

**NUORTEN MAAJOUKKUEKORIPALLOILIJOIDEN FYYSISEN
SUORITUSKYVYN MUUTOKSET KILPAILUKAUDEN AIKANA**

Juuso Konttinen

Valmennus- ja testausoppi
Kandidaatintutkielma
VTEA006
Liikuntabiologian laitos
Jyväskylän yliopisto
Kevät 2014
Ohjaaja: Mikko Virmavirta

TIIVISTELMÄ

Juuso Konttinen (2014). Nuorten maajoukkuekoripalloilijoiden fyysisen suorituskyvyn muutokset kilpailukauden aikana. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, Valmennus- ja testausopin kandidaatintutkielma, VTEA006, 36 s.

Suomen nuorten koripallomaajoukkueiden ohjelmassa on tapahtunut viime vuosikymmenien aikana paljon muutoksia. Nuorten maajoukkueohjelman vaikutusta pelaajien fyysiseen suorituskykyyn ei kuitenkaan ole vielä tutkittu. Maajoukkueen kilpailukauden aikana saman ikäluokan seurajoukkueilla on meneillään harjoituskausi, jonka aikana kansallisia sarjoja ei pelata. Maajoukkuepelaajien kilpailukausi on siis huomattavan pitkä jakso kalenterivuodesta, mikä asettaa haasteita nuoren pelaajan fyysisen suorituskyvyn kehittämiseksi. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia alle 16-vuotiaiden poikien maajoukkueen fyysisen suorituskyvyn muutoksia maajoukkueen kilpailukauden aikana verraten muutoksia saman ikäluokan seurajoukkuepelaajiin vastaavan ajanjakson aikana. Tutkimus keskittyi fyysisen suorituskyvyn osalta kehon koostumukseen sekä nopeus- ja voimaominaisuuksiin.

Tutkimuksen koeryhmänä olivat Suomen alle 16-vuotiaiden maajoukkueen pelaajat (n=8) ja kontrolliryhmänä saman ikäluokan seurajoukkueen pelaajat (n=4). Tutkimuksen alkumittaukset suoritettiin maajoukkueen kilpailukauden alkaessa toukokuussa 2012. Loppumittaukset suoritettiin kahdessa osassa elo-syyskuussa 2012 noin kaksi viikkoa maajoukkueen kilpailukauden päättymisen jälkeen. Mittausjakson aikana maajoukkueen pelaajat harjoittelivat maajoukkueohjelman mukaan ja seurajoukkueen pelaajat oman joukkueensa harjoitusohjelman mukaan. Koehenkilöiltä mitattiin antropometrisista ominaisuuksista pituus, paino, syliväli sekä rasvaprosentti bioimpedanssimittauksella. Voimaominaisuuksia mitattiin jalkojen ojentalihasten isometrisen maksimivoiman testillä, josta analysoitiin isometrinen maksimivoima ja maksimaalinen voimantuottonopeus (RFD). Nopeusominaisuuksia mitattiin 20 metrin juoksu-testillä ja ponnistusominaisuuksia kevennyshypyllä sekä vauhtiloikalla.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että maajoukkuekauden aikana pelaajien antropometrisissa ominaisuuksissa tapahtuu muutoksia. Kilpailukauden aikana maajoukkuepelaajien keskimääräinen paino nousi ja syliväli kasvoi. Vastaavia antropometrisia muutoksia ei havaittu seurajoukkuepelaajilla harjoituskauden aikana. Fyysisen suorituskyvyn osalta merkittävimmät muutokset olivat maajoukkuepelaajien jalkojen isometrisen maksimivoiman ja vauhtiloikan ponnistuskorkeuden lasku kilpailukauden aikana. Seurajoukkuepelaajien fyysisessä suorituskyvyssä ei havaittu muutoksia harjoituskauden aikana. Lisäksi tulokset osoittivat, että saman ikäluokan maajoukkuepelaajien ja seurajoukkuepelaajien välillä on eroja antropometrisissa ominaisuuksissa ja fyysisessä suorituskyvyssä.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että alle 16-vuotiaiden poikien maajoukkueen nopeus- ja voimaominaisuudet heikkenivät maajoukkueen kilpailukauden aikana. Nopeus- ja voimaominaisuuksia on aikaisemmissa tutkimuksissa onnistuttu ylläpitämään ja kehittämään kauden aikaisella 1-2 kertaa viikossa tapahtuvalla voimaharjoittelulla. Tulosten yleistettävyyden kannalta on kuitenkin otettava huomioon pieni koehenkilömäärä. Tulevaisuudessa kaivataan lisää tutkimustietoa maajoukkueohjelman vaikuttavuudesta pelaajan kehitykseen kokonaisvaltaisesti ilmionä.

Avainsanat: koripallo, maajoukkue, nopeusominaisuudet, voimaominaisuudet.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 KORIPALLOILIJAN FYYSINEN SUORITUSKYKY	2
2.1 Antropometria.....	2
2.2 Voimantuotto-ominaisuudet	3
2.2.1 Maksimivoima.....	4
2.2.2 Voimantuottonopeus.....	4
2.3 Nopeusominaisuudet	5
3 NUOREN KORIPALLOILIJAN KILPAILUKAUSI.....	7
3.1 Alle 16-vuotiaiden poikien maajoukkueen kilpailukausi	7
3.2 Harjoittelu kilpailukauden aikana.....	8
4 FYYSISEN SUORITUSKYVYN MUUTOKSET KILPAILUKAUDEN AIKANA	10
4.1 Muutokset antropometrisissa ominaisuuksissa.....	10
4.2 Muutokset nopeus- ja voimaominaisuuksissa	11
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	13
5 MENETELMÄT.....	15
5.1 Koehenkilöt	15
5.2 Koeasetelma ja mittausten ajankohdat	15
5.3 Mittausmenetelmät	15
5.4 Tilastolliset menetelmät.....	18
6 TULOKSET	19
6.1 Ryhmien väliset erot alkumittauksissa	19
6.2 Ryhmien fyysisen suorituskyvyn muutokset.....	20
6.2.1 Muutokset antropometriassa.....	20
6.2.2 Muutokset voima- ja nopeusominaisuuksissa	23
6.3 Muuttujien väliset korrelaatiot	26

7 POHDINTA.....	27
LÄHTEET	33

1 JOHDANTO

Koripallo edellyttää pelaajalta hyvien pelitaitojen ja henkisten ominaisuuksien lisäksi hyvää fyysistä suorituskykyä, erityisesti nopeus- ja voimaominaisuuksien osalta. Näiden ominaisuuksien kehittäminen edellyttää pitkäjänteistä harjoittelua nuoruusiällä, jotta huipputason koripallon vaatima fyysinen suorituskyky voidaan saavuttaa aikuisiällä. Moneen muuhun urheilulajiin verrattuna koripallon kilpailukausi on poikkeuksellisen pitkä, mikä luo omat haasteensa fyysisen suorituskyvyn kehittämiseksi ympärivuotisesti kilpailukauden tiiviistä ottelurytmistä huolimatta.

Suomen nuorten maajoukkueiden ohjelmassa on tapahtunut viime vuosikymmenen aikana paljon muutoksia. Nykyisen nuorten maajoukkueohjelman vaikuttavuutta pelaajien fyysiseen suorituskykyyn ei kuitenkaan ole vielä tutkittu. Maajoukkueiden kilpailukausi ajoittuu kalenterivuodessa kesäkuukausille, jolloin seurajoukkueilla on meneillään harjoituskausi eikä valtakunnallisten sarjojen otteluita pelata. Seurajoukkueiden kauden päätyttyä maajoukkueiden kilpailukausi alkaa, minkä vuoksi maajoukkuepelaajien harjoituskausi seurajoukkueiden mukana on huomattavasti lyhyempi verrattuna samanikäisiin seurajoukkuepelaajiin. Pitkän kilpailukauden on tutkimuksissa havaittu vaikuttavan heikentävästi muun muassa nopeusominaisuuksiin (Hoffman ym. 1991; Tupamäki 2007) sekä räjähtävään voimantuottoon (Häkkinen 1988). Aiempi tutkimustieto on muutosten osalta kuitenkin ristiriitaista, sillä kilpailukauden aikaisella harjoittelulla on onnistuttu jopa kehittämään näitä ominaisuuksia (Häkkinen 1993).

Tutkimuksia koripalloilijoiden fyysisen suorituskyvyn muutoksista kilpailukauden aikana on tehty melko vähän. Lisäksi suurimmassa osassa näistä tutkimuksista koeryhmä on koostunut aikuispelaajista. Suomen nuorten maajoukkueiden ohjelman vaikutusta pelaajien fyysiseen suorituskykyyn ei ole aiemmin tutkittu tieteellisesti. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia alle 16-vuotiaiden poikien maajoukkueen fyysisen suorituskyvyn muutoksia maajoukkueen kilpailukauden aikana verraten muutoksia saman ikäluokan seurajoukkuepelaajien muutoksiin harjoituskauden aikana. Tutkimus keskittyi fyysisen suorituskyvyn osalta kehon koostumukseen sekä nopeus- ja voimaominaisuuksiin.

2 KORIPALLOILIJAN FYYSINEN SUORITUSKYKY

Koripallossa, kuten muissakin urheilulajeissa, urheilijan suorituskyvyllä ja kehon koostumuksella on olemassa tiettyjä viitearvoja, joiden avulla voidaan arvioida urheilijan suorituskyvyn riittävyyttä tämän tavoittelemalle sarjatasolle ja tarvittaessa määrittää harjoittelun painopiste-alueita. Tässä tutkielmassa näistä viitearvoista käsitellään antropometrisia mittaustuloksia sekä aikaisemmissa tutkimuksissa mitattuja voima- ja nopeusominaisuuksien arvoja.

2.1 Antropometria

Antropometrialla tarkoitetaan kehon koostumukseen ja mittasuhteisiin perustuvia mittauksia, joita voidaan käyttää osana urheilijan harjoittelun seurantaa. Seurannassa on kuitenkin oltava kriittinen, sillä useiden mittausmenetelmien toistettavuuden virheet voivat olla suurempia kuin odotettavissa olevat muutokset. Antropometrisilla mittauksilla saatuja tuloksia ei myöskään tulisi käyttää urheilijoiden asettamiseksi paremmuusjärjestykseen tai urheilijoiden väliin luokitteluun. (Fogelholm 2010.) Tässä osiossa pyritään kuvaamaan koripalloilijoiden antropometrisia ominaisuuksia eri sarjatasojen pelaajilla.

Pelaajan painolla on aikaisemmissa tutkimuksissa havaittu yhteys muun muassa koripalloilijan pistekeskiarvoon (Torres-Unda ym. 2013). Tupamäki (2007) mittasi miesten SM-sarjapelaajien keskimääräiseksi painoksi pelikauden alkaessa $79,9 \pm 8,5$ kg. Sporiš ym. (2010) mukaan Kroatian alle 16-vuotiaiden maajoukkueen 12 parhaan pelaajan keskimääräinen paino oli $81,25 \pm 8,34$ kg. Kreikan juniorimaajoukkuepelaajien ($18,5 \pm 0,5$ vuotta) antropometriaa puolestaan mittasivat Apostolidis ym. (2004), joiden mukaan miespelaajien keskimääräinen paino oli $95,5 \pm 8,8$ kg.

Ihonalaisen rasvakudoksen suuri määrä heikentää pelaajan suhteellista voimaa, mikä puolestaan heikentää pelaajan nopeussuorituskykyä (Jakovljević ym. 2011). Vertailtaessa kahta kehonpainoltaan samankokoista urheilijaa, suuremman rasvaprosentin omaavalla urheilijalle on vähemmän rasvatonta kehon massaa voimantuottoa varten (Sheppard & Young 2006). Nuoren koripalloilijan ihopoimumenetelmällä määritetyllä rasvaprosentilla onkin havaittu olevan yhteys pelaajan nopeussuorituskykyyn (Jakovljević ym. 2011) sekä ketteryysominaisuuksiin (Chaouachi ym. 2009). Korkmaz & Karahan (2012) tutkivat 90 turkkilaisen 1-3-divisioonatason mieskoripalloilijan fyysisiä ominaisuuksia ja kehon koostumusta. Neljän iho-

poimun mittausmenetelmällä (Durnin & Womersley 1974) arvioidut rasvaprosentit pelaajilla olivat $14,6 \pm 3,7$ % (1-divisioona), $12,5 \pm 3$ % (2-divisioona) ja $12,1 \pm 3,5$ % (3-divisioona). Gonzalez ym. (2013) analysoivat tutkimuksessaan NBA -pelaajien rasvaprosentteja kuuden ihopoimun menetelmällä (Jackson & Pollock 1978) ja saivat pelaajien keskimääräiseksi rasvaprosentiksi kauden alkaessa $7,2 \pm 1,9$ %. Tupamäki (2007) puolestaan mittasi neljän pisteen ihopoimumenetelmällä (Durnin & Womersley 1974) SM-sarjatason mieskoripalloilijoiden rasvaprosentiksi kauden alkaessa $14,4 \pm 2,0$ % ja SM-sarjakauden päätteeksi $11,3 \pm 1,0$ %. Tammivaaran (1996) tutkimuksessa alle 18-vuotiaiden poikien maajoukkue oli jaettu kahteen ryhmään (testi- ja kontrollijoukkue). Rasvaprosenteiksi ryhmille 4-pisteen menetelmällä (Durnin & Ramahan 1967) mitattiin testijoukkueelle $10,4 \pm 1,1$ % ja kontrollijoukkueelle $11,2 \pm 2,4$ %.

