3. Tutkija voi takertua liikaa omiin ennakkokäsityksiinsä tai löytää vain tiettyjä tuloksia, 4. Tietojen koonnissa voi esiintyä systemaattisia virheitä ja valintoja sekä 5. Tutkija voi tehdä virheitä aineistoa analysoidessaan. (Syrjälä ym. 1988, 136-137.)

Pyrimme parantamaan tutkimuksemme sisäistä validiteettia vakioimalla mittausolosuhteet, sekä tutustumalla tutkimusaihetta ja tutkimusmetodologiaa käsittelevään kirjallisuuteen. Pyrimme lisäksi tarkastelemaan ja analysoimaan aineistoa ja toisaalta tutkimuksemme tekemistä ja tuloksia mahdollisimman objektiivisesti sekä välttämään omien ennakkonäkemystemme vaikutusta tekemiimme tulkintoihin ja analyyseihin. Näin pyrimme minimoimaan tuloksia mahdollisesti vääristävää tutkijoiden vaikutusta.

7.5.2 Ulkoinen validiteetti

Ulkoisella validiteetilla tarkoitetaan tulosten yleistettävyyttä myös muita ihmisiä kuin koehenkilöitä koskeviksi. Lisäksi yleistettävyydellä tarkoitetaan muun muassa tutkimustulosten pätevyyttä muissakin tilanteissa kuin tutkimusolosuhteissa ja muunakin ajankohtana kuin tutkimuksessa. (Kazdin 1982, 81.)

Yleistettävyydellä voidaan tarkoittaa tutkimuksessa monia asioita. Jos jokin ärsyke tai käsittely aiheuttaa tiettyjä muutoksia käyttäytymisessä yhdellä koehenkilöllä, niin vaikuttaako sama käsittely samalla tavalla muihin ihmisiin, joilla on koehenkilön kanssa samanlaisia piirteitä tai ominaisuuksia? (Barlow ym. 1984, 50-51.)

Toinen yleistämistapa koskee kokeen suorittajaa. Antavatko samalla menetelmällä tehdyt kokeet tai mittaukset samat tulokset riippumatta mittaajasta?

Yleistäminen voi myös koskea tapahtumapaikkaa. (Barlow ym. 1984, 50-51.)

Case-tutkimusta on arvosteltu sen yleistettävyysongelmista. Ei pystytä sanomaan, ovatko yhden tutkimuksen tulokset rinnastettavissa muihin tapauksiin. Se on hidastanut tapaustutkimuksen metodologian kehitystä ja siksi monet asiantuntijat eivät näe tapaustutkimuksessa muuta hyötyä kuin hypoteesien luomisen. (Kiesel 1971.)

Tulosten yleistäminen suurempia ryhmiä koskeviksi on tapaustutkimuksessa ongelmallista ja usein keskustelun aiheena. Perinteisesti suurimmat ongelmat ovat olleet kyvyttömyys saada aikaan todella sattumanvarainen näyte ihmisten käyttäytymisen häiriöistä ja yleistettävyyden vaikeus ryhmistä yksilöön. Ratkaisuna on pyritty muodostamaan mahdollisimman homogeenisia ryhmiä niin, että tulokset olisivat yhdistettävissä siihen yksilöön, joka edusti kyseisen homogeenisen ryhmän tyypillisiä piirteitä. Vaihtoehtoinen metodi tulosten yleistettävyyden parantamiselle on replikaatio eli uusintatutkimus. (Barlow & Hersen 1984, 32-33.) Myös Yinin (1983) mukaan toistotutkimuksen avulla tai toteuttamalla useisiin erillisiin vertauksiin perustuvaa asetelmaa (multicase study) voidaan saada lisää vahvistusta teorian paikkansapitävyydelle.

Tapaustutkimuksessa on keskeistä tutkittavan ilmiön kokonaisvaltainen ymmärtäminen ja tulkinta. Lukijan on mahdollista yleistää tai soveltaa tuloksia omaan tilanteeseensa arvioimalla tilanteiden samankaltaisuutta kootun todistusaineiston pohjalta. Siten soveltamista on arvioitava tapaus tapaukselta. (Stenhouse 1985.)

Yinin (1983) mukaan tapaustutkimuksen yleistäminen ei ole tilastollista vaan analyttistä, jolloin tutkittava tapaus ei ole otos jostain suuremmasta joukosta, johon voitaisiin yleistää.

Kuitenkin tutkittavan tapauksen perusteella on mahdollista tutkia teoreettisten olettamuksien paikkansapitävyyttä ja siten laajentaa ja yleistää teorioita, eikä laskea ilmiön todennäköistä esiintymisfrekvenssiä perusjoukon tasolla, kuten tilastollisessa yleistämisessä on tapana.

Underwoodin (1957, 85) mukaan ryhmävertailu on looginen vastaus yleistettävyyden ongelmaan. Bergin & Strupp (1972, 39) kuitenkin esittävät viisi asiaa, jotka rajoittavat ryhmävertailun käyttöä: (1) eettiset ongelmat, (2) käytännön ongelmat kerättäessä suurta homogeenistä joukkoa koehenkilöiksi, (3) ryhmän tulosten keskiarvottaminen, (4) tulosten yleistettävyyden sekä (5) yksilöiden välinen vaihtelevuus.

Ryhmä on harvoin täysin homogeeninen. Sen sisällä on eroja historiassa, persoonallisuudessa ja elinympäristössä. Siitä taas voi seurata, että ryhmän jäsenet reagoivat eri tavoin kokeisiin. Jos ryhmän tuloksista otettaisiin keskiarvo, niin samalla yksilölliset erot häviäisivät, eikä voitaisi sanoa tuloksen edustavan ketään yksilöä todellisesti. Tällöin ei myöskään voida yleistää keskiarvoitettuja tuloksia koskemaan muitakin ihmisiä, jotka reagoivat tietyllä tavalla tiettyyn ärsykkeeseen. Näin voi jäädä huomaamatta joitakin tärkeitä yksilöllisiä tekijöitä.

Hedelmällisempää voisi olla tutkia pienempiä, erittäin homogeenisiä ryhmiä. (Barlow ym. 1984, 14-17.)

Koska tutkimusaiheestamme ei ole ennen tehty vastaavanlaista tutkimusta, käytettävissämme ei ollut vertailuryhmää. Pyrimme luomaan molempien koehenkilöiden käyttäytymisestä yksilöllisen kuvan, emmekä juurikaan vertailleet heitä keskenään tai tehneet keskiarvoja heidän tuloksistaan. Jos käyttäytymisestä löytyy yhtäläisyyksiä joita aikaisempi kirjallisuus vielä tukee, on mahdollista tehdä yleistyksiä. Muuten tutkimuksemme pyrki tuottamaan hypoteeseja ja jatkotutkimusehdotuksia. Samasta aiheesta mahdollisesti tehtävät jatkotutkimukset tai uusintatutkimukset auttaisivat parantamaan tutkimuksen luotettavuutta sekä tulosten yleistettävyyttä.

7.5.3 Reliabiliteetti

Tutkimuksen reliabiliteettia parantavat tutkimuksen toistettavuus ja johdonmukaisuus (Ghiselli, Campell & Zedeck, 1981, 63). Tutkimuksemme on mahdollista toistaa samanlaisena samanlaisissa vakioituissa olosuhteissa. Reliabiliteettiprosenttia eri mittauksista ei ole mahdollista laskea, koska koehenkilöitä oli niin vähän ($n=2$). Olisi hyödyllistä kuitenkin tietää, käyttäytyisivätkö riippuvat muuttujat samalla tavalla uusintatutkimuksessakin.

Polkupyöräergometritestissä, psyykkisessä rasiustestissä, valvomistestissä ja lääkeainetestissä olosuhteet olivat vakioituneet. Testejä ennen oli noudatettava tietyt sääntöjä. Näiden vakiointimenettelyjen tarkoitus oli parantaa toistettavuutta ja johdonmukaisuutta. Vakiointi ei onnistunut valvomistestissä toisen koehenkilön osalta, koska hän nukkui osan yöstä. Tämä paljastui stressihormonimittauksissa ja tutkittava myönsi sen kysyttäessä. Tämän koehenkilön osalta valvomistestin tuloksia ei käytetty.

Walkerin (1980) mukaan ulkoisen reliabiliteetin kannalta on tärkeää, että tutkija raportoi tutkimusprosessin eri vaiheineen ja menetelmineen mahdollisimman tarkasti. Lukijalle tulisi selvittää, etteivät tulokset perustu vain tutkijan henkilökohtaiseen intuitioon tutkitusta ilmiöstä. Raportoimme tutkimuksemme vaiheet tarkasti ja selvitimme käyttämämme menetelmät tutkimusraportissamme.

Sisäinen reliabiliteetti tarkoittaa tutkijoiden ja havainnoitsijoiden yksimielisyyttä tuloksista. Kyse on siis siitä, että havainnoitsijoiden kokoamat merkitykset ovat riittävän yhtenäisiä, jotta niiden avulla voidaan tehdä samanlaisia ilmiöitä koskevia päätelmiä. (Syrjälä ym. 1988, 144.)

Olimme yksimielisiä havainnoistamme ja tehdyistä tuloksista, joten tutkimuksemme sisäinen reliabiliteetti toteutui.

7.6 Tutkimusmuuttujat ja mittarit

Tutkimuksen aihe ja käytettävät mittarit on saatu laajaa stressimittaritutkimusta tekevältä KIHU:lta. Pro gradumme on osa kyseistä tutkimusta.

Tutkimuksessa mitattiin eri rasiustapojen vaikutuksia mielialaan, stressihormoniarvoihin, kognitiiviseen suorituskykyyn ja koehenkilön kokemaan panostavuuden ja väsyttävyyden tunteisiin. Riippumattomia muuttujia olivat fyysinen ja kognitiivinen rasitus, parasympaattisen hermoston lääkesalpaus sekä yön yli valvominen. Riippuvia muuttujia mitattiin neljällä eri mittarilla. Niitä olivat AD ACL –mielialamittari, hormonimittaukset, Borgin panostus-väsyttävyyden skaala ja Stroop -testi. Edellisten mittareiden avulla tutkittiin myöskin rasituksesta palautumista.

Kyselylomakkeet oli käännetty suomeksi. Jokaisen testisarjan aikana tutkittavat täyttivät kolme lomaketta: mielialaa mitanneen AD ACL -lomakkeen, sekä panostavuutta ja väsyttävyyttä mittaavat Borgin skaalat (LIITTEET 1-3). Yhteensä testisarjoja kertyi 23 kumpaakin koehenkilöä kohti.

Tutkimuksen taustatieto- ja tutkittavien suostumuslomakkeet sekä K-S keskussairaalan eettisen toimikunnan hyväksyntä ovat liitteinä.

7.6.1 Fyysinen rasitustehtävä

Fyysinen rasitustehtävä tehtiin polkupyöräergometrillä, jossa kuormitus oli 95 prosenttia anaerobisen kynnyksen tehosta. Kynnysarvojen määrittämiseksi tehtiin alkutesti.

Alkutestissä, joka oli niin sanottu suora testi, koehenkilö polki alkuverryttelynä noin viisi minuuttia omavalintaisella kuormalla. Testin aloituskuorma oli testattavan paino watteina pyörästettynä lähimpään kymmeneen wattiin (esimerkiksi 81,5 kg = 80 w). Kahden minuutin välein kuormaa nostettiin 30:llä watilla. Alkutesti tehtiin vapaaehtoiseen uupumukseen saakka.

Suorassa testissä hengityskaasuista määritettiin ventilaatio sekä happi- ja hiilidioksidiprosentit. Testin aikana mitattiin myös veren maitohappopitoisuus jokaisen kuorman lopussa. Tulosten tulkinnassa etsittiin aerobinen kynnys (AeK) sekä anaerobinen kynnys (AnK) syke- ja maitohappomuutosten avulla. Juuri anaerobisen kynnyksen tarkka määrittäminen on ehkä suoran hapenottotestin tärkein ja kriittisin kohta (Liite ry. 1991, 17-28.)

Seuraavassa ovat tekijät, joiden avulla tutkittavien anaerobinen kynnys on tässä tutkimuksessa määritetty:

- a. Syke: anaerobinen kynnyks on noin 20 lyöntiä alle maksimin (15-25). Anaerobisen kynnyksen sykkeen vaihtelevuus samalla urheilijalla on lähinnä harjoituskaudesta ja -tilasta riippuen +/- 5 lyöntiä. Syke mitattiin kunkin kuorman 15 viimeisen sekunnin ajalta. (Liite ry. 1991; 19)
- b. Maitohappo: antaa ensimmäisen kiinnekohdan anaerobisen kynnyksen määrittämiseksi. Kynnyks sijaitsee kohdassa, jossa on laktaatin (LA) jyrkkä kasvukohta. Käytännössä anaerobisen kynnyksen maitohappotasoo on noin 3mmol/l (vaihtelu yleensä 2.5-3.5 mmol). (Liite ry. 1991; 19.)
- c. Hengityskaasut: hengityskaasujen muutokset antavat tarkkuutta anaerobisen kynnyksen määrittämiseen. Ventilaation (VE) selvä lisääntyminen on tärkein merkki kynnyksen löytymisestä. Lisääntyminen aiheutuu yleensä sekä hengitysfrekvenssin että -volyymien kasvamisesta. Muut hengityskaasujen muutokset, jotka edelleen tarkentavat ja täsmentävät anaerobisen kynnyksen määrittämistä ovat hiilidioksidin tuoton (VCO₂) lisääntyminen, happiprosentin (%O₂) selvä putoaminen sekä happiekvivalentin (VE/CO₂) jyrkkä taite ylös. (Liite ry, 1991, 19.)

Anaerobinen kynnyks määritettiin tarkastelemalla edellä mainittuja asioita seuraavassa järjestyksessä: maitohappo, ventilaatio, muut hengityskaasut ja sykkeen seuranta.

Kaksi kokenutta KIHU:n työntekijää määrittivät kynnykset toistensa tuloksia tietämättä.

Kun kynnyksarvot olivat selvillä, voitiin tehdä varsinainen tutkimukseen kuuluva fyysinen rasiustesti. Siinä tutkittavat polkivat kuntopyörällä alkulämmittelyksi viisi minuuttia 40 watin teholla. Tämän jälkeen polkupyöräergometrin kuormitus säädettiin niin, että teho oli 95 prosenttia anaerobisesta kynnyksestä. Samalla vastuksella jatkettiin uupumukseen saakka. Testien aikana koehenkilöitä kannustettiin.

7.6.2 Kognitiivinen rasitustehtävä

Kognitiivinen rasitustehtävä oli tietokoneavusteinen muistitehtävä. Tehtävä oli luonteeltaan yksinkertainen, mutta tunnin keston vuoksi sen oletettiin olevan kognitiivisesti rasittava.

Kognitiivisessa rasitustehtävässä tietokoneen näytölle ilmestyi aluksi kolme kirjainta (esimerkiksi s, p, k). Kun nämä kolme kirjainta hävisivät ruudulta, näytölle ilmestyi yksi kirjain. Jos tuo kirjain oli joku kolmesta aiemmin esiintyneestä kirjaimesta (esimerkiksi s) piti koehenkilön painaa V –kirjainta (V = kyllä). N –kirjainta (N = ei) tuli painaa, jos kirjain ei ollut edeltäneessä kolmen kirjaimen sarjassa.

Lisäksi tutkittavien täytyi laskea mielessään montako kertaa he vastasivat kyllä. Viiden tehtävän välein tietokone kysyi, montako kertaa vastasit kyllä. Tällöin koehenkilön piti painaa 0-5 riippuen, kuinka monta kyllä –vastausta hän oli antanut.

Tavoitteena oli rasittaa tutkittavia psyykkisesti ja testisarjojen avulla tutkia rasituksen vaikutuksia ja rasituksesta palautumista.

7.6.3 Parasympaattisen hermoston lääkesalpaus

Ennen varsinaista mittauspäivää koehenkilöiltä nauhoitettiin sydänfilmi levossa ja otettiin verinäyte kaliumin määrittystä varten. Ne olivat rutiinitoimenpiteitä, joilla arvioitiin sydämen toimintaa ennen salpaustestiä. Esimittaukset ja varsinainen mittaus suoritettiin Jyväskylän Torikeskuksen lääkäriasemalla.

