

**NAISJÄÄKIEKKOILIJOIDEN VOIMA-NOPEUS
OMINAISUUDET**

Jussi Tupamäki

Johdatus omatoimiseen tutkimustyöhön VTE.210

Työn ohjaaja: Heikki Kyröläinen

Jyväskylän yliopisto

Liikuntabiologian laitos

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	1
1 JOHDANTO	2
2 JÄÄKIEKON LUONNE	3
3 FYSIOLOGISET VAATIMUKSET	4
4 MIES- JA NAISURHEILIJOIDEN ANATOMISET JA FYSIOLOGISET EROT	6
4.1 Ruumiinrakenne	6
4.2 Aineenvaihdunta, hengitys- ja verenkiertoelimistö	7
4.3 Naisen harjoitettavuus ja harjoituksen vaikutus	7
5 JÄÄKIEKKOILIJOIDEN FYYSISET OMINAISUUDET	8
6 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT	10
7 KOEASETELMA JA KOEHENKILÖT	10
7.1 Antropometria	10
7.2 Lihasvoima	10
7.3 Voimantuotto-ominaisuudet ja nopeus	11
8 TILASTOLLISET MENETELMÄT JA AINEISTON ANALYSOINTI	12
9 TULOKSET	12
10 POHDINTA	15
LÄHTEET	18

TIIVISTELMÄ

Jussi Tupamäki. Naisjääkiekkoilijoiden voima-nopeusominaisuudet ja niiden kehittäminen. Valmennus ja testausopin Cum laude tutkielma. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millä tasolla Suomalaisten naisjääkiekkoilijoiden fyysiset ominaisuudet ovat 200 luvulla.

Tutkimukseen osallistui 42 maajoukkueleiritykseen kuuluvaa pelaajaa, joista 22 kuului naisten maajoukkueeseen ja 20 naisten olympiajoukkueeseen. Kaikilta koehenkilöiltä mitattiin antropometria, 1RM etukyyky, 1RM rinnalleveto ja 1RM tempausvala. Voimantuotto-ominaisuuksia mitattiin staattisella- ja kevennyshypyillä, sekä kiihdytysnopeutta 20 metrin juoksutestillä. Lisäksi olympiajoukkueen pelaajilta testattiin leuanvetojen toistomaksimi ja 5-loikka.

Nopeus ja voimaominaisuuksiltaan suomalaiset naisjääkiekkoilijat ovat muita huippu-urheilijoita jäljessä, etenkin räjähtävän voiman osalta. Merkittävinä räjähtävään voimaan vaikuttavina tekijöinä havaittiin olevan jalkojen ojentajalihasten kehonpainoon suhteutettu voima, sekä rinnalivedon maksimi- ja painoon suhteutettu tulos. Myös käsien koukistajalihasten voimataso on suhteellisen alhainen ottaen huomioon lajivaatimukset. Kehonkoostumusta tarkasteltaessa merkillepantavaa on naisjääkiekkoilijoiden verrattain korkea kehon rasvapitoisuus ja kehonpaino.

Tuloksia analysoitaessa on kuitenkin otettava huomioon, että huipputason naisjääkiekkoilijat eivät Suomessa ole ammattilaisia, eivätkä näinollen välttämättä omaa mahdollisuuksia samanlaiseen harjoitteluun kuin muiden lajien ammattiurheilijat.

Naisjääkiekkoilijoiden harjoittelun tulisi tämän tutkimuksen tulosten perusteella keskittyä räjähtävän voiman ja käsivarren lihasten voiman kehittämiseen.

Lisäksi aerobinen harjoittelu yhdistettynä oikeaan ruokavalioon edesauttaisi pudottamaan kehon rasvaprosenttia ja parantamaan tuloksia lähes kaikissa testeissä.

Avainsanat: Maksimivoima, räjähtävä voima, antropometria

1 JOHDANTO

Jääkiekko on peli, jossa pelisuoritusten tempo on kova ja tilanteet vaihtuvat nopeasti. Pelaajilta vaaditaan huipputasolla peliälyn ja lajitekniisten taitojen lisäksi voimaa, nopeutta ja kestävyyttä. Pelin luonteen johdosta suurin osa kenttäpelaajien liikkeestä tapahtuu anaerobisella tasolla, mutta lepojaksen aikana vaihtopenkillä korostuu myös aerobisen järjestelmän merkitys elimistön pyrkiessä palautumaan rasituksesta. Vaikka jääkiekko on nykyään suosittu laji on sen fysiologisista vaatimuksista ja kuormittavuudesta tehty verrattain vähän tutkimuksia.

Naiset ovat Suomessa pelanneet jääkiekkoa vuodesta 1981 ja menestys on ollut kansainvälisellä tasolla hyvä. Maitten välisissä tilastoissa Suomi on Kanadan ja USA:n jälkeen menestynein joukkue suurkilpailuissa. Naisjääkiekkoilun suurin eroavaisuus miesten peliin verrattuna on se, että naisten peleissä ei vartalotaklauksia sallita ollenkaan. Tällöin pelin luonne muuttuu enemmän taitopelaajia suosivaksi ja pelaajien nopeus- ja ketteryysominaisuudet korostuvat entisestään.

Naisjääkiekkoilijoiden fyysisiä ominaisuuksia kartoittavia tutkimuksia ei ole juurikaan tehty, eikä muutakaan tietoa naisjääkiekosta ole paljoa saatavilla. Tästä johtuen on vaikeaa arvioida jääkiekkoa pelaavien naisten urheilullisuutta ja fyysisen kunnon tasoa verrattuna muihin naisurheilijoihin, sekä miesjääkiekkoilijoihin. Lisäksi useimmista urheilijoiden fyysisistä suorituskykyä mittaavien testien tulostaulukoista puuttuvat naiskiekkoilijoiden viitearvot kokonaan.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on muodostaa kuva nykyjääkiekon fysiologisista vaatimuksista sekä kartoittaa suomalaisten huipputason naisjääkiekkoilijoiden fyysisiä ominaisuuksia. Lisäksi tarkastellaan mahdollisia suuntauksia naisjääkiekkoilijoiden kyseisten ominaisuuksien kehittämiseen.