2.2 Voimantuotto-ominaisuudet

Voimantuotto on Hakkaraisen (2009) mukaan kaikkien urheilulajien perusta, sillä ilman riittäviä voimatasoja liikettä ei kyetä tuottamaan. Korkea voimataso on myös edellytys hyvälle nopeusominaisuuksille (Bompa & Haff 2009, 261). Koripallossa voimantuotto-ominaisuudet korostuvat lajin luonteen vuoksi, sillä laji sisältää paljon ponnistuksia ja lähtöjä (Bober ym. 2006; Tupamäki 2007). Ponnistusten suuren määrän vuoksi onkin järkevää pohtia, millaiset voimantuotto-ominaisuudet ovat lajin vaatimusten kannalta erityisen hyödyllisiä.

Voima voidaan jakaa Ahtiaisen ja Häkkisen (2010) mukaan maksimi-, nopeus- ja kesto-voimaan. Maksimivoima merkitsee lihasjännitystason nousua maksimaaliseksi ja samalla voimantuottoajan kasvua suhteellisen pitkäksi. Nopeusvoimaa sen sijaan kuvastaa hyvin lyhyt voimantuottoaika sekä hyvin suuri voimantuottonopeus isometrisessä supistuksessa tai suurella supistusnopeudella suoritettussa konsentrisessä tai eksentrisessä lihastyössä. Kestovoimalla tarkoitetaan tietyn voimatason suhteellisen pitkää ylläpitoa tai tietyn voimatason perkkäistä toistamista lyhyillä palautusajoilla. (Ahtiainen & Häkkinen 2010.) Tässä tutkimuksessa keskittyy voiman lajien osalta nuorten koripalloilijoiden maksimi- ja nopeusvoimaominaisuuksiin.

2.2.1 Maksimivoima

Maksimivoima tarkoittaa Ahtiaisen ja Häkkisen (2010) mukaan ”suurinta yksilöllistä voimatasa, jonka lihas tai lihasryhmä tuottaa tahdonalaisessa kertasupistuksessa ilman että voimantuottoon kulunut aika olisi rajoittava tekijä”. Jalkojen maksimivoimaa koripalloilijoilla on aikaisemmin mitattu isometrisesti alaraajojen bilateraalisen ojennuksena (Matavulj ym. 2001; Kiiskinen 2005; Tupamäki 2007) sekä dynaamisesti jalkakyykyn 1RM-testinä (Hoffman ym. 1991; Kiiskinen 2005; Chaouachi ym. 2009).

Bompa & Haff (2009, 261) ehdottavat, että korkea voimataso on edellytys hyvälle nopeussuorituskyvylle. Koripalloilijoilla tätä yhteyttä ovat tutkineet Chaouachi ym. (2009), jotka havaitsivat vahvan positiivisen korrelaation huipputaso koripalloilijoiden (Tunisian miesten maajoukkue) jalkojen dynaamisen maksimivoiman ja nopeusominaisuuksien välillä. 90° polvikulman syvyydelle tehdyn jalkakyykyn keskiarvo tässä tutkimuksessa oli $143 \pm 13,4$ kg. Vastaavan korrelaation puolikyykyn ja nopeussuorituskyvyn välillä huipputaso jalkapalloilijoilla havaitsivat Wisløff ym. (2004), joiden tutkimuksessa havaittiin myös vahva korrelaatio jalkojen dynaamisen maksimivoiman ja vertikaalihypyn korkeuden välillä. Häkkisen (1988) mukaan myös jalkojen ojentajalihasten maksimaalinen isometrinen voimantuotto korreloi merkittävästi sekä staattiseen hyppykorkeuteen että kevennyshypyn korkeuteen. Saman yhteyden ovat havainneet myös Ugarkovic ym. (2002).

Tupamäen (2007) mittauksissa miesten SM-sarjajoukkueen jalkojen ojentajalihasten isometrinen maksimivoima 90° polvikulmalla oli kilpailukauden alussa 2273 ± 400 N ja lopussa 2525 ± 373 N. Häkkinen (1988) puolestaan sai 107° polvikulmalla mitatuksi maksimivoimaksi ennen kauden alkua keskimäärin 4090 ± 700 N. Isometrinen maksimivoimien arvoja tarkasteltaessa on huomattava, että mittauksissa käytetyt polvikulmat vaihtelevat eri tutkimusten välillä ja näin ollen eri tutkimusten tuloksia vertailtaessa käytetty polvikulma onkin syytä tarkastaa.

2.2.2 Voimantuottonopeus

Zatsiorskyn ja Kraemerin (2006, 26-28) mukaan maksimaalisen voimatason saavuttaminen vaatii tyypillisesti aikaa yli 0,4 sekuntia. Voimantuottoon käytettävissä olevan ajan laskiessa räjähtävän voimantuoton vaje (explosive-strength deficit, ESD) kasvaa, ja suoritukseen saa-

daan käytettyä yhä pienempi osuus maksimivoimasta. Ponnistuksissa räjähtävän voimantuoton vaje onkin noin 50 %. Voimantuottoon käytettävissä oleva aika ei yksinkertaisesti riitä maksimivoiman tuottamiseen, jolloin maksimivoiman sijaan räjähtävä voima on suorituksen kannalta olennaisempi tekijä. (Zatsiorsky & Kraemer 2006, 26-28.)

Urheilijan tason noustessa voimantuottonopeudella (rate of force development, RFD) on yhä suurempi merkitys suorituskykyyn (Zatsiorsky & Kraemer 2006, 26-28). Esimerkiksi jalkojen ojentajalihasten voimantuottonopeuden paranemisen on havaittu vaikuttavan koripalloilijan ponnistuskorkeuteen merkittävästi (Matavulj ym. 2001). Häkkisen (1988) mukaan mieskoripalloilijoiden maksimaalinen voimantuottonopeus 107° polvikulmalla ennen kilpailukauden alkua oli keskimäärin $74\ 800 \pm 19\ 850$ N/s.

Koripalloilijoiden nopeusvoimaominaisuuksia on mitattu usein kontaktimatolla käyttäen staattista tai esikevennettyä hyppyä (Häkkinen 1988; Tammivaara 1996; Markkanen 2002; Tupamäki 2007). Painopisteen nousukorkeudella kevennyshypyssä on aikaisemmissa tutkimuksissa havaittu olevan yhteys lyhyiden matkojen juoksunopeuteen, joka on merkittävä suorituksen osatekijä useissa joukkuelajeissa (Shalfawi ym. 2011). Kevennyshyppyjen nousukorkeuksia eri tutkimuksissa on esitelty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Kevennyshyppyjen nousukorkeuksia eri tutkimuksissa.

Tutkimus	Koehenkilöt	Kevennyshypyn nousukorkeus (cm)
Tammivaara 1996	Alle 18-vuotiaiden maajoukkuepelajat (n=20), jaettu testi- ja kontrollijoukkueeseen	Testijoukkue 40,6 Kontrollijoukkue 39,1
Tupamäki 2007	Miesten SM-sarja (n=10)	43,2
Shalfawi ym. 2011	Ammattilaiskoripalloilijat (n=33), vähintään 2 vuotta ammattilaisena	52,0

2.3 Nopeusominaisuudet

Nopeus on yksi tärkeimmistä koripalloilijan fyysisen suorituskyvyn osa-alueista (Tupamäki 2007, Litkowycz ym. 2008). Pelaajan lyhyiden matkojen juoksunopeuden on aikaisemmissa tutkimuksissa havaittu olevan yhteydessä esimerkiksi pelaajan hyökkäyspään tehokkuuteen (Huciński ym. 2007). Koripalloilijan nopeutta on mitattu useissa eri tutkimuksissa 20 metrin

juoksunopeustestillä, jossa mittaus suoritetaan kahden valokennoportin ja kellon avulla paikaltaan lähtien (Balčiūnas ym. 2006; Tupamäki 2007; Jakovljević ym. 2011). Aikaisemmissa tutkimuksissa saatuja tuloksia on esitelty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. 20 metrin juoksunopeustestin tuloksia eri tutkimuksissa.

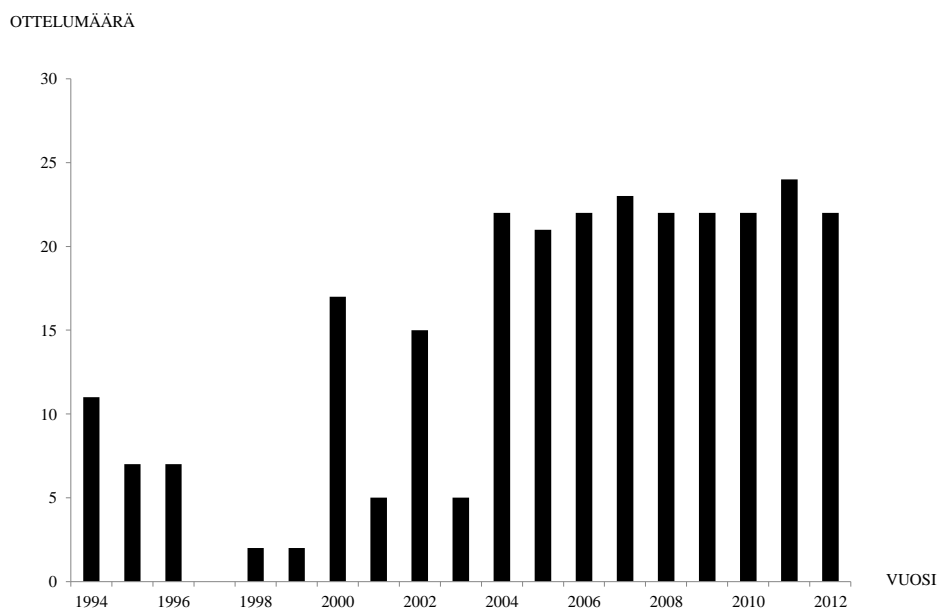
Tutkimus	Koehenkilöt	20m ajan keskiarvo (s)
Jakovljević ym. 2011	14-vuotiaat serbialaiset (n=50)	3,56
Balčiūnas ym. 2006	15-16-vuotiaat liettualaiset (n=45), tutkimuksessa jaettu kolmeen ryhmään	1. 2,96 (n=12) 2. 3,10 (n=11) 3. 3,10 (n=12)
Tammivaara 1996	Alle 18-vuotiaiden maajoukkuepe- laajat (n=20), jaettu testi- ja kont- rollijoukkueeseen	Testijoukkue: 2,97 Kontrollijoukkue: 3,02
Shalfawi 2011	Ammattilaiskoripalloilijat (n=33), vähintään 2 vuotta ammattilaisena	3,20
Tupamäki 2007	SM-sarjajoukkueen pelaajat (n=10)	3,00

3 NUOREN KORIPALLOILIJAN KILPAILUKAUSI

Pitkä kilpailukausi asettaa nuorelle koripalloilijalle omat haasteensa harjoittelua ja fyysisen suorituskyvyn kehittämistä ajatellen. Ottelujen määrä pelikauden aikana voi vaikuttaa harjoitteluun siten, ettei harjoitusten määrä enää riitä fyysisen suorituskyvyn ylläpitämiseen ja kehittämiseen. Voima-, nopeus- ja kestävyysharjoittelun määrät laskevat tyypillisesti pelikaudella, ja valmentajat saattavat luottaa koripalloharjoitusten ja ottelujen riittävän harjoituskauden aikana hankittujen ominaisuuksien ylläpitämiseen kauden ajan (Hoffman ym. 1991). Tässä osiossa käsitellään alle 16-vuotiaiden poikien maajoukkueen kilpailukauden luonnetta ja yksittäiseen pelaajaan kohdistuvaa rasitusta kilpailukauden aikana.

3.1 Alle 16-vuotiaiden poikien maajoukkueen kilpailukausi

Alle 16-vuotiaiden poikien maajoukkueen ottelumäärät ovat kasvaneet viime vuosikymmenen aikana huomattavasti (kuva 1). Vuonna 2012 alle 16-vuotiaiden poikien maajoukkue pelasi yhteensä 22 ottelua, joista 19 pelattiin varsinaisen maajoukkuekauden aikana toukokuun ja elokuun 2012 välillä. Tämä tekee koko joukkueen viikottaiseksi ottelumääräksi keskimäärin 1,4 ottelua/viikko. Tässä tutkimuksessa alle 16-vuotiaiden maajoukkueesta mukana olleet koehenkilöt pelasivat maajoukkuekauden aikana keskimäärin 12,7 ottelua. (Suomen Koripalloliitto 2014.)



KUVA 1. Alle 16-vuotiaiden poikien ottelumäärät vuosina 1994-2012. Vuoden 1997 tiedot puuttuvat tietokannasta (Suomen Koripalloliitto 2014).

