

**SYKEVAIHTELU JÄÄKIEKKOILIJAN PELIKAUDEN AI-
KAISEN KUORMITTUNEISUUDEN ILMENTÄJÄNÄ**

Tuija Valkama

Liikuntafysiologian kandidaa-
tin tutkielma LFY.A005

Kevät 2007

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaaja: Heikki Rusko

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	4
2 SYDÄMEN TOIMINNAN SÄÄTELY LEVOSSA JA RASITUKSESSA	5
2.1 Autonomisen hermoston rooli.....	5
2.2 Harjoituksen vaikutus sydämen toiminnan säätelyyn	8
2.3 Harjoittelun vaikutukset sydämen toiminnan säätelyyn.....	9
3 SYKEVAIHTELU	11
3.1 Sykevaihtelun fysiologinen tausta	11
3.2 Analysointimenetelmät	12
3.2.1 Aikakenttäanalyysi	13
3.2.2 Spektrianalyysi	14
3.2.3 Epälineaariset menetelmät: Poincaré Plot	15
4 STRESSI, PALAUTUMINEN JA YLIKUORMITUSTILA	16
4.1 Käsitteiden määrittelyä ja niiden yhteyksiä toisiinsa	16
4.2 Ylikuormitustilan mittareita.....	19
4.3 Ortostaattisen sykereaktion käyttö palautumistilan seurannassa	22
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT	24
6 TUTKIMUSMENETELMÄT	25
6.1 Koehenkilöt.....	25
6.2 Koeasetelma.....	25
6.3 Aineiston keruu	25
6.4 Aineiston analysointi	27
6.5 Tilastolliset menetelmät.....	28

7 TULOKSET	29
7.1 Maksimitestin aikaiset muuttujat	29
7.2 Ortostaattinen testi	30
7.3 Alku- ja loppuverryttely	31
7.4 Palautumis- ja mielialakysely	33
7.5 Muuttujien välisiä yhteyksiä.....	35
7.5.1 Ortostaattisen testin muuttujien yhteyksiä.....	35
7.5.2 Palautumiskyselyn muuttujien yhteyksiä	35
8 POHDINTA	36
8.1 Suorituskyky	36
8.2 Ortostaattisen testin aikaiset muuttujat ja niiden väliset yhteydet.....	37
8.3 Alku- ja loppuverryttelyn aikainen syke ja sykevaihtelu	38
8.4 Psykkinen stressi kyselyjen avulla.....	40
8.5 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet.....	41
8.6 Johtopäätökset.....	42
KIITOKSET	44
LÄHTEET	45
LIITTEET.....	49

TIIVISTELMÄ

Valkama, Tuija 2007. Sykevaihtelu jääkiekkoilijan pelikauden aikaisen kuormittuneisuuden ilmentäjänä. Liikuntafysiologian kandidaatin tutkielma. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, 50s.

Kestävyysharjoittelun on todettu lisäävän sykevaihtelua. Tällöin parasympaattinen hermosto dominoi ja sykkeet ovat matalat. Sympaattinen hermosto taas reagoi stressitilanteisiin, vähentää sykevaihtelua ja nostaa sykettä. Tämän säätelyn vuoksi sykevaihtelu tarjoaa oivallisen välineen eri kuormitustilojen tutkimiseen. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin Mestis-tason jääkiekkoilijoiden kuormittuneisuutta pelikauden aikana sykkeen ja sykevaihtelun avulla. Lisäksi tarkasteltiin jääkiekkoilijoiden kestävyysominaisuuksia ja subjektiivisesti koettua kuormittuneisuutta.

Testattavina oli seitsemän miesjääkiekkoilijaa (24.8 ± 2.8 vuotta, 179.4 ± 5.0 cm, 82.1 ± 4.9 kg). Testattavia valittiin joukkueen jokaisesta kentästä siten, että testattavina oli puolustavia ja hyökkäviä pelaajia sekä maalivahti. Testipäivät sijoituivat kauden puoliväliin (20.12.2004), jota olivat edeltäneet tiiviit harjoitus- ja peliviikot, ja kauden jälkeen huhtikuulle (28.4.2005), jota edelsi loma- ja harjoitteluviikot. Testipatteristo sisälsi palautumis- ja mielialakyselyt, ortostaattisen testin ja maksimaalisen epäsuoran hapenotto-testin alku- ja loppuverryttelyineen. Näistä kaikista kuormitustiloista kerättiin syke- ja sykevaihtelutiedot Polar Electron S810 tai S810i sykevästäänottimilla. Analysoinnissa käytettiin Polar Presicion Performance analysointiohjelmia (Polar Electro, Kempele, Finland).

Kauden aikaisessa maksimaalisessa kuormituskokeessa HR_{maks} ($p=0.02$) ja submaksimaaliset sykkeet ($p<0.05$) olivat matalampia, ja P_{maks} ($p=0.002$), VO_{2teor} ($p=0.008$) ja LA_{maks} ($p=0.047$) suurempia kuin kauden jälkeen. Ortostaattisen testin syke-ero (seisomasyke-leposyke) oli pienempi kauden aikana kuin kauden jälkeen ($p=0.029$). Mitä pienempi syke-ero kauden aikana oli, sitä suurempi oli itse arvioitu fyysinen palautuminen ($p=0.045$). Lisäksi mitä korkeampi leposyke oli, sitä korkeampi oli seisomasyke ($p<0.01$) ja sitä pienemmät olivat parasympaattista aktiivisuutta kuvaavat arvot istumisen ja seisomisen aikana ($p<0.05$). Loppuverryttelysyke oli matalampi kauden aikana kuin kauden jälkeen ($p=0.005$). Parasympaattista aktiivisuutta kuvaavat sykevaihtelumuuttujat olivat loppuverryttelyn aikana suuremmat kauden aikana kuin kauden jälkeen ($p=0.005$). Kauden aikaiset parasympaattista aktiivisuutta kuvaavat sykevaihtelumuuttujat lepotilassa olivat yhteydessä kauden jälkeiseen korkeaan fyysiseen palautumiseen ($p<0.05$). Itse arvioitu psyykinen palautuminen oli suurempaa kauden jälkeen ($p=0.03$), jolloin myös mieliala oli selvästi positiivisempi kuin kauden aikana.

Pelikauden aikaiset sykevaihtelumuutokset eivät tämän tutkimuksen mukaan ole jääkiekkoilijoilla merkittäviä. Kuitenkin parasympaattista aktiivisuutta saattaa olla enemmän kauden aikana kuin kauden jälkeen. Hyvän kestävyyskunnan ja sitä myötä lisääntyneen parasympaattisen aktiivisuuden positiivisia vaikutuksia jääkiekkoilijan kuormittuneisuuteen ei voida kiistää. Parasympaattinen aktiivisuus lisää stressinsietokykyä, ehkäisee ylikuormitustilaa ja parantaa palautumista koko pelikauden aikana. Sykevaihtelu tuo arvokasta tietoa jääkiekkoilijan pelikauden aikaisesta kuormittuneisuudesta.

Avainsanat: sykevaihtelu, syke, kuormittuneisuus, stressi, palautuminen, jääkiekko

1 JOHDANTO

Jääkiekkokauden aikana, kun pelejä on jopa kolme kertaa viikossa, harjoittelun aikatauluttaminen ylläpitämään kestävyyttä ja voimaa sekä toisaalta tarjoamaan tarpeeksi palautumisaikaa peleistä on jääkiekkoilijoille haasteellista. Lisäksi kauden lopulla pudotuspeleissä joukkueen tulisi olla sekä pelillisesti että fyysisiltä ominaisuuksiltaan huipussaan (Montgomery 2000, 815–226). Tuloksellisen harjoitusvaikutuksen aikaansaanti vaatii suunnitelmallista harjoittelua, johon liittyy oman kehon ja mielen seuranta, sillä urheilijan kuormitus muodostuu fyysisen harjoittelun lisäksi myös harjoittelun ulkopuolisesta stressistä. Urheilijan psykofyysinen tasapaino voi häiriintyä stressin ja siitä palautumisen epäsuhteesta.

Harjoittelua suunnitellaan, seurataan ja arvioidaan paljon sykkeiden avulla. Tämä on nykyään helppoa sykemittarien ja näiden analysointiohjelmien avulla. Syke tarjoaakin oivallisen objektiivisen välineen harjoitteluvasteiden tutkimiseen. Lisäksi nykyään tiedetään, että sydämen lyöntien välinen aika kertoo paljon ihmisen psykofyysisestä tasapainosta (autonomisen hermoston tilasta). Sydämen toimintaa säätelevä autonominen hermosto jakautuu parasympaattiseen ja sympaattiseen haaraan. Sydämen lyöntien välisen ajan on huomattu ilmentävän autonomisen hermoston toiminnan tilaa. Kun perätkäisten sydämen lyöntien välinen aika vaihtelee, sanotaan sykevaihtelua olevan paljon. Parasympaattinen hermosto on aktiivinen levossa, lisää sykevaihtelua ja pitää sykkeen matalalla. Sympaattinen hermosto taasen reagoi stressitilanteisiin, vähentää sykevaihtelua ja nostaa sykettä. Tämän säätelyn vuoksi sykevaihtelu tarjoaa oivallisen välineen eri kuormitustilojen tutkimiseen. Lisäksi kestävyysharjoittelun on todettu lisäävän parasympaattista aktiivisuutta (esim. De Meersman 1993, Tulppo ym. 1998, Sandercock ym. 2005), joka aikaansaa monia terveyden kannalta positiivisia muutoksia sydämen ja verenkiertoelimistön toiminnassa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella Mestis-tason jääkiekkoilijoiden kuormittuneisuutta pelikauden aikana. Kuormittuneisuutta arvioidaan objektiivisesti eri kuormitustilojen aikaisen sykkeen ja sykevaihtelun avulla. Lisäksi tarkastellaan jääkiekkoilijoiden kestävyysominaisuuksia ja subjektiivisesti koettua kuormittuneisuutta.

2 SYDÄMEN TOIMINNAN SÄÄTELY LEVOSSA JA RASITUKSESSA

Veri voi täyttää monipuoliset tehtävänsä vain virratessaan elimistön läpi. Tästä huolehtii sydän, jonka pumppausvoima perustuu sydänlihaksen supistumiseen. Sydän sykkii säännöllisesti, koska se muodostaa aktiopotentiaaleja itse. Sinussolmuke ohjaa koko sydämen normaalia supistumista. Kumpikin sydänpuolisko jakautuu eteiseen ja kammioon. Kammio on tehokas pumppu, ja eteinen pääasiassa verivarasto, joka toimii myös pumppuna. Sydämen toimintakierto jakautuu kahteen päävaiheeseen: kammioden vellostumiseen (diastole) ja kammioden supistumisvaiheeseen (systole). Kun sydänlihas supistuu, paine sydänonteloissa suurenee ja veri virtaa avautuneiden läppien läpi. Sydämen oikea puolisko pumppaa verta pieneen verenkiertoon (keuhkoverenkierto) ja vasen puolisko isoon verenkiertoon (systemiseen verenkierto). (Haug ym. 1999; 254–258, 265.)

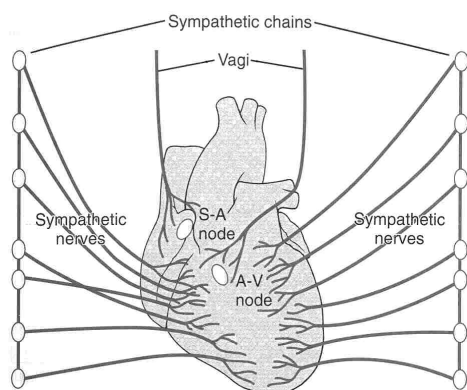
Sydämen toiminnan säätely on vaste muuttuville sydämeen tuleville verivolyymeille. Sydämen aorttaan pumppaama verimäärä minuutissa eli sydämen minuuttitulavuus määräytyy sydämen iskutilavuuden ja sykkeen tulosta. Laskimopaluu eli laskimoista sydämen oikeaan eteiseen palautuva verimäärä on kaikkien paikallisten verenkiertojen summa. Sydän pumppaa kaiken laskimoista tulevan veren automaattisesti valtimoihin, jotta verenkierto olisi jatkuvaa. Sydämen kykyä mukautua sinne tuleviin muuttuviin verivolyymeihin kutsutaan sydämen Frank-Starlingin mekanismiksi; mitä suurempi venytys sydänlihakselle sydämen täyttymisen aikana sitä suurempi voima työntää tulleen verimäärän aorttaan. Minuuttitulavuutta säätelee myös autonominen hermosto, joka kontrolloi sykettä ja sydämen pumppausvoimaa. (Guyton & Hall 2000; 103–104, 210–211.)

2.1 Autonomisen hermoston rooli

Ilman hermoston ja hormonien vaikutusta ihmissydän löisi noin 100 kertaa minuutissa. Todellinen lyöntitiheys on paljon hitaampi tai nopeampi hermoston ja hormonien vai-

kuttaessa sinussolmukkeen impulssintuotantoon. (Haug ym. 1999; 270.) Sydämen hermostollinen säätely aikaansaa minuuttitilavuuden vaihtelut sykettä ja sydämen supistumisvoimaa muuttamalla. Tätä kontrolloivat sympaattinen ja parasympaattinen hermosto. Sympaattinen stimulaatio nostaa sykettä ja kasvattaa sydämen supistumisvoimaa, jolloin minuuttitilavuus pystyy kasvamaan yli kaksinkertaiseksi sydämen Frank-Starlingin mekanismin takia. (Guyton & Hall 2000; 105.) Sydämeen tulevien sympaattisten hermosyiden ärsytys ja lisääntynyt adrenaliinin ja noradrenaliinin vapautuminen lisämunuaisytimestä vaikuttavat sinussolmukkeen solujen kalvojännitteeseen siten, että aktiopotentialin laukeamiskynnys saavutetaan nopeammin, jolloin sydämen syke nopeutuu (Haug ym. 1999; 270). Parasympaattinen stimulus laskee sykettä, muttei vaikuta niinkään sydämen supistumistehoon, sillä parasympaattiset hermosolut ovat jakautuneet lähinnä sydämen eteisiin eivätkä kammioihin (ks. kuva 1). Parasympaattinen stimulus laskee minuuttitilavuutta (maksimaalisena jopa lähelle nollaa). (Guyton & Hall 2000; 105.)

Suurin osa sympaattisista ganglioista on järjestynyt päällekkäin helminauhan tavoin selkärangan kummallekin puolelle (ks. kuva 1). Näitä ketjuja kutsutaan sympaattisiksi hermorungoiksi. Parasympaattiset syyt lähtevät aivorungosta aivohermojen mukana. Erityisen merkittävä on kymmenes aivohermo, vagusherho, joka vie parasympaattisia syitä laajalle alueelle elimistössä. (Haug ym. 1999; 134.)



KUVA 1. Sydämen hermotus; vagi on parasympaattinen hermotus (Guyton & Hall 2000; 105).

Elimissä, joihin tulee vain sympaattisia tai parasympaattisia hermosyitä vaikutus voi olla estävä tai kiihdyttävä, mutta koko ajan päällä on tietty vaikutus eli tonus. Tällä tavoin sympaattinen hermosto säätelee esimerkiksi verisuonten läpimittaa. Sympaattisella ja parasympaattisella hermostolla on yleensä vastakkainen vaikutus niissä elimissä, joi-

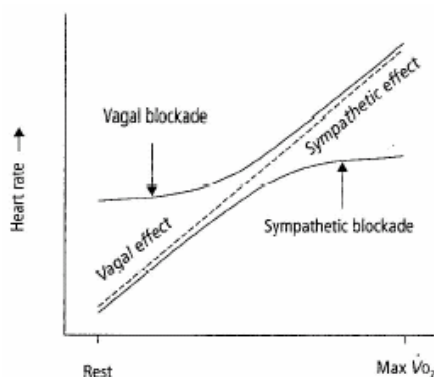
hin tulee molempia hermotyyppejä; esimerkiksi sydämessä sympaattinen hermosto kiihdyttää sykettä ja parasympaattinen laskee sitä. (Haug ym. 1999; 138–139.) Hermot eivät kuitenkaan vaikuta vain sydämen lyöntitiheyteen ja lyöntivoimaan vaan myös mekaanisen tai kemiallisen stimuluksen refleksivasteisiin, jotka vaikuttavat sekä sydämeen itseensä, mutta myös verisuonien supistuneisuuteen. Nämä neuraaliset hermoradat ovat myös läheisesti yhteydessä baroreseptorien toimintaan, jossa säätelevänä tekijänä on verenpaineen vaihtelu. (Aubert ym. 2003.)

Autonominen hermosto ylläpitää elimistön sisäistä tasapainoa eli homeostaasia. Sen säätelemiä homeostaattisia tekijöitä ovat esimerkiksi ruumiinlämpö, verenpaine ja hapen, hiilidioksidin ja glukoosin pitoisuuksien säätely veressä. Toinen tärkeä päätehtävä autonomisella hermostolla on saada elimistön voimavarat tehokkaasti käyttöön stressitilanteissa ja ulkoisen vaaran uhatessa. Sympaattinen hermosto parantaa elimistön fyysistä suorituskykyä, ja se aktivoituu erityyppisen stressin aikana ja fyysisesti vaativissa tilanteissa. Parasympaattinen hermosto puolestaan toimii aktiivisemmin levossa, ja se stimuloi muun muassa ruoansulatuselimistöä ja elimistön varastojen kartuttamista. (Haug ym. 1999; 133–134.)