2 JÄÄKIEKON LUONNE

Jääkiekko on luonteeltaan intervallityötä, joka sisältää 30- ja 90 sekunnin mittaisten vaihtojen aikana staattista liukumista, pysähdyksiä, kiihdytyksiä ja maksimaalisia luistelujaksoja, sekä fyysisiä kamppailutilanteita kulmissa, laidoissa ja maalin edessä. Nämä työmuodot vaihtelevat nopeasti keskeytyen ainoastaan lyhyiden pelikatkojen ja aloitusten ajaksi. (Bomba& Chambers 1999.) Pelattaessa kolmella kentällisellä pelaajien saama peliaika on keskimäärin 21 min. hyökkääjillä ja 28 min. puolustajilla. Verrattaessa pelipaikkoja toisiinsa vaihtojen lukumäärä vaihteli pelipaikasta riippuen 14 ja 21 välillä, jossa hyökkääjien vaihtoaika/peliaika-suhde oli 2.5 ja puolustajien vastaava 1.2. Puolustajien vaihdot ja vaihtojen väliset palautusjaksot olivat siis lyhyempiä kuin hyökkääjillä. Puolustajien peliaika sisälsi kuitenkin enemmän liukumista ja tästä johtuen keskimääräinen luistelunopeus oli vain 61.6% hyökkääjien luistelunopeudesta. Pelaajien saamasta peliajasta keskimäärin 156 s oli maksimaalisia pyrähdyksiä ja 52 s kaksinkamppailua kiekosta, kun taas luistelua oli keskimäärin 418 s ja liukua 748 s. (Montgomery 1988.)

Taulukko 1. Pelaajan jakautuminen jääkiekko-ottelussa (mukaeltu lähteestä Montgomery 1988).

Pelaajat	(a) 5 yliopisto (Hyökkääjiä)	(b) 3 yliopisto (puolustajia)	10 yliopisto
Vaihtojen väli (s)	293±16	189±18	225±25
Vaihtoaika/jääaika (suhde)	2.52	1.24	2.66
Peliaika (s)	1152±54	1723±97	1471±70
Vaihtojen lkm.	20.2±0.6	24.3±0.7	17.4±1.0
Peliaika/vaihto (s)	57.9±2.5	73.1±4.7	85.4±3.1
Katkoja/vaihto	2.0±0.1	2.6±0.2	2.3±1.0
Katkon kesto (s)	29.1±3.3	30.5±4.1	27.1±1.4
Katkojen välinen peliaika (s)	29.5±0.8	28.5±0.3	39.7±2.6

(a) Green ym. (1978)

(b) Green ym. (1976)

Taulukko 2. Jäälläolon jakautuminen ajallisesti jääkiekko-ottelussa (Green ym. 1976).

Maksimaalisia pyrähdyksiä (min)	156±18.1
Kaksinkamppailua kiekosta (s)	52.2±6
Luistelua (s)	417.6±50
Liukua (s)	748.2±90.3

3. JÄÄKIEKKOILIJOIDEN FYSIOLOGISET VAATIMUKSET

Jääkiekkoilijan liikkumisessaan käyttämä energia saadaan adenosinitrifosfaatista (ATP), jossa ravintoaineiden sisältämä kemiallinen energia on varastoituneena elimistölle käyttökelpoiseen muotoon. ATP:n pilkkominen energiaksi tapahtuu joko hapen avulla (aerobisesti) tai ilman happea (anaerobisesti). Anaerobinen energiantuottomekanismi voidaan jakaa vielä alaktiseen ja laktiseen energiantuottosysteemiin. Alaktinen systeemi kattaa lyhytkestoisen, maksimaalisen pyrähdyn, jossa energia saadaan lähinnä ATP:sta ja kreatiinifosfaatista (KP), eikä laktaattia juurikaan synny. Laktinen systeemi puolestaan käsittää energian muodostuksen lihaksiin varastoituneesta glykogeenista välittömien energianlähteiden (ATP ja KP) ehtyessä ja rasituksen jatkuessa. Tällöin alkaa myös laktaattia kertyä. Aerobinen energiantuottomekanismi vastaa energiantuotosta pitkäkestoisissa urheilusuorituksissa, jolloin ATP:n uudismuodostus tapahtuu hiilihydraattien ja vapaiden rasvahappojen avulla. (McArdle ym. 1996, 21-25.) Välittömien energianlähteiden kulumisen aiheuttaa elimistössä glykolyysin tehostumisen, jolloin laktaatti alkaa akkumuloitua. Uupumukseen saakka jatkettaessa tämä johtaa pH:n laskuun, jolloin lihasten työskentelykyky heikkenee happamoitumisen myötä. (Green 1979.) Laktaatin kertymiseen ja poistumiseen vaikuttavat väsymystila, fyysinen kunto, aktiivisen lihaskudoksen määrä, verenkierto ja urheilijan ravitsemuksellinen tila (Cox ym. 1995.).

Jääkiekko on metabolisesti monimutkainen peli. Se vaatii pelaajalta korkeaa anaerobista energiantuottokykyä kovaan lihastyöhön, mutta myös hyvää aerobista kestävyyttä ja tehoa. Anaerobisen energiantuottokyvyn osuus jääkiekossa voikin olla riippuvainen aerobisen energiantuottomekanismin tehokkuudesta. (Cox ym. 1995) Aerobisen ja anaerobisen aineenvaihdunnan osuuden määräävät yksittäisen vaihdon kesto ja intensiteetti. Jääkiekon

energia-aineenvaihdunnassa anaerobisen metabolian osuus on keskimäärin 69% ja aerobisen 31%. (Montgomery 1988.) Ehkä kaksi jääkiekkoilijoille tärkeintä ominaisuutta ovat kuitenkin voima ja teho, sillä luistelunopeus, laukauksen voima ja nopeat suunnanvaihdokset edellyttävät lihasten hyvää voimatasoa ja korkeaa tehokkuutta. Jääkiekossa tehoa käsitellään voiman ja nopeuden yhdistämisenä tai kykynä tuottaa voimaa niin nopeasti kuin mahdollista. Usein käytetäänkin nimitystä räjähtävä voima. (Bomba & Chambers 1999, 25-30.)