3.2 Harjoittelu kilpailukauden aikana

Kilpailukauden aikaisen harjoittelun määrä ja laatu vaihtelee luonnollisesti eri joukkueiden välillä ja riippuu esimerkiksi ottelujen määrästä kauden aikana. Ottelut vaikuttavat harjoitteluun esimerkiksi siten, että peliä edeltävän päivän harjoitus on usein intensiteetiltään kevyt ja liiallista fyysistä rasitusta pyritään välttämään (Caterisano ym. 1997). Tässä tutkimuksessa pelaajan harjoittelu on jaoteltu sisältöjen perusteella fyysiseen harjoitteluun ja lajiharjoitteluun.

Fyysinen harjoittelu. Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että fyysinen harjoittelu jää kilpailukauden aikana usein pelaajan omalle vastuulle (Hoffman ym. 1991; Tupamäki 2007). Fyysinen harjoittelu kauden aikana on kuitenkin erittäin tärkeää, jotta pelaajan suorituskyky säilyy koko kilpailukauden ja jopa kehitys kilpailukauden aikana on mahdollista (Häkkinen 1993). Erityisesti on huomioitavaa, että joukkueen tuloksen ja sijoituksen kannalta tärkeimmät ottelut ajoittuvat kauden loppuosaan, mikä tekee suorituskyvyn ylläpidosta entistä tärkeämpää. Javorek (1995) onkin ehdottanut, että koripalloilijan tulisi tehdä vähintään 1-2 voimaharjoitusta viikossa pelikauden aikana, jotta harjoituskauden aikana hankitut ominaisuudet pystytään ylläpitämään. Häkkisen (1993) mukaan naiskoripalloilijoiden nopeusvoimaominaisuudet jopa kasvoivat kilpailukauden aikana, kun harjoitusohjelmaan kuului 1-2 kertaa viikossa tehty nopeusvoimaharjoitus.

Fyysisen harjoittelun määrässä ja laadussa on paljon eroja riippuen esimerkiksi joukkueen sarjatasosta ja ottelujen määrästä. Hoffman ym. (1991) mukaan NCAA 1-divisioonatason joukkue ei noudattanut voimaharjoitusohjelmaa kilpailukauden aikana, vaan nopeus- ja voimaominaisuuksia pyrittiin ylläpitämään korkeaintensiteettisen koripalloharjoittelun avulla. Caterisanon ym. (1997) tutkimuksessa sen sijaan havaittiin NCAA 1-divisioonatason joukkueen tekevän voimaharjoittelua 2 kertaa viikossa 20 minuutin ajan kerrallaan. Tupamäen (2007) mukaan SM-sarjajoukkueen pelaajat suorittivat voimaharjoittelua omatoimisesti keskimäärin kerran viikossa ja tekivät lajinomaisia nopeusharjoitteita ja plyometrisia harjoitteita lajiharjoittelun yhteydessä kerran viikossa. Espanjan liigan ammattilaispelaajilla fyysinen harjoittelu tapahtui Cordova Martínezin ym. (2010) mukaan joka aamu 2 tuntia kerrallaan, pois lukien viralliset ottelupäivät Espanjan liigassa tai Euroliigassa. Gonzalez ym. (2013) mu-

kaan NBA -joukkueen pelaajat suorittivat ohjattua voimaharjoittelua kilpailukauden aikana 8-12 kertaa kuukaudessa.

Useilla joukkueilla on Hoffman ym. (1991) mukaan tapana suorittaa lyhyt kauteen valmistava voimaharjoittelujakso, joka jatkuu vain normaalien koripalloharjoitusten alkuun. Tämän jälkeen voimatasoja pyritään ylläpitämään lajiharjoittelulla. Tämä valinta saattaa perustua siihen käsitykseen, että koripalloharjoitusten korkea intensiteetti riittää ylläpitämään voima- ja muut ominaisuudet riittävällä tasolla kilpailua ajatellen. Aiemmin on havaittu, että suurin osa viiden viikon kauteen valmistavan voimaharjoittelujakson tuloksista pystytään joka tapauksessa säilyttämään kauden ajan lajiharjoittelun avulla. (Hoffman ym. 1991.) Nuorilla pelaajilla ongelmaksi muodostuu kuitenkin jatkuvan kehittymisen tarve ylläpitämisen sijaan, mikäli pelaaja haluaa tavoitella kansainvälistä tasoa.

Lajiharjoittelu. Lajiharjoittelun määrä ja laatu kilpailukauden aikana vaihtelevat joukkue- ja pelaajakohtaisesti, ja siihen voivat vaikuttaa esimerkiksi ottelujen määrä, ottelurytmi sekä matkustus. Tupamäen (2007) mukaan miesten SM-sarjajoukkueen pelaajat suorittivat lajiharjoittelua kauden aikana keskimäärin seitsemän kertaa viikossa. Näistä harjoituksista 4 tai 5 oli 1,5 tunnin mittaisia joukkueharjoituksia ja 2 tai 3 harjoitusta aamupäivisin tehtyjä tunnin mittaisia heittotaidon kehittämiseen tähtäviä harjoituksia. Hoffman ym. (1991) mukaan NCAA 1-divisioonassa pelaavan joukkueen lajiharjoittelu kauden aikana tapahtui 6 kertaa viikossa yksittäisen harjoituksen ollessa 2 - 2 ½ tuntia pitkä. Espanjan liigan ammattilaispelaajat tekivät Cordova Martinez ym. (2010) mukaan lajiharjoittelua keskimäärin 3 tuntia päivässä pois lukien ottelupäivät (2 päivää viikossa), minkä lisäksi aamuharjoittelu toteutettiin 2 tunnin mittaisena fysiikkaharjoituksena.

4 FYYSISEN SUORITUSKYVYN MUUTOKSET KILPAILUKAUDEN AIKANA

Tässä tutkielman osiossa käsitellään aikaisemmissa tutkimuksissa havaittuja kilpailukauden aikaisia muutoksia pelaajien antropometrisissä ominaisuuksissa sekä nopeus- ja voimaominaisuuksissa. Tutkimustuloksia vertailtaessa tämän tutkimuksen tuloksiin on otettava huomioon, että suurin osa tutkimuksista on tehty aikuispelaajilla nuorten pelaajien sijaan.

4.1 Muutokset antropometrisissä ominaisuuksissa

Antropometrisissä mittauksissa miesten SM-sarjapelaajilla ei ole havaittu muutosta painossa kilpailukauden aikana (Häkkinen 1988; Tupamäki 2007). Hoffman ym. (1991) mukaan NCAA 1-divisioonatason miespelaajien painossa havaittiin viitteitä noususta. 20 viikon mittaisen kilpailukauden aikana muutos $89,0 \pm 11,7$ kg:sta $90,5 \pm 11,2$ kg:aan ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Myöskään Caterisano ym. (1997) eivät havainneet NCAA 1-divisioonan pelaajilla merkitsevää muutosta painossa kilpailukauden aikana. Gonzalez ym. (2013) puolestaan havaitsivat NBA -joukkueen aloitusviisikkoon kuuluneiden pelaajien painon pysyneen samana kilpailukauden aikana ($0,5 \pm 1,5$ kg), kun taas vaihtopelaajien kehon paino laski $0,9 \pm 3,1$ kg NBA -kauden aikana. Yhteenvetona voidaan todeta, että pelaajien painossa ei ole havaittu merkittäviä muutoksia vertailtaessa painoa kilpailukauden alussa ja sen lopussa.

Rasvaprosenteissa muutoksia kilpailukauden aikana on havainnut Tupamäki (2007), jonka tutkimuksessa miesten SM-sarjapelaajilla havaittiin keskimääräisen rasvaprosentin kasvu pelikauden aikana $11,8 \pm 1,2$ %: sta $12,9 \pm 2,0$ %: iin. Rasvaprosenteissa on havainnut muutosta myös Häkkinen (1988), jonka tutkimuksessa SM-sarjapelaajien rasvaprosentit kasvoivat kauden aikana $14,9 \pm 3,0$ %: sta $15,9 \pm 3,4$ %: iin. Hoffman ym. (1991) tutkimuksessa NCAA -pelaajilla rasvaprosenteissa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta, vaikka tulokset antoivat viitteitä pienestä kasvusta kauden aikana. Myös Caterisano ym. (1997) havaitsivat pelaajien rasvaprosentin säilyneen muuttumattomana kauden aikana. Gonzalez ym. (2013) mukaan aloitusviisikon pelaajilla rasvaprosentin säilyttäminen alhaisena kauden ajan on helpompaa verrattuna vaihtopelaajiin. Tutkijat arvioivat, että tämä on johtunut aloitusviisikon pelaajien suuremmasta peliajasta kauden aikana. Yhteenvetona voidaan todeta, että tähänastinen tutkimustieto kehon koostumuksen muutoksista kilpailukauden aikana on ristiriitaista.

4.2 Muutokset nopeus- ja voimaominaisuuksissa

Tähänastiset tutkimustulokset pelaajien nopeus- ja voimaominaisuuksien muutoksista kilpailukauden aikana ovat osittain ristiriitaisia. Häkkinen (1988) tutki miespelaajien maksimi- ja räjähtävän voimantuoton muutosta kilpailukauden aikana. Maksimivoimassa havaittiin viitteitä laskusta kilpailukauden aikana voimatasojen pudotessa 4090 ± 700 N: sta 3546 ± 980 N: iin, mikä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä muutos. Joillakin yksilöillä tapahtuneen suuren maksimivoimataso putoamisen arvioitiin johtuneen voimaharjoittelun määrän äkillisestä putoamisesta kilpailukauden alkaessa. Tutkimuksessa havaittiin myös tilastollisesti merkitsevä lasku räjähtävässä voimantuotossa analysoitaessa jalkojen ojentajalihasten isometrisen voimantuoton voima-aikakuvaajan muutosta kauden aikana (taulukko 3). Tämän muutoksen havaittiin myös korreloivan lähtötason kanssa siten, että kauden alkaessa hyvän räjähtävän voimantuoton omanneilla pelaajilla oli taipumus suurempaan voimatasojen laskuun kauden aikana. Räjähtävän voimantuoton heikkenemisen kauden aikana on arvioitu johtuvan esimerkiksi räjähtävän voimaharjoittelun matalasta volyymistä sekä aerobisen harjoittelun suuresta määrästä. (Häkkinen 1988.)

TAULUKKO 3. Maksimaalinen isometrinen jalkojen bilateraallinen ojennusvoima sekä voima-aika-piirteet mieskoripalloilijoilla ennen kilpailukautta ja kilpailukauden jälkeen (mukaeltu Häkkinen 1988).

Muuttuja	Ennen kauden alkua		Kauden jälkeen	
	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
Maksimivoima (N)	4090	760	3546	980
Voimantuottoaika absoluuttiseen voimatasoon (ms)				
1 000 N	39	17	50 *	11
1 500 N	6	21	76 **	18
2 000 N	92	24	118 *	31
2 500 N	142	48	171	59
Maksimaalinen voimantuottonopeus (RFD) (N/s)	74 800	19 850	48 814 *	17 092

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä

Tupamäki (2007) havaitsi kilpailukauden aikana kehitystä SM -sarjapelaajien jalkojen ojentalihasten isometrisessä maksimivoimassa. Tutkimuksessa havaittiin myös viitteitä siitä, että suuremman maksimivoiman kilpailukauden alussa omaavalla pelaajalla on suurempi taipumus voimatason putoamiseen kilpailukauden aikana. Vastaavasti pienemmän voimatason omaavalla pelaajalla voimatason kasvu kilpailukauden aikana on todennäköisempää. Tutkimuksessa ei kuitenkaan havaittu kilpailukauden aikaista muutosta maksimaalisessa voimantuottonopeudessa, joka havaittiin Häkkisen (1988) tutkimuksessa. Voimantuottoaika 1500 N voimatason tuottamiseen jopa lyheni kauden aikana (Tupamäki 2007). Häkkisen (1993) mukaan naiskoripalloilijoiden jalkojen räjähtävässä voimantuotossa on havaittu merkittävää kehitystä, kun kauden aikaiseen harjoitteluun on sisällytetty räjähtävää jalkojen voimaharjoittelua 1-2 kertaa viikossa 30-80 % 1RM intensiteetillä.

Myös pelaajien kevennyshypyjen korkeuksissa on havaittu muutoksia kilpailukauden aikana. Tupamäen (2007) mukaan SM-sarjapelaajien kevennyshypyn korkeus parani kauden alkumittauksen $43,2 \pm 2,8$ cm: stä kauden loppumittauksen $44,5 \pm 3,6$ cm: iin. Myös Häkkinen (1993) havaitsi naispelaajien kevennyshypyissä saman suuntauksen kauden aikana, kun kilpailukauden harjoitusohjelmaan kuului räjähtävää voimaharjoittelua. Eräissä tutkimuksissa on myös ehdotettu, että aloitusviisikkoon kuuluvilla pelaajilla jalkojen räjähtävä voimantuotto kasvaa kauden aikana, kun taas vaihtopelaajilla tämä ominaisuus voi jopa heikentyä kauden aikana vähäisen peliajan seurauksena (Gonzalez ym. 2012; Gonzalez ym. 2013).