Parasympaattisen hermoston lääkesalpaustesti eteni seuraavasti (LIITE 6):
1.oikeaan kyynärlaskimoon asetettiin laskimokatetri lääkeaineen injisoimista ja verinäytteiden ottamista varten, 2.lääkeainetta annettiin Katonan, McLeanin, Dightonin & Guzin (1982) kuvaaman menetelmän mukaan, 3.täydellinen parasympaattinen salpaus aiheutettiin antamalla neljä annosta atropiinisulfaattia ($4 \times 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$) (Atropin; Leiras, Finland) kolmen minuutin välein ja annosten jälkeen injisoitiin 5 ml fysiologista keittosuolaliuosta (Natrosterol, 0,9%; Medopolar, Orion Oy, Finland) sekä 4.viimeisen annoksen jälkeen injisoitiin vielä 2 ml hepariinia.

7.6.4 Yön yli valvominen

Koehenkilöt joutuivat valvomaan yhden yön, jonka jälkeen seuraavana aamuna heille tehtiin testisarjat. Lähtöarvo saatiin laskemalla muiden rasitustestien alkumittausten keskiarvo. Valvomisen vaikutuksia tutkittiin valvotun yön jälkeen viidellä eri testisarjalla. Valvomista kontrolloitiin rr –rekorderin avulla. Läpi yön tutkittavien tuli painaa rr-rekorderin nappulaa tunnin välein.

7.6.5 Kognitiivisen suorituskyvyn mittaaminen Stroop –testillä

Kognitiivista suorituskykyä mitattiin Stroop –testillä. Stroop –testi on tietokoneavusteinen testi, jossa tutkittavan pitää reagoida mahdollisimman nopeasti ruudulle tulleisiin ärsykkeisiin. Ärsykkeissä esiintyy kaksi tilannetta: johdonmukainen ja ristiriitainen. Johdonmukaisessa tilanteessa ruudulle tulee väriä ilmaiseva sana (esimerkiksi ”keltainen”), joka on kirjoitettu kirjoitusasua vastaavalla värillä (esimerkitapauksessa keltaisella). Ristiriitaisessa tilanteessa nimettävä väri oli ristiriidassa kirjoitetun sanan kanssa (esimerkiksi ”punainen” kirjoitettu vihreällä värillä). Testissä on viisi eri väriä: sininen, keltainen, punainen, musta ja vihreä.

Tutkittaville tehtiin ennen varsinaisia testisarjoja lähtötasotesti, jonka avulla määriteltiin molempien koehenkilöiden sadan prosentin taso. Sadan prosentin tasolla koehenkilö pystyi suorittamaan tehtävän siten, että virheitä syntyi korkeintaan viisi. Prosentit tarkoittavat nopeutta, jolla tietokone esittää ärsykeitä ruudulle.

Yhteen testisarjaan sisältyi kolme eri nopeutta: 90:n prosentin, 120:n prosentin ja 140:n prosentin nopeudet. 90:n prosentin nopeudella ruutuun ilmeneviin värillisiin sanoihin oli siis enemmän aikaa reagoida oikein kuin 120:n prosentin nopeudella. Jos tutkittava ei ehtinyt painaa tarpeeksi nopeasti nappulaa tai hän painoi väärää nappulaa, se tulkittiin virheeksi. Jokaisen stroop –testin tulos kirjautui tietokoneelle esiintyneiden virheiden määränä.

Yhtenä testipäivänä tutkittavat joutuivat tekemään yhteensä kuusi eri testisarjaa, lähtötasotestisarja ja viisi rasiuksen vaikutuksia mittaavaa testisarjaa. Poikkeuksena muista rasiustesteistä oli yön yli valvominen, jossa ei voitu tehdä lähtötasotestiä.

Stroop –testin virheet merkittiin mittauspöytäkirjaan (LIITE 4), jonka perusteella mitattiin tutkittavien kognitiivista suorituskykyä ja palautumista rasiuksesta.

7.6.6 Mielialojen mittaaminen AD ACL-mittarilla

Tutkimuksessa käytettiin Thayerin kehittämää AD ACL (Activation-Deactivation adjective checklist) skaalaa mittaamaan koehenkilöiden vireystilaa ja mielialaa (LIITE 1). Skaala pitää sisällään 20 adjektiivia, jotka koostuvat neljän pisteen skaalasta. Arvo yksi tarkoittaa ”en tunne lainkaan” ja neljä ”tunnen selvästi”. (Thayer, 1989, 88).

Viisi adjektiivia muodostaa aina yhden alaskaalan ja summan. Alaskaalat ovat ενεργητική, väsynyt, jännittynyt ja rauhallinen. (Thayer, 1989, 88).

Tutkimuksessamme käytettiin vain ενεργητικότητα- ja jännittyneisyys - alaskaaloja.

7.6.7 Stressihormoniarvojen mittaaminen

Tutkittavilta mitattiin plasman kortisoli-, adrenaliini- ja noradrenaliiniarvot jokaisen räsitusstestien jälkeen. Myös lähtötaso mitattiin ennen muita räsitusstestejä, paitsi yön yli valvomista. Mittausten avulla oli tarkoitus tarkkailla elimistön hormonaalista reagoitua räsitukseen ja saada tukea muille mittausmenetelmille. Plasman adrenaliini- (ADR) ja noradrenaliinipitoisuuden (NADR) määrittämiseksi otettiin 10 ml:n verinäyte. Plasma erotettiin sentrifugoimalla näyte 15 minuutin kuluessa (3600 r/min; +4 C; 7 min), minkä jälkeen plasma jaettiin kahteen erilliseen näyteputkeen ja säilöttiin pakasteeseen (-80 C). ADR ja NADR –pitoisuudet määritettiin kromatologisesti Kuopion yliopistollisessa sairaalassa.

Kortisolin (KOR) plasmatilavuuden määrittämistä varten otettiin 5 ml:n verinäyte, joka sentrifugoitiin samoin kuin katekoliamiininäytteet ja säilöttiin pakasteeseen (-20 C). Plasman kortisolipitoisuus määritettiin hepariiniplasmasta immunofluoroassay –menetelmällä Keski-Suomen keskussairaalassa.

7.6.8 Koetun panostuksen ja väsyttävyyden mittaaminen Borgin skaalalla

Tässä tutkimuksessa tehtävän väsyttävyyttä ja tehtävään panostamista mitattiin Borgin skaalalla. Jokainen skaala koostui pystysuorasta numeroidusta viivasta. Minimipistemäärä oli nolla ja maksimipistemäärä 150. Koehenkilöt merkitsivät

rastin pystyviivalle kohtaan, joka kuvasi parhaiten sen hetkistä tilaa. (LIITTEET 2-3.)

7.6.9 Palautumisen mittaaminen

Palautumista tutkittiin vertaamalla rasitustestin jälkeisten testisarjojen tuloksia ennen rasitusta mitattuihin lähtötasoarvoihin. Palautumisessa tutkitaan aikaa, jonka aikana mitatut arvot palautuvat lähtötasolleen. Kognitiivisen suorituskyvyn palautumista tutkittiin Stroop –testin virheiden avulla. Rasitustehtävän jälkeen oli viisi eri testisarjaa, joiden aikana palautumista voitiin tutkia. Tutkittavien kokemien tehtävään panostuksen ja tehtävän väsyttävyyden palautumista voitiin myös tutkia vertaamalla rasituksen jälkeisiä arvoja rasitusta edeltäviin arvoihin.

8 TULOKSET

8.1 Rasitustapojen pääefektit koehenkilöihin

8.1.1 Yli rasitustapojen keskiarvoistetut pääefektit koehenkilöiden mielialoihin

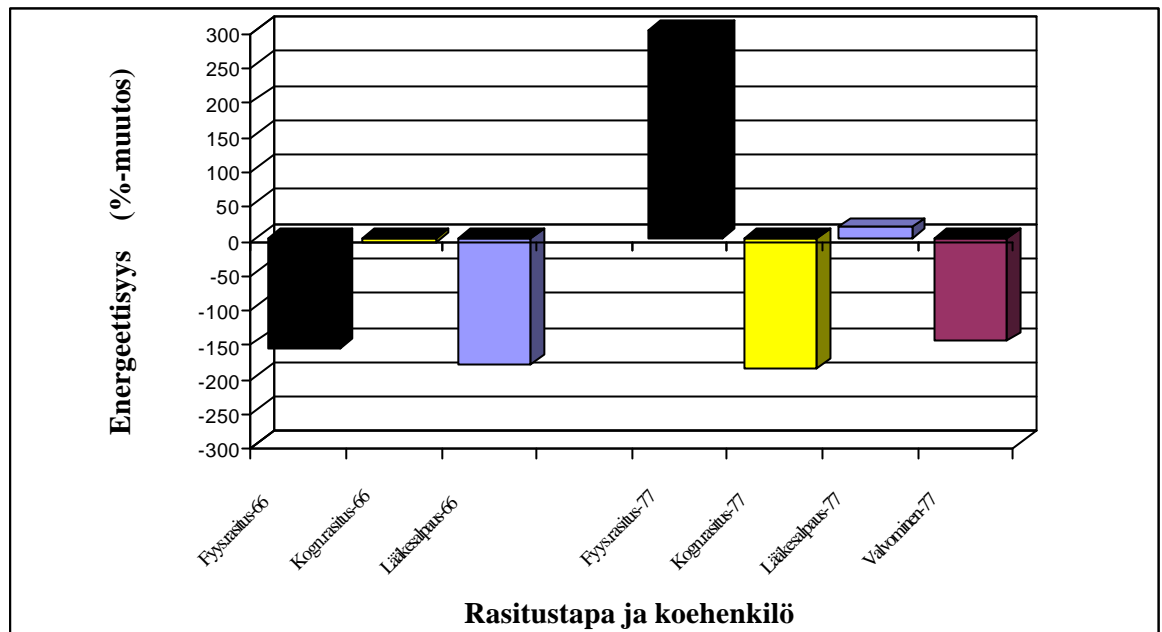
Yli rasiustapojen keskiarvoistetut pääefektit koehenkilöiden mielialoihin olivat voimakkaita heidän kokemansa energeettisyytensä osalta, mutta hyvin vähäisiä koetun jännittyneisyyden osalta. Selvästi voimakkain pääefekti kohdistui koehenkilö 66:n energeettisyyteen. Se väheni selvästi ja oli rasiustusten jälkeen keskimäärin jopa jännittyneisyyttä alemmalla tasolla. Myös koehenkilö 77:n energeettisyys reagoi vahvasti rasiustapoihin: se puolittui lähtötasosta rasiustusten jälkeisiin mittauksiin.

Koehenkilöiden kokema jännittyneisyys muuttui rasiustapojen seurauksena vain niukasti. Koehenkilö 66:lla jännittyneisyys väheni ja koehenkilö 77:llä lisääntyi hiukan (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Koehenkilöiden energeettisyys- ja jännittyneisyyssummamuuttujien keskiarvot ennen rasiuksia ja heti niiden jälkeen.

Mitatut muuttujat	Ennen rasiustapoja (ka)	Heti rasiustapojen jälkeen (ka)
Koehenkilö 66:n		
- energeettisyys	- 1,0	- 8,3
- jännittyneisyys	- 5,3	- 6,0
Koehenkilö 77:n		
- energeettisyys	8,3	3,8
- jännittyneisyys	- 11,7	- 11,3

8.1.2 Eri rasiustapojen pääefektit koehenkilöiden energeettisyyteen

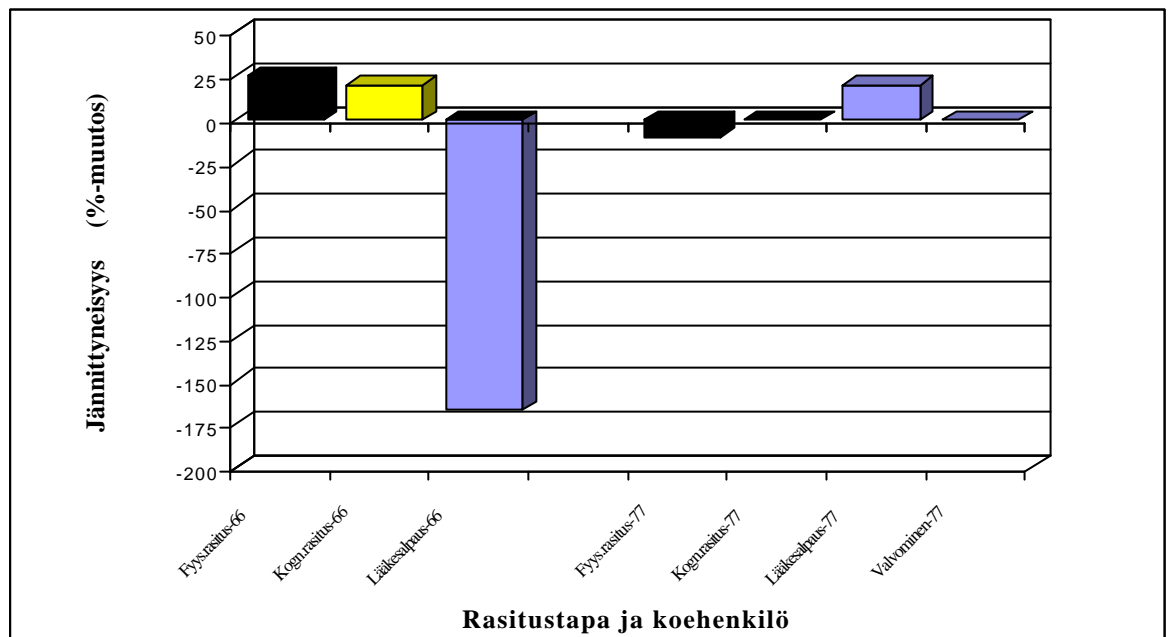


Kuvio 2. Eri rasisustapojen prosentuaalinen pääefekti koehenkilöiden kokemaan energeettisyyteen. (66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Kuten kuviosta 2 näkyy, suurin osa rasisustavoista vähensi koehenkilöiden kokemaa energeettisyyttä voimakkaasti. Voimakkain pääefekti oli kuitenkin energeettisyyttä lisäävä ja sen aiheutti koehenkilö 77:ään fyysinen rasisus. Eri rasisustavat vaikuttivat aivan eri tavoin koehenkilöihin. Koehenkilö 66:n energeettisyys väheni eniten parasympaattisen hermoston lääkesalpauksen seurauksena, mutta toiseen koehenkilöön salpauksella ei ollut vaikutusta. Toiseksi voimakkaimman energeettisyyden vähenemisen koehenkilö 66:een aiheuttanut fyysinen rasisus puolestaan lisäsi koehenkilö 77:n energeettisyyden tunnetta 300 prosenttia. Myös kognitiivinen rasisus aiheutti erilaiset pääefektit koehenkilöiden kokemaan energeettisyyteen: koehenkilö 66:n energeettisyys säilyi lähes muuttumattomana, mutta koehenkilö 77:llä mitattiin 189 prosentin väheneminen.

Yön yli valvomisen seurauksena koehenkilö 77:n kokema energieettisyys väheni 150 prosenttia. Pääefekti oli rasiustavoista kolmanneksi voimakkain koehenkilö 77:ään.