Sympaattinen stressivaste. Sympaattiset gangliot ovat liittyneet yhteen helminauhaksi, jonka vuoksi sympaattinen hermosto ei voi vaikuttaa paikallisesti vain yhteen kohde-elimeseen. Tämän lisäksi sympaattisia hermosyitä tulee suoraan selkäytimestä lisämunuaisyttimeen. Näiden hermosyiden välittäjäaineet vapautuvat suoraan verenkiertoon ja kulkevat hormonin tavoin (adrenaliini ja noradrenaliini). (Haug ym. 1999; 134, 138.) Sympaattinen aktiivisuus lisää elimistön vireystilaa ja mahdollistaa suoriutumisen fyysisesti raskaimmista tilanteista. Yleensä sympaattinen aktiivisuus kiihtyy psyykkisen tai fyysisen stressin takia, ja siksi sympaattisen hermoston onkin sanottu toimivan lisäämään kehon stressinsietokykyä. Tätä kutsutaan sympaattiseksi stressivasteeksi. Autonominen hermoston viskeraalisten toimintojen ohjaus on nopeaa ja intensiivistä; se voi kaksinkertaistaa normaalin sykkeen muutamassa sekunnissa, kaksinkertaistaa verenpaineen 10–15 sekunnissa tai muutamassa sekunnissa laskea verenpainetta niin, että se johtaa pyörtymiseen. (Guyton & Hall 2000; 697, 706.)

2.2 Harjoituksen vaikutus sydämen toiminnan säätelyyn

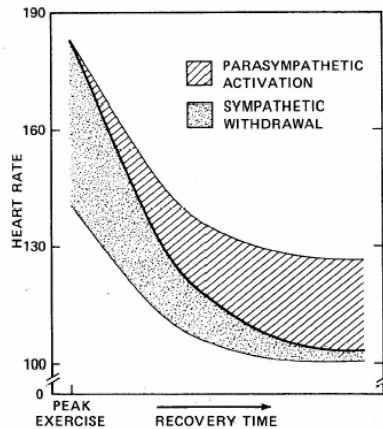
Harjoituksen aikana minuuttitilavuus voi kasvaa jopa seitsenkertaiseksi. Tämä on mahdollista sydämen läpi virtaavan verivolyymin säätelyllä ja sykkeen ja sydämen pumppausvoiman säätelyllä. (Guyton & Hall 2000; 103.) Aivan harjoituksen alussa syke nousee, kun parasympaattinen aktiivisuus vähenee. Sen jälkeen sykkeen nousu johtuu sekä parasympaattisen aktiivisuuden väistymisestä että sympaattisesta aktiivisuuden noususta (kuva 2) (Aubert ym. 2003, Javorsky ym. 2003).



KUVA 2. Kuvaaja sykkeen noususta harjoituksen aikana. Kuvassa esitetty myös se, miten käyrälle käy, jos parasympaattinen tai sympaattinen aktiivisuus "blokataan" eli poistetaan. (Stomme ym. 2003.)

Sydämen pumppausvoima kasvaa ja syke lähtee nousemaan. Samalla useat tekijät johtavat laskimopaluun kasvuun ja sitä kautta minuuttitilavuuden kasvuun, jolla turvataan työskentelevien lihasten hapen ja muiden ravinteiden lisääntynyt tarve. Perifeeriset verisuonet supistuvat ja veri ohjataan aktiivisille lihaksille, joiden verisuonet ovat laajentuneet. Sympaattisen aktiivisuuden tärkein vaikutus harjoituksen aikana on nostaa valtimoverenpainetta ja näin tehostaa veren virtausta. (Guyton & Hall 2000; 224.) Tulppo ym. (1996) havaitsivat, että uupumukseen saakka viedyn polkupyöräergometritestin avulla määritellyn ventilatorisen kynnyksen jälkeen sykevaihtelu loppui, joka vahvistaisi yhteyttä ventilatorisen kynnyksen ja autonomisen hermoston aktiivisuuden välillä (Tulppo ym. 1996). Myöhemmin Tulppo ym. (1998) määrittelivät, että vagusmodulaatio häviää 50–60% VO_{2max}-arvosta (Tulppo ym. 1998). Kun harjoitus päättyy, sympaattinen aktiivisuus poistuu ja parasympaattinen hermosto aktivoituu (kuva 3), jolloin syke ja minuuttitilavuus laskevat ja verenpaine palautuu normaaliksi. Hitaammin metaboreseptoreita ja baroreseptoreita stimuloi metaboliittien, kehon lämpötilan ja katekoliamiinien poisto, ja nämä vaikuttavat sykkeen laskuun harjoituksen jälkeen. (Javorka ym. 2003). Harjoituksen jälkeisestä välittömästä sykkeen laskusta vastaa parasympaattisen aktiivi-

suuden nousu (Perini & Veicsteinas 2003). Autonomista hermostoa pystytään mittaamaan luotettavasti palautumisen aikana, kun sydän- ja verenkierröllinen kontrolli palautuvat (Perini & Veicsteinas 2003). Terveillä ihmisillä parasympaattinen aktiivisuus väistyy harjoituksen aikana ja palautuu harjoituksen jälkeen (Arai ym. 1989).



KUVA 3. Kaavakuva siitä, miten sympaattinen aktiivisuus häviää ja parasympaattinen aktiivisuus kasvaa jälleen palautumisen aikana. (Savin ym. 1989). Kuvassa aliarvioituu parasympaattisen aktiivisuuden nousun rooli harjoituksen jälkeisen välittömän sykkeen laskun aiheuttajana (Perini & Veicsteinas 2003).

Hautala ym. (2004) tutkimuksissa pitkäkestoisen raskaan liikuntasuorituksen jälkeen parasympaattisen aktiivisuuden palautuminen takaisin liikuntasuoritusta edeltävälle tasolle oli yhteydessä kestävyyskuntoon; mitä parempi kunto oli, sitä nopeampi oli parasympaattisen aktiivisuuden palautuminen lähtötasolle (Hautala ym. 2004). Viivästynyt sykkeen lasku ensimmäisten palautumisminuuttien aikana voi kertoa heikentyneestä parasympaattisesta aktiivisuudesta ja ennustaa kuolleisuutta (Cole ym. 1999).

2.3 Harjoittelun vaikutukset sydämen toiminnan säätelyyn

Fyysisellä aktiivisuudella on positiivisia vaikutuksia sydän- ja verenkiertoelimistölle. Nämä vaikutukset riippuvat harjoituksen intensiteetistä ja harjoitustyypistä. Kestävyysharjoittelu parantaa sydämen kykyä pumpata harjoittelun myötä kasvanutta verivolyymia, koska loppudiaistolinen tilavuus kasvaa ja vasemman kammion massa kasvaa hieman. Nämä mahdollistavat iskutilavuuden kasvun ja samalla minuuttitilavuuden kasvun ja verenkierto paranee. Maksimisykkeen on tutkittu pysyvän samana tai laskevan hieman harjoittelun vaikutuksesta. Näiden rakenteellisten adaptaatioiden lisäksi kestävyysharjoittelu saa aikaan positiivisia solutason muutoksia niin sydänlihaksessa kuin luurankoliikaksessa: esimerkiksi kapillaaritiheys lisääntyy, mitokondrioiden koko ja määrä lisääntyy ja oksidatiivisten entsyymien määrä kasvaa. Samalla verimäärä jakau-

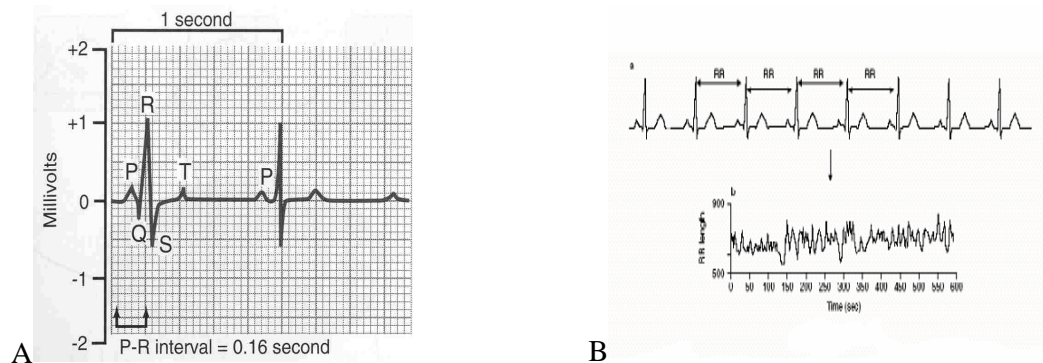
tuu tehokkaasti työskenteleville lihaksille. Nämä kaikki yhdessä hengityselimistön adaptaatioiden kanssa mahdollistavat suuremman maksimaalisen aerobisen tehon ($VO_{2\text{maks}}$). (Stromme et al. 2003.)

Kestävyysharjoittelu pienentää sydämen rasitusta laskemalla leposykettä, verenpainetta ja submaksimaalisia sykkeitä sympatovagaalisen tasapainon kääntyessä enemmän parasympaattiseen aktivaatioon. Tämä voi johtua pienemmistä metaboliittipitoisuuksista, jotka vähentävät refleksisignaaleja ja katekoliamiinien (joita sympaattinen hermostus vapauttaa) vähentyneestä erityksestä submaksimaalisessa rasituksessa. (Zavorsky et al. 2000, Aubert ym. 2003, Stromme et al. 2003.) Sydämen rakenteelliset muutokset ja verivolyymien kasvu aktivoivat baroreseptoreja, jotka lisäävät parasympaattista aktivaatiota. Kestävyysurheilu saattaa sydämen alttiiksi asetyylikoliinille, joka toimii parasympaattisen hermoston välittäjäaineena. Näiden harjoitusadaptaation myötä myös leposykkeen lasku mahdollistuu. Koska kestävyystyyppisen harjoittelun myötä sydämen iskutilavuus kasvaa, urheilijan on mahdollista pitää optimaalinen minuuttitulavuus levossa, vaikka syke onkin matalampi. (Stromme et al. 2003, McArdle ym. 2001; 347.) Sandercock ym. (2005) tulivat meta-analyysissään siihen tulokseen, että monet muutkin tekijät ovat syynä harjoittelun aiheuttamaan hidasllyöntisyyteen (Sandercock ym. 2005). Sydämen sisäisen rytmin muutosta on ehdotettu yhtä tärkeäksi tekijäksi (Katona ym. 1980, Bonaduce ym. 1998).

De Meersman (1993) havaitsi tutkimuksessaan, että säännöllinen aerobinen harjoittelu ylläpitää lisääntyntä parasympaattista aktiivisuutta aktiivisilla ikääntyvillä miehillä inaktiiviseen vertaisryhmään verrattuna (De Meersman 1993). Parasympaattisen hermoston aktiivisuuden dominointia voidaan kutsua nonfarmakologiseksi sydäntä suojelevaksi tekijäksi, sillä parasympaattisen hermoston dominoidessa sydän ei ole kuormitettu (De Meersman 1993, Tulppo ym. 1998). Hyväkuntoisilla keski-ikäisillä miehillä on löydetty lisääntynyt vagusmodulaatio harjoituksen aikana huonokuntoisiin nähden. Tämän mukaan fyysinen aktiivisuus olisi yhteydessä harjoituksen aikaiseen sykevaihdeluun, ja että ikä vaikuttaisi sykevaihdeluun laskevasti levossa, ei niinkään rasituksessa. (Tulppo ym. 1998, Sandercock ym. 2005.) Uusitalo ym. (2004) eivät löytäneet eroja sykevaihdelumuuttujissa viiden vuoden kevyen harjoittelun jälkeen ikääntyvillä miehillä (Uusitalo ym. 2004).

3 SYKEVAIHTELU

Sykevaihtelu havaitaan tutkimalla peräkkäisten sydämen lyöntien EKG:ssä erottuvien QRS-kompleksin sisältämien R-piikkien välistä aikaa eli RR-intervallia (kuva 4A ja 4B) (Achten & Jeukendrup 2003). Sydämen lyöntien välisen ajan vaihtelua kutsutaan sykevaihteluksi (Laitio ym. 2001). Sydämen sykevaihtelu eli sydämen syketaajuuden vaihtelu heijastaa autonomisen hermoston ja muiden fysiologisten säätelyjärjestelmien vaikutuksia sydämeen (Huikuri ym. 1995). R-piikki eli syke kuvaa kammioiden supistumista.



KUVA 4. A) Normaali elektrokardiogrammi (Guyton & Hall 2000; 115); B) R-R -väleistä tehty takogrammi (x-akselilla aika (s), y-akselilla R-R -välin pituus (ms)) (Aubert ym. 2003).

Sydämen syke ei ole täysin säännöllistä vaan siinä esiintyy jatkuvasti eritaajuisia syklisiä vaihtelua, jonka aiheuttaa pääasiassa autonomisen hermoston välittämä säätely. Tällainen syklinen vaihtelu jaetaan yleensä kolmeen komponenttiin: respiratoriseen komponenttiin, verenpaineen säätelymekanismeista johtuvaan komponenttiin ja taajuudeltaan pienempään komponenttiin, jonka alkuperä on huonoiten tunnettu. (Forsström & Antila 1989.)

3.1 Sykevaihtelun fysiologinen tausta

Sisäänhengityksen aikana syketaajuus nousee ja uloshengityksen aikana laskee. Tätä kutsutaan *respiratoriseksi sinusarytmiaksi*, joka vastaa hengitystaajuutta (lepo hengitystaajuus ihmisellä 0,2–0,25 Hz). (Forsström & Antila 1989.) Atropiini (parasympaattisen hermoston aktiivisuuden sulkija) poistaa respiratorisen sinusarytmian lähes täysin. Tä-

mä osoittaa, että hengityksen aiheuttama sykevaihtelu on parasympaattisen hermoston säätelemää. (Forsström & Antila 1989, Tulppo ym. 1996.) Sydämen sykevaihtelun suuritaajuiset muutokset (high-frequency power, HF, 0.15–0.40 Hz), jotka johtuvat hengityksestä, muodostuvat 3-8 sekunnin välein toistuvista hengitysvaiheista, joita sydämen lyöntien välit seuraavat. Suuritaajuisia sykevaihtelua säätelevät pääasiassa keuhkoissa toimivat reseptorit ja osittain keskushermoston toiminta. (Huikuri ym. 1995.)

Toinen selvästi syklinen komponentti sykevaihtelussa on verenpaineen säätelystä johtuva, taajuudeltaan noin 0,1 Hz:n vaihtelu (Forsström & Antila 1989). Tämä baroheijaste-kaaren negatiivisesta palautteesta johtuva pienitaajuinen vaihtelu (low-frequency power, LF, 0.04–0.15 Hz) välittyy sekä parasympaattisen että sympaattisen aktiivisuuden mukaan pystyasennossa ja pääosin parasympaattisen aktiivisuuden mukaan makuuasennossa. Pienitaajuinen vaihtelu muodostuu verenpaineen 8-25 sekunnin jaksoissa tapahtuvasta vaihtelusta, joka baroheijasteen välityksellä aiheuttaa sykevälien periodista vaihtelua. Pienitaajuisia sykevaihtelua säätelee pääosin baroreseptorit, sydämen mekanoreseptorit ja kemoreseptorit, joita sijaitsee suurissa verisuonissa, ääreisverisuonistossa ja sydämen kammioissa. (Huikuri ym. 1995.)

Kolmantena taajuusalueena ovat 0,1 Hz hitaammat taajuudet, jonka alueella vaikuttavat monet hitaat säätelymekanismit. Niistä parhaiten tunnettu on lämmönsäätelystä johtuva vaihtelu taajuusalueella 0,03–0,05 Hz (Forsström & Antila 1989.) Hyvin pienitaajuisen sykevaihtelun (very-low/ultra-low frequency power, VLF, <0.04 Hz) fysiologiaa ei tarkasti tunneta, mutta se määräytyy ainakin osittain autonomisen hermoston toiminnan mukaan. Muita hyvin pienitaajuiseen sykevaihteluun vaikuttavia tekijöitä ääreisverisuonten vastus, vasomotorinen aktiivisuus sekä perifeerisen verenkierron lämmönsäätely ja mahdollisesti myös reniini-angiotensiinijärjestelmä. (Huikuri ym. 1995.)

3.2 Analysointimenetelmät

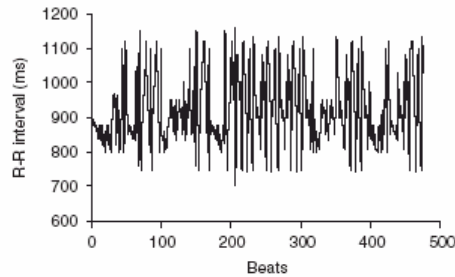
Sydämen sykevaihtelua voidaan analysoida lyhyt- tai pitkäaikaisista EKG-rekisteröinneistä. Lyhytaikaisia rekisteröintejä käytetään erityyppisten autonomisen hermoston toimintakokeiden yhteydessä (esimerkiksi Valsalvan-, syvänhengitys- ja

ortostaattinen koe). Pitkäaikaisrekisteröinti (yleensä 24 tuntia) on käyttökelpoinen kliiniseen työhön ja tieteelliseen tutkimukseen, ja sen etuina voidaan pitää hyvää toistettavuutta ja sitä, että pitkältä ajanjaksolta pystytään analysoimaan myös pienitaajuiset sykevaihtelut. Sykevaihtelumittausten tärkein sovellus kliinisessä työssä on muun muassa sydäninfarktin jälkeisessä monitoroinnissa. (Huikuri ym. 1995.)

Syklisten komponenttien erottaminen sykesignaalista vaatii erilaisten aikasarja-analyysien käyttämistä, jonka vuoksi epäjatkuva syketaajuussignaali on muutettava jatkuvaksi matemaattisin menetelmin (Forsström & Antila 1989). Sykkeen talletuksen on oltava hyvänlaatuista ja tasaista, laadultaan ja kestoltaan vähintään 5 minuuttia (mielellään 10 minuuttia) ja siitä eteenpäin aina yön ja päivän kattavaan 24 tunnin tallennukseen (Aubert ym. 2003). Mittaus voidaan tehdä lineaarisilla tai epälineaarilla menetelmillä. Lineaariset spektrianalyysimenetelmät antavat tietoa sydämen fysiologisista säätelyjärjestelmistä. Yksinkertaisimpia lineaarisia aikakenttäanalyysejä voidaan käyttää kliinisessä työssä. (Huikuri ym. 1995.) Matemaattisesti pidemmälle vietyjä menetelmiä kutsutaan epälineaariksi menetelmiksi, mutta nimitys on harhaanjohtava, sillä ne eivät ole epälinearisempia kuin spektrianalyysitkään. Nimitys tulee olettamuksesta, että aikasarjan tuottanut systeemi on epälineaarinen, jollainen sykevaihteluaikeasarjan synnyttämä systeemi saattaa olla. Tämän vuoksi epälineaarilla menetelmillä voidaan havaita sykevaihtelun dynamiikassa muotoja, joita ei lineaarisilla menetelmillä pystytä havaitsemaan. (Laitio ym. 2001.)