Nopeusominaisuuksien on kuitenkin havaittu heikkenevän lyhyissä nopeussuorituksissa kauden aikana (Hoffman ym. 1991; Tupamäki 2007). Juoksunopeuden muutosta kilpailukauden aikana ei ole kuitenkaan tutkittu useissa tutkimuksissa 20 metrin matkalla. Tupamäki (2007) havaitsi juoksunopeudessa tilastollisesti merkitsevän muutoksen, kun 20 m juoksuun kulunut aika piteni pelikauden alku- ja loppumittausten välillä $3,00 \pm 0,08$ sekunnista $3,03 \pm 0,08$ sekuntiin.

Yhteenvetona nopeus- ja voimaominaisuuksien muutoksia koskevasta tähänastisesta tutkimustiedosta voidaan sanoa, että tutkimustulokset voimatasojen muutoksista ovat ristiriitaisia. Nopeusominaisuuksien on havaittu heikkenevän lyhyillä matkoilla kilpailukauden aikana. Pelaajien ponnistusominaisuuksissa on havaittu kehitystä - pelaajien kevennyshypyjen nousukorkeudet ovat kasvaneet kilpailukauden aikana.

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämä tutkimus oli osa laajempaa Jyväskylän yliopiston tutkimusprojektia ja sisältyi myös osaksi pro gradu -tutkielmaa ”biologinen ikä ja muutokset fyysisessä suorituskyvyssä koripallon nuorten maajoukkuepelaajilla vuoden seurantajakson aikana”, jossa tutkittiin nuorten maajoukkuekoripalloilijoiden fyysisen suorituskyvyn muutoksia laajemmassa mittakaavassa. Tämän tutkimuksen tarkoitus oli tutkia 16-vuotiaiden poikien maajoukkuepelaajien fyysisen suorituskyvyn muutoksia maajoukkueen kilpailukauden aikana. Erityisenä tutkimuksen kohteena olivat muutokset pelaajien nopeus- ja voimaominaisuuksissa sekä antropometriassa. Tutkimuskysymykset olivat tässä tutkimuksessa seuraavat:

1. Onko alle 16-vuotiaiden maajoukkuepelaajien ja samanikäisten seurajoukkueetason pelaajien välillä eroja antropometriassa ja fyysisessä suorituskyvyssä?

Hypoteesi:

Ryhmien välillä on antropometrisia ja fyysisiä eroja.

Perustelu:

Nuorten maajoukkueiden valintaprosessiin sisältyvät osana fyysisen suorituskyvyn testit, joiden tulokset osaltaan vaikuttavat maajoukkuevalintaan.

2. Tapahtuuko ryhmien antropometrisissa ominaisuuksissa ja fyysisessä suorituskyvyssä muutoksia maajoukkueen kilpailukauden aikana?

Hypoteesi:

Maajoukkuepelaajien painossa ei havaita muutoksia kilpailukauden aikana. Sen sijaan rasvaprosenteissa havaitaan kasvua kilpailukauden aikana. Jalkojen maksimaalinen voimantuotto-nopeus laskee. Kevennyshypyn korkeus kasvaa kilpailukauden aikana, mutta juoksunopeus lyhyillä matkoilla laskee. Seurajoukkuepelaajien fyysinen suorituskyky paranee kesäharjoittelukauden fyysisen harjoittelun seurauksena.

Perustelu:

Aikaisemmissa tutkimuksissa pelaajien painossa ei ole havaittu muutoksia kilpailukauden aikana (Häkkinen 1988; Hoffman ym. 1991; Caterisano ym. 1997; Tupamäki 2007; Gonzalez

ym. 2013). Rasvaprosenteissa kasvua ovat havainneet Tupamäki (2007) ja Häkkinen (1988), mutta tutkimustieto on rasvaprosenttien osalta ristiriitaista. Useissa tutkimuksissa rasvaprosentit ovat säilyneet muuttumattomina kauden aikana (Hoffman ym. 1991; Caterisano ym. 1997; Gonzalez ym. 2013). Häkkisen (1988) mukaan räjähtävän voimantuoton (RFD) on havaittu laskevan pelikauden aikana johtuen räjähtävän voimaharjoittelun matalasta volyyymistä sekä aerobisen harjoittelun suuresta määrästä. Kevennyshypyn korkeudessa on aikaisemmissa tutkimuksissa havaittu kasvua kilpailukauden aikana (Tupamäki 2007). Nopeusominaisuudet lyhyillä matkoilla ovat aikaisemmissa tutkimuksissa heikentyneet (Hoffman ym. 1991; Tupamäki 2007).

5 MENETELMÄT

5.1 Koehenkilöt

Tutkimuksen koeryhmänä olivat Suomen alle 16-vuotiaiden poikien maajoukkueen pelaajat (U16, n=8) ja kontrolliryhmänä Lahden NMKY:n B-pojat (n=4). Koehenkilöiden tiedot on esitelty taulukossa 4. Alle 16-vuotiaiden maajoukkuepelaajat harjoittelivat mittausjakson aikana pääsääntöisesti maajoukkueohjelman mukaan, kun kontrolliryhmän pelaajat vuorostaan harjoittelivat mittausjakson aikana oman seurajoukkueensa mukana. Koehenkilöt allekirjoittivat ennen tutkimuksen aloittamista kirjallisen suostumuksen, josta selvisivät tutkimuksen kulku, koehenkilöiden oikeudet ja edut sekä tutkimukseen liittyvät riskit.

TAULUKKO 4. Tutkimuksen koehenkilöt.

	n	Ikä (v)	Pituus (cm)	Paino (kg)	Sy liväli (cm)	Rasva - % (%)
U16	8	15,6 ± 0,5	191,1 ± 6,3	75,1 ± 6,1	196,5 ± 6,5	5,3 ± 2,0
Kontrolli	4	14,3 ± 0,5	182,1 ± 4,7	61,0 ± 2,1	180,5 ± 5,2	5,4 ± 2,0

5.2 Koeasetelma ja mittausten ajankohdat

Koehenkilöiden fyysistä suorituskykyä mitattiin tutkimusjakson aikana kahdella mittauskerralla, joista jälkimmäinen oli jaettu kahteen osaan johtuen kahden koehenkilön osallistumisesteistä ensimmäiselle loppumittauskerralle. Alkumittaukset suoritettiin maajoukkueen kilpailukauden alkaessa 3.-4.5.2012 Vierumäellä Suomen Urheiluopistolla. Loppumittaukset suoritettiin Tikkurilan urheiluopistolla 11.-12.8.2012 noin 2 viikkoa maajoukkuekauden päättymisen jälkeen. Lisäksi kahdelle kontrolliryhmän jäsenelle järjestettiin ylimääräinen rästimittauskerta Tikkurilan urheiluopistolla 1.-2.9.2012.

5.3 Mittausmenetelmät

Kehon koostumus. Koehenkilöiden pituus ja sy liväli mitattiin ilman kenkiä tasaisella lattialla seinää vasten käyttämällä rullamittaa ja kirjaa. Koehenkilöt punnittiin käyttämällä InBody 720- bioimpedanssilaitetta (Biospace co., Korea, Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto). Koehenkilöiden rasvaprosentti määritettiin alku- ja loppumittauksissa alusvaatteet päällä

Jyväskylän Yliopiston Liikuntabiologian laitoksen InBody 720- bioimpedanssilaitteella. Rasvaprosentti mitattiin molemmilla mittauskerroilla toisena mittauspäivänä välittömästi koehenkilöiden heräämisen jälkeen (klo 06.00) paastotilassa. Mittausta edeltävänä iltana koehenkilöt ohjeistettiin olemaan syömättä ja juomatta iltakymmenen ja aamukuuden välillä. Ennen mitausta koehenkilöiden kädet ja jalat puhdistettiin käyttämällä antiseptistä liuosta, minkä jälkeen ne kuivattiin ennen mitausta. Koehenkilöt ohjeistettiin seisomaan bioimpedanssilaitteen päällä liikkumatta kainalot avoinna koko mittauksen ajan. Tämän jälkeen tulokset tallennettiin sähköiseen taulukkomuotoon Microsoft Excel -ohjelmaan myöhempää analyysia varten.

Voimaominaisuudet. Tässä tutkimuksessa koehenkilöiden jalkojen maksimaalista bilateraalista ojennusvoimaa ja voimantuottonopeutta mitattiin isometrisessä jalkadynamometrissa (Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto) (kuva 2) 110° polvikulmalla. Muihin mittauslaitteisiin kuuluivat vahvistin, analogi-digitaalimuunnin sekä tietokone. Ennen mitausta koehenkilöt suorittivat lyhyen lämmittelyn, joka sisälsi pieniä määriä kyykkyjä, askelkyykkyjä ja lyhyitä takareiden venytyksiä. 110° polvikulma mitattiin goniometrillä kiintopisteinä lateral malleolus, epicondylus lateralis femoris sekä trochanter major koehenkilön samanaikaisesti tuottaessa arvioidun 50 % maksimivoimastaan siten, että dynamometrin levy oli mittaushetkellä pystysuorassa. Tämän jälkeen koehenkilöt suorittivat yhden lämmittelytoiston, jonka aikana mittauksen johtaja varmistui siitä, että suoritustekniikka oli oikea ja suoritusohjeet oli ymmärretty. Oikea suoritustekniikka ohjeistettiin siten, että koehenkilön tuli vetää dynamometrin käsikahvoista koko suorituksen ajan, jotta takapuoli pysyi kiinni penkissä. Voimantuotto ohjeistettiin kantapäiden kautta, jotta voima-anturin levy kääntyi pystysuoraan yksittäisen toiston aikana.



KUVA 2. Tutkimuksessa käytetty jalkadynamometri, Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.

Koehenkilöt ohjeistettiin tuottamaan maksimivoima maksimaalisella nopeudella mittauksen johtajan komennosta ja ylläpitämään maksimivoimataso 3-4 sekunnin ajan. Äänimerkkinä käytettiin komentoa ”valmiina - nyt”, jonka jälkeen mittauksen johtaja kannusti huutaen kovaan ääneen ”paina paina”. Suoritus keskeytettiin komentoon ”riittää”. Jokaisen suorituksen jälkeen pidettiin minuutin mittainen palautusjakso, jonka aikana koehenkilö istui dynamometrissa valmistautuen seuraavaan suoritukseen. Koehenkilöt tekivät yhteensä kolme suoritusta, mutta suorituksia jatkettiin mikäli koehenkilö paransi ennätystään kolmannella suorituksella yli 5 % :lla. Tällöin suorituksia jatkettiin kunnes koehenkilö ei enää pystynyt 5 % :n parannukseen suoritusten välillä.

Saadut tulokset tallennettiin tietokoneelle, jossa niitä analysoitiin Signal 4.0 -ohjelmistoa käyttäen. Parhaasta suorituksesta (maksimivoiman osalta) analysoitiin seuraavat muuttujat:

1. Tuotettu maksimivoima Newtonina
2. Maksimaalinen voimantuottonopeus (RFD) 10 ms intervalleista

Koehenkilöiden nopeusominaisuuksia mitattiin tässä tutkimuksessa 20 metrin juoksunopeustestillä, kevennyshypyillä sekä vauhtiloikalla. Nämä kolme mittausta suoritettiin peräkkäin siten, että suoritettuaan 20 metrin nopeustestin koehenkilöt siirtyivät hypypaikalle, jossa suoritettiin ensin kevennyshyppytesti ja sen jälkeen vauhtiloikkatesti. Ennen 20 metrin juoksunopeustestiä koehenkilöt suorittivat lyhyen lämmittelyn, joka sisälsi erilaisia juoksukoordinaatioharjoitteita, kuten polvennostojuoksua, ja lyhyitä dynaamisia venytyksiä, joiden tarkoituksena oli minimoida loukkaantumisriski testin aikana.

Nopeusominaisuudet. 20 metrin juoksunopeustesti suoritettiin paikaltaan lähtien siten, että koehenkilöt asettuivat etummainen jalka 30 cm päähän lähtöviivasta, minkä jälkeen koehenkilö suoritti testin ilman erityistä lähtökomentoa. Suoritus aika mitattiin käyttäen valokennoja. Käytettyyn laitteistoon kuuluivat valokennot (Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto) sekä DIGITEST-1000 kello (Muurame, Suomi). Jokainen koehenkilö teki kolme suoritusta kolmen minuutin palautuksella, minkä jälkeen jokaisella oli vielä halutessaan mahdollisuus yrittää parantaa suoritusta.

Ponnistusominaisuudet. Kevennyshyppy suoritettiin kontaktimatolla (kuva 3) jalat hartioiden leveydellä ja kädet lanteilla. Mittauslaitteistoon kuuluivat kontaktimatto (Liikuntabiologian

laitos, Jyväskylän yliopisto) sekä lentoajan mittaukseen käytetty kello (DIGITEST-1000, Muurame, Suomi). Koehenkilöt ohjeistettiin tekemään maksimaalinen ponnistus heille luonnolliselta polvikulmalta, ja alastulo ohjeistettiin suorille jaloille mittausrvirheiden minimoimiseksi. Koehenkilöt suorittivat kolme yritystä kolmen minuutin palautuksella, jonka jälkeen halukkailla oli mahdollisuus yrittää parantaa suoritustaan. Vauhtiloikkatestissä koehenkilöt suorittivat maksimaalisen kahden jalan hypyn kädet vapaina lyhyellä vauhdilla. Alastulo määrättiin suorille jaloille mittausrvirheiden minimoimiseksi. Testin tarkoituksena oli simuloida koripallolle lajinomaista ponnistusta. Koehenkilöt suorittivat kolme yritystä kolmen minuutin palautuksilla, minkä jälkeen halukkailla oli mahdollisuus yrittää parantaa suoritustaan. Molemmissa ponnistustesteissä lentoajasta laskettiin ponnistuskorkeus käyttäen kaavaa $h=gt^2/8$, jossa h =ponnistuskorkeus, g =putoamiskiiktyvyys $9,81\text{m/s}^2$ ja t =lentoaika.