Taulukko 3. Energiantuottomekanismien osuus jääkiekolle spesifissä suorituksissa (Bomba & Chambers 1999, 37).

Liikkeen tyyppi	Energiasysteemi		
	Anaerobinen alaktinen	Anaerobinen laktinen	Aerobinen
5 sekunnin pyrähdys	85 %	10 %	5 %
10 sekunnin kova luistelu	60 %	30 %	10 %
30 sekunnin jatkuva työ	15 %	70 %	15 %
1 min. vaihto, kiihdytyksiä, pysähdyksiä, liukuja	10 %	60 %	30 %
Vaihtojen/erien välinen palautuminen	5 %	5 %	90 %

Jääkiekkopelin aikana suoritetuissa mittauksissa sykkeen havaittiin olevan vaihdon aikana keskimäärin 90 %:n ja katkon aikana 60-75 %:n tasolla maksimisykkeestä. Sykkeen avulla pelinaikainen energiankulutus arvioitiin olevan tasolla 70-80 % VO₂max. Energiankulutuksen arvion mukaan pelaajien keskimääräinen vaihdonaikainen luistelunopeus oletettiin välille 5.8-6.7 m/s, kun se todellisuudessa oli vain 3.8 m/s. Jääkiekko-ottelun kuormittavuuden arviointi pelkän sykkeen ja arvioidun energiankulutuksen avulla ei näin ole luotettavaa, sillä ottelun kokonaiskuormitusta lisäävät jatkuvat suunnanvaihdokset, laukaukset, kaksinkamppailutilanteet ja taklaukset. (Green ym 1976.)

Ottelun aikana tehdyissä mittauksissa saatiin korkeimmiksi veren laktaattipitoisuuksien arvoiksi keskimäärin 8.7 mmol/l ensimmäisen, 7.3 mmol/l toisen ja 4.9 mmol/l kolmannen erän aikana, pelaajien maksimiarvojen jakaantuessa välille 8.1-13.4 mmol/l. Pelinaikaisten

laktaattiarvojen alhaisuuden todettiin johtuvan pelin katkonaisesta luonteesta ja näinollen lyhyiksi jäävistä yhtämittäisistä työjaksoista. Yksittäisen vaihdon aikana on keskimäärin 2-3 taukoa, joiden aikana 60-65 % fosfokreatiinista ehditään syntetisoida uudelleen energiaksi seuraavaa työjaksoa varten. (Montgomery 1988.)

Huippujääkiekkoilijalle luistelunopeus on merkittävä tekijä ennakoitaessa menestymistä. Luistelunopeuden kannalta on tärkeää, että pelaaja kykenee tuottamaan jaloillaan suuria voimia mahdollisimman nopeasti. Ammattilaisjääkiekkoilijoille tehdyssä tutkimuksessa pyrittiin löytämään paras yksittäinen jääkiekkokaukalon mittaisen matkan luistelunopeutta ennakoiva tekijä. Testitulokset osoittivat, että parhaiten hyvää luistelunopeutta estimoivaa painopisteen nousukorkeus vertikaalihypyssä. (Mascaro ym. 1991.) Toisaalta 8-16 vuotiailla jääkiekkoa pelaavilla tytöillä 40 jaardin juoksunopeus todettiin olevan paras maksimaalista luistelunopeutta ennakoiva tekijä (Bracko & George 2001).

4. MIES- JA NAISURHEILIJOIDEN ANATOMISET JA FYSIOLOGISET EROT

Tyttöjen ja naisten osallistuminen urheiluun on lisääntynyt valtavasti viimeisten vuosikymmenten aikana. Fyysinen harjoittelu voi aiheuttaa naisen elimistön toimintaan muutoksia, jotka on syytä tiedostaa ja huomioida harjoittelun ohjelmoinnissa ja seurannassa.

4.1 Ruumiinrakenne

Naisurheilijoiden paino on 20-25 % matalampi kuin vastaavan lajin miesurheilijoilla. Naisilla on suhteessa ruumiinpainoon 8-10 % enemmän rasvaa, painopiste on 0-6 % alempana kuin miehillä haitaten esim. hypyissä. Lihaksiston osuus elimistön painosta on naisilla 30-36 % ja miehillä n. 40 %. Naisten lihasvoima on n. 20 % pienempi kuin miesten. Naiset ovat 13-15 cm lyhyempiä kuin miehet, ja naisten raajat ovat n. 10 % lyhyemmät. Naisen lantio on miehen lantioon verrattuna leveämpi, mistä seuraa naisilla lantion suurempi kiertoliike mm yleisurheilun kenttälajeissa. Naisten hartiat ovat

kapeammat, olkavarsi lyhyempi ja eri kulmassa käsivarteen kuin miehillä. Naisten nivelten liikelaajuus on suurempi kuin miesten. (Hohtari 1997.)

4.2 Aineenvaihdunta, verenkierto- ja hengityselimistö

Naisilla perusaineenvaihdunta on n. 10% pienempi kuin miehillä. Naisilla ja miehillä on sama määrä adenosiinitrifosfaattia (ATP) ja fosfokreatiinia lihaksissa, mutta koska naisilla lihasmassaa on vähemmän, niin energian saatavuus anaerobisessa, lyhytkestoisessa, nopeassa ja maitohapottomassa liikuntasuorituksessa on pienempi kuin miehillä. Maitohappotuotannossa ei ole todettu ehdottomia eroja sukupuolten välillä. Naisten sydämen tilavuus on pienempi kuin miesten ja lepopulssi korkeampi kuin miesten. Pulssi nousee naisilla korkeammalle harjoituksen alussa ja palautuu lopussa hitaammin. Myös punasolumäärä ja hemoglobiinipitoisuus on naisilla alhaisempi kuin miehillä. Näin veren hapenkuljetuskapasiteetti on 20 % pienempi kuin miehillä. Naisten keuhkojen vitaalikapasiteetti on 60-70 % miehen vitaalikapasiteetista. Vaikka nainen ja mies olisivat samankokoisia olisi vitaalikapasiteetin ero 10 %, mutta harjoittelun avulla eroa voi pienentää. Naisten maksimaalinen hapenottokyky on n. 50 % pienempi kuin miesten, jos VO₂max. (maksimaalinen hapenottokyky) ilmoitetaan absoluuttisena arvona (l/min), 20 %, jos VO₂max suhteutetaan kehon painoon (ml/kg/min) ja 9 %, jos VO₂max suhteutetaan rasvattomaan kehonpainoon. (Hohtari 1997.)