3.2.1 Aikakenttäanalyysi

Aikakenttäanalyysi (time domain) on yksinkertainen analyysi RR-intervallijaksoista tai niiden eroista. Tavallisesti siinä lasketaan RR-intervallijaksojen keskiarvo ja keskihajonta (SDNN) (kuva 5). Nämä muuttujat mittaavat sekä parasympaattisen että sympaattisen hermoston aiheuttamaa kokonaissykevaihtelua. Perättäisten RR-intervallien eroja voidaan mitata laskemalla RR-välien osuus, jotka poikkeavat yli 50 millisekuntia toisistaan (NN50) tai laskemalla perättäisten RR-intervallien erotuksen neliöjuuri (RMSSD). Nämä suuret mittaavat lähinnä parasympaattista aktiivisuutta ja hengityksen aiheuttamaa vaihtelua. (Laitio ym. 2001, Task Force 1996, Achten & Jeukendrup 2003.)

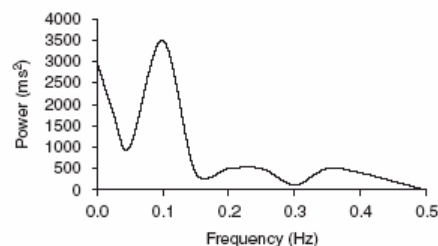


R-R intervals in time-domain	
AverageNN (ms)	Average of all normal R-R intervals
SDNN (ms)	Standard deviation of all normal R-R intervals
r-MSSD (ms)	Root mean square successive difference
pNN-50 index (%)	Percentage of differences between adjacent normal R-R intervals that are >50ms

KUVA 5. Seitsemän minuutin mittainen takogrammi (lepotila, yhteensä noin 500 lyöntiä) (Achten & Jeukendrup 2003).

3.2.2 Spektrianalyysi

Spektri- eli taajuuskenttäanalyysi (frequency-domain) voidaan tehdä lyhyistä tai pitkistä digitaalisista EKG-rekisteröinneistä. Tämä vaatii sen, että analoginen data digitalisoidaan, jonka jälkeen data tallennetaan tietokoneelle takogrammina, josta tehdään spektrianalyysi. EKG-rekisteröinnin tulee olla tarkka ja stationaarinen (signaalin perustasossa ei tapahdu muutoksia). Nauhoitus jaetaan tavallisesti 256 tai 512 lyönnin jaksoihin. Sykevaihtelun eri taajuuksien määrä (korkeataajuuksinen vaihtelu HF >0.15 Hz, matalataajuuksinen vaihtelu LF 0.04–0.15 Hz ja erittäin matalataajuuksinen vaihtelu VLF <0.04 Hz) mitataan, jonka jälkeen vaihtelun voima eli vaihtelun amplitudin neliö lasketaan kullekin sovitulle taajuuskaistalle (kuva 6).



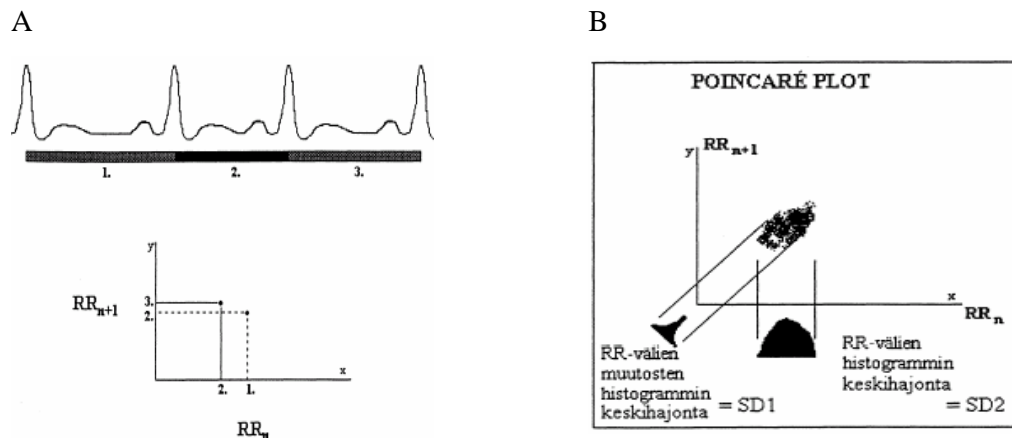
R-R intervals in frequency-domain	
Total power (ms ²)	The power in the heart rate power spectrum between 0.00066 and 0.34Hz
VLFP (ms ²)	The power in the heart rate power spectrum between 0.0033 and 0.04Hz
LFP (ms ²)	The power in the heart rate power spectrum between 0.04 and 0.15Hz
HFP (ms ²)	The power in the heart rate power spectrum between 0.15 and 0.36Hz
LFP : HFP ratio	

KUVA 6. Tehospektri: vaihtelun määrä (power) frekvenssin funktiona (Achten & Jeukendrup 2003).

Spektrit määritellään joko Fast Fourier transformaatiolla, autoregressiivimenetelmällä tai wavelet-muunnoksella. (Laitio ym. 2001, Task Force 1996, Achten & Jeukendrup 2003.) Uusin sykevaihtelun laskentamenetelmä on dynaamisten sykevälisignaalien käsittelyyn kehitetty Short-time Fourier Transform –algoritmi, joka muodostaa sykevälisignaalista aika-taajuus-jakauman (Martinmäki ym. 2004). Spektrianalyysi erottaa aikakenttäanalyysistä paremmin parasympaattisen ja sympaattisen aktiivisuuden aiheuttaman sykevaihtelun toisistaan, ja se kykenee jossain määrin myös mittaamaan sympatovagaalista tasapainoa. (Laitio ym. 2001).

3.2.3 Epälineaarit menetelmät: Poincaré Plot

Poincaré Plot eli paluukuvaus on kaksiulotteinen vektorianalyysi, jossa jokainen RR-intervalli merkitään pisteellä xy-koordinaalle edellisen RR-intervallin funktiona siten, että vaaka-akselilla on aina edellinen arvo ja y-akselilla sitä seuraava arvo (kuva 7A). Tuloksena saadaan yksi suuri pistejoukko, joista tehdään visuaalinen analyysi. Terveellä ihmisellä pistejoukko on komeetan mallinen. Satunnaisen sykedynaamiikan pistejoukko on bumerangimainen, hevosenkenkämäinen tai monimuotoinen. (Laitio ym. 2001.) Kvantitatiivisessa analyysissä pistejoukon päälle asetetaan kohtisuoraan toisiaan vasten kaksi akselia, joiden keskipiste sijaitsee keskimääräisen sykevaihtelun kohdalla (kuva 7B). Näistä poikittainen akseli mittaa välitöntä lyönti-lyönniltä vaihtelua, joka lasketaan pistedatan keskihajontana horisontaalisen akselin ympärillä (SD1). SD1 kuvaa pääasiasa parasympaattista säätelyä. Pitkittäisen akselin keskihajonta kuvaa jatkuvaa pitkänajan sykevaihtelua (SD2). SD2 kuvaa sekä sympaattista että parasympaattista aktiivisuutta tulkinnan ollen hieman vaikeaa. (Laitio ym. 2001.)



KUVA 7. A) Pistejoukon teko B) kvantitatiivinen analyysi (Kalliokoski K. 1998).

4 STRESSI, PALAUTUMINEN JA YLIKUORMITUSTILA

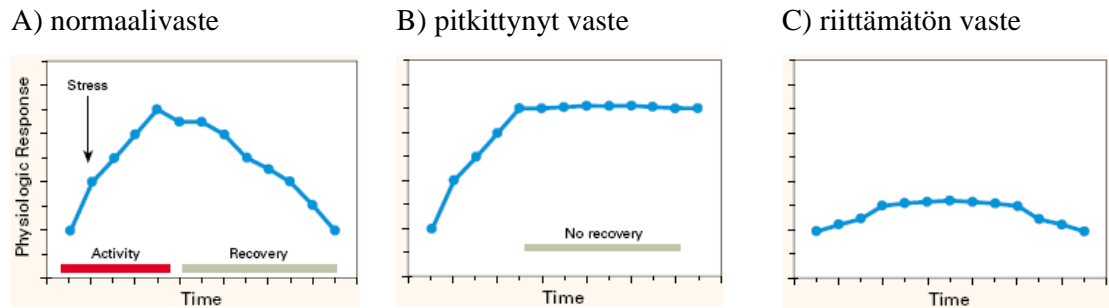
4.1 Käsitteiden määrittelyä ja niiden yhteyksiä toisiinsa

Stressin käsitteestä. Stressi on biologisen ja psykologisen systeemin (psykofyysisen tasapainon) epätasapainottaja. Psykofyysinen epätasapaino on tuloksena liian korkeista tai matalista vaatimuksista, ja se voi johtaa ylikuormittumiseen. Samat kuormittavat tekijät (stressorit) voivat aiheuttaa eriasteista stressiä. Kyse on yksilöllisestä vasteesta, ja siitä, miten stressiin suhtaudutaan; synnytetäänkö vai ehkäistäänkö sitä. Stressillä voi siis olla positiivisia tai negatiivisia vaikutuksia riippuen yksilön palautumistilasta. Stressin intensiteetin lisäksi on otettava huomioon stressin kesto, stressin jakautuminen (esimerkiksi harjoittelukauden aikana) ja luonne. Stressiin liittyy psykologisia ja fysiologisia oireita; stressi toimii adaptaation tai palautumisen alkuunpanijana (ks. kuva 8A). Stressissä tärkeää on ymmärtää palautumisen merkitys. (McEwen 1998, Kellmann 2002a.)

Palautumisen käsitteestä. Useasti palautuminen määritellään organismin puutetilojen (kuten väsymys tai suorituskyvyn lasku) kompensoinniksi ja homeostaasin palauttamiseksi normaalitilaan. Palautuminen voidaan myös käsittää psykologisten ja fysiologisten voimavarojen palauttamiseksi, ja tilaksi, joka mahdollistaa yksilön kuluttaa näitä voimavaroja jälleen. Palautumisprosessi on asteittainen ja kumulatiivinen ja siihen käytetty kokonaisaika riippuu edellisistä aktiviteeteistä (stressin tyypistä ja kestosta). Palautuminen loppuu, kun homeostaasi ja psykofyysinen tasapaino ovat vakaita. (Kellmann 2002a.)

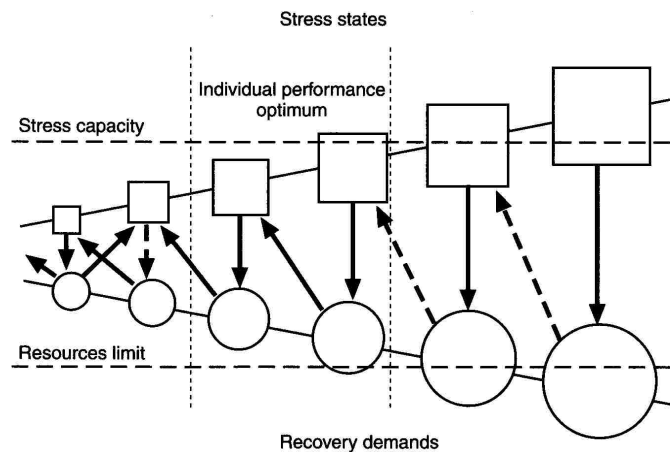
Palautuminen voi olla fyysistä aktiivisuutta, täydellistä lepoa (nukkuminen) tai vaihtelevaa harjoitusta (alavartalo lepää, ylävartalo työskentelee). Jokaisella urheilijalla on oma tyylinsä ja tarpeensa palautua. Tämä tulisi varsinkin valmentajien ottaa huomioon. Palautumiskeinoja tulisi jokaisella olla monia erilaisia, ja niitä tulisi käyttää suunnitellusti varsinkin silloin, jos ympäristö muuttuu. Palautumisen tulee olla yhtä hallittua, kontrolloitua ja yksilökohtaista kuin harjoittelunkin. (Kellmann 2002a.) Keho tarvitsee riittävän levon vastaanottaakseen uusia harjoitusärsykeitä tuloksellisesti. Palautumat-

tomalle keholle annetut uudet harjoitusärsykkeet voivat johtaa ylikuormittumiseen ja suorituskyvyn laskuun (kuva 8). (Uusitalo-Koskinen 1999.)



KUVA 8. A Normaali stressivaste eli oikeanlainen palautuminen. B Pitkittynyt stressivaste, jonka jälkeinen palautuminen puuttuu. C Riittämätön vaste. (McEwen 1998.)

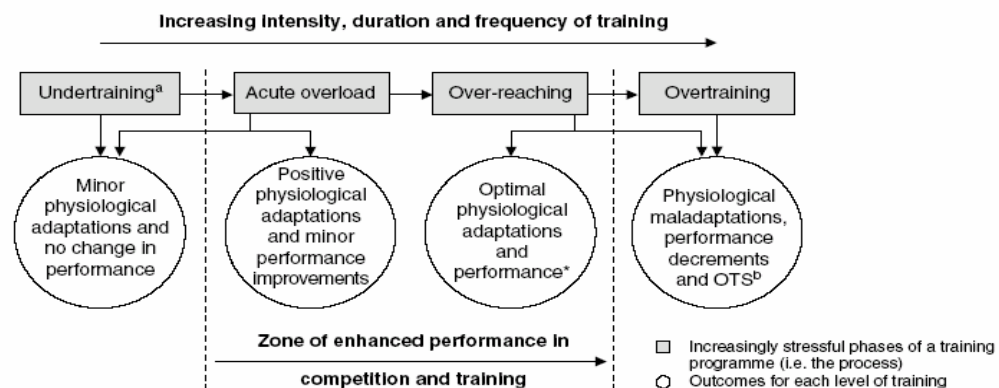
Stressitasot ja niiden palautumisvaatimukset. Stressi voi syntyä harjoittelusta, psyykkisestä kuormittumisesta tai sairastelusta. Kun stressi kasvaa, palautumisen tarve kasvaa. Rajoittavat tekijät (esimerkiksi ajan puute) aloittaa kierteen; kasvavassa stressissä ei pystytä täyttämään kasvavan palautumisen vaatimuksia ja stressi vain pahenee. Tilannetta voi kuvata ”saksimallilla” (kuva 9), jossa kaksi akselia erkanevat toisistaan. Kasvavaa stressi kaventaa palautumismahdollisuuksia, mutta ei ole vaarallista, jos yksilölliselle palautumiselle annetaan aikaa. (Kellmann 2002a.)



KUVA 9. Saksimalli stressitason ja palautumisen vaatimusten suhteesta. Kuvassa olevien pystysuorien katkoviivojen välissä oleva alue on optimaalisen suorituskyvyn ja riittävän palautumisen alue, mutta sen ylämentäessä stressi alkaa kumuloitua ja palautumisen tarvetta ei pystytä tyydyttämään. (Kellmann 2002a.)

Ylikuormitustilan käsitteestä. Homeostaasin järkyttämällä pyritään suorituskyvyn parantamiseen, ja se onnistuu, jos harjoituksen aiheuttama stressi ja riittävä lepo ovat tasapainossa. Tyypillistä urheilijalle on lyhytaikainen ylikuormitus (*over-reaching*), jossa intensiivisen harjoittelun (esimerkiksi leirin) jälkeen suorituskyky voi hieman laskea, mutta sopivan lepojaksen jälkeen tapahtuu superkompensaatiota ja suorituskyky paranee. Lyhytaikaisesta ylikuormitustilasta palaudutaan kahden viikon sisällä ja tämän tilan voidaan sanoa, tosin hieman ristiriitaisestikin, kuuluvan urheilijan normaaliin elämään sen enempää vaikuttamatta urheilijan terveyteen. Ylikuormitustila (*overtraining*) saavutetaan jatkumona, jossa kasvava stressi tai ylikuormitus horjuttaa elimistön homeostaasia ja häiritsee näin sen toimintaa. Tähän harjoittelun lisäksi vaikuttavat jatkuva kilpaileminen, monotoninen harjoittelu, psyykinen stressi, sairastelu/sairaus ja jatkuva matkustelu. Lyhytaikaisen ylikuormituksen itsessään ei kuitenkaan ole todistettu aiheuttavan ylikuormitustilaa. Ylikuormitustila on prosessi, jonka päätepisteenä on ylikuormitus-syndrooma (*overtraining syndrome*). (Halson & Jeukendrup 2004, Meeusen ym. 2006.)

Ylikuormitustilan kehittymistä voidaan kuvata harjoittelujatkumolla (kuva 10), jossa urheilija kokee erilaisia kuormitustiloja (Armstrong & VanHeest 2002). Onnistunut harjoitus (*overload*) tai harjoittelujakso sijoittuu kuvassa 10 olevien pystysuorien katkoviivojen väliin, jossa aikaansaadaan positiivista ja optimaalista harjoitusadaptaatiota (vrt. kuva 8A). Urheilijan huippukunto sijaitsee ylikuormitustilan kynnyksellä. Toisaalta riittämätön harjoitus ei saa aikaan harjoitusvastetta (vrt. kuva 8C). Huomattavaa harjoittelujatkumomallissa on myös se, että jokaisen eri kuormitustilan aiheuttavat samat tekijät.



KUVA 10. Harjoittelujatkumo (Armstrong & VanHeest 2002).