KUVA 3. Tutkimuksessa käytetty kontaktimatto ja lentoajan mittaamiseen käytetty kello, Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.

5.4 Tilastolliset menetelmät

Tilastolliseen analyysiin käytettiin tässä tutkimuksessa IBM SPSS Statistics 20 tietokoneohjelmaa. Mittausten jälkeen tulokset syötettiin SPSS-ohjelmaan, jossa suoritettiin tilastollinen analyysi. Koska ryhmien koot olivat suhteellisen pieniä, tilastolliseen analyysiin käytettiin nonparametrisia menetelmiä. Ryhmien välisiä eroja alkumittauksissa testattiin käyttäen Mann-Whitney U-testiä. Testattaessa ryhmien sisäisiä eroja alku- ja loppumittausten välillä käytettiin Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testiä. Muuttujien välistä korrelaatiota tutkittiin käyttäen Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointa. Testauksen jälkeen tulokset kirjattiin ylös tietokoneella. Tilastollisen merkitsevyyden rajana pidettiin 5 % merkitsevyydystasoa ($p < 0,05$).

6 TULOKSET

6.1 Ryhmien väliset erot alkumittauksissa

Antropometria. Alkumittausten tuloksia vertailtaessa havaittiin koe- ja kontrolliryhmien välillä eroja useissa muuttujissa. Maajoukkueurheilijat olivat iältään keskimäärin 1,2 vuotta vanhempia verrattuna koeryhmään ($p < 0,01$). Antropometrinen testien osalta maajoukkueurheilijat olivat kontrolliryhmään verrattuna pidempiä, painavampia ja myös painoindeksi oli maajoukkueurheilijoilla suurempi kuin kontrolliryhmällä ($p < 0,05$). Myös maajoukkuepelaajien syliväli oli seurajoukkuepelaajiin verrattuna suurempi ($p < 0,05$). Sen sijaan rasvaprosenttien osalta ryhmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja. Ryhmien välisiä eroja antropometrisissa ominaisuuksissa on esitelty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Ryhmien antropometrisia ominaisuuksia ja niiden välisiä eroja.

Muuttuja	Maajoukkue				Kontrolliryhmä		
Ikä (v)	16,0	±	0,3	**	14,8	±	0,4
Pituus (cm)	191,9	±	6,3	*	182,1	±	4,7
Paino (kg)	75,1	±	6,1	**	61,0	±	2,1
Rasva-% (%)	5,3	±	2,0		5,4	±	2,0
Syliväli (cm)	196,5	±	6,5	*	180,5	±	5,2

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä

Nopeus- ja voimaominaisuuksissa ryhmien välillä havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja ainoastaan 20 metrin juoksunopeuden osalta, jossa maajoukkueurheilijat olivat kontrolliryhmää selvästi nopeampia. Maajoukkueurheilijoiden keskimääräinen kevennyshypyn, vauhti-loikan, isometrisen maksimivoiman sekä voimantuottonopeuden (RFD) tulos oli kontrolliryhmää parempi, mutta tilastollista merkitsevyyttä ei havaittu. Taulukossa 6 on esitelty ryhmien tuloksia fyysisen suorituskyvyn testeissä.

TAULUKKO 6. Ryhmien tulokset ja niiden väliset erot fyysisen suorituskyvyn testeissä.

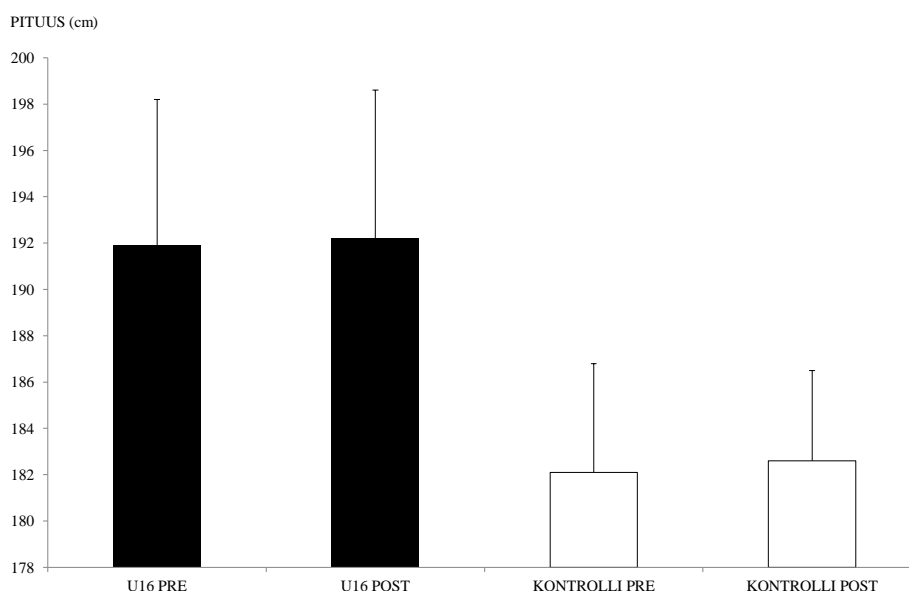
Muuttuja	Maajoukkue			Kontrolliryhmä		
20m aika (s)	3,06	±	0,11 *	3,19	±	0,05
Kevennyshyppy (cm)	40,4	±	3,2	37,2	±	1,2
Vauhtiloikka (cm)	61,3	±	6,0	58,1	±	4,8
Isometrinen maksimivoima (N)	3420	±	771	2740	±	304
Voimantuottonopeus (N/s)	23631	±	4080	17367	±	4901

*p < 0,05 ** p < 0,01 tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä

6.2 Ryhmien fyysisen suorituskyvyn muutokset

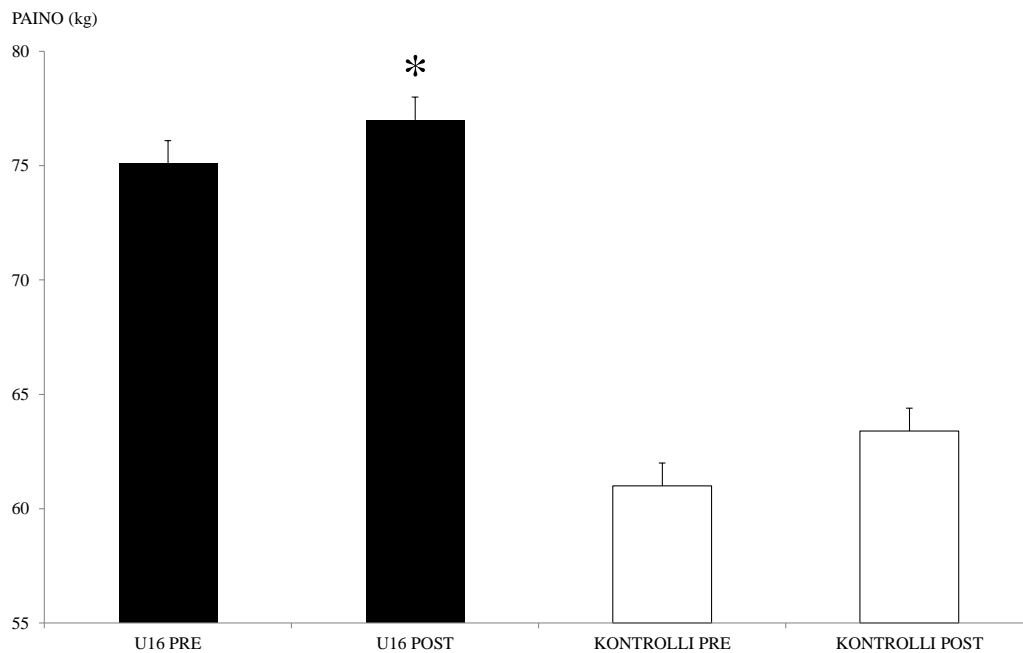
6.2.1 Muutokset antropometriassa

Pituuden muutokset. Kummankaan ryhmän pituudessa ei havaittu kilpailukauden aikana tilastollisesti merkitsevää muutosta. Ennen kilpailukautta maajoukkuepelaajien keskimääräinen pituus oli $191,9 \pm 6,3$ cm ja kilpailukauden päätyttyä $192,2 \pm 6,4$ cm. Kontrolliryhmän pituus oli alkumittauksissa $182,1 \pm 4,7$ cm ja loppumittauksissa $182,6 \pm 3,9$ cm. Molempien ryhmien pituuden muutoksia mittausjakson aikana on havainnollistettu kuvassa 4.



KUVA 4. U16 -maajoukkuepelaajien ja kontrolliryhmän pituuden muutokset mittausjakson aikana. Arvot ovat keskiarvoja, hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa.

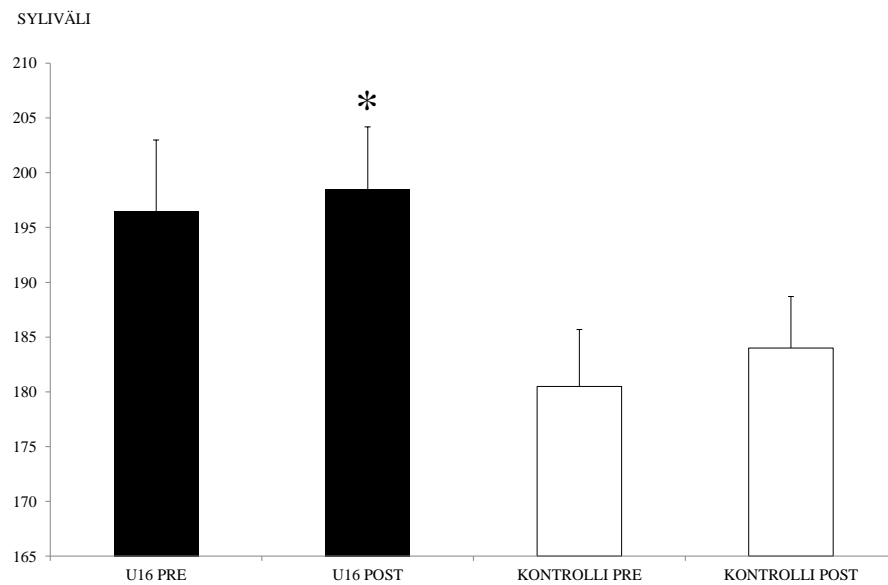
Painon muutokset. Pelaajien painossa sen sijaan havaittiin tilastollisesti merkitseviä muutoksia. Maajoukkuepelaajien keskimääräinen paino nousi mittausjakson aikana $75,1 \pm 6,1$ kg : sta $77,0 \pm 6,6$ kg: aan ($p < 0,05$). Kontrolliryhmän tuloksissa vastaavaa muutosta ei havaittu, vaikka viitteitä painon noususta olikin havaittavissa alkumittausten $61,0 \pm 2,1$ kg: sta loppumittausten $63,4 \pm 1,9$ kg: aan. Ryhmien painon muutoksia mittausjakson aikana on esitelty kuvassa 5.



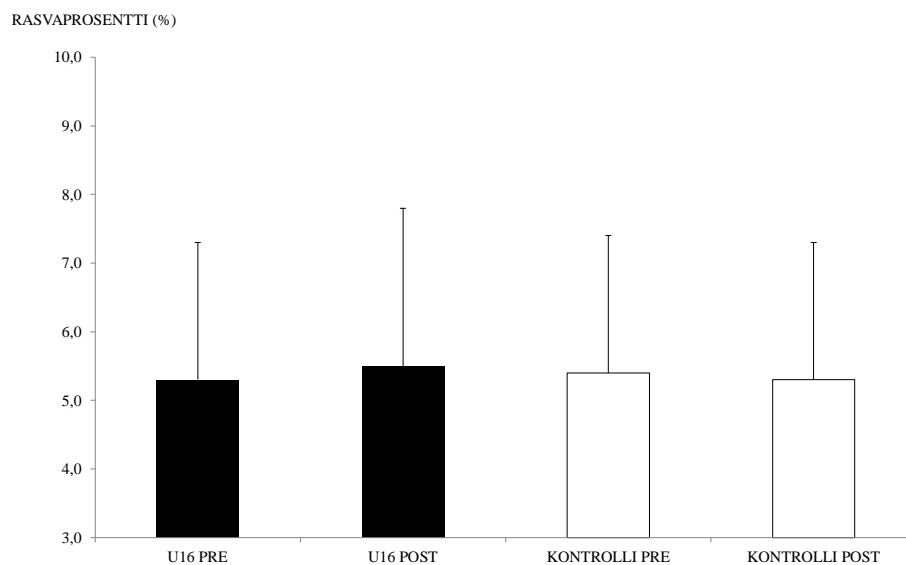
KUVA 5. U16 -maajoukkuepelaajien ja kontrolliryhmän painon muutokset mittausjakson aikana. Arvot ovat keskiarvoja, hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä muutos mittausajankohtien välillä.