4.3 Naisten harjoitettavuus ja harjoituksen vaikutus

Naisten suoritusajat ovat 6-15 % hitaampia kuin miesten useimmissa kestävyyslajeissa. Harjoittelun myötä harjoitettavuuden erot pienenevät eli nais- ja miesurheilijoiden harjoitteluohjelmat voivat tulla intensiteetiltään lähelle toisiaan. Maksimaalinen hapenottokyky lisääntyy miehillä ja naisilla samalla tavalla harjoittelun avulla. (Hohtari 1997.) Voimatasoja tarkasteltaessa suurimmat erot miesten ja naisten välillä on käsi ja hartialihasten maksimivoimassa ja pienimmät lantiolihasten ja alaraajalihasten maksimivoimassa. Erot miesten ja naisten voimatasojen välillä pienevät, kun lihasten maksimaaliset voimat suhteutetaan kehon painoon tai rasvattoman kehon painoon.

Harjoitettavuuden osalta on havaittu, että miehet pystyvät naisia paremmin kestämaan ensisijaisesti hermostoa rasittavaa maksimivoimaharjoitusta. (Häkkinen 1990, 168-172.)

5. JÄÄKIEKKOILIJOIDEN FYYSISET OMINAISUUDET

Huippujääkiekkoilijoiden fysiologiset ominaispiirteet ovat viime vuosikymmeninä muuttuneet paljon. Tämän päivän huipputasoin miespelaajat ovat keskimäärin pidempiä, painavempia ja omaavat paremman fyysisen kunnon kuin edeltäjänsä. Naisjääkiekkoilijoiden fyysisiä ominaisuuksia kartoittavia tutkimuksia ei ole aikaisemmin Suomessa julkaistu, eikä niitä ole yleisesti saatavilla. Myöskään erilaisten fyysisten testien tulosten viitearvoja ei ole naisjääkiekkoilijoiden osalta kirjattu.

Vuonna 1991 mitattiin 75:n NHL-tason pelaajan fyysisiä ominaispiirteitä antropometrian osalta. Pelaajien keskipituus oli 185.5 cm, keskipaino 88.4 kg ja kehon keskimääräinen rasvaprosentti 12.1 %. Samana vuonna testattiin 72:n NHL-pelaajan maksimaalista hapenottokykyä polkupyöräergometrillä ja maksimaalista käsien puristusvoimaa. Pelaajien keskimääräinen VO₂max. oli 60.2 ml/kg/min ja molempien käsien yhteenlaskettu puristusvoima keskimäärin 130.4 kg. Vain 15 %:lla pelaajista VO₂max oli alle 55 ml/kg/min, kun vastaava osuus vuonna 1980 oli 58 %. Vuosien 1988-1991 aikana testattiin Wingaten pp-ergometritestillä 118:n NHL-pelaajan suhteellista anaerobista tehoa ja anaerobista kapasiteettia. Pelaajien maksimaalinen anaerobinen teho oli keskimäärin 12.3 W/kg ja aerobinen kapasiteetti 8.5 W/kg. Huipputehon ja minimitchon avulla laskettu keskimääräinen väsymisindeksi oli 52.5 %. Pelipaikkojen ja mittaustulosten välisissä suhteissa ei ollut merkittäviä eroavaisuuksia. (Cox ym. 1995.) Kahdeksalta huipputasoin jääkiekkoilijalta mitattiin maksimisykkeeseen ja maksimaalisen laktaattiarvojen tuloksiksi keskimäärin 195 lyöntiä/min ja 12.1 mmol/l (Green ym. 1976).

Alaraajojen ojentajalihasten räjähtävää voimantuottoa mittaavat parhaiten kontaktimatolla suoritettavat vertikaalihyppy-testit. Staattinen hyppy kuvaa konsentrista voimantuottoa, kun taas esikevennyshypyssä tulokseen vaikuttaa konsentrisen voimantuottokyvyn lisäksi hermo-lihasjärjestelmän kyky käyttää hyväksi eksentrisen vaiheen aikana varastoitunutta elastista energiaa. Tampereen urheilulääkäriasemalla, LIKESin testiasemalla ja Kuortaneen urheiluopistolla on vuosien 1982-1990 testattu suomalaisten miesjääkiekkoilijoiden voimantuotto-ominaisuuksia, sekä isometrisiä

voimaominaisuuksia. Tulosten perusteella tehtyjen viitearvojen mukaan staattisessa hypyssä kehon painopisteen nousukorkeus oli keskimäärin 40 cm. ja esikevennyshypyssä 43 cm. Viitearvoissa tasoa hyvä vastasi staattisessa hypyssä 44 cm ja esikevennyshypyssä 47 cm. Erinomaisen tason vastaavat luvut olivat 48 cm ja 52 cm. (Nummela 1998, 104-108.)

Taulukko 4. Staattisen ja kevennyshypyn viitearvot Suomalaisilla miesjääkiekkoilijoilla (Nummela 1998).

	1	2	3	4	5
Staattinen hyppy	32 cm	35 cm	40 cm	44 cm	48 cm
Kevennyshyppy	34 cm	38 cm	43 cm	47 cm	52 cm

1 = Heikko, 2 = Välttävä, 3 = Keskitasoinen, 4 = Hyvä, 5 = Erinomainen

Maksimaalinen isometrinen voima kuvaa testattavan lihaksen/lihasryhmän supistuvien osien kykyä tuottaa tahdonalainen maksimivoima vakioidussa asennossa. Isometrisen voiman merkitys on oleellisin puhtaissa voimalajeissa ja kaikissa räjähtävää voimaa vaativissa voima-nopeuslajeissa.