Ylikuormitustilaa on vaikea tunnistaa ja määrittellä, koska jokaisella on yksilöllinen vaste kuormitukselle. Määrittelyä vaikeuttaa myös se, että erilaisia oireita esiintyy akuutissa ja kroonisessa suorituskyvyn laskussa ja että liiallinen harjoittelun määrä voi vaikuttaa kehoon ja aiheuttaa oireita eri tavalla kuin liiallinen harjoittelun intensiteetti. Kun kaikki muut syyt urheilijan huonolle tilalle on poissuljettu, diagnoosina voi olla ylikuormitustila. (Armstrong & VanHeest 2002, Meeusen ym. 2006.) On ehdotettu, että joukkuelajeissa ja räjähtävissä ja voimalajeissa lyhytaikainen ylikuormitus olisi yleisempi, kun taas kestävyyslajeissa voitaisiin puhua useammin ylikuormitustilasta (Halsen & Jeukendrup 2004). Ylikuormitustila heikentää suorituskykyä ja terveydentilaa ja vaatii parantuakseen pitkän harjoittelemattomuus jakson, jolla voi olla merkittävä negatiivinen vaikutus urheilijan uralle. Ylikuormitustilasta voivat kertoa urheilijan mielialan vaihtelut ja negatiivisuus (Meeusen ym. 2006).

Ylikuormitustilassa esiintyy monenlaisia oireita, mutta sen diagnosointi ja määrittely on vielä yleisesti epäselvää. Oireiden vuoksi sen ehkäisy olisi tärkeää. Tärkeimpinä ehkäisytoimina ylikuormitustilalle ovat riittävä lepo ja palautuminen sekä harjoitusohjelman jaksottaminen ja suunnittelu. Ylikuormitustilan jälkeen harjoitteluun palaamisen tulee tapahtua varovasti, suunnitellusti ja kontrolloidusti. (Hawley & Schoene 2003.) Ylikuormitustilaa on vaikea tutkia, koska siinä harjoiteltaisiin oman suorituskyvyn laskemiseksi, jolloin harjoitusmotivaatio olisi huono ja osallistuva urheilija menettäisi yhden harjoituskauden (Halsen & Jeukendrup 2004).

4.2 Ylikuormitustilan mittareita

Yritettäessä ymmärtää ylikuormitustilan mekanismeja ja ylikuormitustilasta kertovia merkkejä monia tutkimuksellisia lähestymistapoja on käytetty. Näitä ovat muun muassa Halsen & Jeukendrup (2004) mukaan:

- (i) suorituksen muutokset intensiivisen harjoittelun jälkeen, joista parhaimman näkymän ylikuormitustilalle antaa väsymykseen asti viety testi, mutta tämä ei yleensä vastaa urheilijan urheilusuuritusta;
- (ii) mielialan häiriöt ja negatiiviset tilat, joiden tutkimus tulisi aina liittää suorituksen mittauksen kanssa (esimerkiksi RPE-arvot, POMS-kysely);

- (iii) fysiologisten muuttujien mittaaminen, joista ylikuormitustilan merkkeinä on käytetty esimerkiksi maksimaalisen hapenottokyvyn laskua tai sykemaksimin laskua;
- (iv) biokemialliset tutkimukset, joista ylikuormitustilan merkkeinä esimerkiksi laskeutuneet submaksimaaliset ja maksimaaliset laktaattikonsentraatiot ja laktaattikäyrän siirtymien oikealle;
- (v) autonomisen hermoston toiminnan muutokset, joista tutkimustieto on vielä ristiriitaista, koska menetelmät eivät ole yhtenäisiä.

Harjoituksen intensiteetti. Fyysisen harjoittelun aikaansaama tulos riippuu kuntotasosta, harjoittelun intensiteetistä, harjoituskertojen määrästä ja kestosta. Jo kauan harjoitelleella urheilijalla kuntotason nousu harjoittelun myötä ei ole kovin suurta, mutta huippu-urheilijalle kuitenkin hyvin merkitsevää (~5 %), verrattuna aloittelevaan kuntoilijaan (25–50%). Elimistön fysiologiseen adaptaatioon fyysiselle stressille vaikuttaa voimakkaasti harjoittelun intensiteetti. Yleensä harjoituksen intensiteetti määritellään yksilöllisillä laktaattikynnyksillä, arvioidun tai mitatun maksimaalisen harjoituskapasiteetin mukaan (VO_{2max} , HR_{max}) tai arvioiduilla tai mitatuilla prosenttiosuuksilla maksimaalisesta fysiologisesta kapasiteetista (% VO_{2max} , % HR_{max}). Maksimaalisen hapenottokyvyn mittaaminen on kuitenkin useimmille mahdotonta, jolloin syke antaa paremman keinon harjoitusintensiteetin määrittämiseen. Tietty prosenttiosuus maksimisykkeestä kertoo fyysisen stressin vaikutuksesta sentraaliseen verenkiertoon. Laktaattiarvot taas kertovat perifeerisen verisuoniston ja aktiivisten lihasten kyvystä vastata harjoituksen aiheuttamiin metabolisiin vaatimuksiin. Sykkeen, hapenottokyvyn ja laktaattien ohella harjoitusintensiteettiä kuvaamaan käytetään myös RPE-asteikkoa. RPE-arvot 13–14 vastaavat noin 70 % VO_{2max} :ista polkupyöräergometri- tai juoksumattoharjoituksessa, ja RPE-arvot 11–12 vastaavat laktaattikynnystä harjoitelleilla ja harjoittelemattomilla. (McArdle ym. 2001.)

RPE. Subjektiiivisiä tuntemuksia kuvaavaa RPE-asteikkoa voidaan käyttää määrittämään vaadittua ponnistusta (Kellmann 2002b). RPE-asteikko (rating of perceived exertion) koostuu numeroista (Borgin asteikko: 6; hyvin, hyvin kevyttä – 19; hyvin, hyvin raskasta), jotka kertovat tietyn kuormitustason subjektiivisesta kokemisesta (McArdle ym. 2001). RPE-asteikkoa käytetään yleensä kuvaamaan koettua harjoituksen intensiteettiä, mutta RPE-asteikon käyttö ylikuormitustilan määrittämisessä antaa mahdollisuuden erottaa koettu (subjektiivinen) kuormittuminen fysiologisesta (objektiivisesta)

kuormittumisesta (Kellmann 2002b). Esimerkiksi Hedelin ym. (2000) tutkiessaan lyhytaikaista ylikuormitustilaa kuuden päivän intensiivisen harjoittelun jälkeen havaitsivat koetun rasituksen (RPE) pysyneen samalla tasolla, vaikka laktaattiarvot olivat laskeneet harjoitusjakson jälkeen. Tämä todisti perifeerisen väsymyksen; kuormitus tuntui yhtä pahalta, vaikka laktaatit olivat matalammat (Hedelin ym. 2001). RPE-asteikon käyttö on kuitenkin hyvin yksiulotteinen eikä näin pysty hyvin selvittämään palautumisen ja stressin moniulotteisuutta. POMS-kysely ottaa paremmin huomioon nämä ulottuvuudet (Kellmann 2002b).

POMS. Ylikuormitustilan tutkimuksessa on otettu huomioon myös tunnetilojen ja mielialan yhteydet siihen. Tunnetilojen tutkimus on perustunut pääosin POMS (Profile of Mood States) -kyselykaavakkeen käyttöön. POMS on 65 kohtainen kyselykaavake, jonka kysymykset on luokiteltu arvoasteikolle 1; ei ollenkaan – 4; todella paljon. POMS:ista on myös lyhyempiä versioita. POMS mittaa mielialan vaihtelua ja kuuden mielialan (tension, depression, anger, vigor, fatigue, confusion) tilaa. Mielialan häiritsejien ja harjoitusintensiteetin kasvun välille on löydetty yhteyksiä; kun harjoitusmääriä tai -intensiteettiä on laskettu, halutut positiiviset mielialat ovat tulleet dominoiviksi. POMS tuo esille vallitsevat mielialat, joka voi olla tarpeellista esimerkiksi ylikuormitustilan määrittämisessä, muttei tuo esille mielialojen aiheuttajia. POMS ei anna vastauksia, miten toimia mielialojen palauttamisessa ennalleen. (Kellmann 2002b.)

EPOC. Postexercise oxygen consumption/recovery oxygen consumption eli EPOC kertoo edellisen harjoituksen metabolisista vaatimuksista ja harjoituksen jälkeisistä fysiologisista prosesseista (esimerkiksi hengitys, verenkierto, hormonit, lämmön säätely). EPOC:in aiheuttaa harjoituksen häiritsevä vaikutus elimistön homeostaasiin. Kevyen suorituksen jälkeen EPOC laskee nopeasti, kun taas raskaan suorituksen jälkeen kehon lämpötilan, veren laktaattitason ja thermogeenisten hormonitasojen ollessa korkeina EPOC voi olla korkealla jopa vuorokauden verran. (Brooks & Fahey 1984, McArdle ym. 2001.)

Sykevaihtelu. Pichot ym. (2000) tutkivat keskimatkan juoksijoiden kolmen viikon raskaan harjoittelun ja sitä seuranneen lepoviikon aikaisia sykevaihtelua. Kolmen viikon raskaan harjoitusjakson jälkeen sykevaihtelu vähentyi sympaattisen aktiivisuuden lisääntyä. Tätä seurannan lepoviikon aikana sykevaihtelu lisääntyi huomattavan paljon

parasympaattisen aktiivisuuden kasvaessa ja sympaattisen aktiivisuuden vähentyessä. Tutkimusryhmä piti yöllisen sykevaihtelun analysointia luotettavampana merkinä fyysisestä stressistä kuin leposykkeen seuranta. (Pichot ym. 2000.) Hedelin ym. (2001) ehdottivat, että suuremmat HF-tasot ja kokonaissykevaihtelu mahdollistaisivat urheilijaa parantamaan maksimaalista hapenottokykyä (Hedelin ym. 2001). Ortostaattinen sykereaktio kertoo autonomisen hermoston toiminnan tilasta, jossa tapahtuu muutoksia muun muassa stressitilanteissa ja tuloksellisen harjoittelun seurauksena. (Uusitalo-Koskinen 1999).

4.3 Ortostaattisen sykereaktion käyttö palautumistilan seurannassa

Ortostaattinen koe. Palautumistilan seurannassa voidaan käyttää apuna ortostaattista testiä, joka toimii hyvänä indikaattorina sekä fyysiselle että psyykkiselle stressille (Uusitalo-Koskinen 1999, Smith & Norris 2002). Lyhyessä ortostaattisessa kokeessa testattava nousee 2-5 minuutin levon jälkeen seisomaan 1-3 minuutiksi. Kokeessa seurataan sykkeen ja verenpaineen välitöntä reaktiota, joka ulottuu ylösnousuhetkestä 30 sekunnin päähän ja aikaista reaktiota, joka ulottuu 1. minuutista 3. minuutin loppuun. (Piha 1994.)

Seisomaan noustaessa syke aluksi kiihtyy ja saavuttaa huippunsa noin 12 sekunnin kulluttua ylösnoususta. Tämän sykkeen kiihtymisen saa aikaan samanaikaisesti ylösnousussa tapahtuva ohimenevä verenpaineen lasku. Sykkeen kiihtymien on pääasiassa vegaalisesti välittyvä reaktio. Saavutettuaan huippunsa syke hidastuu siten, että matalin syke saavutetaan noin 22 sekunnin kohdalla ylösnoususta lukien. Tätä kutsutaan relativiseksi bradykardiaksi, joka johtuu vegaalisesta refleksistä, ja jonka aiheuttaa verenpaineen nousu ja ylilyönti (ns. overshoot). Verenpaineen muutoksen puolestaan aiheuttaa sympaattisen hermoston välittämä verisuonten supistuminen. (Piha 1994.)

Ihmisen noustessa makuuasennosta pystyasentoon siirtyy huomattava verimäärä rintontelon alueelta lähinnä alaraajojen kapasitanssisuoniin. Tämä vähentää sydämen eteisten täyttöpainetta ja laskimopainetta. Samanaikaisesti pienenee myös valtimoiden verenpaine aivojen tasolla, kun pää tulee pystyasennossa sydämen tason yläpuolelle.

Normaalisti tieto edellä kuvatuista fysiologisista muutoksista tulee aivoihin sydämen eteisten painereseptorien ja valtimoiden painereseptorien kautta. Elimistössä käynnistyvät kompensatiomekanismit laskimopaluun lisäämiseksi ja ääreivastuksen suurentamiseksi. Näin voidaan pitää aivojen verenpaine ja perfuusio ja sen kautta hapen saanti riittävänä. Mikäli kompensatiomekanismit eivät toimi riittävän tehokkaasti, veri pyrkii patoutumaan alaraajojen laskimoihin ja tällöin aivojen riittämätön hapensaanti voi aiheuttaa henkilölle esimerkiksi huimausta, väsymystä, sydämen tiheälyöntisyyttä, näköhäiriöitä tai pyörtymisen. Pystyasentoon siirtymisen jälkeen ensivaiheen eli ensimmäisten 30 sekunnin aikana tapahtuvat reaktiot ovat parasympaattisen säätelyn alaisia ja myöhemmät, 1. minuutin jälkeiset syke- ja verenpaine muutokset sympaattisen säätelyn alaisia. (Antila & Länsimies 1994.)

Ortostaattinen koe tulee suorittaa vakioituissa olosuhteissa ja samoja mittausvälineitä käyttäen, jotta tulosten seuranta mahdollistuisi. Suorituksen yhteydessä on vakioitava muun muassa vuorokauden aika, aika edeltävästä ruokailusta, aika edeltävästä fyysisestä rasituksesta, edeltävän yönunen laatu ja määrä, edeltävä alkoholin tai tupakan käyttö ja otettava huomioon mahdolliset sairaudet, kivut ja säryt sekä lääkitys. Ortostaattisen testiä suositellaan tehtäväksi etenkin raskaiden harjoitusjaksojen aikana ja leiriolosuhteissa, vuoristoharjoittelun ja matkojen yhteydessä sekä muissa elimistöä kuormittavissa olosuhteissa mahdollisimman usein. Yksilölliset alkuarvot normaalitilasta tarvitaan vertailuarvoiksi. (Uusitalo-Koskinen 1999.)

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella Mestis-tason jääkiekkoilijoiden kuormittuneisuutta pelikauden aikana. Tutkimusmenetelminä käytetään sekä objektiivisia että subjektiivisia menetelmiä. Tutkimusongelmat voidaan jakaa neljään kategoriaan: suorituskykytestitulokset, ortostaattisen testin tulokset, eri kuormitustilojen sykevaihtelu ja subjektiivisten kyselyiden tulokset.

1. Miten jääkiekkoilijan kauden aikaisen maksimaalisen suorituskykytestin tulokset eroavat kauden jälkeisestä tuloksesta?
2. Miten jääkiekkoilijan kauden aikaisen ortostaattisen testin syke- ja sykevaihtelumuuttujat eroavat kauden jälkeisistä vastaavista muuttujista?
3. Miten jääkiekkoilijan kauden aikaiset eri kuormitustilojen (istuminen, seisominen, alku- ja loppuverryttely) sykevaihtelumuuttujat eroavat kauden jälkeisistä muuttujista?

Tutkimuksessa objektiivisina mittareina käytetään suorituskykytestiä ja autonomisen hermoston tilaa kuvaavaa ortostaattista koetta. Paremmen kestävyyskunnan on havaittu olevan yhteydessä lisääntyneeseen sykevaihteluun (esim. De Meersman 1993, Tulppo ym. 1998, Sandercock ym. 2005). Toisaalta taas jääkiekkoilijan kunnan on todettu laskevan kauden aikana (Tiikkaja 2002, Aho 2005).

4. Ovatko objektiiviset ja subjektiiviset menetelmät yhteydessä toisiinsa, ja tuoko subjektiivinen arviointi lisää informaatiota jääkiekkoilijan stressi- ja palautumistilasta?

Tutkimuksen subjektiivisina mittareina käytetään palautumis- ja mielialakyselyä. Pelaaja harjoittelukausi luovat jääkiekkoilijalle suuren fyysisen ja psyykkisen stressin (Montgomery 2000, 815–226). Tutkimus selvittää, voidaanko urheilijan kuormittuneisuutta arvioida sekä subjektiivisilla että objektiivisilla menetelmillä. Hooper ym. (1999) ehdottavat, että kattavaan suorituskyvyn muutosten arviointiin päästään tutkimalla sekä fysiologisia että psykologisia muuttujia. Kenttä ym. (2006) sekä Uusitalo (2006) ovat esittäneet, että seuraamalla urheilijan subjektiivisia tuntemuksia saadaan urheilijan stressin ja palautumisen tasapainosta enemmän tietoa.

6 TUTKIMUSMENETELMÄT

6.1 Koehenkilöt

Testattavina oli seitsemän miesjääkiekkoilijaa (24.8 ± 2.8 vuotta, 179.4 ± 5.0 cm, 82.1 ± 4.9 kg). Testattavat edustivat samaa Mestis-tason jääkiekkoseuraa. Kaikki testattavat olivat terveitä ja tupakoimattomia ja kuuluivat korkeimpaan aktiivisuusluokkaan. Kyseinen otosjoukko oli joukkueen valmentajan kokoama, sillä testien suorittamisen tarkoituksena oli myös joukkueen hyöty. Otosjoukko koostui kokeneista pelaajista ja sisälsi eri-ikäisiä pelaajia. Testattavia valittiin joukkueen jokaisesta kentästä siten, että testattavina oli puolustavia ja hyökkäviä pelaajia sekä maalivahti. Otoskokoa jouduttiin rajaamaan pieneksi testien kustannusten vuoksi.