Sylivälin muutokset. Maajoukkuepelaajien syliväli kasvoi maajoukkuekauden aikana tilastollisesti merkitsevästi $196,5 \pm 6,5$ cm: stä $198,5 \pm 5,7$ cm:iin ($p < 0,05$). Kontrolliryhmän sylivälien pituudessa sen sijaan havaittiin viitteitä kasvusta alkumittausten $180,5 \pm 5,2$ cm: stä loppumittausten $184,0 \pm 4,7$ cm: iin, mutta muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Ryhmien muutoksia sylivälien pituudessa on havainnollistettu kuvassa 6.

Kehon koostumuksen muutokset. Mittauskertojen välillä maajoukkuepelaajien rasvaprosenteissa havaittiin viitteitä kasvusta $5,3 \pm 2,0$ %: sta $5,5 \pm 2,3$ %:iin muutoksen jäädessä kuitenkin tilastollisesti merkityksettömäksi. Kontrolliryhmän rasvaprosentit säilyivät tilastollisesti muuttumattomina alkumittausten ($5,4 \pm 2,0$ % :sta) ja loppumittausten ($5,3 \pm 2,0$ %) välillä. Ryhmien rasvaprosenttien muutosta on havainnollistettu kuvassa 7.



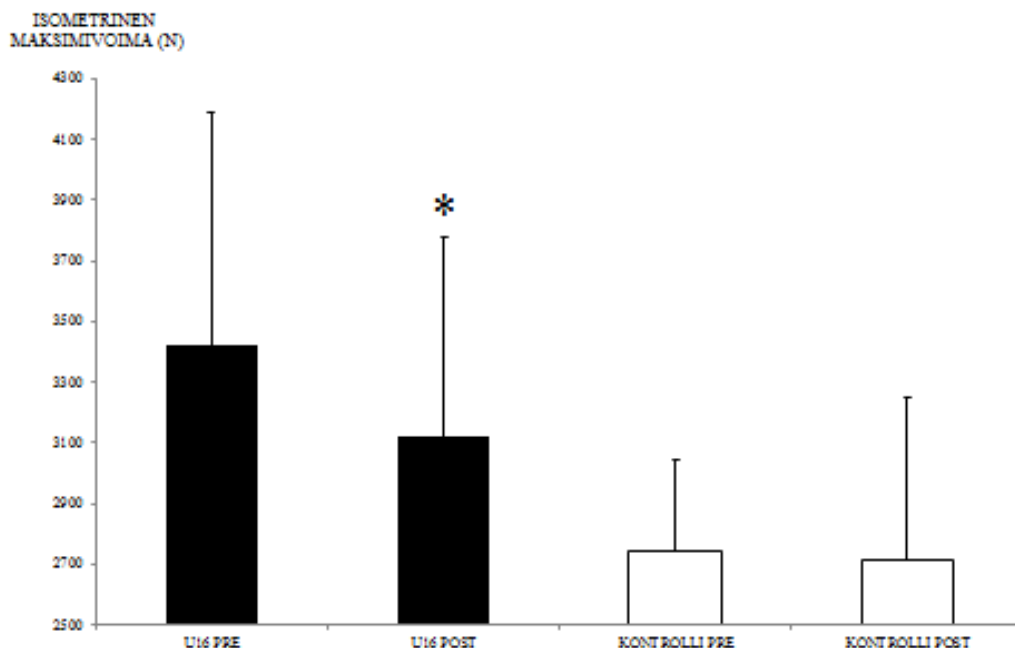
KUVA 6. U16 -maajoukkuepelaajien ja kontrolliryhmän sylivälien muutokset mittausjakson aikana. Arvot ovat keskiarvoja, hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä muutos mittausajankohtien välillä.



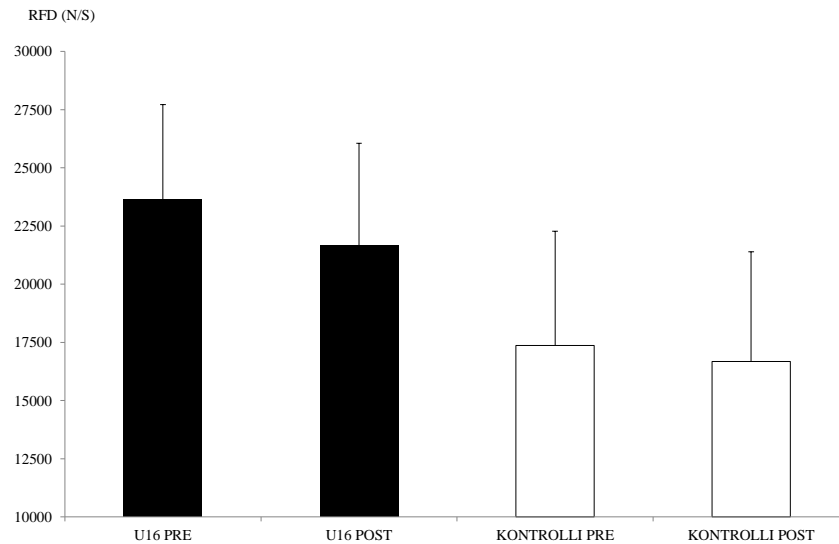
KUVA 7. U16 -maajoukkuepelaajien ja kontrolliryhmän rasvaprosenttien muutokset mittausjakson aikana. Arvot ovat keskiarvoja, hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä muutos mittausajankohtien välillä.

6.2.2 Muutokset voima- ja nopeusominaisuuksissa

Voimaominaisuuksien muutokset. Maajoukkuepelaajien jalkojen isometrinen maksimivoima laski kilpailukauden aikana 3420 ± 771 N: sta 3119 ± 656 N: iin ($p < 0,05$). Voimantuottonopeudessa havaittiin viitteitä laskusta voimantuottonopeuden pudotessa alkumittausten 23631 ± 4080 N/s: sta kilpailukauden loppumittausten 21670 ± 4388 N/s: iin, mutta muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Kontrolliryhmän jalkojen ojentajalihasten isometrisessä maksimivoimassa ei lievistä laskusta huolimatta havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta. Alkumittauksissa kontrolliryhmän isometrinen maksimivoima oli 2740 ± 304 N, ja loppumittauksissa 2715 ± 536 N. Myös voimantuottonopeudessa oli viitteitä laskusta alkumittausten 17367 ± 4901 N/s :sta loppumittausten 16675 ± 4721 N/s: iin, mutta muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Kuvissa 8 ja 9 on havainnollistettu ryhmien isometrisen maksimivoiman ja maksimaalisen voimantuottonopeuden muutoksia mittausjakson aikana. Huomioitavaa sekä isometrisen maksimivoimatestin että voimantuottonopeuden osalta on, että yksi maajoukkuepelaajista ei voinut osallistua testiin polvivaivojen vuoksi.

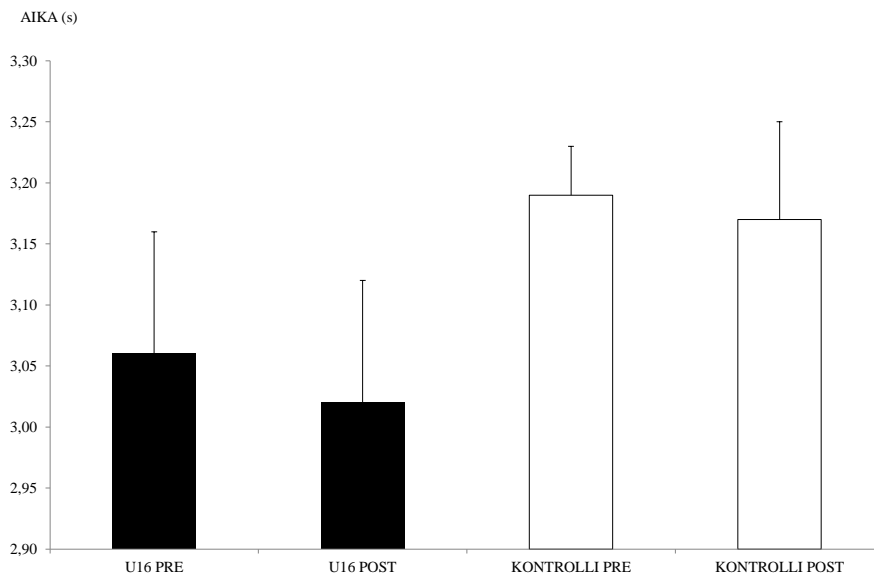


KUVA 8. Jalkojen isometrisen maksimivoiman muutokset U16 -maajoukkuepelaajilla ja kontrolliryhmällä. Arvot ovat keskiarvoja, hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä muutos mittausjankohtien välillä.



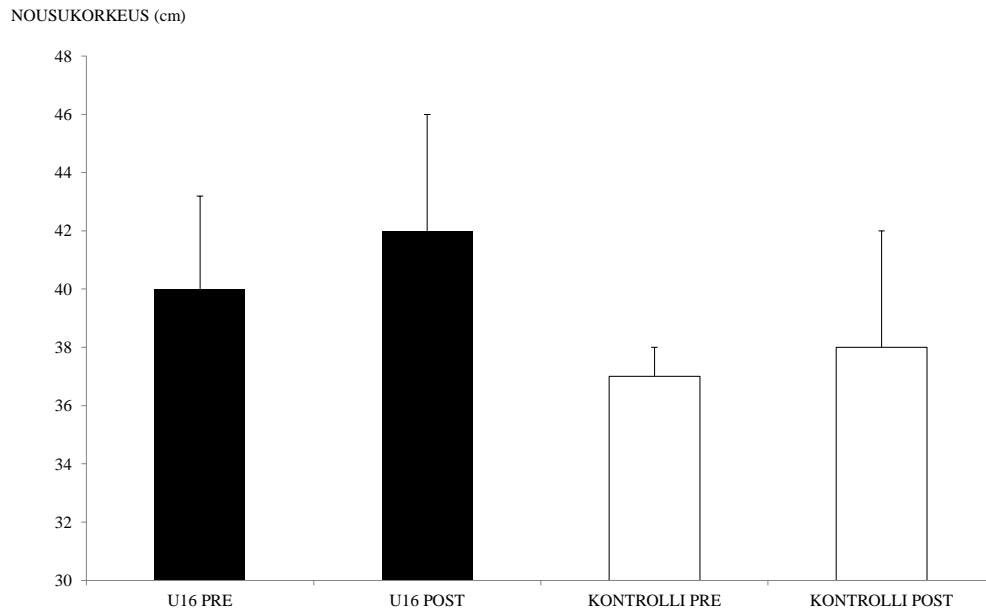
KUVA 9. Maksimaalisen voimantuottonopeuden muutokset U16 -maajoukkuepelaajilla ja kontrolliryhmällä. Arvot ovat keskiarvoja, hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa.

Nopeusominaisuuksien muutokset. Maajoukkuepelaajilla 20 metrin juoksunopeustestin ajassa havaittiin viitteitä parannuksesta alkumittausten $3,06 \pm 0,1$ s: sta $3,02 \pm 0,1$ s: iin, mutta muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Kontrolliryhmän tuloksissa havaittiin sama trendi alkumittausten $3,19 \pm 0,04$ s: sta loppumittausten $3,17 \pm 0,08$ s: iin. Muutos ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. Nopeusominaisuuksien muutoksia on esitelty kuvassa 10.



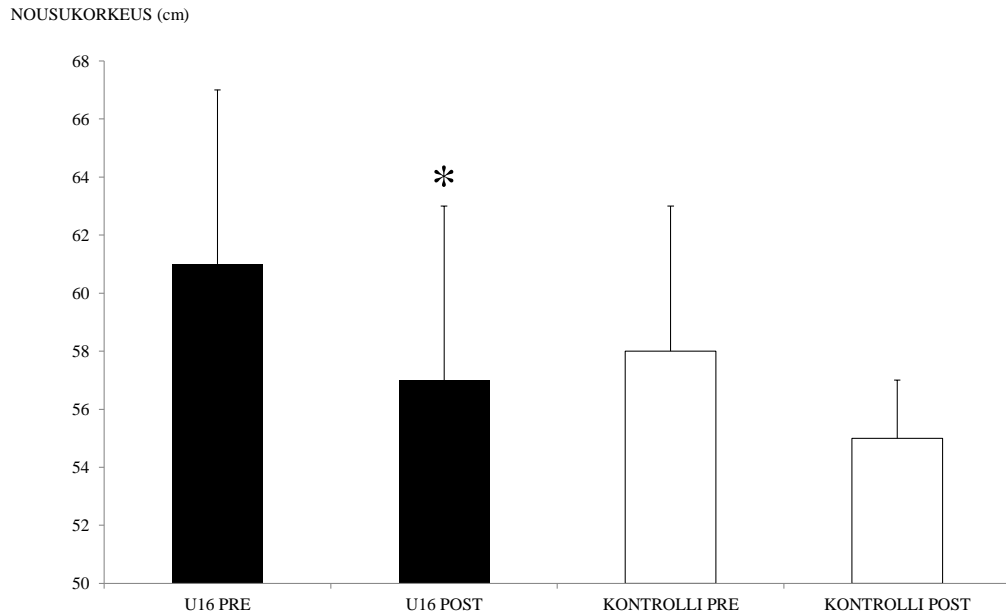
KUVA 10. 20 metrin juokсутestin ajan muutokset U16 -maajoukkuepelaajilla ja kontrolliryhmällä. Arvot ovat keskiarvoja, hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa.