8.1.3 Eri rasiustapojen pääefektit koehenkilöiden jännittyneisyyteen



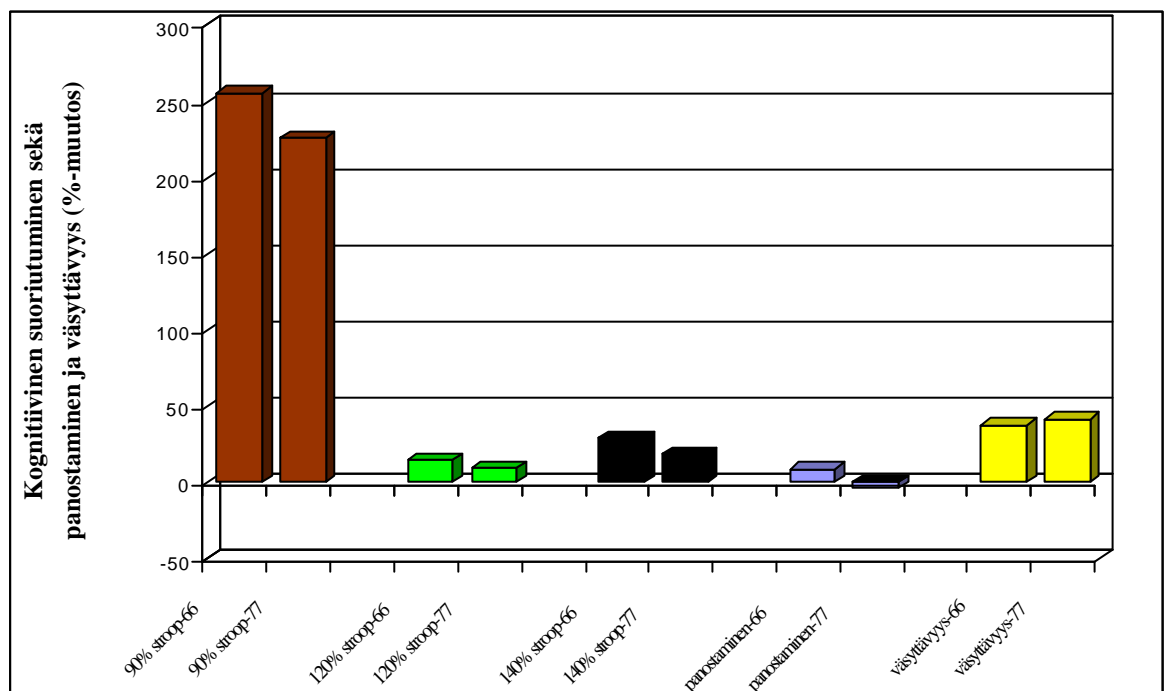
Kuvio 3. Eri rasiustapojen prosentuaalinen pääefekti koehenkilöiden kokemaan jännittyneisyyteen. (66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Kuviosta 3 näkyy selvästi, että rasiustapojen pääefektit koehenkilöiden kokemaan jännittyneisyyteen olivat vähäisiä lukuun ottamatta lääkesalpaus pääefektiä koehenkilö 66:n kokemaan jännittyneisyyteen. Koehenkilöiden reagoinnissa oli eroa, sillä kaikki mitatut rasiustavat aiheuttivat vähintään 20 prosentin muutoksen koehenkilö 66:n jännittyneisyyteen, mutta vastaavan koehenkilö 77:ään aiheutti ainoastaan parasympaattisen hermoston lääkesalpaus.

Rasiustavoista voimakkaimman pääefektin kumpaankin koehenkilöön aiheutti parasympaattisen hermoston lääkesalpaus. Pääefektit olivat kuitenkin

erisuuntaisia, sillä koehenkilö 66:n jännittyneisyys väheni 167 prosenttia, mutta koehenkilö 77:n jännittyneisyys lisääntyi 20 prosenttia. Muiden rasitustapojen pääefektit koehenkilö 66:n jännittyneisyyteen olivat vähäisiä: fyysinen rasitus kohotti hänen jännittyneisyyden tunnettansa 25 prosenttia ja kognitiivinen rasitus 20 prosenttia. Koehenkilö 77:n jännittyneisyys ei muuttunut kognitiivisen rasituksen ja yön yli valvomisen pääefektinä lainkaan ja fyysisenkin rasituksen seurauksena se väheni vain kymmenen prosenttia.

8.1.4 Yli rasitustapojen keskiarvoistetut pääefektit koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiseen ja koettuun panostamiseen ja väsyttävyyteen



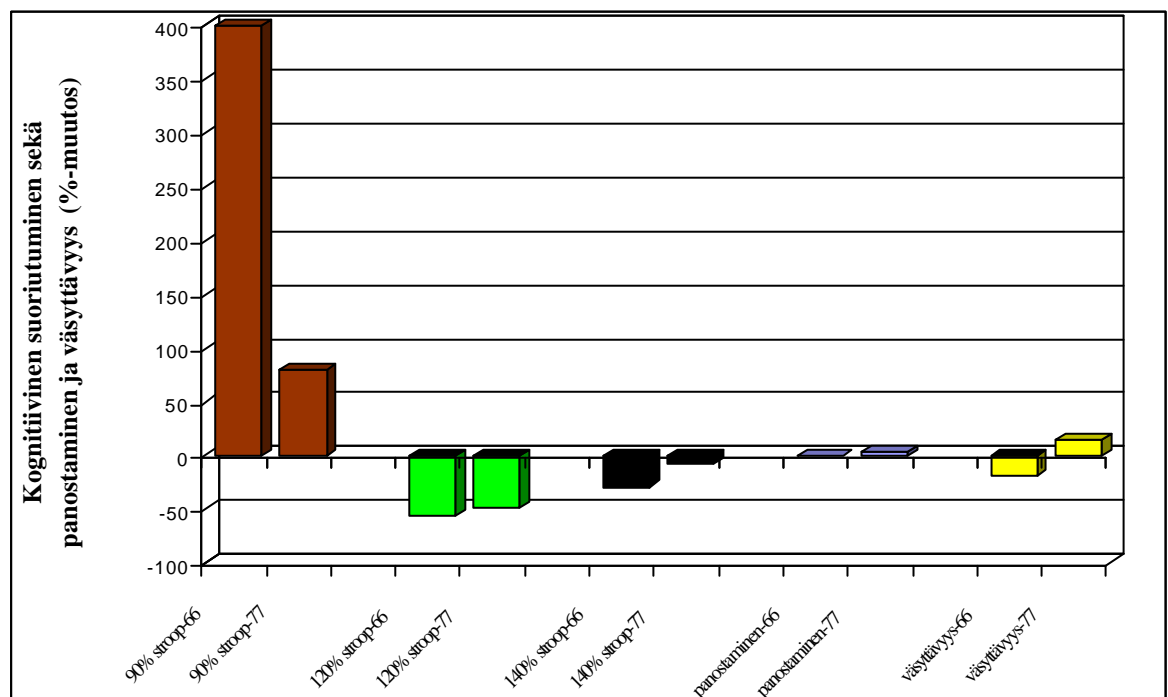
Kuvio 4. Yli rasitustapojen keskiarvoistetut prosentuaaliset pääefektit koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiseen stroop–testeissä (virheiden määrän muutos) sekä heidän kokemaansa panostamiseen ja testisarjan väsyttävyyteen (itsearvion muutos).

(66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Kuviosta 4 nousee esiin kaksi keskeistä seikkaa. Rasitustapojen keskimääräinen pääefekti koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiskykyyn näkyi selvimm...

hitaimmalla 90 prosentin stroop–testinopeudella. Siinä kumpikin koehenkilö teki keskimäärin yli kaksi kertaa enemmän virheitä rasiusten jälkeen kuin ennen niitä. Toiseksi rasiustavat vaikuttivat huomattavasti enemmän koehenkilöiden kokemaan testisarjojen väsyttävyyteen kuin niihin panostamiseen. Molemmat kokivat rasiusten jälkeisen testisarjan keskimäärin 40 prosenttia väsyttävämmäksi kuin alkumittaustestisarjan. Keskimääräinen pääefekti koehenkilöiden kokemaan panostamisen määrään oli sen sijaan koehenkilö 66:lla yhdeksän prosentin lisäys ja koehenkilö 77:llä kolmen prosentin vähentyminen.

8.1.5 Fyysisen rasituksen pääefektit koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiseen sekä koettuun panostamiseen ja väsyttävyyteen

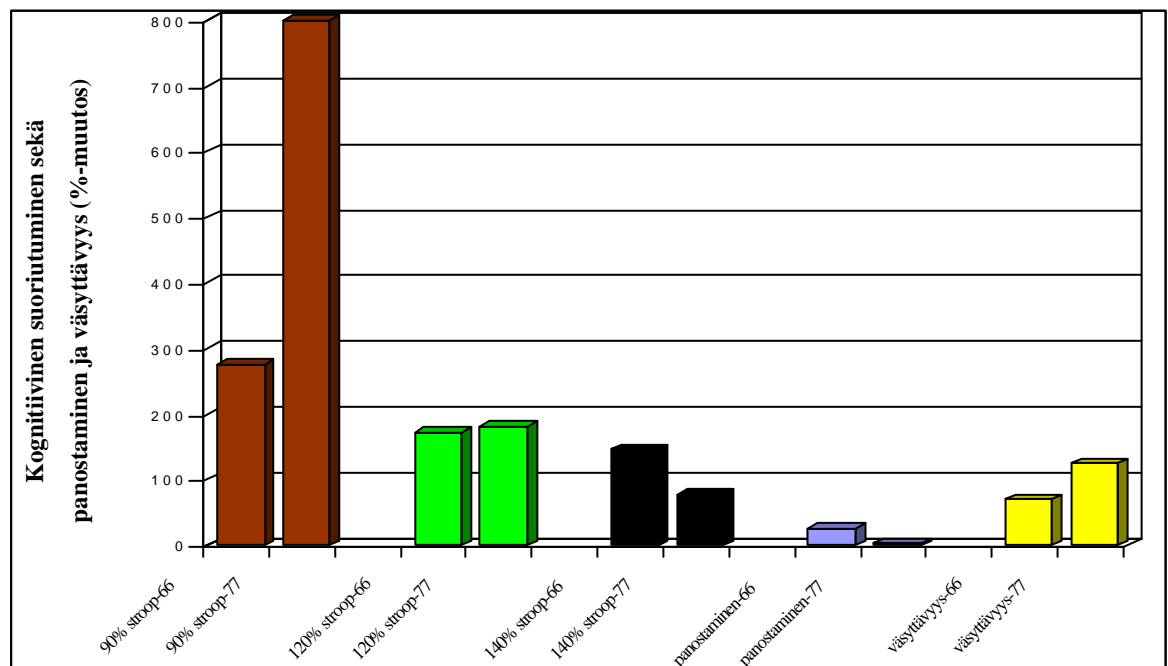


Kuvio 5. Fyysisen rasituksen prosentuaaliset pääefektit koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiseen stroop–testeissä (virheiden määrän muutos) sekä heidän kokemaansa panostamiseen ja testisarjan väsyttävyyteen (itsearvion muutos).

(66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Fyysinen rasitus aiheutti monilta osin samansuuntaiset pääefektit kummankin koehenkilön kognitiiviseen suoriutumiseen. Yhteistä heille oli myöskin se, etteivät kummankaan kokema panostaminen tai väsyttävyyys juurikaan muuttuneet fyysisen rasituksen seurauksena. 90 prosentin stroop-testinopeudella kumpikin koehenkilö teki enemmän virheitä fyysisen rasituksen jälkeen kuin ennen sitä. Pääefekti oli voimakkaampi koehenkilö 66:een, sillä hänellä virheiden määrä lisääntyi 400 prosenttia, kun koehenkilö 77:llä vastaava muutos oli ainoastaan 80 prosenttia. 120 prosentin testinopeudella molempien virheet vähenivät lähtötasosta heti rasituksen jälkeen tehtyyn mittaukseen noin 50 prosenttia. Nopeimmalla stroop-testitasolla koehenkilö 66:n virheet vähenivät fyysisen rasituksen seurauksena 29 prosenttia, mutta koehenkilö 77:n virheiden määrä pysyi lähes muuttumattomana. (Kuvio 5.)

8.1.6 Kognitiivisen rasituksen pääefektit koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiseen sekä koettuun panostamiseen ja väsyttävyyteen



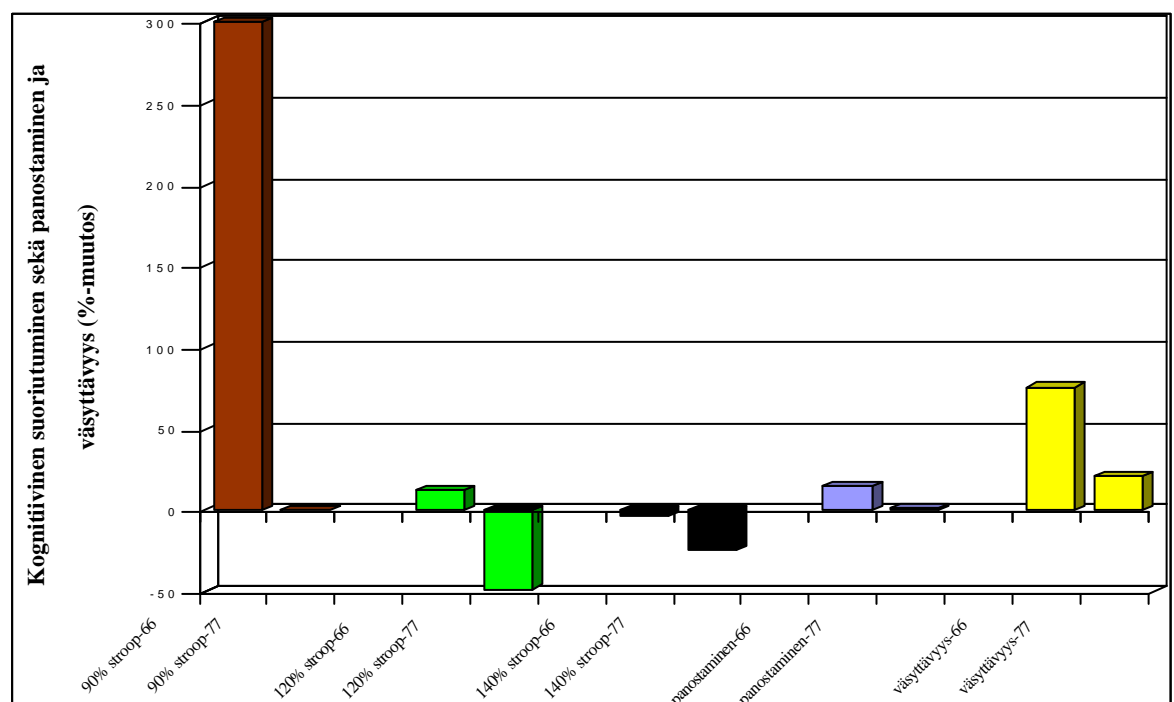
Kuvio 6. Kognitiivisen rasituksen prosentuaaliset pääefektit koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiseen stroop–testeissä(virheiden määrän muutos) sekä heidän kokemaansa panostamiseen ja testisarjan väsyttävyyteen (itsearvion muutos).

(66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Kognitiivisen rasituksen pääefektit olivat lähes samanlaiset kummankin koehenkilön kognitiiviseen suoriutumiseen. Pääefektien voimakkuudessa oli kuitenkin suuriakin eroja: 90 prosentin stroop–testissä koehenkilö 77:n virheiden määrä lisääntyi noin kolme kertaa enemmän kuin koehenkilö 66:n. Sen sijaan 140 prosentin testinopeudella pääefekti oli lähes puolet voimakkaampi koehenkilö 66:een kuin koehenkilö 77:ään. Keskimmaisella testinopeudella pääefekti oli lähestulkoon yhtä voimakas kumpaankin tutkittavaan. (Kuvio 6.)

Kummankaan koehenkilön panostamisen määrä ei juurikaan muuttunut kognitiivisen rasituksen seurauksena, mutta testisarjat tuntuivat molemmista paljon väsyttävämiltä kognitiivisen rasituksen jälkeen kuin ennen sitä.