6.2 Koeasetelma

Tässä tutkimuksessa Mestis-tason jääkiekkoilijoiden kuormittuneisuutta seurattiin kauden 2004–2005 aikana testien ja kyselyjen avulla. Kausi alkoi 16.9.2004 ja päättyi pronssipeliin 31.3.2005. Testipäivät sovittiin yhdessä joukkueen kanssa, siten etteivät ne häirinneet heidän harjoitus- tai peliohjelmaansa. Testattavat harjoittelivat joukkueen mukana normaalisti. Ensimmäinen testipäivä pidettiin kauden puolivälissä. Tällöin testipäivä sijoittui joulutauolle (20.12.2004), jota olivat edeltäneet tiiviit harjoitus- ja peliviikot. Toinen testipäivä sijoittui huhtikuulle neljän viikon päähän kauden loppumisesta (28.4.2005). Huhtikuun testipäivää edelsi loma- ja harjoitteluviikot. Testit järjestettiin joukkueen kotipaikkakunnalla joukkueen omissa tiloissa, ja kauden päättyttyä myös Jyväskylässä ja Espoossa.

6.3 Aineiston keruu

Molemmat testikerrat olivat testattaville samanlaiset ja henkilökohtaiset testiajat pyrittiin pitämään samoina molemmilla testikerroilla. Ennen testejä testattavia kiellettiin

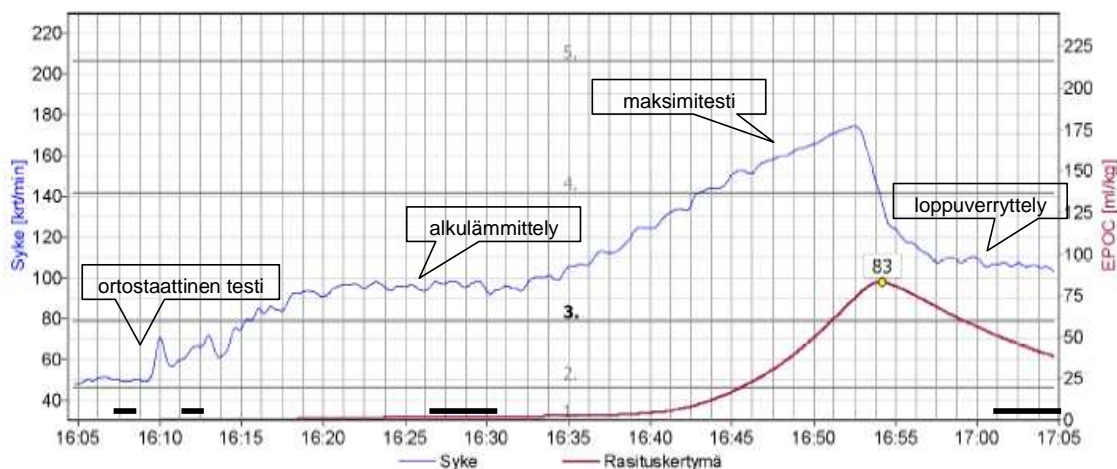
juomasta kahvia kolmeen tuntiin ja välttämään nautintoaineiden käyttöä 36 tuntiin. Joukkueen kanssa oli sovittu, että testattavien testipäivää edeltäneet harjoitukset olivat kevyet, vaikka ne suoritettiin normaalisti joukkueen mukana. Testikerran aluksi testattavalle suoritettiin antropometriset mittaukset, jonka jälkeen testattavalle asetettiin Polar Electro S810 tai Polar S810i sykemittari ja sykevyö. Näiden sykekellojen käyttö mahdollisti syke sykkeeltä tallentamisen.

Kyselyt. Varsinainen testikerta alkoi terveystarkastuksen, mielialakyselyn ja palautumiskyselyn täyttämällä. Terveystarkastuksella kartoitettiin testattavan terveydentilaa ennen testikertaa ja testipäivänä. Mielialakyselyn tarkoituksena oli selvittää viimeaikaista sairastelua, unen laatua ja määrää, fyysistä harjoittelusta aiheutunutta stressiä ja fyysisen harjoittelun ulkopuolista stressiä ja koetun stressin mahdollisia negatiivisia vaikutuksia mielialaan. Mielialakyselyssä kysyttiin myös osallistumisesta joukkueen harjoituksiin ja treeni-intoa sekä sitä, kuinka paljon testattava jännittää tulevaa testiä (liite 2) asteikolla ”ei lainkaan”, ”vähän”, ”jonkin verran” ja ”paljon”. Palautumiskyselyssä vastattiin kysymykseen ”Kuinka palautuneeksi tunnet itsesi juuri nyt?” sekä fyysisesti että psyykkisesti, asteikolla, jossa numero 0 vastasi tuntemusta ”ei ollenkaan palautunut”, 0,5 ”erittäin vähän palautunut”, 1 ”melko vähän palautunut”, 3 ”kohtuullisesti palautunut”, 5 ”paljon palautunut”, 8 ”hyvin paljon palautunut” ja numero 10 ”erittäin paljon palautunut” (liite 1). Eri kyselyiden täytön aikana testattava sai rauhoittua, ja testattavan lepo-verenpaine mitattiin.

Ortostaattinen testi. Kun ortostaattisen testin tarkoitus ja suoritusperiaate oli selitetty, testattava istuutui mukavaan asentoon ja rentoutui sulkemalla silmänsä. Sykekello käynnistettiin, kun ortostaattinen testi alkoi (kuva 11). Ortostaattinen testi koostui viiden minuutin lepojaksosta, joka suoritettiin istuen. Tämän jälkeen testattava nousi seisomaan kolmen minuutin ajaksi. Testattava ei itse seurannut kelloa vaan hänelle sanottiin, koska hän voi nousta seisomaan ja koska ortostaattinen testi päättyy. Näin pyrittiin välttämään mahdollisia aavisteluja (seisomaan noususta tai testin päättymisestä), jotka olisivat voineet vaikuttaa testin aikaiseen sykkeeseen. Seisomaan nousu merkattiin sykekellon markkerilla, kuten myös ortostaattisen testin loppu.

Kuormitusmalli. Ortostaattisen kokeen jälkeen testattavat suorittivat omaehtoista lämmittelyä, jos kokivat sen tarpeelliseksi. Kontrolloidun, Monark-testipyörällä tehdyn al-

kuverryttelyn (10 min, 75–100 W) jälkeen otettiin lepolaktaatinäyte sormenpästä ja määritettiin aloituskuorma alkuverryttelyn aikaisen sykkeen ja lepolaktaatin mukaan. Jos lepolaktaatit olivat korkealla alkulämmittelyn jälkeen, kuormitus aloitettiin lämmittelykuormalla. Testissä aloituskuormaan (yleensä 100 W) lisättiin 25 W kahden minuutin välein uupumukseen saakka. Testi oli epäsuora (hengityskaasuja ei kerätty), mutta se tehtiin maksimiin saakka. Laktaatinäytteitä otettiin jokaisen kuorman lopussa, kunnes laktaattiarvot ylittävät 6 mmol/l, että laktaattien perusteella voitiin määrittää aerobinen ja anaerobinenkynnys. Testi päättyy uupumukseen, jonka jälkeen jatkettiin testipyörällä 10 minuutin mittainen loppuverryttely matalalla kuormalla. Kun loppuverryttely loppui, sykekello pysäytettiin (ks. kuva 11).



KUVA 11. Testikerran sykekäyrä yhdeltä testattavalta. Kuvassa ylempi (sininen) käyrä on sykkeen keskiarvokäyrä ja alempi (punainen) käyrä rasituskertymä- eli epoc-käyrä. Mustilla viivoilla on merkitty sykevaihtelun analysointijaksot eli tämän tutkimuksen neljä eri kuormitustilaa.

6.4 Aineiston analysointi

Maksimaalinen teho, teoreettinen hapenottoakyky, laktaatti ja submaksimaaliset tehot, RPE-arvot, laktaatit ja sykkeet analysoitiin testipöytäkirjojen avulla. Ortostaattisen sykereaktio, aika uupumukseen, sykepalautuma ja testikerran aikaiset sykevaihtelumuuttujat analysointiin Polar Precision Performance -analysointiohjelman avulla. Fyysinen ja psyykinen palautuminen analysoitiin erikseen kyselyn avulla. Palautumiskyselyn tu-

loksia tuettiin mielialakyselyllä. Sykereservin (maksimisyke ja leposyke) ja rasiskeritymän määrittämiseen käytettiin Hyvinvointianalyysia (Firstbeat Technologies, Suomi; Versio 1.3.1.9), joka testikerran sykekäyrästä erottaa nämä muuttujat ja ilmoittaa ne harjoitusvaikutuksen raportissa ja export-tiedostossa. Istuen kerätystä sykedatasta valittiin analysoitavaksi kahden viimeisen minuutin mittainen jakso. Seisten kerätystä sykedatasta niin ikään analysoitiin viimeiset kaksi minuuttia, jolloin syke oli tasoittunut. Alkuverryttelyn neljä viimeistä minuuttia ja loppuverryttelyn neljä viimeistä minuuttia sisällytettiin kuormitustila-analyysiin.

6.5 Tilastolliset menetelmät

Taajuusmuuttujille tehtiin logaritimuunnos ottamalla luonnollinen logaritmi, jotta saatiin normaalijakauma. Microsoft Excelillä tehtiin kaksisuuntainen parillinen studentin t-testi. SPSS 14.0 for Windows ohjelmistolla ajettiin Pearsonin korrelaatiokertoimet. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi valittiin $p < 0.05$. Tilastollisen merkitsevyyden on esitetty * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Tulokset esitetään tekstissä tai taulukkona tai mahdollisesti myös kuvana. Kaikki tulokset esitetään tekstissä ja taulukoissa muodossa keskiarvo \pm keskihajonta. Kuvissa tulos esitetään keskiarvona ja keskihajonta vain positiivisena (kuvan epäselvyyden välttämiseksi). Testikertojen välinen vertailu ja testin aikaisten kuormien välinen vertailu on tehty, kun $n=7$ ellei toisin mainita.

7 TULOKSET

7.1 Maksimitestin aikaiset muuttujat

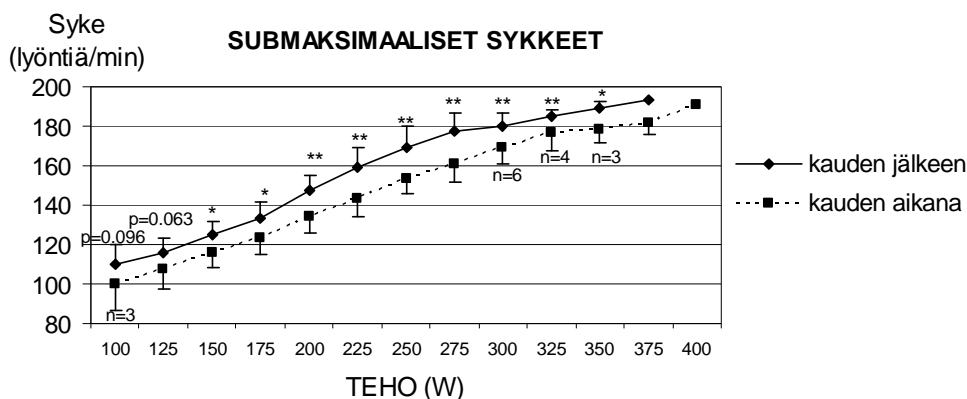
Testattavien leposykkeet eivät eronneet testikertojen välillä. Maksimisykkeet olivat kauden jälkeen korkeammat ($p=0.02$) kuin kauden aikana. Maksimitehot ($p=0.002$), teoreettinen hapenotto- ja maksimilaktaatit ($p=0.047$) olivat merkitsevästi suurempia kauden aikana kuin kauden jälkeen. Aika uupumukseen ei eronnut testikertojen välillä (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Maksimitestin aikaiset muuttujat.

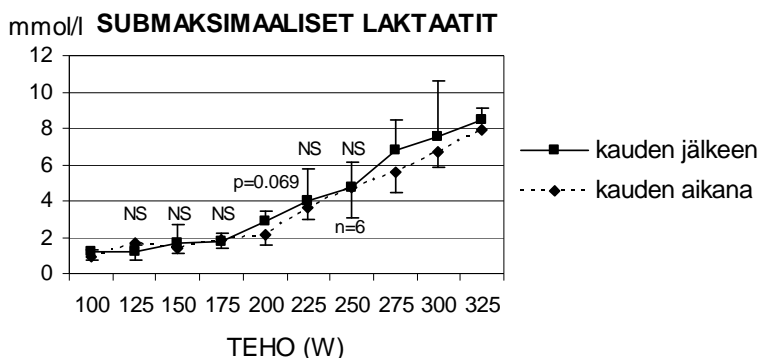
	kauden aikana	kauden jälkeen
HR _{lepo} (Int/min)	53 ± 6.4	60 ± 10.7 NS
HR _{maks} (Int/min)	182.4 ± 6.8	188.9 ± 3.5 *
P _{maks} (W)	349 ± 24.5	324.5 ± 26.6 **
VO _{2teor} (ml/kg/min)	53.6 ± 3.7	50.2 ± 3.4 **
LA _{maks} (mmol/l)	15.1 ± 1.4	12.9 ± 2.4 *
Aika uupumukseen (min)	20.4 ± 2.9	18.6 ± 2.3 $p=0.10$

** $p<0.01$, * $p<0.05$ kauden aikaisten ja kauden jälkeisten arvojen välillä.

Submaksimaaliset sykkeet 150–350 watin kuormilla olivat merkitsevästi matalammat kauden aikana kuin kauden jälkeen (kuva 12). Submaksimaaliset laktaatit eivät eronneet testikertojen välillä (kuva 13), mutta kuormalla 200 wattia ero läheni merkitsevyyttä ($p=0.069$). Testikertojen väliset RPE arvot eivät eronneet toisistaan (data ei esillä).



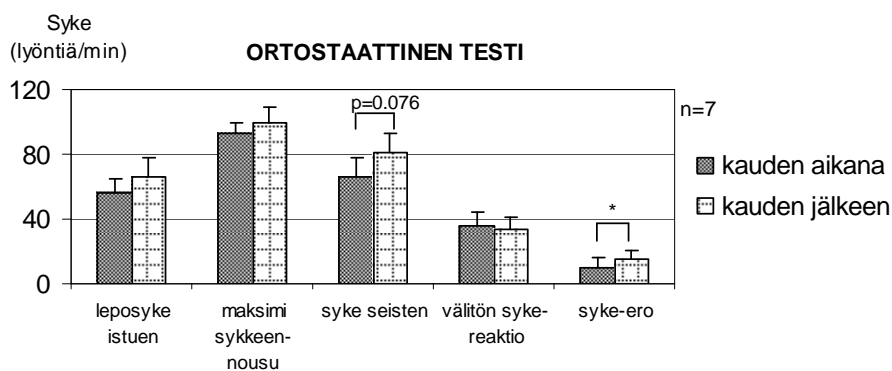
KUVA 12. Submaksimaaliset sykkeet polkupyöraergometritessä. Analysoiduilla kuormilla $n=7$ ellei toisin mainita. ** $p<0.01$, * $p<0.05$ kauden aikaisten ja kauden jälkeisten arvojen välillä.



KUVA 13. Submaksimaaliset laktaatit. Analysoituilla kuormilla $n=7$ ellei toisin mainita.

7.2 Ortostaattinen testi

Kuvassa 14 on esitetty ortostaattisen testin tuloksia yksiköllä lyöntiä minuutissa. Kuvassa leposykkeellä istuen (56.4 ± 8.9 vs. 66.3 ± 12 , $p=0.15$) tarkoitetaan kahden lepominuutin aikaista keskiarvoa ja sykkeellä seisten (66.3 ± 11.3 vs. 81.6 ± 11.1 , $p=0.076$) kahden minuutin aikaista keskiarvosykettä. Maksimi sykkeennousu (92.6 ± 7.3 vs. 99.7 ± 9.3 , $p=0.127$) on taasen manuaalisesti sykekäyrästä etsitty suurin yksittäinen sykelukema.



KUVA 14. Ortostaattisen testin tuloksia. $*p<0.05$ kauden aikaisten ja kauden jälkeisten arvojen välillä.

Kuvassa 14 välittömällä sykereaktiolla (36.1 ± 7.9 vs. 33.4 ± 8 , NS) tarkoitetaan sykelukemaa, joka saadaan vähentämällä ”maksimi sykkeennousu” arvosta ”leposyke istuen”.

Syke-ero saadaan vähentämällä ”leposyke istuen” arvosta ”syke seisten”. Merkitseviä eroja saatiin vain syke-erolle (9.9 ± 6 vs. 15.3 ± 4.7 , $p=0.029$) kauden aikaisen ja kauden jälkeisen testikerran välille syke-eron ollessa suurempi kauden jälkeen.

Ortostaattisen testin RRI-muuttujien (eli sykesumma, RRI_{\min} , RRI_{ka} ja RRI_{maks}) ja muiden sykevaihdelumuuttujien tuloksia on esitetty taulukossa 2. Kauden aikana istuen ja seisten mitatut HF-tehot olivat suuntaa antavasti suuremmat ($p=0.086$ istuen, $p=0.061$ seisten) kuin kauden jälkeen. Seisten tallennetussa sykevaihdeludatassa kauden aikaiset arvot ovat suuntaa antavasti suurempia kuin kauden jälkeiset arvot (paitsi TP, VLF ja LF). Kun katsottiin, kuinka paljon prosentuaalisesti sykevaihdelumuuttuja kasvoi tai pieneni seisomaannousun jälkeen, löydettiin, että SD1:n ja RMSSD:n muutos prosentteina (keskiarvoisesti negatiivista eli voidaan sanoa lasku) seisomaan nousun jälkeen oli suurempaa kauden jälkeen ($p=0.05$ ja $p=0.047$ edellä mainitussa järjestyksessä).