Ponnistusominaisuudet. Maajoukkuepelaajien kevennyshypyn nousukorkeudessa havaittiin viitteitä kehityksestä kilpailukauden aikana. Mittausjakson alussa kevennyshypyn nousukorkeus oli $40 \pm 3,2$ cm ja lopussa 42 ± 4 cm. Muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Kontrolliryhmällä kevennyshypyn nousukorkeudessa ei myöskään havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta, vaikka tuloksissa olikin viitteitä parannuksesta. Kontrolliryhmän kevennyshypyn keskiarvo oli mittausjakson alussa 37 ± 1 cm ja lopussa 38 ± 4 cm. Kevennyshypyn nousukorkeuden muutoksia on esitelty kuvassa 11.



KUVA 11. Kevennyshypyn nousukorkeuden muutokset U16 -maajoukkuepelaajilla ja kontrolliryhmällä. Arvot ovat keskiarvoja, hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevää muutos mittausajankohtien välillä.

Maajoukkuepelaajien vauhtiloikan nousukorkeudessa havaittiin mittausjakson aikana tilastollisesti merkitsevää laskua alkumittausten 61 ± 6 cm:stä loppumittausten 57 ± 6 cm:iin ($p < 0,05$). Kontrolliryhmän vauhtiloikan nousukorkeudessa oli viitteitä alkumittausten 58 ± 5 cm:n laskusta loppumittausten 55 ± 2 cm:iin, mutta muutos oli tilastollisesti merkityksetön. Ryhmien vauhtiloikan nousukorkeuden muutoksia on havainnollistettu kuvassa 12.



KUVA 12. Vauhtiloikan nousukorkeuden muutokset U16 -maajoukkuepelaajilla ja kontrolliryhmällä. Arvot ovat keskiarvoja, hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä muutos mittausajankohtien välillä.

6.3 Muuttujien väliset korrelaatiot

Tutkimuksessa havaittiin koko tutkimusryhmän fyysisen suorituskyvyn osatekijöitä analysoitaessa tilastollisesti merkitsevä korrelaatio pelaajien juoksunopeuden ja kevennyshypyn ($p < 0,05$) sekä vauhtiloikan ($p < 0,01$) ponnistuksen nousukorkeuden välillä. Tilastollisesti merkitsevä korrelaatio havaittiin myös jalkojen isometrisen bilateraalisesta maksimivoiman ja voimantuottonopeuden (RFD) välillä ($p < 0,05$). Pelaajien jalkojen isometrisellä maksimivoimalla tai voimantuottonopeudella ei kuitenkaan havaittu olevan yhteyttä pelaajan nopeuteen 20 metrin juoksutestissä eikä ponnistuskorkeuteen kevennyshypyssä ja vauhtiloikassa.

7 POHDINTA

Päätulokset. Tässä tutkimuksessa maajoukkuepelaajien ja saman ikäluokan seurajoukkuepelaajien (kontrolliryhmä) välillä havaittiin eroja antropometrisissa ominaisuuksissa sekä fyysisessä suorituskvyssä. Maajoukkuepelaajat olivat mittausjakson alussa saman ikäluokan seurajoukkuepelaajiin verrattuna merkittävästi pidempiä ja painavampia. Myös syliväli oli maajoukkueurheilijoilla isompi verrattuna seurajoukkuepelaajiin. Rasvaprosenteissa sen sijaan ei havaittu eroja ryhmien välillä. Fyysisen suorituskvyn osalta maajoukkuepelaajat olivat seurajoukkuepelaajia nopeampia 20 metrin juoksutestissä, mutta ponnistuskorkeuksissa, jalkojen isometrisessä maksimivoimassa eikä voimantuottonopeudessa havaittu merkitseviä eroja ryhmien välillä.

Kilpailukauden aikana maajoukkuepelaajien antropometrisissa ominaisuuksissa havaittiin muutoksia painon ja sylivälin kasvuna. Seurajoukkuepelaajilla muutosta antropometrisissa ominaisuuksissa ei havaittu seurantajakson aikana. Fyysisen suorituskvyn osalta merkittävimmät muutokset olivat maajoukkuepelaajien jalkojen isometrisen maksimivoiman sekä vauhtiloikan nousukorkeuden lasku maajoukkuekauden aikana. Seurajoukkuepelaajien fyysisissä ominaisuuksissa sen sijaan ei havaittu mittausjakson aikana muutoksia. Tutkimuksessa havaittiin myös korrelaatio pelaajien juoksunopeuden ja ponnistusominaisuuksien (kevennys-hyppy ja vauhtiloikka) välillä. Jalkojen isometrisellä maksimivoimalla ja voimantuottonopeudella ei tässä tutkimuksessa havaittu yhteyttä pelaajan nopeus- tai ponnistusominaisuuksiin.

Tutkimuskysymykset. Tutkimuksen tulosten mukaan alle 16-vuotiaiden maajoukkuepelaajien ja saman ikäluokan seurajoukkuepelaajien välillä on eroja sekä antropometrisissa ominaisuuksissa että fyysisessä suorituskvyssä. Maajoukkuepelaajien antropometrisissa ominaisuuksissa ja fyysisessä suorituskvyssä tapahtuu muutoksia kilpailukauden aikana. Jalkojen maksimivoima- ja ponnistusominaisuudet heikkenivät kauden aikana, mutta juoksunopeudessa ei havaittu muutosta. Vastoin tutkimuksen hypoteesia seurajoukkuepelaajien fyysisessä suorituskvyssä ei havaittu kehitystä mittausjakson aikana.

Aikaisempaa tutkimustietoa nuorten maajoukkuepelaajien ja seurajoukkuepelaajien välisistä antropometrisista ja fyysisen suorituskvyn eroista ei juuri ole. Tässä tutkimuksessa havaittiin merkittäviä eroja maajoukkuepelaajien ja seurajoukkuepelaajien välillä pituudessa, painossa,

sylivälissä sekä 20 metrin juoksunopeudessa. Sen sijaan ryhmien välillä ei havaittu eroja rasvaprocenteissa, ponnistuskorkeuksissa tai jalkojen voimaominaisuuksissa.

Aikaisempaa tutkimustietoa aikuispelaajien fyysisen suorituskyvyn muutoksista kilpailukauden aikana on melko paljon. Aikaisemmissa tutkimuksissa Häkkinen (1988) ja Tupamäki (2007) eivät ole havainneet muutoksia miesten SM -sarjatason pelaajien kehon painossa kilpailukauden aikana. Aikuispelaajilla vastaavia tuloksia ovat havainneet myös Hoffman ym. (1991). Gonzalez ym. (2013) havaitsivat aloitusviisikon pelaajien painon pysyneen muuttumattomana kauden aikana, kun taas vaihtopelaajien kehon paino laski. Tässä tutkimuksessa nuorten maajoukkuepelaajien kehon painossa havaittiin kasvua kilpailukauden aikana. Tutkimuksessa havaittiin kuitenkin myös samanaikaista kasvua pelaajien sylväleissä, joten kehon painon nousu voi olla yhteydessä pelaajien fyysiseen kasvuun. Aikaisemmin nuorten maajoukkuepelaajien antropometristen ominaisuuksien muutosta kilpailukauden aikana ei ole juuri tutkittu, joten aiheesta kaivataan lisää tutkimuksia.

Aikaisemmissa tutkimuksissa Häkkinen (1988) on havainnut merkittävää laskua aikuispelaajien räjähtävässä voimantuotossa kilpailukauden aikana, minkä arvioidaan johtuvan voimaharjoittelun matalasta volyyymista sekä korkeasta aerobisen harjoittelun määrästä kauden aikana. Vastoin näitä tuloksia Tupamäki (2007) ei havainnut muutosta pelaajien jalkojen maksimaalisessa isometrissa voimantuottonopeudessa kilpailukauden aikana. On myös huomattava, että aikaisemmissa tutkimuksissa naispelaajilla on havaittu kehitystä jalkojen räjähtävässä voimantuotossa, kun kauden aikaiseen harjoitteluun on sisällytetty räjähtävää voimaharjoittelua 1-2 kertaa viikossa (Häkkinen 1993). Tässä tutkimuksessa nuorten maajoukkuepelaajien räjähtävässä voimantuotossa ei havaittu merkitsevää muutosta, kun mittarina käytettiin maksimaalista voimantuottonopeutta isometrisessä jalkojen ojennusvoimatestissä.

Jalkojen maksimivoimaominaisuuksissa muutosta on aikaisemmissa tutkimuksissa havainnut Tupamäki (2007), jonka tutkimuksessa SM -sarjapelaajien jalkojen ojentajalihasten isometrinen maksimivoima kehittyi kilpailukauden aikana. Häkkisen (1988) tutkimuksessa muutosta maksimivoimatasoissa ei sen sijaan havaittu, vaikka tuloksissa oli viitteitä voimatason laskusta. Tässä tutkimuksessa havaittiin nuorten maajoukkuepelaajilla jalkojen isometrisen maksimivoiman laskua kilpailukauden aikana, kun taas saman ikäluokan seurajoukkuepelaajilla vastaavaa muutosta ei mittausjakson aikana havaittu.

Aikuispelaajien nopeusominaisuuksien muutoksia kilpailukauden aikana on tutkittu aiemmin kohtalaisen paljon. Kevennyshypyn nousukorkeudessa on havaittu aikaisemmissa tutkimuksissa kasvua kilpailukauden aikana (Tupamäki 2007). Saman ilmiön havaitsi Häkkinen (1988), kun naispelaajien harjoitusohjelmaan kuului räjähtävää voimaharjoittelua 1-2 kertaa viikossa. Tutkimuksissa on myös ehdotettu räjähtävän voimantuoton olevan yhteydessä pelaajan peliaikaan siten, että aloitusviisikon pelaajilla räjähtävä voimantuotto kehittyy kauden aikana vaihtopelaajien vastaavien ominaisuuksien heiketessä vähemmän pelaajan seurauksena (Gonzalez ym. 2012; Gonzalez ym. 2013). Lyhyissä nopeussuorituksissa suorituskyvyn heikkenemistä ovat aikaisemmin havainneet Hoffman ym. (1991) sekä Tupamäki (2007). Useissa tutkimuksissa ei ole kuitenkaan tutkittu juoksunopeuden muutosta 20 metrin matkalla. Tässä tutkimuksessa nuorten maajoukkuepelaajilla havaittiin aikaisemmista tutkimustuloksista poiketen ponnistusominaisuuksien heikkenemistä vauhtiloikkatestissä pelaajien kevennyshypyn nousukorkeuden pysyessä tilastollisesti muuttumattomana, vaikka kevennyshypyn nousukorkeudessa oli viitteitä parannuksesta. Saman ikäluokan seurajoukkuepelaajien ponnistuskorkeuksissa ei tässä tutkimuksessa havaittu muutoksia. Kummankaan ryhmän nopeussuorituskyvyssä ei 20 metrin matkalla havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta, vaikka viitteitä kehityksestä oli havaittavissa molemmilla ryhmillä.

Muuttujien välillä havaittiin tässä tutkimuksissa muutamia korrelaatioita. Koko tutkimusryhmällä havaittiin tilastollisesti merkitsevä korrelaatio juoksunopeuden (20 m) ja ponnistuskorkeuksien (kevennyshyppy ja vauhtiloikka) välillä. Toinen merkitsevä korrelaatio havaittiin jalkojen isometrisen maksimivoiman ja maksimaalisen voimantuottonopeuden välillä. Sen sijaan jalkojen isometrisellä maksimivoimalla ei havaittu olevan yhteyttä pelaajan nopeuteen 20 metrin juokсутestissä eikä ponnistusominaisuuksiin kevennyshypyssä tai vauhtiloikassa. Tulokset ovat ristiriidassa aikaisempien tutkimusten kanssa, joissa jalkojen maksimaalinen isometrinen voima on korreloinut ponnistuskorkeuteen (Häkkinen 1988; Ugarkovic ym. 2002). Aikaisemmissa tutkimuksissa on kuitenkin havaittu yhteys mieskoripalloilijoiden jalkojen dynaamisen maksimivoiman ja nopeusominaisuuksien välillä (Chaouachi ym. 2009). Saman ilmiön ovat havainneet jalkapalloilijoilla Wisløff ym. (2004). Tämän tutkimuksen tulosten perusteella onkin syytä pohtia, onko jalkojen isometrisen maksimivoiman testaaminen mielekäästä koripalloilijoiden fyysisen suorituskyvyn arvioinnissa.