Vuosien 1982-1990 aikana suomalaisten miesjääkiekkoilijoiden isometristä maksimivoimaa on testattu lähinnä jalkojen ojentajien, sekä vartalon ojentajien ja koukistajien suhteen. Keskimäärin jalkojen ojentajien isometrisessä maksimivoima kehonpainoon suhteutettuna oli 9.5, hyvä-taso oli 10.0 ja erinomainen-taso. Selkälihasten isometristä maksimivoimaa kuvaavassa vartalon ojennus-testissä jääkiekkoilijoiden keskitaso oli 1.4, hyvä-taso 1.6 ja erinomainen-taso 1.8. Vatsalihasten isometristä maksimivoimaa kuvaavassa vartalon koukistus-testissä vastaavat luvut olivat 1.2, 1.3 ja 1.5. (Nummela 1998, 95-99.)

6.TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT

Tutkimuksen pääongelmana oli saada selville suomalaisten huipputason naisjääkiekkoilijoiden fyysisten ominaisuuksien nykytaso lihasvoiman ja voimantuottonopeuden osalta. Tarkoitus oli tulosten perusteella myös pohtia mahdollisia

kehityssuuntauksia fyysisen harjoittelun osalta. Vaikeutena tulosten analysoinnissa oli se, että vastaavanlaisia julkaistuja tutkimuksia naisjäätiekikosta ei ole tehty.

7. KOEASETELMA JA KOEHENKILÖT

Tutkimuksen koehenkilöinä oli 42 Suomen naisten maajoukkueen harjoitusryhmään kuuluvaa pelaajaa, joiden keski-ikä oli 22.0 vuotta. Koehenkilöt oli jaettu kahteen ryhmään, joista ryhmässä 1 oli 22 pelaajaa, keski-ikä 22,2 vuotta ja ryhmässä 2 20 pelaajaa, keski-ikä 21,7 vuotta. Ryhmän 1 koehenkilöt olivat naisten maajoukkueen pelaajia ja ryhmän 2 koehenkilöt naisten olympiajoukkueen pelaajia. Mittaukset suoritettiin viikon sisällä toisistaan joukkueiden harjoitusleireillä. Kaikilta koehenkilöiltä mitattiin antropometria, lihasvoima ja voimantuotto-ominaisuudet sekä nopeus. Lisäksi ryhmältä 2 mitattiin 5 loikka ja leuanvetojen toistomaksimi.

7.1 Antropometria

Kaikilta koehenkilöiltä mitattiin pituus, paino ja kehon rasvaprosentti. Pituus mitattiin puolen sentin tarkkuudella ja paino sadan gramman tarkkuudella digitaalivaa-alla. Kehon rasvaprosentti määriteltiin ihopoimujen paksuuden perusteella Durnin & Womersleyn (1974) neljän pisteen menetelmällä, jossa mitattavat ihopoimut ovat triceps, biceps, subscapularis ja suprailiaca. Mittauksessa käytettiin Harpendenin ihopoimupihtejä.

7.2 Lihasvoima

Koehenkilöiden lihasvoimaa mitattiin levytangon avulla kolmella eri liikkeellä; etukyyky, rinnalleveto ja tempausvala. Kaikissa liikkeissä suoritettiin 1RM. Etukyykyssä suoritus oli hyväksyttävä, kun koehenkilön reiden yläpinta oli noston alimmassa vaiheessa maanpinnan suuntainen. Rinnalleveto-suoritus hyväksyttiin, kun koehenkilö sai nostettua painot maasta etukyykyyn lähtöasentoon, painot rinnalla ja kyynärpäät edessä, ja pidettyä siinä

tasapainossa. Tempausvalassa koehenkilön tuli käydä syväkykyssä ja nousta ylös pitäen painoja suorilla käsillä pään yläpuolella. Suoritus hyväksyttiin, kun koehenkilön reiden yläpinta oli ala-asennossa maanpinnan suuntainen ja hän pystyi pitämään painot ylhäällä koko suorituksen ajan. Kyseisten testien lisäksi ryhmässä 2 testattiin myös leuanvetojen toistomaksimi. Yksittäinen suoritus oli hyväksytty, kun ala-asennossa kyynärpäät suoristuivat täysin ja ylä-asennossa leuan kärki kävi tangon yläpuolella.

7.3 Voimantuotto-ominaisuudet ja nopeus

Alaraajojen ojentajalihasten räjähtävää voimantuottoa mitattiin staattisen hypyn ja kevennyshypyn avulla. Molemmat hyppy suoritettiin kontaktimatolla, jossa lentoajan perusteella laskettiin koehenkilön painopisteen nousukorkeus millimetrin tarkkuudella. Staattinen hyppy suoritettiin siten, että testaja piti kättään testattavan olkapäällä tämän ollessa hypyn lähtöasennossa, polvinivel 90 asteen kulmassa. Suoritus sai alkaa, kun testaja nosti kätensä pois testattavan olkapäältä. Näin varmistettiin, että testattava oli liikkumatta ennen hyppysuoritusta. Staattisen ja kevennyshypyn lisäksi ryhmässä 2 mitattiin vauhditon 5-loikka kuvaamaan alaraajojen räjähtävää voimaa ja kimmo-ominaisuuksia. Suoritus alkoi hyppyalustaan merkityltä viivalta tasaponnistuksella ja päättyi hiekkakasaan. Nopeutta, lähinnä räjähtävää nopeutta ja kiihdytyskykyä, mitattiin 20 metrin juokсутestillä, jonka ajanotossa käytettiin valokennoja. Lähtö tapahtui pystyasennosta 70 cm:n päästä ensimmäisestä kennosta. Kaikissa suorituksissa kolmesta yrityksestä paras kirjattiin tulokseksi.