TAULUKKO 2. Ortostaattisen testin sykevaihdelumuuttujat kahden minuutin ajalta istuen ja seisten sekä kauden aikana ja kauden jälkeen.

	kauden aikana			kauden jälkeen		
	istuen	seisten	ero%	istuen	seisten	ero%
Sykesumma	115.1±19	134.9 ± 23.6	17.4 ± 10.7	135.3 ± 23.8	165.7 ± 23.6	23.4 ± 10.5
RRI _{min} (ms)	846.1± 130.2	757.4 ± 95.2	-10.1 ± 3.6	756.9 ± 118.7	649.6 ± 79.4	-13.5 ± 9.2
RRI _{ka} (ms)	1087 ± 175.7	928.1± 161.9	-14.5 ± 7.5	928.7 ± 157.4	745.7 ± 93.3	-19.0 ± 6.3
RRI _{maks} (ms)	1313.1 ± 337.3	1116.3 ± 222.4	-13.2 ± 13.6	1118.9 ± 222.5	898.1 ± 134.4	-18.6 ± 9.6
SDNN (ms)	96 ± 72.2	78.3 ± 34.3	4.4 ± 53.4	68.4 ± 33.5	48.1 ± 18.9	-19.7 ± 30.2
SD1 (ms)	76.4 ± 71	41.3 ± 31.7	-33.8 ± 31.7	37.5 ± 20.7	17.3 ± 8.1	-46.8 ± 19.8 *
SD2 (ms)	108.9 ± 77.8	101.3 ± 39	21.6 ± 68.6	87.5 ± 41.2	65.2 ± 25	-15.4 ± 32.2
RMSSD (ms)	107.5 ± 100.3	58.2 ± 44.8	-33.6 ± 32.2	53.8 ± 31	24.4 ± 11.3	-47.1 ± 20.2 *
pNN50 (%)	19.6 ± 7.2	13 ± 11.9	41.3 ± 46.4	11.7 ± 10	3.2 ± 2.9	-53.7 ± 38.9
TP ln(ms ²)	8.7 ± 1.3	8.7 ± 0.9	0.5 ± 12.1	8.3 ± 1.1	7.9 ± 0.9	5.7 ± 12.9
VLF ln(ms ²)	7.5 ± 1.5	8.1 ± 0.9	-7.8 ± 16.6	7.4 ± 1	7.3 ± 1	2.0 ± 13.3
LF ln(ms ²)	7.4 ± 1.5	7.4 ± 0.8	-1.4 ± 16.9	7.2 ± 1.3	6.9 ± 0.8	4.7 ± 19.4
HF ln(ms²)	7.7 ± 1.3	6.5 ± 1.7	23.5 ± 25.6	6.6 ± 1.3	4.8 ± 0.9	39.0 ± 17.7

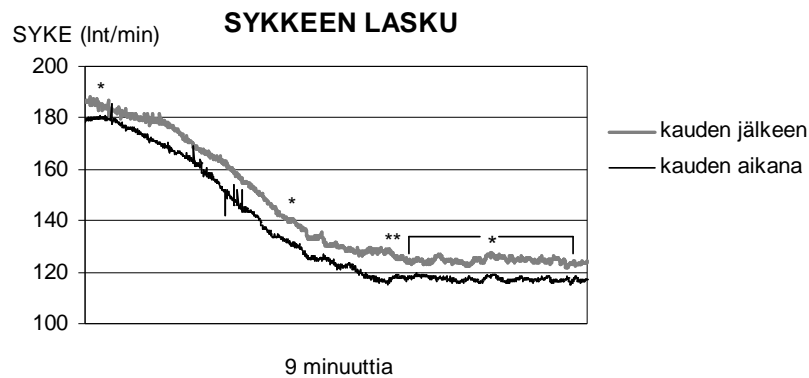
RRI_{min} (lyhin RR-väli), RRI_{ka} (keskiarvoinen RR-väli), RRI_{maks} (pisin RR-väli), TP (0.00–0.40 Hz), VLF (0.00–0.04 Hz), LF (0.04–0.15 Hz), HF (0.15–0.40). * $p<0.05$ kauden aikaisen ja kauden jälkeisen istuen-seisten ero%:n välillä.

7.3 Alku- ja loppuverryttely

Ortostaattisen testin aikana olevien kahden kuormitustilan eli ”lepo istuen” ja ”seisten” syke- ja sykevaihdelumuuttujien lisäksi analysoitiin neljän minuutin pituinen alkuverryttelyjakso (alkuverryttelyn aikana pyörän päällä istuen ja lämmitellen) ja neljän

minuutin pituinen loppuverryttelyjakso (loppuverryttelyn aikana pyörän päällä istuen ja kevyesti polkien).

Kauden aikainen alkuverryttelysyke oli suuntaa antavasti matalampi kuin kauden jälkeinen (101 ± 7.5 vs. 108 ± 7.1 , $p=0.058$). Loppuverryttelyn aikainen syke oli merkitsevästi matalampi kauden aikana kuin kauden jälkeen (117 ± 6.4 vs. 124 ± 7.5 , $p=0.005$). Tämän vuoksi sykkeen laskua loppuverryttelyn aikana seurattiin tarkemmin yhteensä yhdeksän minuutin ajan, jolloin kaikkien testattavien data saatiin näkyviin (kuva 15). Merkitseviä eroja kauden aikaisen ja kauden jälkeisen sykkeen laskuun löydettiin hetkellisesti heti aktiivisen palautumisen alussa ($p<0.05$), neljännen palautumisminuutin aikana ($p<0.05$), kuudennen palautumisminuutin alussa ($p<0.01$) ja kolmen viimeisen palautumisminuutin aikana ($p<0.05$) (kuva 15).



KUVA 15. Sykkeiden lasku testin päätyttyä, $*p<0,05$, $**p<0.01$ kauden aikaisten ja kauden jälkeisten arvojen välillä (vertaa kuvaan 11).

Alku- ja loppuverryttelyn aikaisia sykevaihdelutuloksia on esitetty taulukossa 3. Alkuverryttelyn osalta kauden jälkeiset RRI-muuttujat erosivat suuntaa antavasti kauden aikaisista arvoista (mainittakoon RRI_{ka} $p=0.059$), kuten myös hajontaindeksi $SD2$, joka oli suuntaa antavasti pienempi ($p=0.052$) kauden jälkeen, ja $SDNN$, joka oli suuntaa antavasti pienempi ($p=0.059$) kauden jälkeen kuin kauden aikana. Loppuverryttelyn aikaiset RRI-muuttujat olivat merkitsevästi pienempiä ($p=0.005$ kaikille) kauden jälkeen kuin kauden aikana. Kun katsottiin, kuinka paljon prosentuaalisesti sykevaihdelumuuttuja kasvoi tai pieneni alkuverryttelyn ja loppuverryttelyn välillä, löydettiin, että $SDNN$:n ja $SD2$:n suhteellinen muutos (keskiarvoisesti negatiivista eli voidaan sanoa lasku) al-

kuverryttelyn ja loppuverryttelyn välillä oli merkitsevästi suurempaa kauden aikana kuin kauden jälkeen ($p=0.004$ molemmille).

TAULUKKO 3. Alkuverryttelyn ja loppuverryttelyn aikaiset sykevaihtelumuuttujat.

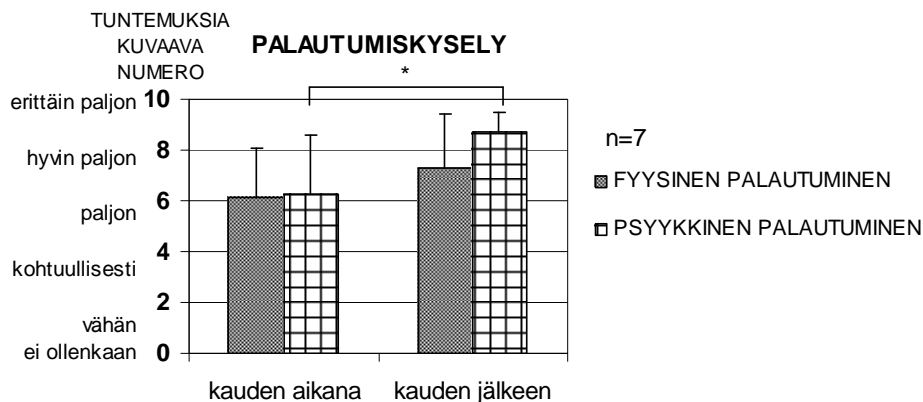
	kauden aikana			kauden jälkeen		
	alkuverryttely	loppuverryttely	ero%	alkuverryttely	loppuverryttely	ero%
Sykesumma	407.7 ± 34.3	470 ± 28	15.7 ± 8.4	438.9 ± 30.9	500 ± 32.2##	14.5 ± 10.6
RRlmin (ms)	534.4 ± 42.9	490.3 ± 28.2	-8.1 ± 4.4	503 ± 32.9	455 ± 27.9##	-9.3 ± 6.7
RRlka (ms)	595.5 ± 49.8	515.4 ± 31	-13.2 ± 5.7	553.4 ± 38.2	485.1 ± 33.3##	-12.0 ± 8.1
RRlmaks (ms)	741.7 ± 154.5	550.3 ± 32	-23.7 ± 5.7	631.7 ± 53.5	519.4 ± 37.2##	-17.2 ± 9.8
SDNN (ms)	28.6 ± 9.4	10.6 ± 1.7	-59.4 ± 13.6	20.9 ± 4.8	13.2 ± 3.2	-33.6 ± 22.0**
SD1 (ms)	12 ± 5.8	3 ± 0.6	-67.4 ± 20.0	7.8 ± 2.9	2.7 ± 0.6	-62.8 ± 11.1
SD2 (ms)	38.5 ± 12.3	14.5 ± 2.4	-58.9 ± 13.4	28.4 ± 6.3	18.3 ± 4.5	-32.3 ± 22.5**
RMSSD (ms)	16.9 ± 8.3	4.2 ± 0.9	-67.5 ± 19.6	11 ± 4.1	3.8 ± 0.9	-62.7 ± 11.0
TP ln(ms ²)	6.5 ± 0.5	4.6 ± 0.6	-28.4 ± 11.1	6.1 ± 1	4.6 ± 0.7	-22.8 ± 15.2
VLF ln(ms ²)	5.9 ± 0.9	4.4 ± 0.6	-24.3 ± 13.0	5.4 ± 0.5	4.5 ± 0.7	-16.2 ± 18.5
LF ln(ms ²)	5.5 ± 1.1	2.5 ± 0.8	-53.5 ± 12.4	5 ± 0.7	2.1 ± 1.4	-57.3 ± 30.4
HF ln(ms ²)	4.2 ± 1	1.3 ± 0.5	-67.8 ± 13.1	3.5 ± 0.8	1.1 ± 0.5	-70.0 ± 10.9

TP (0.00–0.40 Hz), VLF (0.00–0.04 Hz), LF (0.04–0.15 Hz), HF (0.15–0.40). ## $p<0.01$, kauden aikaisten ja kauden jälkeisten arvojen välillä, ** $p<0.01$ kauden aikaisten ja kauden jälkeisten alkuverryttely-loppuverryttely ero%:n välillä.

Lisäksi tarkasteltiin EPOC-poistumaa (ks. kuva 11). Kauden aikaisen ja kauden jälkeisen testien välillä merkitseviä eroja ei löytynyt missään EPOCin laskun vaiheessa. EPOC_{maks} saavutettiin maksimisykkeen jälkeen, jonka vuoksi EPOC:in palautumista voitiin analysoida yhtäjaksoisesti vain yhdeksän minuuttia. EPOC_{reco} ($45.6 ± 6.1$ vs $50.8 ± 13.3$, *NS*) tai EPOC_{maks} ($80.3 ± 8.9$ vs $81.7 ± 12$, *NS*) eivät eronneet merkitsevästi kauden aikaisen ja kauden jälkeisen testin välillä. EPOC_{reco} tarkoittaa EPOC arvoa yhdeksän minuutin loppuverryttelyn lopussa.

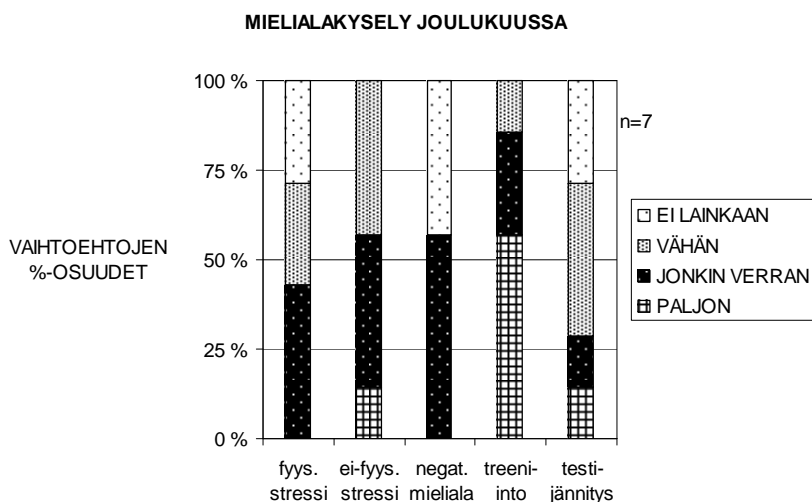
7.4 Palautumis- ja mielialakysely

Testattavien palautuneisuutta juuri testihetkellä kysyttiin palautumiskyselyllä (liite1). Testattavien fyysistä palautumista vastaava numero ei eronnut merkitsevästi testikertojen välillä ($6.1 ± 2.0$ vs $7.3 ± 2.1$, $p=0.17$). Sen sijaan psyykkistä palautumista vastaava numero oli kauden jälkeen merkitsevästi suurempi kuin kauden aikana ($6.3 ± 2.3$ vs $8.7 ± 0.76$, $p=0.03$) (kuva 15).

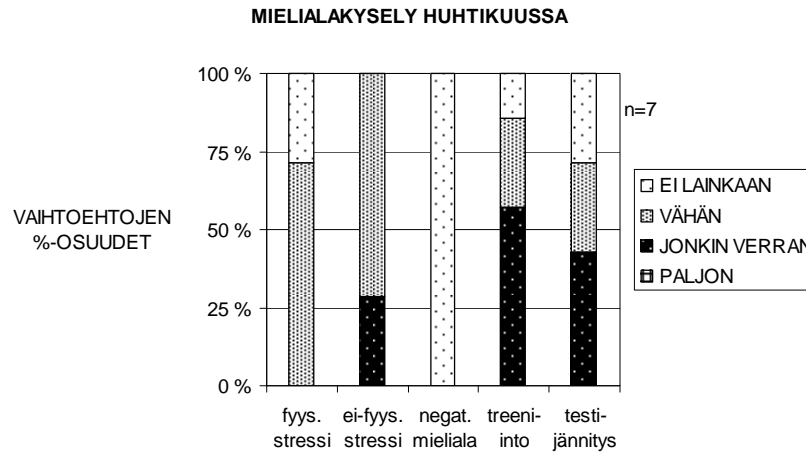


KUVA 15. Palautumiskyselyn tulokset. * $p < 0.05$ kauden aikaisten ja kauden jälkeisten arvojen välillä.

Tarkasteltaessa mielialakyselyn (liite 2) tuloksia (kuva 16 ja 17) voidaan huomata, että harjoittelusta aiheutunutta fyysisistä stressiä koettiin enemmän kauden aikana kuin kauden jälkeen. Treeni-intoa näyttäisi olevan yleisesti enemmän kauden aikana. Harjoittelun ulkopuolista ei-fyysistä stressiä koettiin kauden aikana enemmän kuin kauden jälkeen. Mieliala oli selvästi positiivinen kauden jälkeen, kun taas kauden aikana esiintyi negatiivistakin mielialaa. Testiä edeltäneen parin viikon aikana sairaana kauden puolivälissä ei ollut ketään, kauden jälkeen yksi. Väsyneeksi itsensä tunsivat 4/7 molemmilla testi-kerroilla.



KUVA 16. Mielialakyselyn tulokset kauden puolivälissä.



KUVA 17. Mielialakyselyn tuloksia kauden päätyttyä.

7.5 Muuttujien välisiä yhteyksiä

7.5.1 Ortostaattisen testin muuttujien yhteyksiä

Kauden jälkeinen leposyke oli negatiivisessa yhteydessä kauden jälkeisiin istuen ja seisten mitattuihin parasympaattista aktiivisuutta ilmentäviin sykevaihtelumuuttujiin RRI_{ka} ($r = -0.897$ (istuen) ja -0.915 (seisten), $p < 0.001$), $SD1$ ($r = -0.785$ (istuen) ja -0.804 (seisten), $p < 0.05$), $RMSSD$ ($r = -0.773$ (istuen) ja -0.786 (seisten), $p < 0.05$) ja HF ($r = -0.871$ (istuen) ja -0.904 (seisten), $p < 0.05$). Leposyke oli yhteydessä sykkeeseen seisten ($r = 0.866$ (kauden aikana) ja 0.921 (kauden jälkeen), $p < 0.01$). Syke seisten oli negatiivisessa yhteydessä seisten mitattuun HF-tehoon kauden aikana ($r = -0.950$, $p = 0.001$) ja kauden jälkeen ($r = -0.741$, $p = 0.056$).

7.5.2 Palautumiskyselyn muuttujien yhteyksiä

Kauden aikana fyysinen ja psyykinen palautuminen olivat yhteydessä toisiinsa ($r = 0.810$, $p = 0.027$). Kauden aikainen fyysinen palautuminen oli negatiivisessa yhteydessä kauden aikaiseen syke-eroon ($r = -0.766$, $p = 0.045$). Fyysinen palautuminen kauden jälkeen oli yhteydessä kauden aikaisiin lepotilan sykevaihtelumuuttujiin $SDNN$ ($r = 0.805$, $p = 0.029$), $RMSSD$ ($r = 0.843$, $p = 0.017$), HF ($r = 0.900$, $p = 0.006$), $SD1$ ($r = 0.845$, $p = 0.007$), $SD2$ ($r = 0.762$, $p = 0.046$).