Tutkimustuloksiin vaikuttavat tekijät ja virhelähteet. Tämän tutkimuksen tuloksiin ovat voineet vaikuttaa inhimilliset mittausvirheet johtuen erityisesti suhteellisen kokemattomasta mit-

taushenkilöstöstä. On myös huomattava, että erityisesti bioimpedanssimittauksella saadut rasvaprosenttien mittaustulokset ovat poikkeuksellisen alhaisia verrattuna aikaisempiin tutkimustuloksiin koskien nuoria koripalloilijoita (esim. Tammivaara 1996), joissa useimmiten mittausten menetelmänä on käytetty ihopoimumenetelmää (Tammivaara 1996; Jakovljević ym. 2011). Tulosten luotettavuus rasvaprosenttien osalta on tämän tutkimuksen tekijän mielestä kyseenalainen.

Tässä tutkimuksessa maajoukkuekauden loppumittaukset suoritettiin noin 2 viikkoa maajoukkuekauden päättymisen jälkeen, vaikka realistisemman kuvan pelaajien fyysisestä suorituskyvystä ennen maajoukkuekauden päätapahtumaa olisi saanut järjestämällä loppumittaukset juuri ennen EM-karsintoja. Tämä ei ole kuitenkaan joukkueen valmistautumisen kannalta mielekäästä, sillä pelaajien täytyy olla fyysisesti ja henkisesti parhaassa mahdollisessa kunnossa kauden päätapahtuman alkaessa. Kahden viikon tauko ennen loppumittauksia voi kuitenkin vaikuttaa tämän tutkimuksen tuloksiin.

Tutkimuksen tulosten yleistettävyyden kannalta on otettava huomioon koehenkilöiden otoksen pieni koko ($n=12$), joka osittain johtuu myös maajoukkueiden suhteellisen pienestä kokoonpanosta. Erityisesti seurajoukkuepelaajia edustavan kontrolliryhmän otos ($n=4$) on todella pieni tutkimustulosten yleistettävyyden kannalta. Kontrolliryhmän ei voida myöskään katsoa edustavan kaikkia suomalaisia seurajoukkuepelaajia, koska otos on tehty yhden seuran pelaajista. Toisaalta nuoria maajoukkueurheilijoita koskevassa tutkimuksessa ei ole välttämättä edes mielekäästä pyrkiä suureen otokseen, koska jokainen maajoukkue harjoittelee yksilöllisesti riippuen valmennusryhmästä ja pelaajien tarpeista. On muistettava myös, että pelaajien ollessa kasvuiässä pituuskasvu ja yleinen fyysismotorinen kehitys harjoittelun ohella voi vaikuttaa tutkimustuloksiin jopa lyhyen mittausjakson aikana. Ryhmien välisten tulosten vertailtavuuteen voi vaikuttaa ryhmien välinen ikäero, joka osoittautui tutkimuksessa tilastollisesti merkitseväksi.

Johtopäätökset ja käytännön sovellukset. Huolimatta pienestä otoksesta tämän tutkimuksen tulokset antavat viitteitä siitä, että alle 16-vuotiailla poikien maajoukkuepelaajilla jalkojen maksimivoimatasot sekä ponnistusominaisuudet heikkenevät maajoukkueen kilpailukauden aikana. Syytä tähän on vaikeaa arvioida, ja syy-seuraussuhteiden selvittämiseksi tarvittaisiinkin lisää tutkimuksia aiheesta. Yksittäisen pelaajan kehityksen kannalta voidaan kuitenkin pohtia, onko käytännössä vuoden ympäri jatkuva kilpailukausi edullinen pelaajan fyysisen

suorituskyvyn kehittymisen kannalta. Nuorten maajoukkuepelaajien vuoden aikainen ottelumäärä on erittäin korkea verrattuna saman ikäisiin seurajoukkuepelaajiin, mikä asettaa valmentajille suuria haasteita pelaajan pitkäjänteisessä kehittämisessä.

Jos nuoren pelaajan nopeus- ja voimaominaisuuksia halutaan kehittää maajoukkuekauden aikana, yksi ratkaisu tähän ongelmaan voisi olla kauden aikana tapahtuva nopeusvoimaharjoittelu. Aikaisemmissa tutkimuksissa 1-2 kertaa viikossa tapahtuvalla nopeusvoimaharjoittelulla on saatu aikaan kehitystä pelaajien nopeus- ja voimaominaisuuksissa kilpailukauden aikana (Häkkinen 1988). Javorekin (1995) mukaan voimaharjoittelua tulisi tehdä 1-2 kertaa läpi kauden, jotta voimatasoja pystytään ylläpitämään.

Tutkimustulosten käytännön sovelluksia mietittäessä on kuitenkin otettava huomioon, että koripallossa on fyysisen suorituskyvyn rinnalla paljon muitakin tärkeitä osa-alueita, joissa nuoren pelaajan tulee kehittyä. Koska tutkimusryhmä ei ollut seuraamassa pelaajien harjoittelua maajoukkueessa tai seurajoukkueessa, on vaikea arvioida, mitä molempien ryhmien harjoittelussa on painotettu. Yleisesti harjoitusohjelmiin vaikuttavat paljon myös valmennusfilosofiset kysymykset ja valmentajilla onkin paljon erilaisia näkemyksiä siitä, missä asioissa pelaajien tulee kehittyä ja millaista harjoittelua he tietyssä ikävaiheessa eniten tarvitsevat. Yksi iso kysymys on myös se, pyritäänkö lyhyen kilpailukauden aikana mahdollisimman hyvään tulokseen esimerkiksi EM-karsinnoissa, vai keskitytäänkö enemmän pelaajien pitkäjänteiseen kehittämiseen ja suunnataan kenties sen vuoksi harjoittelua eri tavalla kuin lyhyen aikavälin tulos edellyttäisi.

Tutkimustulosten pohjalta voidaan myös pohtia, onko jalkojen isometrisen maksimivoiman ja voimantuottonopeuden testaaminen mielekäästä nuorilla koripalloilijoilla. Mittaustuloksissa ei havaittu korrelaatiota isometrisen maksimivoiman ja lajinomaisten testien (20 metrin juokstesti, ponnistustestit) välillä. Dynaamisen maksimivoiman testaaminen voisi toimia paremmin arvioitaessa koripalloilijoiden lajinomaista fyysistä suorituskykyä. Tämä vaatii kuitenkin suoritustekniikan hyvää opettamista ennen testien järjestämistä.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin pääasiassa koripalloilijoiden antropometristen sekä nopeus- ja voimaominaisuuksien muutoksia yhden kilpailukauden aikana. Tulevaisuudessa kaivataan lisää tutkimustietoa siitä, mikä on maajoukkueohjelman vaikuttavuus pelaajan kehitykseen kokonaisvaltaisempana ilmiönä pitkällä aikavälillä. Tällä tavoin valmentajat voivat saada laa-

jemman käsityksen siitä, miten maajoukkueiden ja seurajoukkueiden harjoittelu täytyy suunnitella pelaajien kehitystä parhaiten tukevaksi.

LÄHTEET

- Ahtiainen, J. & Häkkinen, K. 2010. Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Tammerprint Oy, Tampere.
- Apostolidis, N., Nassis, G., Bolatoglou, T. & Geladas, N. 2004,. Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 43, 157-163.
- Balčiūnas, M., Stonkus, S., Abrantes, C. & Sampaio, J. 2006. Long term effects of different training modalities on power, speed, skill and anaerobic capacity in young male basketball players. *Journal of Sports Science and Medicine* 5, 163-170.
- Bober, T., Rutkowska-Kucharska, A., Pietrzewski, B. & Lesiecki, M. 2006. Biomechanical criteria for specifying the load applied in plyometric training in basketball. *Research yearbook* 12, 227-231.
- Bompa, T. & Haff, G. 2009. Periodization: theory and methodology of training. Human Kinetics, USA.
- Caterisano, A., Patrick, B., Edenfield, W. & Batson, M. 1997. The effects of a basketball season on aerobic and strength parameters among college men: Starters versus receivers. *Journal of Strength and Conditioning Research* 11, 21-24.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G., Ben Abdelkrim, N., Laurencelle, L & Castagna, C. 2009. Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23, 1570-1577.
- Cordova Martínez, A., Seco Calvo, J., Tur Marí, J., Abecia Inchaurregui, L., Echevarría Orellana, E. & Pons Biescas, A. 2010. Testosterone and cortisol changes in professional basketball players through a season competition. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24, 1102-1108.
- Durnin, J. & Ramahan, M. 1967. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *British Journal of Nutrition* 21, 681-689.
- Durnin, J. & Womersley, J. 1974. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness. *The British Journal of Nutrition* 31, 77-97.
- Fogelholm, M. 2010. Antropometriset ja kehon koostumusta kuvaavat mittaukset. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Tammerprint Oy, Tampere.

- Gonzalez, A., Hoffman, J., Rogowski, J., Burgos, W., Manalo, E., Weise, K., Fragala, M. & Stout, J. 2013. Performance changes in NBA basketball players vary in starters vs. Nonstarters over a competitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research* 27, 611-615.
- Gonzalez, A., Hoffman, J., Scallin-Perez, J., Stout, J. & Fragala, M. 2012. Performance changes in NCAA division 1 women basketball players during a competitive season: starters vs. non-starters. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26, 3197-3203.
- Hakkarainen, H. 2009. Voiman harjoittaminen lapsuudessa ja nuoruudessa. Teoksessa Hakkarainen, H., Jaakkola, T., Kalaja, S., Lämsä, J., Nikander, A. & Riski, J. (toim.) Lasten ja nuorten urheiluvalmennuksen perusteet. VK-Kustannus Oy, Jyväskylä.
- Hoffman, J., Fry, A., Howard, R., Maresh, C. & Kraemer, W. 1991. Strength, speed and endurance changes during the course of a Division 1 basketball season. *Journal of Applied Sport Science Research* 5, 144-149.
- Huciński, T., Łapszo, J., Tymański, R. & Zienkiewicz, P. 2007. The relationship between the speed of motor reaction and short-distance runs and the effectiveness of play in defence and offense in basketball. *Kinesiology* 39, 157-164.
- Häkkinen, K. 1988. Effects of the competitive season on physical fitness profile in elite basketball players. *Journal of Human Movement Studies* 15, 119-128.
- Häkkinen, K. 1993. Changes in physical fitness profile in female basketball players during the competitive season including explosive type strength training. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 33, 19-26.
- Jackson, A. & Pollock, M. 1978. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition* 40, 487-504.
- Jakovljević, S., Karalejić, M., Pajić, Z., Gardašević, B. & Mandić, R. 2011. Influence of anthropometric characteristics on speed abilities of 14 years old elite male basketball players. *Journal of Physical Education and Sport* 11, 221-225.
- Javorek, I. 1995. Yearly plan of preparation for basketball and volleyball conditioning. *Strength and Conditioning Journal* 17, 68-72.
- Kiiskinen, S. 2005. Fyysisen suorituskyvyn muutokset tyttökoriopalloilijoilla 3,5 vuoden seurantajakson aikana. Pro Gradu-työ. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.
- Korkmaz, C. & Karahan, M. 2012. A comparative study on the physical fitness and performance of male basketball players in different divisions. *Nigde University Journal of Physical Education And Sport Sciences* 6, 1.

- Litkowycz, R., Mikołajec, K., Zając, A. & Góralczyk, R. 2008. Speed and anaerobic fitness in elite junior basketball players during a pre-competitive mesocycle. *Studies in physical culture and tourism* 15, 67-71.
- Markkanen, P. 2002. Energian- ja voimantuoton palautuminen koripallo-ottelun aikana. Pro Gradu-työ. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.
- Mata Vulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J. & Jaric, S. 2001. Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 41, 159-164.
- Shalfawi, S., Sabbah, A., Kailani, G., Tønnessen, E. & Enoksen, E. 2011. The relationship between running speed and measures of vertical jump in professional basketball players: a field-test approach. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25, 3088-3092.
- Sheppard, M. & Young, W. 2006. Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences* 24, 919-932.
- Sporiš, G., Naglič, V., Milanović, L., Talović, M. & Jelešković, E. 2010. Fitness profile of young elite basketball players. *Acta Kinesiologica* 4, 62-68.
- Suomen Koripalloliitto. 2014. 16-vuotiaiden poikien maajoukkueen ottelutilastot. Viitattu 2.5.2014. [http://www.basket.fi/maajoukkueet/joukkueet/16-vuotiaat-pojat/#mbt:2-4000\\$f&global-season=4063:\\$t&0=4](http://www.basket.fi/maajoukkueet/joukkueet/16-vuotiaat-pojat/#mbt:2-4000$f&global-season=4063:$t&0=4).
- Tammivaara, A. 1996. Muutokset sykkeessä ja maitohapossa koripallopeleiden aikana alle 18-vuotiailla maajoukkue-tason koripalloilijoilla. Pro Gradu-työ. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.
- Torres-Unda, J., Zarrasquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., Seco, J. & Irazusta, J. 2013. Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Sciences* 31, 196-203.
- Tupamäki, M. 2007. Koripalloilijan fyysisen suorituskyvyn muuttuminen kesäharjoittelu- ja pelikauden aikana. Pro Gradu-työ. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.
- Ugarkovic, D., Mata Vulj, D., Kukolj, M. & Jaric, S. 2002. Standard anthropometric, body composition, and strength variables as predictors of jumping performance in elite junior athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 16, 227-230.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. & Hoff, J. 2004. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine* 38, 285-288.

Zatsiorsky, V. & Kraemer, W. 2006. Science and practice of strength training. Human Kinetics, USA.