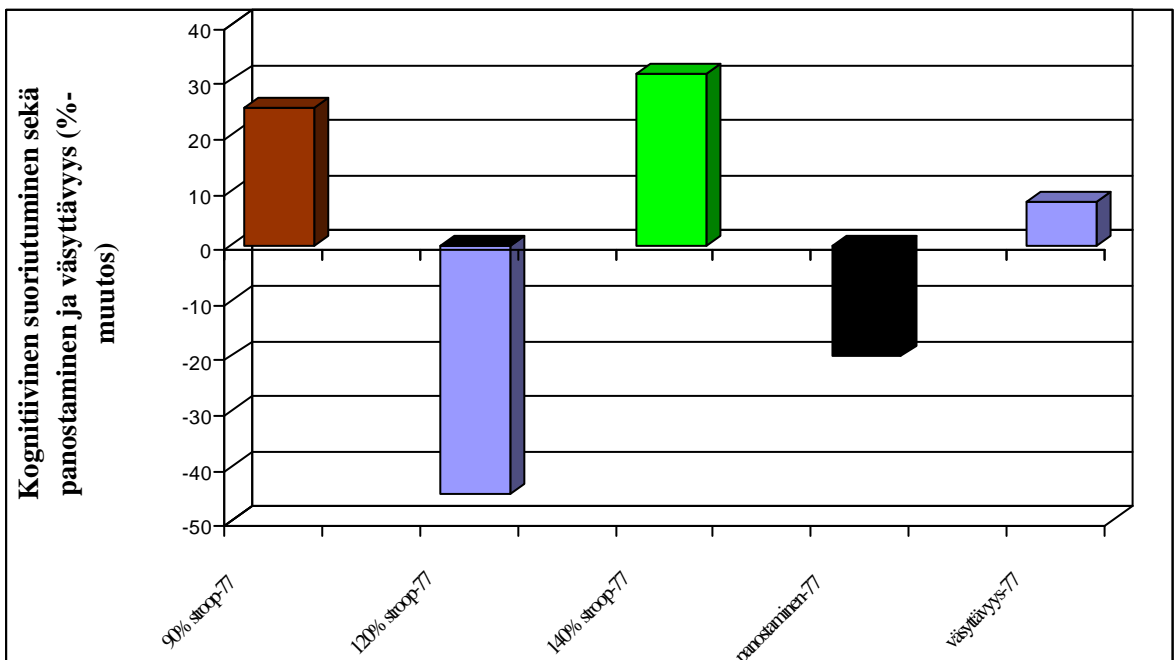
8.1.7 Parasympaattisen hermoston lääkesalpauksen pääefektit koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiseen ja koettuun panostamiseen ja väsyttävyyteen



Kuvio 7. Parasymptaattisen hermoston lääkesalpaamisen prosentuaaliset pääefektit koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiseen stroop–testeissä (virheiden määrän muutos) sekä heidän kokemaansa panostamiseen ja testisarjan väsyttävyyteen (itsearvion muutos). (66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Parasymptaattisen hermoston lääkesalpaamisen pääefektit olivat vain joiltakin osin samansuuntaiset kumpaankin koehenkilöön. Molempien kokema väsyttävyyttä lisääntyi rasituksen seurauksena, mutta kummankaan panostaminen ei muuttunut juuri lainkaan. Sen sijaan lääkesalpaamisen pääefektit koehenkilöiden kognitiiviseen suoriutumiskykyyn olivat kaikilla stroop–testinopeuksilla erisuuntaiset. Hitaimmalla stroop–testinopeudella koehenkilö 66:n suoriutuminen heikkeni rasituksen seurauksena 300 prosenttia, mutta koehenkilö 77:n suoriutuskyky pysyi täysin samana. 120 prosentin testinopeudella koehenkilö 66:n suoriutuminen heikkeni 13 prosenttia, mutta koehenkilö 77:llä se parani 48 prosenttia. Vaikeimmalla testinopeudella koehenkilö 66:n kognitiivinen suoriutuminen säilyi rasituksesta huolimatta lähes ennallaan, mutta koehenkilö 77 teki virheitä noin 24 prosenttia vähemmän lääkesalpaamisen jälkeen kuin ennen sitä. (Kuvio 7.)

8.1.8 Yön yli valvomisen pääefektit koehenkilö 77:n kognitiiviseen suoriutumiseen ja koettuun panostamiseen ja väsyttävyyteen

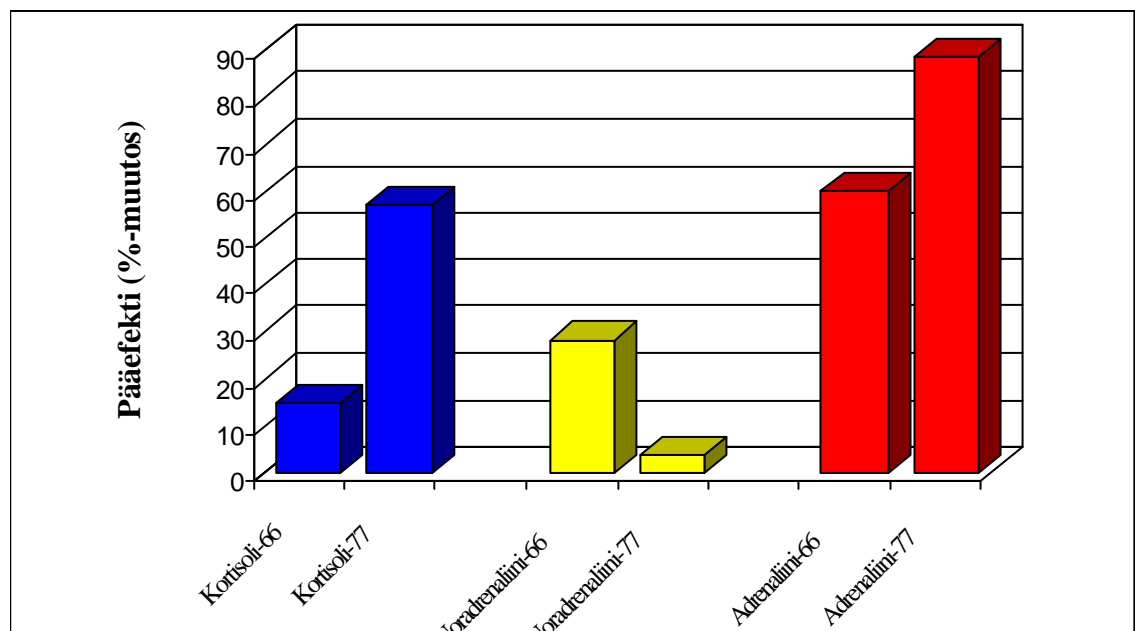


Kuvio 8. Yön yli valvomisen prosentuaaliset pääefektit koehenkilö 77:n kognitiiviseen suoriutumiseen stroop–testeissä (virheiden määrän muutos) sekä hänen kokemaansa panostamiseen ja testisarjan väsyttävyyteen (itsearvion muutos). (77=Koehenkilö 77)

Yön yli valvominen vaikutti voimakkaimmin koehenkilö 77:n kognitiiviseen suoriutumiseen 120 prosentin testinopeudella. Vaikutus oli yllättäen suoriutumista parantava, sillä hän teki 45 prosenttia vähemmän virheitä yön yli valvomisen jälkeen kuin ennen sitä. 140 prosentin stroop-testinopeudella pääefekti oli 31 prosenttia suorituskykyä heikentävä. 90 prosentin stroop-testinopeudella hänen virheensä lisääntyivät vain 25 prosenttia.

Valvominen vähensi koehenkilö 77:n panostamisen määrää 20 prosenttia. Mikään muu rasiustapa ei aiheuttanut hänelle samanlaista pääefektiä. Yön yli valvominen ei juurikaan vaikuttanut hänen kokemaansa testisarjan väsyttävyyteen, joten sekin tulos poikkesi yli rasiustapojen keskiarvoistetusta pääefektistä.

8.1.9 Yli rasiustapojen keskiarvoistetut pääefektit koehenkilöiden stressihormonitasoihin



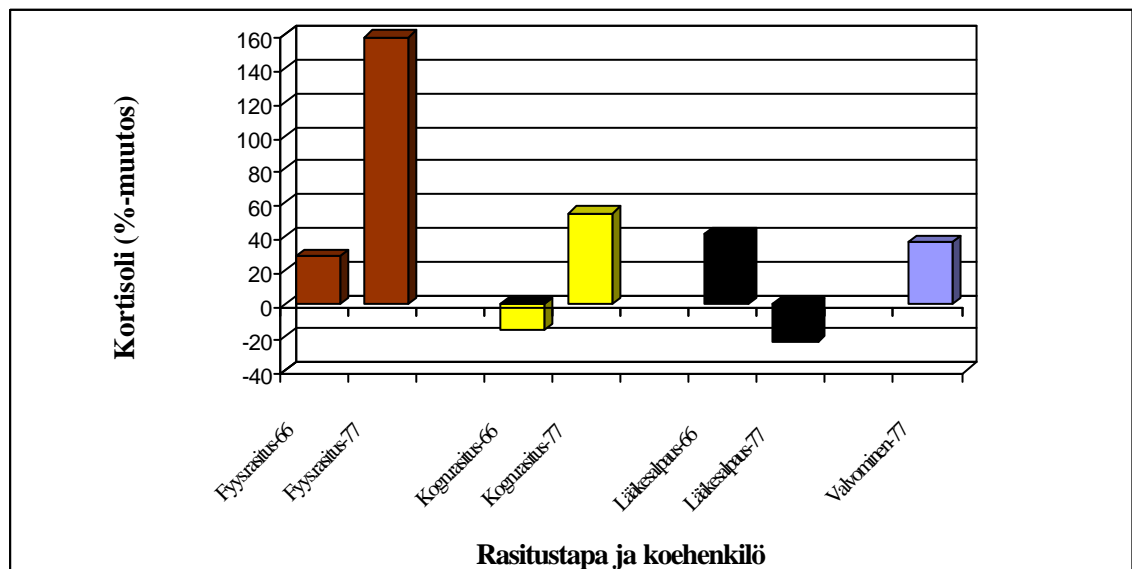
Kuvio 9. Yli rasiustapojen keskiarvoistetut prosentuaaliset pääefektit koehenkilöiden veren plasman kortisoli-, noradrenaliini- ja adrenaliinipitoisuuksiin. (66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Kuten kuvio 9 osoittaa, rasiustavat lisäsivät tutkittavien stressihormonipitoisuuksia. Kummallakin koehenkilöllä voimakkaimmin lisääntyi veren adrenaliinipitoisuus: koehenkilö 66:lla pääefekti oli keskiarvoistetusti 60 prosenttia ja koehenkilö 77:llä 89 prosenttia veren adrenaliinipitoisuutta lisäävä.

Koehenkilöiden kortisoliarvot reagoivat rasiustapoihin eri lailla: koehenkilö 66:n kortisoliarvo ei muuttunut juuri lainkaan, mutta koehenkilö 77:n veren kortisolipitoisuus lisääntyi keskimäärin peräti 57 prosenttia.

Noradrenaliinimittauksissa osat vaihtuivat, sillä koehenkilö 66:lla kasvua mitattiin keskimäärin 26 prosenttia, kun koehenkilö 77:n arvo pysyi lähes muuttumattomana.

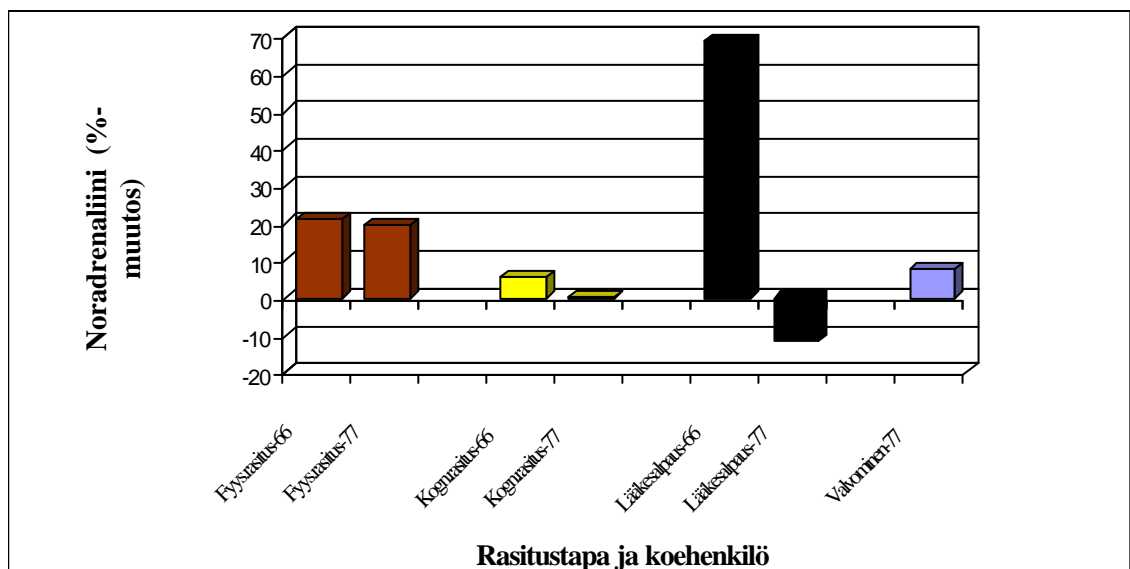
8.1.10 Eri rasiustapojen pääefektit koehenkilöiden kortisoliarvoihin



Kuvio 10. Eri rasiustapojen pääefektit koehenkilöiden kortisoliarvoihin.
(66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Eri rasiustavat vaikuttivat selvästi voimakkaammin koehenkilö 77:n kuin toisen koehenkilön veren kortisoliin. Esimerkiksi fyysinen rasitus lisäsi koehenkilö 77:n veren kortisolipitoisuutta 159 prosenttia, mutta koehenkilö 66:n veren plasman kortisolipitoisuus lisääntyi samalla vain 29 prosenttia. Kognitiivisen rasituksen ja parasympaattisen hermoston lääkesalpauksen pääefektit koehenkilöihin olivat paitsi erisuuruiset, myös erisuuntaiset. Parasympaattisen hermoston lääkesalpaaminen lisäsi koehenkilö 66:n veren kortisolipitoisuutta 42 prosenttia, mutta alensi toisen tutkittavan veren kortisolia 22 prosenttia. Kognitiivinen rasitus puolestaan vähensi koehenkilö 66:n kortisolimäärää 15 prosenttia, mutta lisäsi sitä koehenkilö 77:llä 54 prosenttia. Yön yli valvominen lisäsi koehenkilö 77:n veren kortisolipitoisuutta 37 prosenttia. (Kuvio 10.)

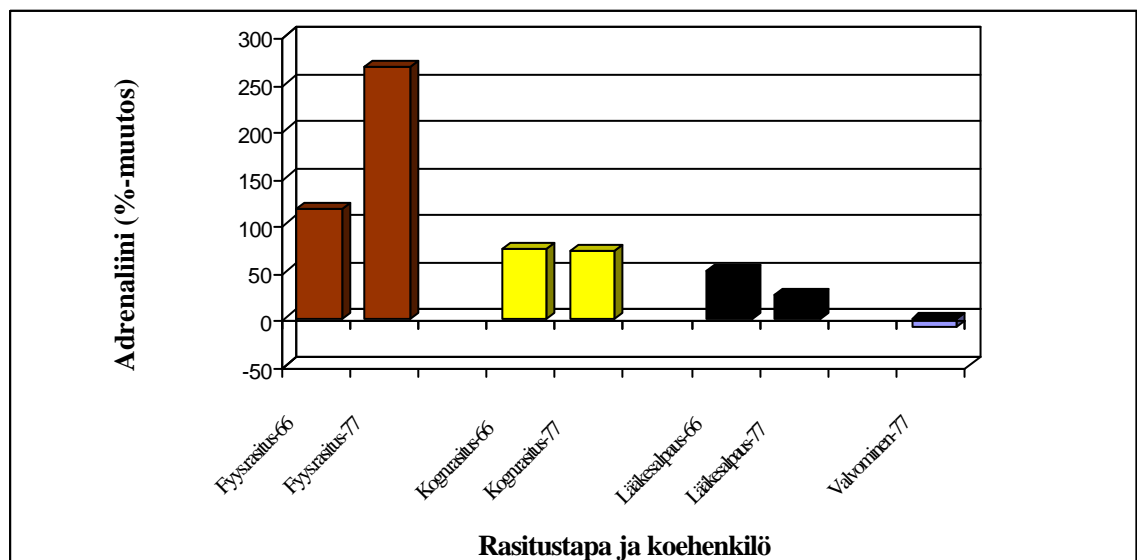
8.1.11 Eri rasiustapojen pääefektit koehenkilöiden noradrenaliiniarvoihin



Kuvio 11. Eri rasiustapojen pääefektit koehenkilöiden noradrenaliiniarvoihin.
(66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Rasiustapojen pääefektit koehenkilö 77:n noradrenaliiniarvoihin olivat vähäisiä. Fyysisen rasiuksen pääefekti koehenkilö 77:n noradrenaliiniin oli rasiustavoista voimakkain ja sekin aiheutti noradrenaliinin lisääntymisen ainoastaan 19 prosentilla. Koehenkilö 66:n noradrenaliinipitoisuuteen vaikutti voimakkaimmin parasympaattisen hermoston lääkesalpaaminen. Sen seurauksena hänen veressään oli noradrenaliinia 69 prosenttia enemmän kuin alkumittauksessa. Muiden rasiustapojen pääefektit koehenkilö 66:n noradrenaliinipitoisuuteen olivat heikot, sillä toiseksi voimakkaimman kasvun aiheuttaneen fyysisen rasiuksen seurauksena noradrenaliinin määrä kasvoi vaivaiset 21 prosenttia. (Kuvio 11.)