8 POHDINTA

Tämä tutkimuksen tarkoitus oli arvioida jääkiekkoilijan kuormittuneisuutta pelikauden aikana. Kauden aikainen maksimisyke ja submaksimaaliset sykkeet olivat matalampia, ja maksimitehot, $VO_{2\text{teor}}$ ja maksimilaktaatti suurempia kuin kauden jälkeen. Ortostaattisen testin syke-ero (syke seisten-syke istuen) oli merkitsevästi pienempi kauden aikana kuin kauden jälkeen. Mitä pienempi syke-ero kauden aikana oli, sitä suurempi oli itse arvioitu fyysinen palautuminen. Lisäksi mitä korkeampi leposyke oli, sitä korkeampi oli seisomasyke ja sitä pienemmät olivat parasympaattista aktiivisuutta kuvaavat arvot istumisen ja seisomisen aikana. Kauden aikainen alkuverryttelysyke oli suuntaa antavasti matalampi ja loppuverryttelysyke merkitsevästi matalampi kuin kauden jälkeinen. Sykevaihdelumuuttujat olivat levon (istuen), seisomisen ja alkuverryttelyn aikana suuntaa antavasti, ja loppuverryttelyn aikana merkitsevästi suuremmat kauden aikana kuin kauden jälkeen. Kauden aikaiset korkeat sykevaihdelumuuttujat lepotilassa olivat yhteydessä kauden jälkeiseen korkeaan fyysiseen palautumiseen. Itse arvioitu psyykinen palautuminen oli suurempaa kauden jälkeen, jolloin myös mieliala oli selvästi positiivisempi kuin kauden aikana.

8.1 Suorituskyky

Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että tutkittavien kestävyyskunto oli parempi kauden aikana kuin kauden jälkeen. Tästä kertovat korkeammat P_{maks} ja $VO_{2\text{teor}}$ -arvot ja matalammat testinaikaiset submaksimaaliset sykkeet kauden aikana. Nämä tulokset ovat yhteneviä aikaisemman jääkiekkoilijoilla tehdyn tutkimuksen kanssa (Tiikkaja 2002). Kestävyysharjoittelun on todettu pienentävän sydämen räsitusta laskemalla leposykettä ja submaksimaalisia sykkeitä sympatovagaalisen tasapainon kääntyessä enemmän parasympaattiseen aktivaatioon. Submaksimaaliset sykkeet laskevat myös harjoittelun aiheuttaman verivolyymin kasvun, sydämen rakenteellisten muutosten ja kapillaaritiheyden myötä (Aubert ym. 2003). Harjoittelun on havaittu laskevan maksimisykettä vähän tai ei ollenkaan, ja harjoittelemattomuuden on todettu nostavan maksimisykettä (Zavorsky 2000). Tämän tutkimuksen tulokset, joissa kauden aikainen mak-

simisyke oli pienempi kuin kauden jälkeinen maksimisyke, ovat samansuuntaiset. Harjoittelun aiheuttama maksimisykkeen lasku voi osaltaan johtua sympaattisen hermoston aktiivisuuden pienentymisestä ja parasympaattisen aktiivisuuden noususta sekä plasmavolyymien kasvusta (Zavorsky 2000). Näistä tuloksista voidaan havaita, että jääkiekkoilijoiden kestävyyskunto on heikompi kauden jälkeen kauden aikaisiin kestävyyskuntoominaisuuksiin verrattuna. Aiemmat tutkimukset ovat myös osoittaneet, että jääkiekkoilijan kunto heikkenee kauden aikana (Tiikkaja 2002, Aho 2005).

8.2 Ortostaattisen testin aikaiset muuttujat ja niiden väliset yhteydet

Leposyke. Leposyke ei eronnut testikertojen välillä merkitsevästi. Levon (istuen) aikaisia sykevaihtelumuuttujista voidaan havaita, että parasympaattista aktiivisuutta kuvaavat muuttujat (RRI_{ka} , $SD1$, $RMSSD$ ja $\ln HF$) olivat suuntaa antavasti suurempia kauden aikana kuin kauden jälkeen. Tämän tutkimuksen tulokset osoittivat, että mitä korkeampi leposyke oli, sitä pienemmät olivat parasympaattista aktiivisuutta kuvaavat arvot sekä istuen että seisten. Logaritminmuunnetun HF muuttujan on todettu luotettavasti kuvaavan parasympaattista aktiivisuutta (Martinmäki ym. 2006). Hyvän kestävyyskunnan on todettu lisäävän parasympaattista aktiivisuutta levossa ja laskevan leposykettä (Zavorsky et al. 2000, Aubert ym. 2003). Sandercock ym. (2005) löysivät, että harjoittelulla saatiin aikaiseksi merkitsevä RR-intervallin ja HF-tehon kasvu. Näiden tulosten perusteella voidaan arvioida, että kauden aikana lepotilassa saattoi olla enemmän parasympaattista aktiivisuutta. Lisäksi tämän tutkimuksen perusteella normaalitasosta noussut leposyke voisi kertoa vähentyneestä parasympaattisesta aktiivisuudesta.

Syke seisten. Seisomaan nousun jälkeen syke tasaantui suuntaa antavasti matalammalle tasolle kauden aikaisessa testissä kuin kauden jälkeisessä testissä. Myös useat sykevaihtelumuuttuja-arvot (seisten) kauden aikaisessa testissä olivat suuntaa antavasti korkeammat kuin kauden jälkeisessä testissä. Tuloksista voidaan havaita, että mitä korkeampi leposyke oli, sitä korkeampi oli seisomasyke ja sitä pienemmät olivat parasympaattista aktiivisuutta kuvaavat arvot istumisen ja seisomisen aikana. Näiden tulosten perusteella voidaan ehdottaa, että parasympaattinen aktiivisuus on korkeampaa, jos ortostaattisen testin lepo- ja seisomasyke ovat normaalia matalampia.

Syke-ero. Syke-ero (syke seisten-syke istuen) oli pienempi kauden aikaisessa testissä kuin kauden jälkeisessä testissä. Tämä näkyi sykevaihtelumuuttujissa siten, että parasympaattista aktiivisuutta kuvaavien SD1:n ja RMSSD:n eroprosentti oli suurempi kauden jälkeen. Syke ei siis laskenut kauden jälkeisessä testissä yhtä hyvin seisomaan nousun jälkeen leposykkeeseen nähden, ja samoin parasympaattista aktiivisuutta ilmentävät muuttujat laskivat seisomaan nousun johdosta enemmän kauden jälkeisessä testissä. Jos syke jää seisomaan noustessa lähelle maksimaalista sykkeennousu-arvoa, se kertoo elimistön sympaattisesta kuormitustilasta (Uusitalo-Koskinen 1999). Lisäksi saatiin mielenkiintoinen negatiivinen yhteys syke-eron ja fyysisen palautumisen välille; mitä suurempi kauden aikainen syke-ero oli, sitä vähemmän jääkiekkoilija tunsi itsensä fyysisesti palautuneeksi. Näiden tulosten perusteella voidaan ehdottaa, että normaalia suurempi syke-ero voisi heijastella vähentyntä parasympaattista aktiivisuutta ja heikentyntä koettua fyysistä palautumista.

Lepotilat eivät siis eronneet toisistaan kauden aikaisen ja kauden jälkeisen testin välillä. Toisaalta tuloksista löytyi suuntaa antavasti enemmän parasympaattista aktiivisuutta kauden aikaisessa lepotilassa. Seisten mitatuissa muuttujissa oli selvemmin havaittavissa lisääntynyt parasympaattinen aktiivisuus kauden aikaisessa testissä. Lisäksi saadut muuttujien väliset yhteydet tukevat sykevaihtelumuuttujalöydöksiä. Johtopäätöksenä voidaan siis sanoa, että parasympaattista aktiivisuutta saattoi olla enemmän kauden aikaisessa testissä. Mitään ylikuormitustilaa viittaavia löydöksiä ei havaittu kumpanakaan testikertana. Kauden aikaisen suuremman parasympaattisen aktiivisuuden taustalla ovat todennäköisesti paremmat kestävyysominaisuudet. Kun kestävyysominaisuudet heikentyvät, parasympaattinen säätely heikkenee.

8.3 Alku- ja loppuverryttelyn aikainen syke ja sykevaihtelu

Kauden aikaisen alkuverryttelyn aikana syke oli suuntaa antavasti matalampi kuin kauden jälkeisessä alkuverryttelyssä. Kauden aikaisessa loppuverryttelyssä syke oli merkittävästi matalammalla tasolla kuin kauden jälkeisessä testissä, vaikka sykkeen lasku oli dynamiikaltaan samanlaista molemmilla kerroilla. Sykevaihtelumuuttujista voitiin havaita, että parasympaattista komponenttia (RRI_{ka} , SD1, RMSSD, HF) oli suuntaa anta-

vasti enemmän kauden aikaisessa alkuverryttelyssä ja merkitsevästi enemmän kauden aikaisessa loppuverryttelyssä kuin kauden jälkeisessä loppuverryttelyssä. Lisäksi parasympaattisen aktiivisuuden voidaan jossain määrin katsoa palautuneen kauden aikaisen aktiivisen palautumisen aikana nopeammin kuin kauden jälkeen. Javorka ym. (2003) löysivät, että levon aikaiset sykevaihtelumuuttujat eivät ole yhteydessä harjoituksen alussa tapahtuvaan sykkeen nousuun eivätkä harjoituksen jälkeiseen sykkeen palautumiseen. Toisaalta taas palautumisen aikaiset sykevaihtelumuuttujat olivat yhteydessä harjoituksen alussa tapahtuvaan sykkeen nousuun. Javorka ym. (2003) tulosten perusteella nopea sykkeen nousu harjoituksen alussa mahdollistaa nopean sykkeen laskun harjoituksen päätyttyä. (Javorka ym. 2003.) Harjoituksen jälkeisen sykkeen laskun, parasympaattisen hermoston aktiivisuuden noususta johtuen, on todettu olevan yhteydessä kestävyysominaisuuksiin (Arai ym. 1989, Savin ym. 1989, Perini & Veicsteinas 2003, Hautala ym. 2004). Mahdollisesti hyväkuntoisen jääkiekkoilijan elimistö reagoi kauden aikana nopeammin testin alkuun, joka mahdollisti nopeamman sykkeen laskun ja parasympaattisen hermoston palautumisen testin jälkeen. Täten kestävyysominaisuuksien lasku selittäisi parasympaattisen hermoston heikentyneen toiminnan kauden jälkeisessä testissä ja kuormitustiloissa.

SDNN, joka kertoo kokonaissykevaihtelusta, ja SD2, joka kuvaa jatkuvaa pitkänajan sykevaihtelua, laskivat kauden jälkeen vähemmän alkuverryttelyn ja loppuverryttelyn välillä. Suurempi kokonaisvaihtelu (SDNN) kauden jälkeisessä loppuverryttelyssä kertoo sympaattisen hermoston aiheuttamasta matalataajuisesta vaihtelusta (SD2), sillä parasympaattista aktiivisuutta oli vähemmän kuin kauden aikaisessa testissä (eli korkeampi syke ja pienemmät parasympaattista aktiivisuutta kuvaavat muuttujat kauden jälkeen). Sympaattisen hermoston aktiivisuus on todettu olevan yhteydessä kapenevaan Poincaré plot kuvaajaan. Kun SD1 ja SD2 ovat suuria (hyväkuntoisilla), Poincaré plot kuvaaja on ellipsimäinen. Parasympaattisen aktiivisuuden vähentyessä (esimerkiksi seisomaan nousun tai kuormitustilan johdosta) kuvaajasta tulee kapeampi (SD1 pienenee) sympaattisen aktiivisuuden noustessa (Mourot ym. 2004). Tämän tutkimuksen valossa näyttäisi siltä, että näissä kuormitustiloissa aikakenttä- ja epälineaarinen menetelmä kuvaisivat parhaiten autonomisen hermoston tilaa. Lisäksi voidaan havaita, että tarkempaan kuormittuneisuuden analysointiin sykevaihtelumuuttujista tarvitaan jokin ärsyke, kuten tässä tutkimuksessa seisomaan nousu ja maksimaalinen rasitus, jonka jälkeistä autonomisen hermoston tilaa analysoimalla nähdään mahdollisia muutoksia paremmin.

Niinpä erilaisten testien käyttö ja testien aikaisten syke- ja sykevaihtelumuuttujien seuraaminen on suositeltavaa.

Sykevaihtelumuuttujat olivat levon (istuen), seisomisen ja alkuverryttelyn aikana suuntaa antavasti, ja loppuverryttelyn aikana merkitsevästi suuremmat kauden aikana kuin kauden jälkeen. Näistä voidaan päätellä, että parasympaattista aktiivisuutta saattoi olla enemmän kauden aikaisessa testitilanteessa. Eri kuormitustilojen sykkeet olivat vähintään suuntaa antavasti matalammat kauden aikaisessa testissä. Lisäksi kestävyysominaisuudet olivat paremmat kauden aikana. Kauden jälkeen parasympaattinen aktiivisuus väheni, kestävyyskunto laski ja sykkeet nousivat.

Näiden tulosten perusteella voidaan johtopäätöksenä sanoa, että kestävyysharjoittelu näyttäisi lisäävän parasympaattista aktiivisuutta. Nämä kaksi harjoitusadaptaatiota yhdessä laskevat tämän tutkimuksen lepotilan aikaista, seisomisen aikaista, alkuverryttelyn aikaista, submaksimaalisia, maksimaalista ja loppuverryttelyn aikaista sykettä. Autonominen hermoston säätelyn muutos kauden aikaisesta tilasta kauden jälkeiseen tilaan ei kuitenkaan näiden tulosten perusteella ole niin merkittävää, että vain sillä voitaisiin selittää sykkeen nousu kauden jälkeisissä kuormitustiloissa. Niinpä kestävyysominaisuuksien lasku voisi selittää suurimman osan saaduista sykemuutoksista kauden aikaisen ja kauden jälkeisen testi välillä.

8.4 Psykkinen stressi kyselyjen avulla

Kauden aikana fyysisen harjoittelun ulkopuolista stressiä raportoitiin enemmän kuin kauden jälkeen. Subjektiiivisen palautumiskyselyn perusteella voidaankin sanoa, että psyykkistä stressiä oli enemmän kauden aikana kuin kauden jälkeen. Kauden aikana treeni-intoa eli harjoittelumotivaatiota oli enemmän, ja tämä johti siihen, että harjoittelusta johtuvaa stressiä raportoitiin enemmän. Kauden aikana psyykkinen ja fyysinen palautuminen olivat vahvasti yhteydessä toisiinsa. Fyysinen palautuminen ei kuitenkaan eronnut merkitsevästi testikertojen välillä. Lisäksi kauden aikainen suuri parasympaattinen aktiivisuus oli yhteydessä korkeampaan fyysisen palautumiseen kauden jälkeen. Kauden jälkeen fyysisistä stressiä koettiin melkein yhtä paljon kuin kauden aikana, mutta

psykkistä stressiä vähemmän, jolloin mieliala ei kellään testeihin osallistuneella ollut negatiivinen kauden jälkeen.

Objektiivisesti tarkastellen tutkittavat olivat kauden aikana hyvässä kestävyyskunnossa ja parasympaattista aktiivisuutta oli todennäköisesti enemmän kuin kauden jälkeen, mutta kauden aikana he eivät tunteneet itseään kovinkaan palautuneeksi. Siihen, että fyysinen palautuminen koettiin kauden aikana paremmaksi kuin psyykinen palautuminen voisivat vaikuttaa hyvä kestävyyskunto, korkea parasympaattinen aktiivisuus ja harjoittelumotivaatio. Psyykinen harjoittelun ulkopuolinen stressi heikensi tutkittavien yleistä palautumistilaa kauden aikana, mutta se ei näkynyt objektiivisissa mittareissa.

Jääkiekkoilija kokee suurta fyysistä ja psyykkistä stressiä kauden aikana. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että parasympaattinen dominointi suojeli ylikuormitukselta kauden aikana ja auttoi palautumaan kauden jälkeenkin. Tätä vahvistaa syke- ja sykevaihtelumuuttujien yhteydet koettuun fyysiseen palautumiseen. Harjoittelusta johtuva ja harjoittelun ulkopuolinen stressi olivat kauden aikana suuria, jolloin palautumistilaa ei koettu optimaaliseksi. Psyykkisellä stressillä oli merkittävä vaikutus itse koettuun palautumistilaan. Jääkiekkoilija tuntee itsensä palautuneeksi, kun mieliala on positiivinen ja kun harjoittelusta johtuvaa ja harjoittelun ulkopuolista stressiä koetaan vähän. Harjoittelusta johtuvaa stressiä siedetään, kun harjoittelumotivaation lisäksi suorituskyky on hyvä ja mitään ylikuormitustilaa ei ole, eli, kun parasympaattinen aktiivisuus on suurta. Harjoittelun ulkopuolista stressiä on vähän tai sitä siedetään hyvin, kun mieliala on positiivinen. Urheilijan subjektiivisten tuntemusten seuranta auttaa mahdollisten ylikuormitustilojen tunnistamisessa, sillä mielialanmuutokset ovat yleisesti liitetty ylikuormitustilaan (Meeusen ym. 2006). Tämä tutkimus vahvistaa sitä, kuten Kenttä ym. (2006) sekä Uusitalo (2006) ovat esittäneet, että seuraamalla urheilijan subjektiivisia tuntemuksia saadaan urheilijan stressin ja palautumisen tasapainosta enemmän tietoa.

8.5 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet

Tämä tutkimus otti huomioon useimmat ylikuormitustilan tutkimustavat, sillä se sisälsi väsymykseen asti viedyn testin, jonka aikana mitattiin tehoja, sykettä, laktaatteja ja

RPE-arvoja sekä palautumis- ja mielialakyselyn että ortostaattisen testin ja eri kuormitustilojen (istuen, seisten, alkuverryttely ja loppuverryttely) aikana sykevaihteluanalyysillä tutkitun autonomisen hermoston toiminnan analysoinnin. Hormoneja ei mitattu. Tutkimusjoukko oli pieni, mutta ainutlaatuinen, ja se koostui sekä hyökkääjistä, puolustajista että maalivahdista. Tutkimusajankohdat olivat sopivat kauden rakenteeseen nähdessä. Mielenkiintoista olisi ollut saada data myös kauden alusta.