Antropometrisissä mittauksissa tutkimuksen reliabiliteetti ja toistettavuus ovat riippuvaisia mittaajasta. Ihopainomittauksissa mittaajan tekniikka vaikuttaa lopputulokseen, minkä takia eri mittaajien saamat tulokset eivät yleensä ole vertailukelpoisia. Jotta tutkimus olisi tältä osin toistettavissa, vaatii se saman testihenkilöstön uusittaessa. Lihassoimaa mittaavissa testeissä myös tekniikalla on merkitys tulokseen. Näin varsinkin rinnalleveto lihasvoimaa mittaavana testinä on aina riippuvainen testattavien nostotekniikasta. Etukyyky alaraajojen maksimivoimaa mittaavana testinä ja tempausvala liikkuvuutta ja lihastenhallintaa mittavana testinä, ovat tekniikaltaan helpompia ja näinollen hyviä kyseisten ominaisuuksien mittareita. Kaikki suoritukset olivat valvottuja, joten suoritusten puhtaus varmistettiin jokaisen koehenkilön kohdalla.

8 TILASTOLLISET MENETELMÄT JA AINEISTON ANALYYSI

Kaikista tilastoiduista tuloksista ilmoitettiin minimiarvo, maksimiarvo ja ryhmän keskiarvo, sekä keskihajonta. Lihasvoimaa mittaavien testien tulokset ilmoitettiin sekä absoluuttisina arvoina, että voimaindeksinä suhteutettuna koehenkilön omaan kehonpainoon. Kontaktimatolla suoritettujen staattisen hyppyn ja kevennyshyppyn tulosten perusteella laskettiin lisäksi elastisuusprosentti, mikä kuvaa jalkojen ojentajalihaksiston elastisia ominaisuuksia. Testitulosten välisten merkitsevyysuhteiden laskemiseen käytettiin Pearsonin korrelaatiokerrointa. Alphaksi asetettiin etukäteen $p \leq 0.05$.

9 TULOKSET

Antropometrisissa mittauksissa (taulukko 6) koehenkilöiden keskipituudeksi saatiin 166.0 cm ja keskipainoksi 66.1 kg. Ihopoimuumittausten perusteella saatiin koejoukon keskimääräiseksi kehon rasvaprosentiksi 25.2 %. Rasvaprosentti korreloi negatiivisesti sekä staattisen- ($r = -0.45$), että kevennyshyppyn ($r = -0.48$) kanssa, sekä positiivisesti juoksuajan ($r = 0.45$) kanssa. Korrelaatiot ovat tilastollisesti merkittäviä, $p \leq 0.05$.

Taulukko 6 Antropometria

	Ka.	min.	max.
Pituus (cm)	166.0±5.2	156.0	177.5
Paino(kg)	66.1±5.9	53.6	80.0
Rasva%	25.2±3.1	18.6	32.3

Lihasvoimaa mittaavista testeistä (Taulukko 7) koejoukon keskiarvo 1RM etukyykyssä oli 72.9 kg ja keskimääräinen painoon suhteutettu voimaindeksi 1.1 (taulukko 8). Etukyykyyn

voimaindeksi korreloi tilastollisesti merkittävästi sekä staattisen- ($r = 0.49$), että kevennyshypyn ($r = 0.47$) kanssa. Rinnallevedossa vastaavat lukemat olivat 1RM keskiarvo 50.8 kg ja voimaindeksi 0.8. Absoluuttinen tulos korreloi merkitsevästi staattisen hypyn ($r = 0.58$) ja 20m juoksunopeuden ($r = -0.59$)suhteen. Rinnallevedon voimaindeksi korreloi merkitsevästi molempien hyppyjen (staattinen- $r = 0.67$, kevennys- $r = 0.61$) ja 20m:n juoksuajan ($r = -0.72$). Tempausvalan 1RM keskiarvo oli 32.1 kg ja voimaindeksi 0.5.

Taulukko 7. Lihasvoima

	Ka.	min.	max.
Etukyykky(kg)	72.9±11.3	50	100
Rinnalleveto(kg)	50.8±8.3	35	70
Tempausvala(kg)	32.1±7.3	20	50

Taulukko 8 Voimaindeksit

	Ka.	min.	max.
Etukyykky	1.1	0.7	1.4
Rinnalleveto	0.8	0.5	1.0
Tempausvala	0.5	0.3	0.7

Voimantuotto-ominaisuuksia mitanneista hypyistä (taulukko 9) staattisen hypyn nousukorkeuden keskiarvoksi saatiin 28.4 cm ja kevennyshypyn 31.6 cm. Hyppyjen erotuksen avulla lasketun elastisuusprosentin keskiarvoksi saatiin 9.9 %. 20 metrin kiihdytysnopeutta mittaavassa testissä koejoukon keskiarvoksi saatiin 3.42 s. Lisäksi ryhmän 2 suorittamassa vauhdittomassa 5-loikassa ja leuanvedossa (taulukko 10) tuloksien keskiarvo oli 10.8 m ja 2.6 leukaa. Leuanvetojen toistomaksimi korreloi merkitsevästi kehon rasvaprosentin suhteen ($r = -0.67$).

Taulukko 9 Voimantuotto-ominaisuudet ja nopeus

	Ka.	min.	max
SH(cm)	28.4±4.4	20.0	38.7
KH(cm)	31.6±4.1	21.4	42.8
Elastisuus %	9.9±6.4	0.0	23.8
20m/s	3.43±0.62	3.18	3.67

SH = Staattinen Hyppy, KH = Kevennyshyppy

Taulukko 10. Ryhmä 2, n = 20. Leuanveto ja 5-loikka.

	Ka.	min.	max.
Leuanveto(krt)	2.6±2.4	0.0	8.0
5-loikka(m)	10.80±0.91	9.04	12.48

POHDINTA

Antropometrisissä mittauksissa saatu pelaajien keskimääräinen rasvaprosentti oli 25.2%, mikä korreloi negatiivisesti sekä staattisen- ($r = -0.45$), että kevennyshypyn ($r = -0.48$) kanssa, sekä positiivisesti juoksunopeuden ($r = 0.45$) kanssa. Korrelaatiot olivat tilastollisesti merkittäviä, $p \leq 0.05$.