8.1.12 Eri rasiustapojen pääefektit koehenkilöiden adrenaliiniarvoihin

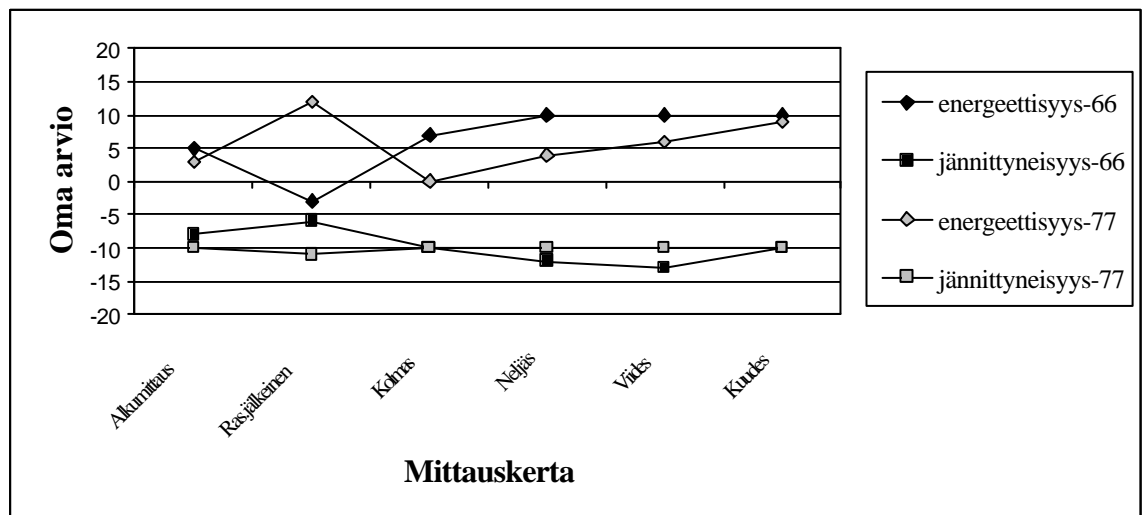


Kuvio 12. Eri rasiustapojen pääefektit koehenkilöiden adrenaliiniarvoihin.
(66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Rasitustavoista voimakkaimman pääefektin kummankin koehenkilön adrenaliiniarvoihin aiheutti fyysinen rasitus, toiseksi voimakkaimman kognitiivinen rasitus ja kolmanneksi eniten vaikutti parasympaattisen hermoston lääkesalpaaminen. Fyysinen rasitus lisäsi enemmän koehenkilö 77:n kuin toisen tutkittavan adrenaliinin määrää. Pääefektit olivat voimakkuudeltaan 267 ja 117 prosenttia. Parasympaattisen hermoston lääkesalpaamisessa osat vaihtuivat, sillä koehenkilö 66:n adrenaliinipitoisuus lisääntyi 50 prosentilla, kun koehenkilö 77:llä vastaava kasvu oli vain 26 prosenttia. Kognitiivisen rasituksen pääefekti oli lähes yhtä voimakas kumpaankin koehenkilöön, sillä koehenkilö 66:n verestä mitattiin 75 prosenttia ja koehenkilö 77:n verestä 71 prosenttia enemmän adrenaliinia rasituksen jälkeen kuin sitä ennen. Valvomisen pääefekti koehenkilö 77:n adrenaliiniarvoon oli olematon. (Kuvio 12.)

8.2 Koehenkilöiden palautuminen rasiustapojen pääefekteistä

8.2.1 Koehenkilöiden mielialojen palautuminen fyysisen rasituksen



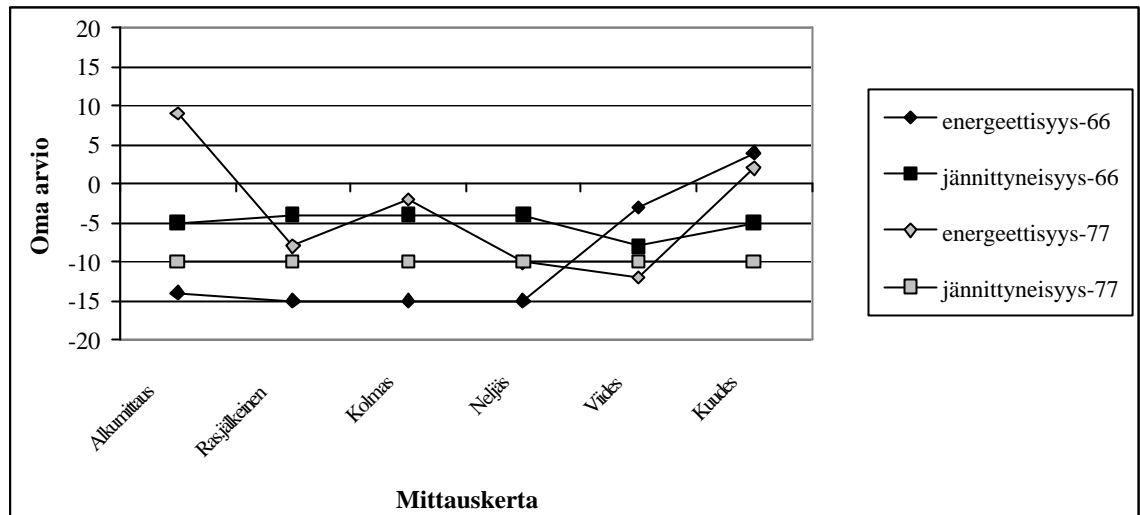
pääefekteistä

Kuvio 13. Koehenkilöiden mielialojen palautuminen fyysisen rasituksen pääefekteistä. (66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Molempien koehenkilöiden mielialat palautuivat nopeasti fyysisen rasituksen pääefekteistä. Pääefektit olivat koehenkilöillä erisuuntaiset, mutta jo rasituksen jälkeisessä toisessa mittauksessa heidän kokemansa energeettisyys ja jännittyneisyys olivat lähes samalla tasolla kuin alkumittauksessa. Yllättävä piirre kummankin tutkittavan palautumisessa oli, että he tunsivat itsensä energeettisemmiksi kolmessa viimeisessä mittauksessa kuin alkumittauksessa ennen fyysistä rasitusta. (Kuvio 13.)

Mielenkiintoinen havainto oli, että kummankin koehenkilön energeettisyys ja jännittyneisyys käyttäytyivät samalla tavalla toisiinsa nähden: kun energeettisyyden tunne kasvoi, jännittyneisyys väheni. Samanlainen yhteisvaihtelu havaittiin myös toisinkin päin. Energeettisyyden ja jännittyneisyyden yhteisvaihtelu oli selvempää koehenkilö 66:n kuin koehenkilö 77:n tuloksissa.

8.2.2 Koehenkilöiden mielialojen palautuminen kognitiivisen rasituksen pääefekteistä

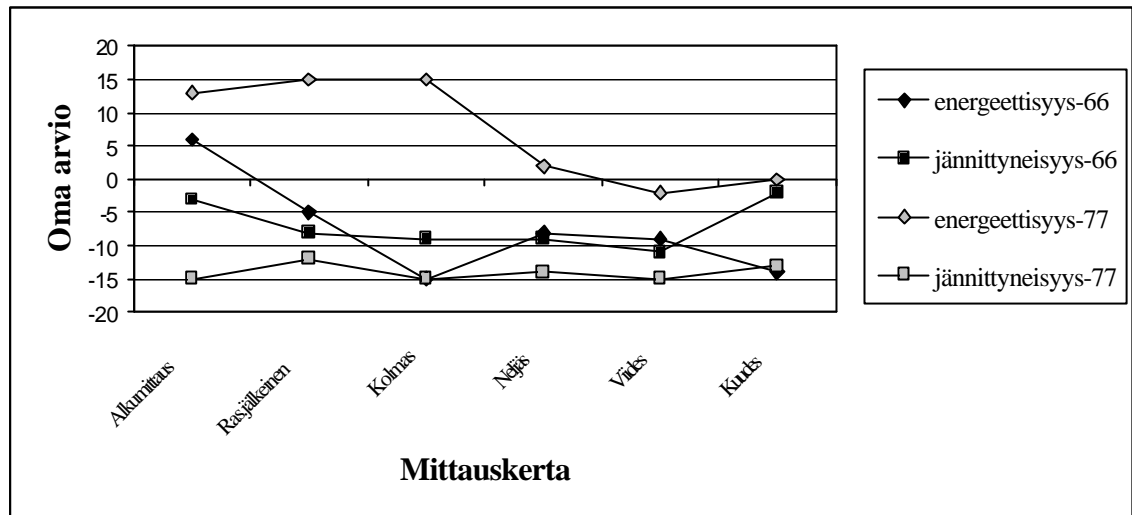


Kuvio 14. Koehenkilöiden mielialojen palautuminen kognitiivisen rasituksen pääefekteistä. (66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Koehenkilöiden mielialojen palautumista kognitiivisesta rasituksesta oli mahdollista arvioida vain koehenkilö 77:n energeettisyyden ja koehenkilö 66:n jännittyneisyyden osalta, sillä muihin muuttujiin sillä ei mitattu olleen pääefektiä. Pääefektin puuttuminen koehenkilö 66:n energeettisyyttä koskeneissa mittauksissa tosin selittynee ainakin osittain hänen poikkeuksellisen alhaisesta lähtötasostaan. Kognitiivisen rasituksen pääefekti koehenkilö 77:n energeettisyyteen oli voimakas ja palautuminen siitä kesti kauan, sillä hänen energeettisyyden tunteensa ei palautunut lähtötasolle mittausten aikana eli kahdessa tunnissa. Koehenkilö 66:n jännittyneisyys lisääntyi kognitiivisen rasituksen seurauksena viidenneksellä ja pysytteli lähtötasoa korkeammalla aina viidenteen mittaukseen asti, joten hän palautui pääefektistä melko hitaasti. (Kuvio 14.)

Fyysisessä rasitustestissä ilmennyttä energeettisyyden ja jännittyneisyyden yhteisvaihtelua ilmeni myös kognitiivisen rasituksen jälkeen: kun koehenkilö 66:n energeettisyys kasvoi voimakkaimmin (neljännestä viidenteen mittaukseen), hänen jännittyneisyytensä väheni selvimmin.

8.2.3 Koehenkilöiden mielialojen palautuminen parasympaattisen hermoston lääkesalpauksen pääefekteistä



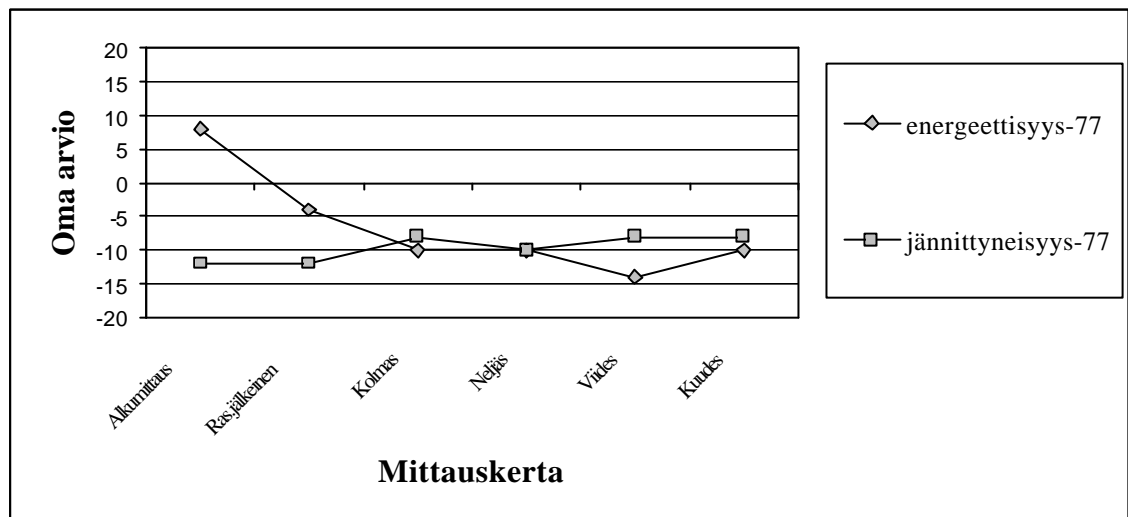
Kuvio 15. Koehenkilöiden mielialojen palautuminen parasympaattisen hermoston lääkesalpauksen pääefekteistä. (66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Parasympaattisen hermoston lääkesalpauksen pääefektit olivat voimakkaammat koehenkilö 66:een kuin toiseen tutkittavaan. Hän myös palautui niistä hitaammin. Lääkesalpaus vähensi koehenkilö 66:n energiteettisyyttä voimakkaasti ja pitkäksi aikaa. Hän ei palautunut sen vaikutuksista mittausten ja testisarjojen aikana, vaan viimeisessäkin mittauksessa hänen energiteettisyytensä oli selvästi lähtötasoa alempana. Koehenkilö 77:n kokema energiteettisyys nousi vain lievästi salpauksen seurauksena, joten varsinaisesta pääefektistä palautumisesta on turha puhua. Mielenkiintoista kuitenkin oli, että hänen energiteettisyytensä romahti yhtäkkiä selvästi lähtötasoa alemmas kolmannesta neljanteen mittaukseen ja pysytteli alhaalla loput mittauskerrat. (Kuvio 15.)

Koehenkilö 66:n jännittyneisyys väheni lääkesalpauksen seurauksena aina viidennen mittaukseen asti. Viimeiseen mittaukseen hänen jännittyneisyyden

tunteensa lisääntyi jopa hieman lähtötasoa korkeammalle tasolle. Samalla mittausvälillä hänen energettisyytensä puolestaan laski selvästi, joten energettisyyden ja jännittyneisyyden yhteisvaihtelua esiintyi myös parasympaattisen hermoston lääkesalpaamisen jälkeisissä mittauksissa. Koehenkilö 77:n lievästi lisääntynyt jännittyneisyys palautui lääkesalpauksen heikosta pääefektistä nopeasti, noin puolessa tunnissa, takaisin lähtötasolleen.

8.2.4 Koehenkilö 77:n mielialojen palautuminen yön yli valvomisen pääefekteistä

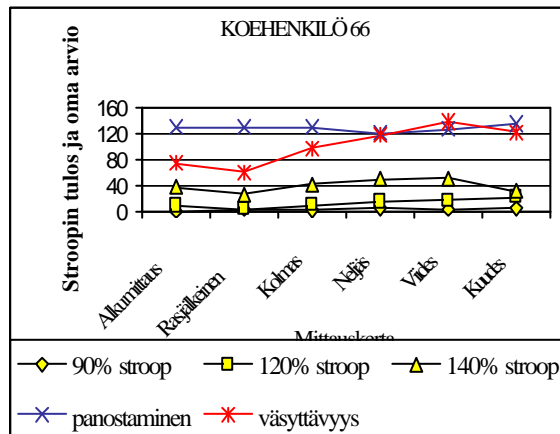
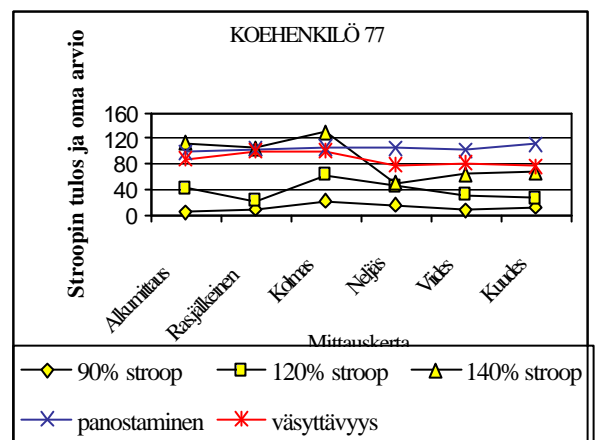


Kuvio 16. Koehenkilö 77:n mielialojen palautuminen yön yli valvomisen pääefekteistä. Alkumittauksen arvo on saatu laskemalla muiden rasiustapojen alkumittausten keskiarvo. (77=Koehenkilö 77)

Koehenkilö 77:n energettisyys laski todella voimakkaasti yön yli valvomisen seurauksena. Se jatkoi alenemistaan vielä voimakkaan pääefektin jälkeenkin, eikä merkkejä varsinaisesta palautumisesta ollut havaittavissa.

Jännittyneisyyteen valvomisella ei mitattu olleen pääefektiä lainkaan. Neljässä viimeisessä mittauksessa koehenkilö 77 tunsu itsensä jännittyneemmäksi kuin alkumittauksessa, joten pidemmällä aikavälillä yön yli valvominen lisäsi hänen jännittyneisyyttään. (Kuvio 16.)