Tutkimus sisälsi perustason mittaukset (huhtikuu), joita voitiin verrata kauden aikaisiin (joulukuu) arvoihin. Perustason mittaukset ovat hyvin harvinaisia urheilijoilta, mutta tässä työssä se onnistui hyvin kauden päätyttyä pienen loman jälkeen. Testipatteristo sisälsi monipuolisia subjektiivisia ja objektiivisia mittareita. Maksimaalisen polkupyöräergometritestin intensiteetti on suuri (maksimaalinen vaste), ja testimuoto oli jääkiekkoilijoille sopivin. Testikerrat pysyivät hyvin samanlaisina. Kyselyt olisivat voineet olla monipuolisemmat, sillä muutkin psykologiset asiat voivat vaikuttaa mielialaan kuin vain kysytyt stressimuodot. Palautumiskyselyllä saatiin kuitenkin esille jääkiekkoilijan suurempi psyykinen stressi kauden aikana.

Sykevaihtelu on lupaava väline palautumisen ja stressin mittauksessa, mutta vaatii vielä vahvistusta muualta. Tässä tutkimuksessa ei vakioitu hengitystiheyttä ortostaattisen testin aikana, joka voi vaikuttaa tuloksiin. Sykevaihtelun avulla voitiin kuitenkin havaita hyvän kestävyyskunnan positiiviset vaikutukset autonomisen hermoston tilaan. Sykevaihtelun analysointimenetelmät olisivat voineet olla laadukkaammat. Näin esimerkiksi testin aikaisen sykedatan ja välittömän palautumisen sykedata olisi voinut analysoida luotettavasti. Toisaalta pidempi seuranta (esimerkiksi yömittaus) olisi voinut kertoa palautumistilasta enemmän (esim. Mourot ym. 2004).

8.6 Johtopäätökset

Jääkiekkoilijoiden kestävyysominaisuudet ovat korkeat kauden aikana. Tällöin parasympaattista aktiivisuutta on paljon ja eri kuormitustilojen sykkeet pysyvät alhaisina; jääkiekkoilijan suorituskyky on huipussaan. Kestävyyskunnan lasku kauden jälkeen heikentää parasympaattista aktiivisuutta jonkin verran. Tässä tutkimuksessa kauden

jälkeinen sykkeen nousu eri kuormitustiloissa selittyy kuitenkin paremmin kauden jälkeisellä suorituskyvyn laskulla kuin autonomisen hermoston säätelyn muutoksilla.

Jääkiekkoilija kokee suurta fyysistä ja psyykkistä stressiä kauden aikana. Mitään ylikuormitustilan merkkejä ei löydetty kauden aikana tai kauden jälkeen tehdyn ortostaattisen testin tuloksista. Hyvä kestävyyskunto siis lisää parasympaattista aktiivisuutta, joka parantaa stressinsietokykyä ja palautumista kauden aikana. Selvää parasympaattisen aktiivisuuden laskua kauden jälkeen ei havaittu. Tällöin kauden aikainen parasympaattisen aktiivisuuden dominointi säilyi ja suojeli ylikuormitukselta ja auttoi palautumaan kauden jälkeenkin, jolloin myös itse koettu palautumistila oli optimaalisempi kuin kauden aikana.

Pelikauden aikaiset sykevaihtelumuutokset eivät tämän tutkimuksen mukaan ole jääkiekkoilijoilla merkittäviä. Kuitenkin parasympaattista aktiivisuutta voisi olla enemmän kauden aikana kuin kauden jälkeen. Kestävyyskunnan lasku pelikauden aikana selittää suurimman osan tämän tutkimuksen tuloksista. Hyvän kestävyyskunnan ja sitä myötä lisääntyneen parasympaattisen aktiivisuuden positiivisia vaikutuksia jääkiekkoilijan kuormittuneisuuteen ei voida kiistää. Parasympaattinen aktiivisuus lisää stressinsietokykyä, ehkäisee ylikuormitustilaa ja parantaa palautumista koko pelikauden aikana.

Sykevaihtelu tuo arvokasta tietoa jääkiekkoilijan pelikauden aikaisesta kuormittuneisuudesta. Parasympaattisen aktiivisuuden dominointi ja hyvä kestävyyskunto kauden aikana voisi ennustaa hyvää stressinsietokykyä ja palautuneisuutta koko pelikauden ajan. Tämän vuoksi hyvän kestävyyskunnan ylläpito kauden ympäri olisi jääkiekkoilijoille erittäin edullista. Lisäksi erilaisten testien käyttö ja testien aikaisten syke- ja sykevaihtelumuuttujien seuraaminen on kauden aikana suositeltavaa.

KIITOKSET

Tutkimusta tukivat Mestis-seura Mikkelin Jukurit ja Jääkiekon kansainvälinen kehittämiskeskus.

Haluan kiittää seuraavia tahoja ja henkilöitä arvokkaasta yhteistyöstä tutkimuksen mahdollistamiseksi.

Mikkelin Jukurit

Jääkiekon kansainvälinen kehittämiskeskus

Liikuntabiologian laitos

Anne Leikas

Jyrki Aho

Heikki Rusko

LÄHTEET

- Achten & Jeukendrup. 2003. Heart Rate Monitoring. Applications and limitations. *Sports Med.* 33 (7): 517-538
- Aho A. 2005. Jääkiekkoilijoiden fyysinen kunto kauden aikana Mestiksessä. Johdatus omatoimiseen tutkimustyöhön. Liikuntabiologian laitos. Jyväskylän yliopisto. 61s.
- Antila K. & Länsimies E. 1994. Autonominen hermosto: Rakennus ja toiminta. Teoksessa Sovijärvi A., Uusitalo A., Länsimies E., Vuori I. (editors) 1994. Kliininen fysiologia. Duodecim, Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä
- Arai Y., Saul P., Albrecht P., Hartley H., Lilly H., Cohen R., Colucci W. 1989. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *Am J Physiol* 256: H132-H141
- Armstrong & VanHeest. 2002. The Unknown Mechanism of the Overtraining Syndrome. Clues from Depression and Psychoneuroimmunology. *Sport Med.* 32 (3): 185-209
- Aubert, Seps, Beckers 2003. Heart Rate Variability in Athletes. *Sports Med.* 33 (12): 889-919
- Banister E. 1991. Modeling Elite Athletic Performance. Teoksessa MacDougall J., Wenger H., Green H. (Editors) 1991. Physiological Testing of the High-Performance Athlete. 2nd Edition. Human Kinetics, Champaign, IL, USA
- Bonaduce D., Petretta M., Cavallaro V., Apicella C., Ianniciello A., Romano M., Breglio R., Marciano F. 1998. Intensive training and cardiac autonomic control in high level athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30 (5): 691-696
- Brooks & Fahey 1984. Exercise Physiology. Macmillan Publishing Co, Canada, USA
- Cole C., Blackstone E., Pashkow F., Snader C., Laier M. 1999. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Eng J Med* 341: 1351-7
- De Meersman Ronald E. 1993. Heart rate variability and aerobic fitness. *Am. Heart J.* 125 (number 3):726-731
- Forsström J. & Antila K. 1989. Sykevariaatio biologisena ilmiönä. Teoksessa Piha Juhana (toim.) 1989. Autonomisen hermoston toimintakokeet. Kansaneläkelaitoksen kuntoutustutkimuskeskus, Turku

- Guyton A. C. & Hall J. E. 2000. Textbook of Medical Physiology. W. B. Saunders Company, Philadelphia, USA
- Halson & Jeukendrup. 2004. Does overtraining Exists? An Analysis of Overreaching and Overtraining Research. *Sports Med.*34 (14): 967-981
- Haug E., Sand O., Sjaastad Ø. 1999. Ihmisen fysiologia. Suom. Kirsti Sillman. WSOY, Kirjapainoyksikkö Porvoo
- Hautala A., Tulppo M., Mäkikallio T., Laukkanen R., Nissilä S., Huikuri H. 2001. Changes in cardiac autonomic regulation after prolonged maximal exercise. *Clinical Physiology* 21 (2): 238-245
- Hawley C. & Schoene R. 2003. Overtraining syndrome. *The Physician and Sportsmedicine* 31 (6)
- Hedelin, Kenttá, Wiklund, Bjerle, Henriksson-Larsén 2000. Short-term Overtraining: Effects on Performance, Circulatory Responses and Heart Rate Variability. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32 (8): 1480–1484
- Hedelin R., Bjerle P., Henriksson.Larsén K. 2001. Heart rate variability in athletes: relationship with central and peripheral performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33 (8): 1394-1398
- Hooper S., Mackinnon L., Howard A. 1999. Physiological and psychometric variables for monitoring recovery during tapering for major competition. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31(8):1205-1210
- Javorka M., Zila I., Balhárek T., Javorka K. 2003. On- and off-responses of heart rate to exercise - relations to heart rate variability. *Clin Physiol & Func Im* 23: 1-8
- Huikuri H., Valkama J., Niemelä M., Airaksinen K. E. 1995. Sydämen sykevaihtelun mittaaminen ja merkitys. *Duodecim* 111 (4): 307
- Kalliokoski K. 1998. Normobaarisessa hypoksiassa asumisen ja normoksiassa harjoittelun vaikutukset sykkeisiin ja sykevaihteluun ortostaattisessa testissä ja submaksimaalisessa kuormituksessa. Pro Gradu, Jyväskylän yliopisto
- Katona P. G., McLean M., Dighton D. H., Guz A. 1982. Sympathetic and parasympathetic cardiac control in athletes and nonathletes at rest. *J. Appl. Physiol.* 52 (6): 1652-1657
- Kellmann M. 2002a. Underrecovery and Overtraining: Different Concepts - Similar Impact? Teoksessa Kellmann Michael (Editor) 2002. *Enhancing Recovery. Preventing Underperformance in Athletes.* Human Kinetics, Champaign, IL, USA

- Kellmann M. 2002b. Psychological assessment of underrecovery. Teoksessa Kellmann Michael (Editor) 2002. *Enhancing Recovery. Preventing Underperformance in Athletes*. Human Kinetics, Champaign, IL, USA
- Kenttä G., Hassmén P., Raglin J. 2006. Mood state monitoring of training and recovery in elite kayakers. *Eur J Sport Sci* 6(4): 245-253
- Laitio T., Scheinin H., Kuusela T., Mäenpää M., Jalonen J. 2001. Mitä sydämen sykevaihtelu kertoo? *FINNANEST* 24 (3)
- Mackinnon & Hooper 2000. *Overtraining and overreaching: Causes, Effects and Prevention* Teoksessa Garrett W., Kirkendall D. 2000. *Exercise and Sport Science*. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA
- Martinmäki K., Kettunen J., Rusko H. 2004. Autonomisen säätelyn dynamiikka ortostaattisessa kokeessa. (Abstrakti) *Liikunta & Tiede* 5/04, s. 43–44
- Martinmäki K., Rusko H., Kooistra L., Kettunen J., Saalasti S. 2006. Intraindividual validation of heart rate variability indexes to measure vagal effects on hearts. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 290: 640-647
- McArdle W., Katch F., Katch V. 2001. *Exercise Physiology. Energy, Nutrition and Human Performance*. 5th Edition. Lippincott Williams & Wilkins, USA, s.478-482
- McEwen B. 1998. Protective and damaging effects of stress mediators. *NEJM* 338 (3):171-179
- Meeusen R., Duclos M., Gleeson M., Rietjens G., Steinacker J., Urhausen A. 2006. Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome. ECSS Position Statement 'Task Force'. *Eur J Sport Sci* 6(1): 1-14
- Montgomery D. 2000. Physiology on ice hockey. Teoksessa Garrett W. & Kirkendall D. (toim.) *Exercise and sport science*. Lippincott Williams & Wilkins, USA.
- Mourot L., Bouhaddi M., Perrey S., Cappelle S., Henriot M-T., Wplf J-P., Rouillon J-D., Regnard J. 2004. Decrease in heart rate variability with overtraining: assessment by the Poincaré plot analysis. *Clin Physiol Funct Imaging* 24: 10-18
- Perini & Veicsteinas 2003.
- Pichot, Roche, Gaspoz, Enjolras, Antoniadis, Minini, Costes, Busso, Lacour, Barthélémy 2000. Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32 (10): 1729-1736
- Piha J. 1994. Autonomisen hermoston tutkimusmenetelmät. Teoksessa Sovijärvi A., Uusitalo A., Länsimies E., Vuori I. (editors) 1994. *Kliininen fysiologia*. Duodecim, Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä

- Sandercock G., Bromley P., Brodie D. 2005. Effects of Exercise on Heart Rate Variability: Inferences from Meta-Analysis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37: 433-439
- Savin W., Davidson D., Haskell W. 1982. Autonomic contribution to heart rate recovery from exercise in humans. *J Appl Phys* 53: 1572-5
- Smith D.J. & Norris S.R. 2002. Training load and monitoring an athlete's tolerance for endurance training. Teoksessa Kellmann Michael (Editor) *Enhancing Recovery. Preventing Underperformance in Athletes.* Human Kinetics, Champaign, IL, USA
- Stromme S., Boushel R., Ekblom B., Huikuri H., Tulppo M., Jones N. 2003. Cardiovascular and respiratory aspects of exercise – endurance training. Teoksessa Kjear M., Kroghgaard M., Magnusson P., Engebrensen L., Roos H., Takala T., Woo S. (Editors) *Textbook of sports medicine: Basic sciences and clinical aspects of sport injury and physical activity.* Blackwell Science. Thomson Press, India.
- Task Force 1996. Heart Rate Variability. *Circulation* 93: 1043-1065
- Tiikkaja J. 2002. Aerobinen, anaerobinen ja neuromuskulaarinen suorituskyky sekä sykevaihdtelu pelikauden aikana jääkiekkoilijalla. Pro gradu –tutkielma. Liikuntabiologian laitos. Jyväskylän yliopisto.
- Tulppo Mikko P., Mäkikallio Timo H., Takala Timo E. S., Seppänen Tapio ja Huikuri Heikki V. 1996. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. *Am. J. Physiol.* 271 (number 1, part 2): H244-H252
- Tulppo, Mikko P., Mäkikallio Timo H., Seppänen Tapio, Laukkanen Raija T. ja Huikuri Heikki V. 1998. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. *Am. J. Physiol.* 274 (Heart Circ. Physiol. 43): H424-H429
- Uusitalo-Koskinen A. 1999. Urheilijan palautumistilan seuranta: ortostaattinen sykereaktio. Teoksessa Liite ry 1999. *Kuntotestauksen perusteet.* Helsinki, s.7-9
- Uusitalo A. 2001. Overtraining. Making a Difficult Diagnosis and Implementing Target Treatment. *The Physician and Sportsmedicine* 29 (5)
- Uusitalo A., Laitinen T., Väisänen S., Länsimies E., Rauramaa R. 2004. Physical training and heart rate and blood pressure variability: a 5-yr randomized trial. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 286: H1821-H1826
- Uusitalo A. 2006. A Comment on: Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome. *Eur J Sport Sci* 6(4): 261-2
- Zavorsky G. 2000. Evidence and Possible Mechanisms of Altered Maximum Heart Rate With Endurance Training and Tapering. *Sports Med* 29 (1): 13-26

LIITTEET

Liite 1. Palautumiskysely.

Nimi _____

Pvm _____

Kuinka palautuneeksi tunnet itsesi juuri nyt?
Valitse parhaiten tuntemuksiasi vastaava numero.

	Fyysisesti	Psyykkisesti
Maksimaalinen kuviteltavissa oleva	*	*
Erittäin paljon	10	10
	9	9
Hyvin paljon	8	8
	7	7
	6	6
Paljon	5	5
	4	4
Kohtuullisesti	3	3
Vähän	2	2
Melko vähän	1	1
Erittäin vähän	0.5	0.5
Ei ollenkaan	0	0

Kommentit

Liite 2. Mielialakysely.

NIMI: _____ PVM: _____

LUOTTAMUKSELLINEN KYSELY VAIN TUTKIJOIDEN KÄYTTÖÖN

Kysymykset koskevat palautumista, harjoittelusi sekä tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sykkäeseen ja ortostaattisen testin tulokseen. Rastita oikea vastaus.

1. Oletko osallistunut kaikkiin joukkueen harjoituksiin ja peleihin viimeisen kahden viikon aikana?
 - Kyllä _____
 - Ei _____, olen ollut poissa seuraavista harjoituksista viimeisen 2 vkon aikana (Ilmoita myös päivämäärät, kertamäärät ja mitkä harjoitukset esim. puntti, jää)

2. Oletko ollut sairaana tai flunssassa tai vastaavassa viimeisen viikon aikana?
 - Kyllä _____
 - Ei _____
3. Oletko saanut nukkua mielestäsi hyvin ja riittävästi viimeisen viikon ajan?
 - Kyllä _____
 - Ei _____? Tunnetko itsesi väsyneeksi tällä hetkellä? Kyllä _____ Ei _____
4. Minkä verran sinulla on ollut viimeisen viikon aikana

A) fyysisestä harjoittelusta aiheutunutta stressiä?	B)	fyysisen harjoittelun ulkopuolista stressiä?
- Paljon _____		- Paljon _____
- Jonkin verran _____		- Jonkin verran _____
- Vähän _____		- Vähän _____
- Ei lainkaan _____		- Ei lainkaan _____
5. Vaikuttaako viimeisen viikon aikana koettu stressi tällä hetkellä sinun mielialaasi negatiivisesti (ahdistuneisuus, ärtymys, viha, pelko, suru, muu mieliala)?
 - Paljon _____
 - Jonkin verran _____
 - Vähän _____
 - Ei lainkaan _____
6. Minkä verran sinulla on ollut treeni-intoa viimeisen 2 viikon aikana?
 - Paljon _____
 - Jonkin verran _____
 - Vähän _____
 - Ei lainkaan _____
7. Jännitätkö tulevaa testiä?
 - Paljon _____
 - Jonkin verran _____
 - Vähän _____
 - En lainkaan _____