Etukyykyn 1RM keskiarvo oli 72.9 kg ja keskimääräinen painoon suhteutettu voimaindeksi 1.1. voimaindeksi korreloi tilastollisesti merkittävästi sekä staattisen- ($r = 0.49$), että kevennyshypyn ($r = 0.47$) kanssa.

Rinnallevedossa vastaavat lukemat olivat 1RM keskiarvo 50.8 kg ja voimaindeksi 0.8. Absoluuttinen tulos korreloi merkitsevästi staattisen hypyn ($r = 0.58$) ja 20m juoksunopeuden ($r = -0.59$) suhteen. Rinnallevedon voimaindeksi korreloi merkitsevästi molempien hyppyjen (staattinen- $r = 0.67$, kevennys- $r = 0.61$) ja 20m:n juoksuajan ($r = -0.72$).

Vertauksena rasvaprosenttiin keskiarvo Kanadan vuoden 1996 ringettejoukkueen pelaajilla oli 19.9% (Webster ym. 1998). Australialaisilla joukkuelajien 107:ltä naisedustajalta mitattu rasvaprosentti oli keskimäärin 19.4% (Withers ym. 1987). 20-29-vuotiaiden normaalipopulaation naisten keskimääräinen kehon rasvaprosentti on määritetty olevan 29% (Durnin & Womersley 1974). Tuloksia verrattaessa voidaan todeta, että Suomalaisten maajoukkueetason jääkiekkoilijoiden rasvaprosentti on n. 4 prosenttiyksikköä pienempi kuin normaalipopulaation naisten, mutta 5.3 % prosenttiyksikköä korkeampi kuin huipputaso ringettepelaajilla. Ringettepelaajilla tehdyn tutkimuksen (Webster ym. 1998) mukaan kehon rasvaprosentti korreloi negatiivisesti keskimääräiseen anaerobisen tehon tuottoon ja kehonpainoon suhteutettuun maksimaaliseen hapenottookykyyn. Samoin kehon rasvaprosentti korreloi positiivisesti väsymisindeksiin. Näin ollen alhaisempi kehon rasvaprosentti on merkittävä hyvän anaerobisen tehokkuuden ja maksimaalisen hapenottokyvyn estimoija. Rasvaprosentin merkitsevä negatiivinen korrelaatio räjähtävää voimantuottoa mittaavien hyppyjen ($r = -0.45$ staattinen hyppy, $r = -0.48$ kevennyshyppy) ja positiivinen korrelaatio 20 metrin juoksunopeuden ($r = 0.45$) suhteen osoittaa, että naisjääkiekkoilijoiden nopeusominaisuudet kärsivät ylimääräisestä kehon rasvasta. Tehtyjen tutkimusten perusteella voikin todeta, että naisjääkiekkoilijoiden kehon rasvapitoisuus on keskimäärin liian korkea, ottaen huomioon jääkiekon fysiologiset lajivaatimukset. Pelin aikana heikomman suhteellisen hapenottokyvyn omaava pelaaja

väsy nopeammin ja palautuu vaihtojen välillä hitaammin. Samoin esimerkiksi turnaustyyppisissä tapahtumissa, joissa on monta peliä lyhyen ajan sisällä, on palautuminen pelien välillä heikomman hapenottokyvyn omaavalla pelaajalla hitaampaa. Jäällä luistellessa korkeammasta rasvapitoisuudesta johtuva ylimääräinen paino ei ole niin suuri haitta, koska kehon painopistettä liikutetaan enemmän horisontaali- kuin vertikaalitasossa, mutta nopeat pysähdykset ja liikkeellelähdöt vaativat painavammalta pelaajalta enemmän energiaa ja ovat usein hitaampia. Kanadan ringgettemaajoukkueen suorittamassa luistelutestissä, jossa luisteltiin 12 kertaa 18.3 metrin matka edestakaisin, havaittiin, että pelaajat joilla oli korkeampi ylävartalon rasvapitoisuus, saivat heikoimmat luisteluajat (Webster ym. 1998). Räjähävää voimantuottoa vaativana lajina ylimääräisen rasvan ominaisuutta heikentävä vaikutus ei voi olla näkymättä jäällä. Se missä korkeasta rasvapitoisuudesta johtuva ylimääräinen paino eniten haittaa on kuitenkin jään ulkopuolella tapahtuva oheisharjoittelu. Tällöin varsinkin nopeutta ja räjähtävää voimantuottoa kehittävät loikkaharjoitukset kuormittavat lihaksia ja jänteitä huomattavasti enemmän ja altistavat herkemmin alaraajojen rasitusvammoille ja muille loukkantumisille.

Lihassoimatestien analysoinnissa vaikeutena on samoilla menetelmillä tehtyjen vertailukelpoisten tulosten puute. Etukyykyyn absoluuttinen maksimitulos ei vaikuttanut merkittävästi nopeusominaisuuksiin ($r = -0.27 - 0.34$), mutta kehonpainoon suhteutetun voimaindeksin merkittävä korrelaatio staattisen ($r = 0.49$) ja kevennyshypyn ($r = 0.47$) suhteen osoittaa edelleen sen, että jalkojen ojentajalihaksiston kehonpainoon suhteutettu voima on merkittävä tekijä räjähtävissä suorituksissa. Ottaen huomioon staattisen hypyn merkityksen luistelunopeuden estimoijana olisi ollut mielenkiintoista tarkastella kyseisiä arvoja myös tässä tutkimuksessa.

Rinnallevedon tulokset jäivät kehonpainoon suhteutettuna melko alhaisiksi, mikä johtui suurelta osin puutteellisesta nostotekniikasta. Myös käsien puristusvoimalla saattoi olla merkitystä siihen, että painot jäivät alhaisiksi. Tuloksista voidaan kuitenkin havaita sekä absoluuttisen rinnallevetomaksimin että kehonpainoon suhteutetun voimaindeksin merkittävä positiivinen korrelaatio hyppyjen suhteen ja merkittävä negatiivinen korrelaatio juoksunopeuden suhteen. Tämä korostaa rinnallevedon räjähtävää luonnetta ja osoittaa räjähtävän liikenopeuden merkityksen. Näinollen nopeutta kehitettäessä rinnallevedon kaltaisia räjähtäviä liikkeitä tulisi jääkiekkopelaajien suosia normaaleja jalkojen voimaharjoitteita enemmän.