8.2.5 Koehenkilöiden kognitiivisen suoriutumisen sekä koetun panostamisen ja väsyttävyyden palautuminen fyysisen rasituksen pääefekteistä



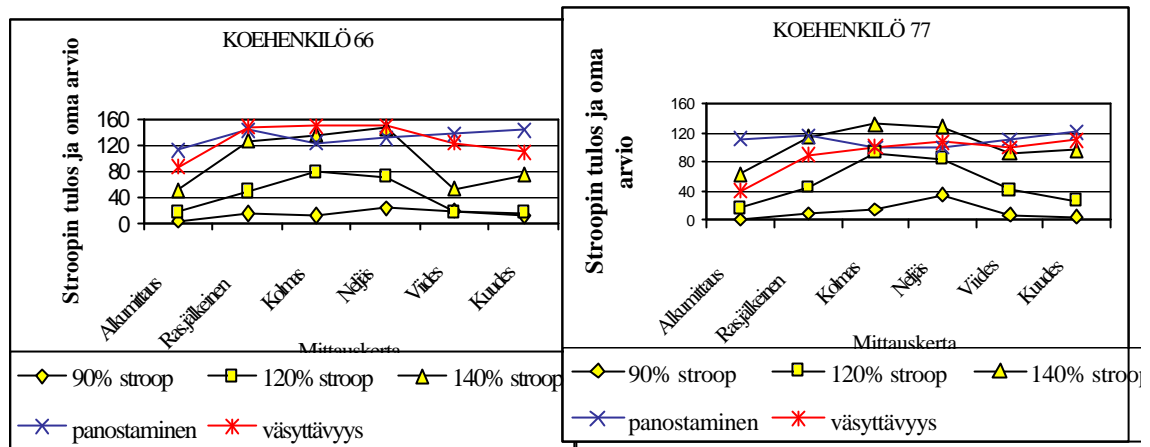
Kuvio 17. Koehenkilöiden stroop-testien tulokset eri testinopeuksilla sekä heidän omat arvionsa panostamisen ja väsyttävyyden määrästä ennen fyysistä rasitusta ja sen jälkeen. (66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Fyysisen rasituksen pääefektit koehenkilö 66:n kognitiiviseen suoriutumiseen olivat vain hetkellisiä. Jo rasituksen jälkeisessä toisessa mittauksessa eli noin puolessa tunnissa hänen kognitiivinen suorituskykynsä oli palautunut lähtötasolle. Myös koehenkilö 77:n kognitiivinen suoriutuminen palautui yhtä nopeasti alkumittauksen tasolle, mutta vain 120 prosentin stroop-tastinopeudella. Sen sijaan hitaimmalla testinopeudella hänen kognitiivinen suorituskykynsä ei palautunut takaisin lähtötasolle rasitusta seuranneissa mittauksissa. (Kuvio 17.)

Fyysisen rasituksen pääefektit koehenkilöiden panostamisen ja väsyttävyyden tunteeseen olivat heikkoja, joten varsinaisesta pääefekteistä palautumisesta ei voida puhua. Mielenkiintoista kuitenkin oli, että koehenkilö 66:n väsyttävyyttä alkoi lisääntyä voimakkaasti vasta rasitusta seuranneen mittauksen jälkeen ollen korkeimmillaan viidennessä mittauksessa. Silloin hän myös teki eniten virheitä 120 ja 140 prosentin stroop-testinopeuksilla ja panosti mielestään viimeisiin testisarjoihin kaikkein eniten. Fyysisen rasituksen vaikutukset koehenkilö 66:een olivat toisin sanoen kaksijakoiset: aluksi hänen kognitiivinen suorituskykynsä parani ja testisarjat tuntuivat alkumittausta vähemmän väsyttäviltä, mutta pidempiaikainen vaikutus oli kognitiivista suorituskykyä heikentävä ja väsyttävyyttä ja panostamista lisäävä.

Molempiin koehenkilöihin päti sama väsyttävyyden ja kognitiivisen suorituskyvyn välinen yhteys: kun koettu väsyttävyyttä oli korkeimmillaan, kognitiivinen suorituskyky oli heikoimmillaan. Yhteisvaihtelu näkyi myös toisin päin: väsyttävyyden vähenemistä seurasi kognitiivisen suorituskyvyn paraneminen.

8.2.6 Koehenkilöiden kognitiivisen suoriutumisen sekä koetun panostamisen ja väsyttävyyden palautuminen kognitiivisen rasituksen pääefekteistä



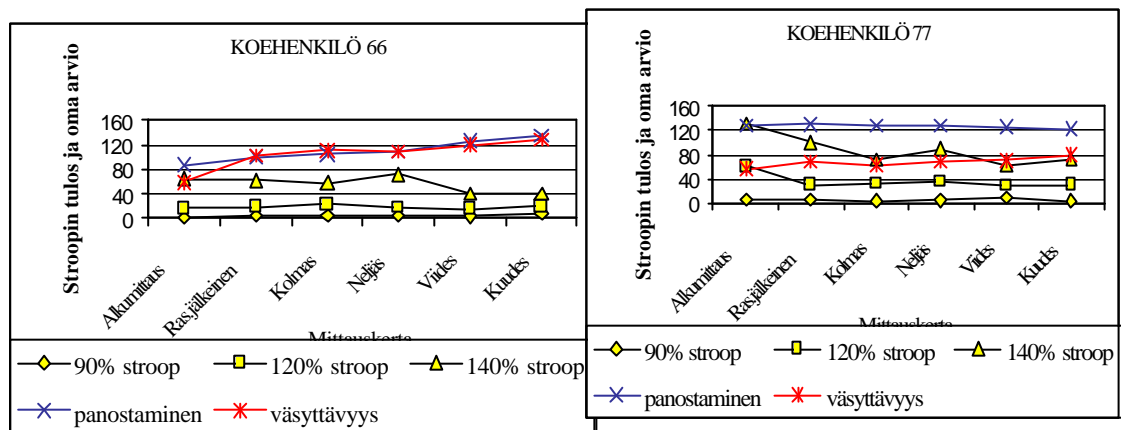
Kuvio 18. Koehenkilöiden stroop-testien tulokset eri testinopeuksilla sekä heidän omat arvionsa panostamisen ja väsyttävyyden määrästä ennen kognitiivista rasitusta ja sen jälkeen. (66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Koehenkilö 66:n kognitiivinen suoriutuskyky palautui lähtötasolle 120 ja 140 prosentin stroop-testinopeuksilla melko hitaasti, vasta viidennessä mittauksessa. Koehenkilö 77:llä vastaava palautuminen oli vieläkin hitaampaa, sillä 120 prosentin stroop-testinopeudella hänen kognitiivinen suoriutumisensa palautui lähtötasolle vasta kuudennessa eli viimeisessä mittauksessa. 140 prosentin testinopeudella hän ei palautunut kognitiivisen rasituksen pääefektistä mittausten aikana. Hitaimmassa stroop-testissä osat vaihtuivat: koehenkilö 66:n kognitiivinen suoriutuminen ei palautunut lähtötasolle, mutta koehenkilö 77:llä se palautui alkumittauksen tasolle kuudennessa mittauksessa. (Kuvio 18.)

Kognitiivinen rasitus lisäsi pitkäaikaisesti myös kummankin koehenkilön väsyttävyyden tunnetta ja koehenkilö 66:n kokemaa panostamista. Edelliset muuttujat eivät palautuneet alkumittauksen tasolle mitatun palautumisajan kuluessa eli kahdessa tunnissa.

Kognitiivisen suorituskyvyn sekä koetun panostamisen ja väsyttävyyden yhteisvaihtelua tapahtui myös kognitiivisen rasituksen jälkeen. Kognitiivinen suoriutuminen oli heikoimmillaan, kun koehenkilöt kokivat testisarjat väsyttävimmiksi ja panostivat niihin mielestään vähiten. Tällöin heidän kokemansa väsyttävyyttä oli lisäksi panostamista voimakkaampaa.

8.2.7 Koehenkilöiden kognitiivisen suoriutumisen sekä koetun panostamisen ja väsyttävyyden palautuminen parasympaattisen hermoston lääkesalpaamisen pääefekteistä



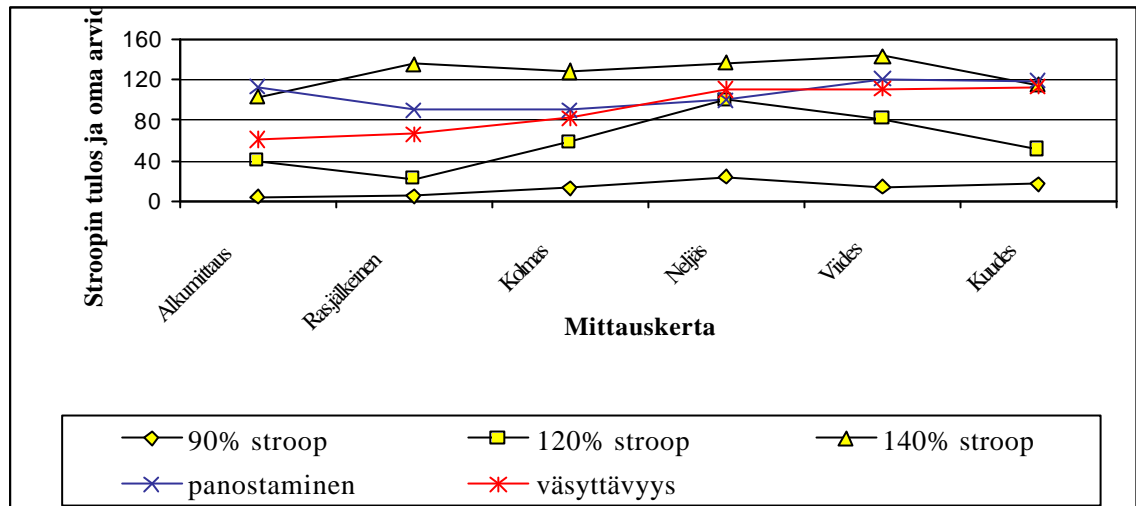
Kuvio 19. Koehenkilöiden stroop-testien tulokset eri testinopeuksilla sekä heidän omat arvionsa panostamisen ja väsyttävyyden määräästä ennen parasympaattisen hermoston lääkesalpausta ja sen jälkeen. (66=Koehenkilö 66 ja 77=Koehenkilö 77)

Parasympaattisen hermoston lääkesalpaus lisäsi koehenkilöiden väsyttävyyden tunnetta pitkäksi aika, sillä kummankin väsyttävyys kasvoi jokseenkin tasaisesti mittaus mittaukselta. He eivät siis alkaneet palautua lääkesalpauksen väsyttävästä pääefektistä kahden tunnin kuluessa. Yhteistä kummallekin lisäksi oli, ettei parasympaattisen hermoston lääkesalpaus aiheuttanut pääefektiä heidän panostamisen tunteeseensa. (Kuvio 19.)

Parasympaattisen hermoston lääkesalpaus aiheutti voimakkaamman pääefektin koehenkilö 77:n kuin koehenkilö 66:n kognitiiviseen suorituskyyyn. Koehenkilö 77:n suorituskyy parani pitkäaikaisesti parasympaattisen hermoston lääkesalpaamisen seurauksena 120 ja 140 prosentin stroop-testinopeuksilla. Toisesta tutkittavasta poiketen lääkesalpaaminen ei aiheuttanut pääefektiä koehenkilö 66:n kognitiiviseen suorituskyyyn 120 ja 140 prosentin stroop-testinopeuksilla. Sen sijaan 90 prosentin testinopeudella koehenkilö 66:n kognitiivinen suoriutuminen heikkeni erittäin voimakkaasti parasympaattisen hermoston lääkesalpauksen pääefektinä. Palautuminen pääefektistä oli melko hidasta, sillä vasta viidennessä mittauksessa hänen kognitiivinen suorituskyynsä oli palautunut takaisin lähtötasolle. 90 prosentin stroop-testinopeus ei aiheuttanut pääefektiä koehenkilö 77:n kognitiiviseen suorituskyyyn.

Koehenkilöillä ei esiintynyt lääkesalpaustestissä fyysisen ja kognitiivisen rasituksen kaltaisia yhteyksiä kognitiivisen suorituskyyyn sekä koetun testisarjan väsyttävyyden ja panostamisen välillä. Tulokset olivat vieläpä täysin käänteisiä edellisiin verrattuna, sillä koehenkilö 66:n kognitiivinen suorituskyy oli parhaimmillaan, kun hän koki testisarjat väsyttävimmiksi ja joutui mielestään panostamaan niihin kaikkein eniten. Koehenkilö 77:n tuloksista löytyi vielä erikoisempi yhteys: hänen kognitiivinen suorituskyynsä oli parhaimmillaan, kun väsyttävyyden oli noussut ja panostaminen oli vähentynyt lähtötasosta. Vastaavasti hän suoriutui kognitiivisesti heikoimmin, kun väsyttävyyden oli matalimmillaan ja panostaminen oli voimakkainta.

8.2.8 Koehenkilö 77:n kognitiivisen suoriutumisen sekä koetun panostamisen ja väsyttävyyden palautuminen yön yli valvomisen pääefekteistä



Kuvio 20. Koehenkilö 77:n stroop-testien tulokset eri testinopeuksilla sekä hänen oma arvionsa panostamisen ja väsyttävyyden määrästä ennen yön yli valvomista ja sen jälkeen. Alkumittauksen arvo on saatu laskemalla muiden rasiustapojen alkumittauksen keskiarvo.

Kuten kuvio 20 osoittaa, yön yli valvomisen pääefekti koehenkilö 77:n kognitiiviseen suorituskäkyyn ei ollut kovin voimakas. Pääefekti oli kuitenkin pitkäaikainen, sillä 90 ja 140 prosentti stroop-testinopeuksilla hänen suorituskäkynsä oli lähtötasoa heikompi kaikissa valvomista seuranneissa mittauksissa. Ainoastaan 120 prosentti stroop-testinopeudella hänen kognitiivinen suorituskäkynsä palautui nopeasti lähtötasolle.

Yön yli valvominen ei aiheuttanut pääefektiä koehenkilö 77:n väsyttävyyden tunteeseen. Toisen mittauksen jälkeen hänen väsyttävyytensä alkoi kuitenkin nousta ollen viimeisessä mittauksessa lähes kaksi kertaa voimakkaampaa kuin alkumittauksessa, joten hän koki valvomisen pidemmän päälle hyvin väsyttävänä. Koehenkilö 77:n panostamisen tunne väheni valvomisen pääefektinä lievästi, mutta melko pitkäksi aikaa. Hän tunsu panostavansa testisarjoihin yhtä paljon kuin alkumittauksessa vasta viidennessä mittauksessa.

Testisarjan väsyttävyyden ja panostamisen sekä kognitiivisen suorituskyvyn välinen yhteys näkyi selvimmin 90 ja 120 prosentin testinopeuksilla. Niissä koehenkilö 77 suoriutui kognitiivisesti heikoimmin, kun väsyttävyyttä oli panostamista voimakkaampaa. Kognitiivisesti parhaiten hän puolestaan suoriutui, kun panostus oli selvästi väsyttävyyttä voimakkaampaa. Nopeimmalla 140 prosentin stroop-testinopeudella koehenkilö 77:n kognitiivinen suorituskyky näytti olevan yhteydessä hänen panostamisen määräänsä. Suorituskyky nimittäin heikkeni eniten, kun hänen panostamisensa väheni selvimmin ja parani voimakkaimmin, kun hän mielestään panosti testisarjaan eniten.

8.3 Yhteenveto tuloksista

8.3.1 Yhteenveto eri rasitustapojen pääefekteistä koehenkilöihin

TAULUKKO 2. Rasitustapojen aiheuttamat pääefektit mitattuihin muuttujiin

Mitattu muuttuja	Fyysinen rasitus		Kognitiivinen rasitus		Yön yli valvominen Kh 77	Parasympaattisen hermoston lääkesalpaus	
	Kh 66	Kh 77	Kh 66	Kh 77		Kh 66	Kh 77
Mielialat							
- Energeettisyys	---	++++		---	---	---	
- Jännittyneisyys	+		+			---	+
Kognitiivinen suorituskky							
- 90% stroop	----	--	----	----	-	----	
- 120% stroop	+	+	---	---	+		+
- 140% stroop	+		---	--	-		+
Panostaminen			+		-		
Väsyttävyyys			++	+++		++	+
Stressihormonit							
- kortisoli	+	+++		+	+	+	-
- noradrenaliini	+					++	
- adrenaliini	+++	++++	++	++		+	+

MERKKIEN SELITYKSET

(tyhjä) = 0 – 19 % lisääntyminen tai väheneminen

+ = 20 – 59 % lisääntyminen

++ = 60 – 99 % lisääntyminen

+++ = 100 – 199 % lisääntyminen

++++ = 200 – % lisääntyminen

- = 20 – 59 % väheneminen
- = 60 – 99 % väheneminen
- = 100 – 199% väheneminen
- = 200 – % väheneminen

8.3.2 Yhteenvedo koehenkilöiden palautumisesta eri rasiustapojen pääefekteistä

TAULUKKO 3. Palautuminen rasiustapojen pääefekteistä

Mitattu muuttuja	Fyysinen rasitus		Kognitiivinen rasitus		Yön yli valvominen	Parasympaattisen hermoston lääkesalpaus	
	Kh 66	Kh 77	Kh 66	Kh 77	Kh 77	Kh 66	Kh 77
Mielialat							
- Energeettisyys	NOPEA	NOPEA		EI	EI	EI	
- Jännittyneisyys	NOPEA		MELKO HIDAS			HIDAS	NOPEA
Kognitiivinen suorituskyky							
- 90% stroop	NOPEA	EI	EI	HIDAS	EI	MELKO HIDAS	
- 120% stroop	NOPEA	NOPEA	MELKO HIDAS	HIDAS	NOPEA		EI
- 140% stroop	NOPEA		MELKO HIDAS	EI	EI		EI
Panostaminen			EI		MELKO HIDAS		
Väsyttävyyys			EI	EI		EI	EI

ARVIOINTIPERUSTEET

- (tyhjä) = ei pääefektiä
- EI palautunut = arvo ei palautunut lähtötasolle mittauksissa
- HIDAS palautuminen = alle 2 tuntia → kuudenteen mittaukseen
- MELKO HIDAS palautuminen = < 1,5 tuntia → viidenteen ”
- MELKO NOPEA palautuminen = < 1 tunti → neljänteen ”
- NOPEA palautuminen = < 0,5 tuntia → kolmanteen ”

9 POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten fyysinen rasitus, kognitiivinen rasitus, yön yli valvominen ja parasympaattisen hermoston lääkeainosalpaus vaikuttavat koehenkilöiden mielialoihin, kognitiiviseen suorituskyykyyn ja stressihormoneihin. Toisena pääongelmana tutkimme koehenkilöiden palautumista eri räsitusapojen välittömistä vaikutuksista eli pääefekteistä.

Tutkimusaiheestamme ei ole ennen tehty vastaavanlaista tutkimusta. Pyrimme luomaan molempien koehenkilöiden käyttäytymisestä yksilöllisen kuvan, emmekä juurikaan vertailleet heitä keskenään tai tehneet keskiarvoja heidän tuloksistaan. Jos käyttäytymisestä löytyy yhtäläisyyksiä, joita aikaisempi kirjallisuus vielä tukee, on mahdollista tehdä yleistyksiä. Muuten tutkimuksemme pyrki tuottamaan hypoteeseja ja jatkotutkimusehdotuksia.

Tutkimuksen tärkeimmät tulokset liittyivät kognitiiviseen ja fyysiseen rasitukseen. Kognitiivinen rasitus heikensi voimakkaasti kummankin koehenkilön kognitiivista suorituskyykyä. Saatu tulos tuki asettamaamme kolmatta hypoteesia. Lisäksi kognitiivinen rasitus lisäsi voimakkaimmin koehenkilöiden kokemaa väsyttävyyden tunnetta. Mielestämme oli hieman yllättävää, että ainoastaan tunnin mittainen muistitehtävä osoittautui väsyttävämmäksi kuin esimerkiksi yön yli valvominen. Palautuminen kognitiivisen rasituksen pääefekteistä osoittautui hitaaksi.

Fyysinen rasitus vaikutti voimakkaimmin koehenkilöiden energieettisyyteen sekä stressihormoneista kortisoliin ja adrenaliiniin. Toisella tutkittavalla energieettisyyden tunne lisääntyi voimakkaasti, mutta toisella koettu energieettisyys aleni selvästi. Tulos oli siis osittain ristiriitainen ensimmäisen hypoteesimme kanssa, missä oletimme koehenkilöiden energieettisyyden alenevan fyysisen rasituksen seurauksena (Stephoe & Cox 1988; Steptoe & Bolton 1988; Bixby ym. 2001; Petruzzello ym. 1997). Tutkittavien adrenaliini- ja kortisolitasot nousivat fyysisen rasituksen seurauksena voimakkaimmin. Adrenaliinin kasvu tuki asettamaamme hypoteesia, mutta

noradrenaliinin vähäinen reagoiminen ja kortisolin suuret muutokset eivät olleet hypoteesin mukaisia (Shinkai ym. 1996; Schwartz ym. 1990).

Muut hypoteesit toteutuivat seuraavasti:

Hypoteesissa 2 oletimme, että koehenkilöt palautuvat nopeasti fyysisen rasituksen pääefekteistä (Stephoe & Bolton 1988; Bixby ym. 2001; Shinkai ym. 1996).

Hypoteesi toteutui, koska koehenkilöiden palautuminen fyysisen rasituksen pääefekteistä oli nopeaa.

Hypoteesissa 4 oletimme yön yli valvomisen vaikuttavan koehenkilöiden energeettisyyttä vähentävästi ja jännittyneisyyttä lisäävästi (Hendrick ym. 1970; Johnson 1979, 16; Johnson ym. 1974, 49; Kjellberg 1977, 154; Naitoh 1976, 159; Wilkinson 1965; 1969; Bohlin ym. 1973). Lisäksi oletimme heidän kognitiivisen suorituskykynsä heikkenevän (Tilley ym. 1992; Williams ym. 1959; Johnson 1979, 16; Johnson ym. 1974, 49; Kjellberg 1977, 154; Naitoh 1976, 159; Wilkinson 1965; 1969; Angus ym. 1985) sekä heidän verensä kortisolipitoisuuden olevan alhaisella tasolla valvomisen jälkeen (Nienstedt ym. 1999, 403 - 404).

Valvomistehtävä onnistui vain toisella koehenkilöllä. Toinen koehenkilö myönsi nukkuneensa valvomistehtävän aikana, joten hänen tuloksiaan ei voida käyttää. Hypoteesi 4 toteutui koehenkilö 77:llä siten, että hänen energeettisyytensä aleni selvästi ja kortisolipitoisuus aleni lievästi valvomisen seurauksena. Kognitiivinen suorituskyky heikkeni hänellä lievästi kahdella testinopeudella, mutta yhdellä testinopeudella se parani hieman.

Hypoteesi 5:n mukaan koehenkilöt eivät palaudu yön yli valvomisen vaikutuksista mitatun palautumisjakson aikana. Hypoteesi piti paikkaansa, sillä koehenkilö 77 ei palautunut pääefekteistä mittausten aikana.

Hypoteesi 6:n muotoilimme seuraavasti: parasympaattisen hermoston lääkesalpauksen pääefekteinä koehenkilöiden adrenaaliinin ja noradrenaliinin määrät veressä kasvavat (Nienstedt ym. 1987). Hypoteesi toteutui melko hyvin, koska molempien koehenkilöiden veren adrenaliinimäärä lisääntyi, vaikkakin vain lievästi. Vain toisella tutkittavista mitattiin noradrenaliinipitoisuuden lisääntyminen melko selvästi parasympaattisen hermoston lääkesalpauksen seurauksena. Toisella tulos jäi olemattomaksi.

Case-tutkimusta on arvosteltu sen yleistettävyysongelmista. Ei pystytä sanomaan, ovatko yhden tutkimuksen tulokset rinnastettavissa muihin tapauksiin. Pieni otos ja kuvaileva tutkimusote eivät mahdollista tutkimustulosten yleistettävyyttä.

Replikaatio eli uusintatutkimus on yksi käyttökelpoinen metodi tulosten yleistettävyyden parantamiselle (Barlow ym. 1984, 32-33). Myös Yinin (1983) mukaan toistotutkimuksen avulla tai toteuttamalla useisiin erillisiin vertauksiin perustuvaa asetelmaa (multicase study) voidaan saada lisää vahvistusta teorian paikkansapitävyydelle.

Pyrimme parantamaan tutkimuksemme sisäistä validiteettia vakioimalla mittausolosuhteet, sekä tutustumalla tutkimusaihetta ja tutkimusmetodologiaa käsittelevään kirjallisuuteen. Pyrimme lisäksi tarkastelemaan ja analysoimaan aineistoa ja toisaalta tutkimuksemme tekemistä ja tuloksia mahdollisimman objektiivisesti sekä välttämään omien ennakkonäkemystemme vaikutusta tekemiimme tulkintoihin ja analyysiin. Näin pyrimme minimoimaan tuloksia mahdollisesti vääristävän tutkijoiden vaikutuksen kokonaan.

Tutkimuksen reliabiliteettia parantavat tutkimuksen toistettavuus ja johdonmukaisuus (Ghiselli ym. 1981). Tutkimuksemme on mahdollista toistaa samanlaisena samanlaisissa vakioiduissa olosuhteissa. Reliabiliteettiprosenttia eri mittauksista ei ole mahdollista laskea, koska koehenkilöitä oli niin vähän (N=2).

Polkupyöräergometritestissä, psyykkisessä rasitustestissä, valvomistestissä ja lääkeainetestissä olosuhteet olivat vakioidut, mikä osaltaan parantaa tutkimuksen toistettavuutta ja johdonmukaisuutta.

Walkerin (1980) mukaan ulkoisen reliabiliteetin kannalta on tärkeää, että tutkija raportoi tutkimusprosessin eri vaiheineen ja menetelmineen mahdollisimman tarkasti. Lukijalle tulisi selvittää, etteivät tulokset perustu vain tutkijan henkilökohtaiseen intuitioon tutkitusta ilmiöstä. Raportoimme tutkimuksemme vaiheet tarkasti ja selvitimme käyttämämme menetelmät tutkimusraportissamme.

Olimme yksimielisiä havainnoistamme ja tehdyistä tuloksista, joten myös tutkimuksemme sisäinen reliabiliteetti toteutui.

Pilottitutkimuksemme yhtenä päämääränä oli uusien hypoteesien luominen, joita voitaisiin testata uusintatutkimuksissa. Oma oletuksemme kognitiivisen rasituksen voimakkaista vaikutuksista kognitiiviseen suorituskyykyyn ja väsyttävyyteen toteutui. Mielestämme asiaa olisi tärkeää tutkia lisää, jotta voitaisiin ennustaa ja ehkäistä kognitiivisesti raskasta työtä tekevien

työssä väsymistä ja mahdollista työuupumusta. Lisäksi kognitiivisen suorituskyvyn heikentyminen voi joissain vastuullisissa ja tarkkaa keskittymistä vaativissa työtehtävissä (esimerkiksi rekkojen ja linja-autojen kuljettajat) olla kohtalokasta, joten onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi on asiasta saatava lisää tietoa.

Uutena lisätutkimuksia tarvitsevana hypoteesina voidaan lisäksi pitää useimmissa rasiuskokeista havaittu koetun väsyttävyyden ja kognitiivisen suorituskyvyn välinen yhteys. Kun väsyttävyyden oli voimakkaimmillaan (tai panostusta voimakkaampaa) koehenkilöiden kognitiivinen suorituskyky oli heikoimmillaan. Vastaavasti väsyttävyyden vähenemistä seurasi kognitiivisen suoriutumisen parantuminen.

Tutkimustuloksemme, missä totesimme, että koehenkilö ei palautunut yön yli valvomisen pääefekteistä, kaipaa myös jatkotutkimuksia. Olisi hyödyllistä tutkia, kauanko kestää palautua yhden yön valvomisesta. Muutenkin valvomisen lisätutkiminen olisi paikallaan, koska meidän tutkimuksemme käsitteli siltä osin vain yhtä koehenkilöä.

Yleensä jatkotutkimuksiin olisi hyvä valita enemmän koehenkilöitä ja vähemmän muuttujia. Ehkä yhden tai kahden rasiustavan pääefektien tutkiminen ja palautumisen mittaaminen pidemmältä ajalta antaisi lisää ja syvempää tietoa siten vahvistaen tai kyseenalaistaen saamiamme tuloksia.

Mielestämme olisi myös mielenkiintoista tutkia, olisivatko eri rasiustapojen pääefektit pysyviä ja muuttuisivat krooniseksi, jos rasiustehtävät olisivat rankempia ja pidempiä. Tutkimuksemme selvitettiin lyhytkestoisen rasiuksen pääefektejä ja siitä palautumista, joka antaa kenties viitteitä myös pidempikestoisen rasiuksen vaikutuksista, mutta kansanterveydellekin hyödyllisempää olisi tutkia juuri kauan kestävän stressin ja rasiuksen vaikutuksia ihmisille. Sellainen tieto antaisi varmasti hyödyllistä tietoa suunniteltaessa stressimittareita pidemmälle ja etsittäessä keinoja havaita stressireaktiot ajoissa ennen kuin rasitus muuttuu krooniseksi aiheuttaen mahdollisesti työkyvyttömyyttä.

LÄHTEET

Angus, R. G., Heslegrave, R. J., & Myles, W. S. 1985. Effects of prolonged sleep deprivation, with and without chronic physical exercise, on mood and exercise. *Psychophysiology* 22(3), 276-282.

Barlow, D. H., & Hersen, M. 1984. Single case experimental designs (toinen painos). New York: Pergammon Press.

Bahrke, M., & Morgan, W. 1978. Anxiety reduction following exercise and meditation. *Cognitive Therapy and Research* 2, 323-333.

Bergin, A. E., & Strupp, H. H. 1972. Changing frontiers in the science of psychotherapy. New York: Aldine.

Bixby, W. R., Spalding, T. W., & Hatfield, B. D. 2001. Temporal dynamics and dimensional specificity of the affective response to exercise of varying intensity: Differing pathways to a common outcome. *Journal of Sport & Exercise Psychology* 23(3), 171-190.

Bohlin, G., & Kjellberg, A. 1973. Self-reported arousal during sleep deprivation and its relation to performance and physiological variables. *Scandinavian Journal of Psychology* 14(2), 78-86.

Caldwell Jr, J. A., & Leduc, P. A. 1998. Gender influences on performance, mood and recovery sleep in fatigued aviators. *Ergonomics* 41(12), 1757-1770.

Eskola, A. 1981. Sosiologian tutkimusmenetelmät. WSOY. Juva.

Franklin, R. D., Allison, D. B., & Gorman, B. S. 1996. Design and analysis of single case research.

Ghiselli, E. E., Campbell, J. P., & Zedeck, S. 1981. Measurement theory for the behavior sciences. San Francisco, CA: Freeman.

Hendrick, C., & Lilly, R. S. 1970. The structure of mood: A comparison between sleep deprivation and normal wakefulness conditions. *Journal of Personality* 38(3), 453-465.

Johnson, L. C., & Naitoh, P. 1974. The operational consequences of sleep deprivation and sleep deficit. Teoksessa Angus, R. G., Hesiegrave, R. J. & Myles, W. S. 1985. Effects of prolonged sleep deprivation, with and without chronic physical exercise, on mood and exercise. *Psychophysiology* 22(3).

Johnson, L. C. 1979. Sleep disturbances and performance. Teoksessa Angus, R. G., Hesiegrave, R. J. & Myles, W. S. 1985. Effects of prolonged sleep deprivation, with and without chronic physical exercise, on mood and exercise. *Psychophysiology* 22(3).

Katona, P. G., McLean, M., Dighton, D. H., & Guz, A. 1982. Sympathetic and parasympathetic cardiac control in athletes and nonathletes at rest. *Journal of applied Physiology* 54, 1652-1657.

Kazdin, A. 1982. Single case research designs. Methods for clinical and applied settings. New York: Oxford University Press.

Kiesel, D. J. 1971. Experimental designs psychotherapy research. In A.E. Bergin & S. L. Garfield (toim.), *Handbook of psychotherapy and behavior change: An empirical analysis (toinen painos)*, 36-74. New York: Wiley.

Kjellberg, A. 1977. Sleep deprivation and some aspects of performance: I-III. Teoksessa Angus, R. G., Hesiegrave, R. J., & Myles, W. S. 1985. Effects of prolonged sleep deprivation, with and without chronic physical exercise, on mood and exercise. *Psychophysiology* 22(3).

Kronby, B. 1973. Effects of physical work on some intellectual functions. *Ian reports n:o 88*. University of Stockholm.

Lichtman, S., & Poser, E. G. 1983. The effects of exercise on mood and cognitive functioning. *Journal of Psychosomatic Research* 27, 43-52.