Räjähävää voimantuottoa mittaavissa hypyissä parhaimman ja huonoimman tuloksen ero oli huomattavan suuri, sekä staattisessa (20.0-38.7 cm, keskihajonta 4.4 cm) että kevennyshypyssä (21.4-42.8, keskihajonta 4.1 cm). Ottaen huomioon sen, että parhaiden suomalaisten naislentopalloilijoiden kevennyshypyn keskiarvo on 35.3 cm, voidaan jääkiekkoilijoiden keskiarvoa 31.6 cm pitää verrattuna hyvänä. Kuitenkin verrattuna esim. Australian naisten jalkapallomaajoukkueen keskiarvoon, 42 cm, on naisjääkiekkoilijoiden räjähtävä voimantuotto yksi selkeistä kehittämisen kohteista. Räjähtävää voimantuottokykyä näyttäisi tulosten perusteella heikentävän korkea kehon rasvaprosentti ja kehonpainoon suhteutettu heikko jalkojen maksimivoima. Hyvä tulos rinnallevedossa näyttäisi olevan merkittävä jalkojen räjähtävää voimantuottokykyä estimoiva tekijä.

Leuanvetojen toistomaksimien keskiarvo 2.6 korreloi merkitsevästi kehon rasvaprosentin suhteen ($r = -0.72$). Toistojen alhainen keskiarvo näyttäisi näin johtuvan heikkojen käsivarren koukistajalihasten lisäksi myös ylimääräisestä kehon rasvasta. Käsivarren lihakset ovat tärkeässä asemassa laukauksissa ja kiekonkäsittelyssä ja näinollen niiden kehittäminen parantaa laukaisu- ja kiekonkäsittelyominaisuuksia merkittävästi.

5-loikassa naisjääkiekkoilijoiden keskiarvotulos, 10.80 m, jää alhaiseksi verrattuna siihen, että esim. yleisurheilun heittolajeissa kansainvälisen tason ominaisvaatimus 5-loikassa on lajista riippuen 13.4-14.2 m (Mero & Levola 1997, 303.). Jääkiekkoilijoiden alhaisiin tuloksiin vaikutti osaltaan puutteellinen suoritustekniikka, mutta tulokset kertovat myös nopeusvoiman puutteesta ja heikoista kimmo-ominaisuuksista.

20 metrin juoksun aikojen keskiarvo 3.43 s on suhteellisen heikko, jos verrataan esim. huipputasoon australialaisiin naisjalkapalloilijoihin; keskiarvo 3.26. s Juoksunopeuden puute näyttäisi johtuvan heikosti kehittyneestä räjähtävästä voimasta, mikä on havaittavissa rinnallevedon merkitsevässä korrelaationa nopeuden suhteen.

LÄHTEET

- Bomba, T. O., Chambers, D. Total Hockey Conditioning, Veritas Publishing. Canada.
- Bracko, M., R., George, J., D. 2001. Prediction of ice skating performance with off-ice testing in women hockey players Journal of Strength and Conditioning Research, 15(1). 116-122.
- Cox, M. H., Miles, D. S, Verde, T. J., Rhodes, E. C. 1995. Applied physiology of ice hockey. Sports Medicine, 19:184-201.
- Dunn, B., Klein, K., Kroll, W., Mclaughlin, T., O'Shea, P., Wathen, D. 1984. Coaches roundtable: The squat and its application to athletic performance. National Strength and Conditioning Journal 6(3), 10-22.
- Durnin, J., V., G., A., Womersley, J. 1974. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 17 to 72 years. British Journal of Nutrition. 32: 77-97
- Gore, C., J. 2000. Physiological Tests For Elite Athletes, Human Kinetics Australia.
- Fleck, S J., Case, S, Puhl, J., Van Handle, P. 1985. Physical and physiological characteristics of elite women volleyball players Canadian Journal of Applied Sport Sciences, 10:122-126.
- Green, H., Bishop, P., Houston, M., McKillop, R., Norman, R., Stothart, P. 1976. Time-motion and physiological assessments of ice hockey performance. Journal of Applied Physiology, 40:159-163.
- Green, H., J., Daub, M., D., Painter, D., C., Thomson, A. 1978. Glycogen depletion patterns during ice hockey performance. Medicine and Science in Sports 10:4:289-293.
- Green, H. J. 1979. Metabolic aspects of intermittent work with specific regard to ice hockey. Canadian Journal of Applied Sport Sciences, 4:29-34.
- Hohtari. 1997Nykyaikainen urheiluvalmennus Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Häkkinen, K. 1990. Voimaharjoittelun perusteet. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

- Mascaro, T., Seaver, B. L., Swanson, L. 1991. Prediction of skating speed with off-ice testing in professional hockey players *Journal of Sports Physical Therapy* 15:92-98.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L. 1996. *Exercise Physiology, Energy, Nutrition and Human Performance*, 4. Painos Williams & Wilkins Baltimore.
- Montgomery, D., L., 1988. Physiology of ice Hockey. *Sports Medicine* 5:94-126
- Nummela, A. 1998. Voima-nopeusominaisuuksien testaaminen. Kuntotestauksen Perusteet. 2. Painos Liite ry. Helsinki.
- Mero, A., Levola, M. 1997. Eri heittolajien ominaisuusvaatimukset kansainvälisellä tasolla. Nykyaikainen urheiluvalmennus Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Webster, A. L., Horne, L., Wheelans, L., Bell, G. J. 1998. Physical and physiological characteristics of elite ringette players *Sports Medicine, Training and rehabilitation*, 9:25-40.
- Withers, R., T., Whittingham, N., O., Norton, K., I. 1987. Relative body fat and anthropometric prediction for body density of female athletes. *European Journal of Applied Physiology*. 56: 169-180.