Liite ry. 1991. Kuntotestauksen perusteet.

Martin, B. J., & Chen, H-I. 1984. Sleep loss and the sympathoadrenal response to exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 16(1), 56-59.

McGowan, C. R., Robertson, R. J., & Epstein, L. H. 1985. The effect of bicycle ergometer exercise at varying intensities on heart rate, EMG and mood state responses to a mental arithmetic stressor. *Research Quarterly for Exercise & Sport* 56(2), 131-137.

Morgan, W., Roberts, J., & Feinerman, A. 1971. Psychologic effect of acute physical activity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 52, 422-425.

Naitoh, P. 1976. Sleep deprivation in human subjects: a reappraisal. Teoksessa Angus, R. G., Hesiegrave, R. J., & Myles, W. S. 1985. Effects of prolonged sleep deprivation, with and without chronic physical exercise, on mood and exercise. *Psychophysiology* 22(3).

Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A., & Björkqvist, S-E. 1987. *Ihmisen fysiologia ja anatomia*. Porvoo: WSOY.

Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A., & Björkqvist, S-E. 1999. *Ihmisen fysiologia ja anatomia*. Porvoo: WSOY.

Petruzzello, S. J., Jones, A. C., & Tate, A. K. 1997. Affective responses to acute exercise: A test of opponent process theory. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness* 37, 205-212.

Powell, R. R. 1975. Effects of exercise on mental functioning. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 15(2), 125-131.

Schwarz, L., & Kindermann, W. 1990. B-endorphin, adrenocorticotrophic hormone, cortisol and catecholamines during aerobic and anaerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology and occupational psychology* 61(3), 161-171.

Shinkai, S., Watanobe, S., Asai, M., & Shek, P. N. 1996. Cortisol response to exercise and post-exercise suppression of blood lymphocyte subset counts. *International Journal of Sports Medicine* 17(8), 597-603.

Sjöberg, H. 1980. Physical fitness and mental performance during and after work. *Ergonomics* 23(10), 977-985.

Stenhouse, L. 1985. Case study methods. Teoksessa Husey, T. & Postlethwaite, N. T. (toim.) *The international encyclopedia of educational research and studies*. Oxford: Pergamon Press, 645-650.

Steptoe, A., & Bolton, J. 1988. The short term influence of high and low intensity physical exercise on mood. *Psychology and Health*. 2(2), 91-106.

Steptoe, A., & Cox, S. 1988. Acute effects of exercise on mood. *Health Psychology* 7, 329-340.

Syrjälä, L., & Numminen, M. 1988. Tapaustutkimus kasvatustieteessä. Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan tutkimuksia.

Thayer, R. E. 1967. Measurement of activation through self-report. *Psychological Reports* 20, 663-678.

Thayer, R. E. 1987. Problem perception, optimism, and related states as a function of time of day (diurnal rhythm) and moderate exercise: Two arousal systems in interaction. *Motivation and emotion* 11(1), 19-36.

Thayer, R. E. 1989. *The Biopsychology of mood and arousal*. Oxford university press. New York.

Tilley, A., & Brown, S. 1992. Sleep deprivation. Handbook of Human Performance 3, 237-259.

Underwood, B. J. 1957. Psychological research. New York: Appleton-Century-Crofts.

Walker, R. 1980. The conduct of educational case studies. Teoksessa Dockrell, W. B. & Hamilton, D. (toim.) Rethinking Educational Research. London: Hodden and Stoughton, 30-63.

Valkonen, T. 1981. Haastattelu- ja kyselyaineiston analyysi sosiaalitytöissä. OY Gaudeamus Ab. Helsinki.

Wilkinson, R. T. 1965. Sleep deprivation. Teoksessa Angus, R. G., Heslegrave, R. J., & Myles, W. S. 1985. Effects of prolonged sleep deprivation, with and without chronic physical exercise, on mood and exercise. Psychophysiology 22(3).

Wilkinson, R. T. 1969. Sleep deprivation: performance tests for partial and selected sleep deprivation. Teoksessa Angus, R. G., Heslegrave, R. J., & Myles, W. S. 1985. Effects of prolonged sleep deprivation, with and without chronic physical exercise, on mood and exercise. Psychophysiology 22(3).

Williams, H. L., Lubin, A., & Goodnow, J. J. 1959. Impaired performance with acute sleep loss. Psychological monograph 73.

Yin, R. K. 1983. Case study research: design and methods. Teoksessa Syrjälä, L., & Numminen, M. 1998. Tapaustutkimus kasvatustieteessä. Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan tutkimuksia, 16-23.

Yin, R. K. 1989. Case study research: design and methods. Beverly Hills, CA: Sage.

Zervas, Y. 1990. Effect of a physical exercise session on verbal, visuospatial, and numerical ability. *Perceptual and Motor Skills* 71, 379-383.

LIITTEET

LIITE 1

MIELIALOJEN MITTAAMINEN AD ACL -MITTARILLA

Koehenkilönumero _____

pvm ___ / ___

Alla olevat adjektiivit kuvaavat tunnetilaa tai mielialaa. Ympyröi adjektiivin vieressä olevasta arviointiasteikosta se arvio, joka parhaiten kuvaa tunnetilaasi juuri tällä hetkellä.

Arviointiasteikko:	++				tunnen selvästi
		+			tunnen hieman
			?		en osaa sanoa
				ei	en tunne

Esimerkiksi:

Rentoutunut	++	+	?	ei	Tunnet itsesi selvästi rentoutuneeksi juuri tällä hetkellä
Rentoutunut	++	+	?	ei	Tunnet itsesi hieman rentoutuneeksi juuri tällä hetkellä
Rentoutunut	++	+	?	ei	Et osaa sanoa tunnetko itsesi rentoutuneeksi juuri tällä hetkellä
Rentoutunut	++	+	?	ei	Et tunne itseäsi rentoutuneeksi juuri tällä hetkellä

Täyttäessäsi kyselylomaketta toimi nopeasti. Ensimmäinen reaktiosi on yleensä paras. Lomakkeen täyttämiseen tulisi kulua ainoastaan muutama minuutti.

toimielias	++	+	?	ei
tyyni	++	+	?	ei
unelias	++	+	?	ei
hermostunut	++	+	?	ei
tarmokas	++	+	?	ei
levoton	++	+	?	ei
rauhallinen	++	+	?	ei
väsynyt	++	+	?	ei
vireä	++	+	?	ei
levossa	++	+	?	ei
torkkuva	++	+	?	ei
pelokas	++	+	?	ei
eloisa	++	+	?	ei
levollinen	++	+	?	ei
täysin valveilla	++	+	?	ei
lukossa	++	+	?	ei
rentoutunut	++	+	?	ei
innostunut	++	+	?	ei
jännittynyt	++	+	?	ei
hereillä	++	+	?	ei

LIITE 2

TEHTÄVÄÄN PANOSTAMISEN MITTAAMINEN BORGIN SKAALALLA

nimi: _____

koehenkilö nro: _____

päivä: _____

Kuinka paljon panostit edelliseen tehtävään? (merkitse rasti oheiselle pystyviivalle).

150 ---

140 ---

130 ---

120 ---

110 ---

100 ---

90 ---

80 ---

70 ---

60 ---

50 ---

40 ---

30 ---

20 ---

10 ---

0 ---

LIITE 3:

TEHTÄVÄN VÄSYTTÄVYYDEN MITTAAMINEN BORGIN SKAALALLA

nimi: _____

koehenkilö nro: _____

päivä: _____

Kuinka väsyttävä edellinen tehtävä oli? (merkitse rasti oheiselle pystyviivalle).

150 ---

140 ---

130 ---

120 ---

110 ---

100 ---

90 ---

80 ---

70 ---

60 ---

50 ---

40 ---

30 ---

20 ---

10 ---

0 ---

LIITE 4

TESTISARJAN ETENEMINEN

Name: General remarks:

Subject number:

Date:

Session number:

Stroop 100% level:

Task related remarks:

AD ACL	
Borg: fysical effort	
Borg: mental effort	
Borg: recent negative emotion	
Borg: current workload	
Borg: current workload	
Cortisol 1	
	Virheet:
Sitting to standing task	
Orienting task	
90 % Stroop	
120 % Stroop	
140 % Stroop	
Baseline	
Cortisol 2	
Borg: task related effort	
Borg: task related fatigue	

SUOSTUMUSLOMAKE

Mittaukset

Tutkimuksessa arvioidaan erilaisten stressitilanteiden (1-4) vaikutusta autonomisen hermoston toimintaan. Fyysistä ja mentaalista uupumusta simuloivat tilanteet saadaan aikaan (1) fyysisen rasituksen, (2) valvomisen, (3) salpauskokeen ja (4) pitkäaikaisen muistitehtävän avulla. Jokaisena mittauspäivänä toistetaan testisarjaa, joka sisältääfyysisen tehtävän (istumasta-seisomaannousu) ja tietokoneistettuja valinta- ja kognitiivisia tehtäviä (Stroop -päättelytehtävä ja orientaatiotehtävä). Testisarja suoritetaan ennen ja jälkeen väsymyksen aiheuttavaa suoritusta sekä elimistön palautuessa rasituksesta. Testisarjojen aikana sydänfilmi, lihasten sähköinen aktiivisuus ja ihokonduktanssi rekisteröidään pintaelektrodein. Lisäksi hengitystaajuus nauhoitetaan rintakehän liikkeitä rekisteröivän pannan ja verenpaine sormimansetin avulla. Mittauksen aikana otetaan laskimoverinäytteitä adrenaliinin, noradrenaliinin katekoliamiini- ja kortisolipitoisuuden määrittämiseksi. Mitaukset suoritetaan salpauskoe (ks. salpauskoe) lukuun ottamatta Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen tiloissa.

Mittauksiin valmistautuminen

Sinun tulee herätä 2-4 tuntia ennen mittauksen alkamista (poikkeuksena valvomistilanne). Mittauspäivää edeltävänä päivänä, eikä mittausaamuna tule tehdä mitään fyysisesti rasittavaa. Syö normaali kevyt aamiainen noin 1-1,5 h ennen mittauksen alkua. Kahvin, teen, kolajuomien ja banaanin nauttiminen edellisenä iltana ja mittausaamuna ei ole sallittua. Samoin alkoholin ja muiden päihteiden nauttiminen edeltävän vuorokauden aikana ei ole sallittua.

Salpauskoe

Ennen varsinaista mittauspäivää sinulta nauhoitetaan sydänfilmi levossa ja otetaan verinäyte kaliumin määrittystä varten. Nämä ovat rutiinitoimenpiteitä, joilla arvioidaan sydämesi toimintaa ennen salpauskoe. Rdellä mainitut esimitaukset ja varsinainen mittaus suoritetaan Torikeskuksen lääkäriasemalla (Yliopistonkatu 39, kerros 3). Parasymptaattisena salpaajana käytetään atropiinisulfaattia, jota käytetään mm. ruoansulatuskanavan vaivojen hoidossa, silmälääketieteessä, ensiapulääkkeenä. Lääkeainetta annetaan laskimoon neljänä annoksena (4x0,01mg/kg, Atropin, Leiras, Turku). Lääkeaineen injisointia ja verinäytteiden ottoa varten asetetaan laskimokanyyli.

Lääkeaineiden sivuvaikutukset

Atropiini voi aiheuttaa sivuvaikutuksia, joista koehenkilön on hyvä olla tietoinen. Näitä ovat suun kuivuminen, pupillin laajeneminen ja siitä johtuvat näköhäiriöt, silmän sisäisen paineen nousu, virtsaamisvaikutukset, sykemuutokset ja ihon kuivuminen. Sivuvaikutukset menevät ohi yleensä 3-4 tunnissa. Koehenkilön tulee ilmoittaa kaikki merkittävät poikkeavat tuntemukset tutkijoille. Mittauspäivänä mittauksen jälkeen vältettävä autolla ajoa.

Koehenkilön henkilötietoja tai mittaustuloksia ei anneta eteenpäin, niitä käytetään muihin tarkoituksiin ja kaikki tieto käsitellään luottamuksellisesti. Henkilöllisyys ei käy ilmi tutkimuksen raportoinnissa. Koehenkilö saa tutkimuksesta rahallisen korvauksen.

Tutkimuksen liittyvissä kysymyksissä voi ottaa yhteyttä PsT Joni Kettuseen (014) 213 354.

Nimi -----
Ikä -----
Sosiaaliturvatunnus -----
Puh. -----
Osoite: -----

Käytän seuraavia lääkkeitä tai lääkkeenomaisia valmisteita:

Onko sinulla todettu jokin alla mainituista sairauksista tai ilmennyt niihin liittyviä oireita:

- sepelvaltimotauti
- sydämen rytmihäiriö
- II-III -asteen eteiskammiokatkos
- hoitamaton sydämen vajaatoiminta
- kliinisesti merkittävä sisusbrakykardia
- sairas sinus -oireyhtymä
- kardiogeeninen shokki
- vaikea perifeerinen valtimoverenkierron häiriö
- tunnettu yliherkkyys valmisteelle
- glaukooma (silmänpainetauti)

ei kyllä, mikä -----

Luettuani ja ymmärrettyäni edellä olevan tekstin suostun tutkimukseen vapaaehtoiseksi koehenkilöksi ja sitoudun noudattamaan tutkijan antamia ohjeita. Voin halutessani keskeyttää osallistumiseni milloin tahansa tutkimuksen aikana.

Tutkittava: ----- paikka ja aika -----

Tutkija: -----
PsT Joni Kettunen

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Pvm/ 200... Klo

Koehenkilö on noudattanut mittauksiin valmistautuessaan tutkijan antamia ohjeita: vagaaliblokkauk-
 Koehenkilön nimi
 Koehenkilönumero

Pituus
 Paino

Rasva % bic Tric scap..... iliop..... =

huoneen lämpötila C

Lääkeaineen määrät:
 atropiinikg x 0.01mg/kg =mg

(1) perustaso

TESTISARJA klo

ortostaattinen

orientaatiotehtävä

stroop

stroop perustaso

kanyylin asettaminen
 verinäyte (adr.noradr.kor.) klo makuulla kanyylista

(2) Lääkeaineen injisointi

verenpaine Finapress mmHg
 syke Bpm

1. lääkeannos klo
verenpaine FinapressmmHg
sykeBpm

2. lääkeannos klo
verenpaine FinapressmmHg
sykeBpm

3. lääkeannos klo
verenpaine FinapressmmHg
sykeBpm

4.lääkeannos klo
verenpaine FinapressmmHg
sykeBpm

täysblokkauk-

lepojakso 5 min, istumassa klommHgBpm

TESTISARJA

ortostaattinen
orientaatiotehtävä
stroop
stroop perust.

[tauko 15 min]

verinäyte (adr.npradr.kor.)

klo istuen suoninäyte

(3) lääkeaineen poistuminen 1

TESTISARJA

klo

ortostaattinen
orientaatiotehtävä
stroop
stroop perust.

(4) lääkeaineen poistuminen 2

TESTISARJA

klo

ortostaattinen
orientaatiotehtävä
stroop
stroop perust.

(5) lääkeaineen poistuminen 3

TESTISARJA

klo

ortostaattinen
orientaatiotehtävä
stroop
stroop perust.

(6) lääkeaineen poistuminen 4

TESTISARJA

klo

ortostaattinen
orientaatiotehtävä
stroop
stroop perust.

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Pvm/ 200...

Klo

Koehenkilö on noudattanut mittauksiin valmistautuessaan tutkijan antamia ohjeita.....

Koehenkilön nimi

Koehenkilönumero

Muuta.....

stroop perustaso

TESTISARJA 1

klo

ortostaattinen

orientaatiotehtävä

stroop

stroop perustaso

verinäyte (adr.noradr.kor.)

klo

TESTISARJA 2

ortostaattinen

orientaatiotehtävä

stroop

stroop perust.

verinäyte (adr.npradr.kor.)

klo

TESTISARJA 3

klo

ortostaattinen

orientaatiotehtävä

stroop

stroop perust.

TESTISARJA 4

klo

ortostaattinen

orientaatiotehtävä

stroop

stroop perust.

TESTISARJA 5

klo

ortostaattinen

orientaatiotehtävä

stroop

stroop perust.

TESTISARJA 6

klo

ortostaattinen

orientaatiotehtävä

stroop

stroop perust.

MUUT LIITTEET:

Kuvioiden ja taulukoiden tarkat arvot ja laskentaperusteet löytyvät Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen arkistoista.