

**TERNIMAITOVALMISTEEN VAIKUTUKSIA VEREN IGF-1:N
JA IgG:N SEKÄ SYLJEN IgA:N PITOISUUKSIIN KAHDEN
VIIKON HARJOITTELUJAKSOLLA KESTÄVYYS- JA
TEHOLAJIEN URHEILJOILLA**
Jonne Kähkönen

**Jyväskylän yliopisto
Liikuntabiologian laitos
Liikuntafysiologian
pro gradu –tutkielma
Kevät 2002
Työn ohjaajat:
Keijo Häkkinen
Antti Mero**

TIIVISTELMÄ

Kähkönen, Jonne. Ternimaitovalmisteen vaikutuksia veren IGF - 1:n ja IgG:n sekä syljen IgA:n pitoisuuksiin kahden viikon harjoittelujaksolla. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Pro gradu - tutkielma. Liikuntafysiologia. Kevät 2002.

Ternimaito on lehmän poikimisen jälkeen erittämää maitoa, josta valmistettua ternimaitovalmistetta on käytetty myös urheilijoiden parissa lisäravinteena, koska se sisältää runsaasti kasvutekijöitä (IGF) ja vasta-aineita (Ig) verrattuna normaaliin maitoon. Runsaan kasvutekijä- ja vasta-ainepitoisuuden vuoksi ternimaitovalmisteen on uskottu edistävän palautumista ja parantavan vastustuskykyä. Urheilijoiden käyttämästä ternimaitovalmisteesta on poistettu ylimääräisiä ainesosia, mm. rasvaa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää vaikuttaako ternimaitovalmiste (DynamicTM Colostrum) teholajien urheilijoiden tai kestävyyslajien urheilijoiden insuliininkaltaisen kasvutekijä -1:n (IGF-1) ja immunoglobuliini G:n (IgG) pitoisuuksiin veressä tai immunoglobuliini A:n (IgA) pitoisuuksiin syljessä.

Tutkimuksen koehenkilöinä oli yhteensä 30 aktiivista kilpaurheilijaa. Kohenkilöt jaettiin satunnaisesti koeryhmään, jossa oli 10 miestä (21,5±0,7 vuotta, 182,9±1,7cm, 74,7±2,5kg) ja yhdeksän naista (22,6±1,6 vuotta, 172,0±3,5cm, 62,6±3,7kg) sekä kontrolliryhmään, jossa oli kuusi miestä (21,5±1,9 vuotta, 182,9±4,2cm, 74,7±6,1kg) ja viisi naista (22,6±3,6 vuotta, 172,0±7,9cm, 62,6±8,3kg). Koeryhmä nautti kahden viikon tutkimusjakson aikana 20g Dynamic Colostrumia (DC) neljä kertaa vuorokaudessa ja kontrolliryhmä vastaavasti 20g saman valmistajan maltodekstriiniä neljä kertaa vuorokaudessa. Tutkimusjakson aikana kaikki koehenkilöt täyttivät sekä ruokapäiväkirjaa että harjoittelupäiväkirjaa, joista tiedot kerättiin erilliselle lomakkeelle analysointia varten. Koehenkilöt eivät saaneet käyttää muita lisäravinteita jakson aikana. Verinäytteet (5 ml) otettiin kyynärlaskimosta tutkimuspäivinä 0, 5, 10 ja 14 aamulla 10 tunnin paaston jälkeen veren IGF - 1:n ja IgG:n määrittäksi varten. Sylkinäytteet (8ml) IgA:n määrittäksi varten otettiin samassa yhteydessä paastotilassa. Veren IGF - 1 analysoitiin kahdensuuntaisella immunoentsymaattisella analyysillä. Veren IgG sekä syljen IgA analysoitiin immunosaostumiseen perustuvalla KONE Specific Supra -analysaattorilla. Tilastolliset analyysit suoritettiin SPSS 7.5 -ohjelmalla ja tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin p<0.05.

Ternimaitovalmistetta nauttineilla kestävyysurheilijoilla seerumin IGF - 1 -arvot kohosivat tutkimusjakson aikana tilastollisesti merkitsevästi (p=0.001). Samoin ternimaitovalmistetta nauttineilla voimaurheilijoilla arvot kohosivat tilastollisesti merkitsevästi (p=0.039). Koko ryhmän IGF - 1 -pitoisuus nousi kahden viikon aikana 16.6% (p=0.009), kun taas kontrolliryhmässä ei ollut muutoksia. Syljen IgA:n osalta koeryhmän arvoissa tapahtui tilastollisesti merkitsevä nousu 33,3% (p=0.002), kun taas kontrolliryhmässä ei ollut muutoksia. Veren IgG:n osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia koe- tai kontrolliryhmässä.

Tämän tutkimuksen perusteella ternimaitovalmiste lisää seerumin IGF - 1:n ja syljen IgA:n pitoisuutta urheilijoilla, mikä antaa viitteitä ternimaitovalmisteen mahdollisesta hyödystä urheilijoiden palautumista ja terveenä säilymistä ajatellen.

SISÄLTÖ

| | |
|--|-----------|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 2 KASVUTEKIJÄT | 3 |
| 2.1 IGF – 1 | 3 |
| 2.1.1 IGF – 1:n vuorokausi- ja ikävaihtelut | 4 |
| 2.1.2 IGF – 1 ja energiametabolia | 6 |
| 2.2 IGF – 2 | 6 |
| 2.3 TGF - β | 6 |
| 2.4 IGF – kantajaproteiinit | 7 |
| 3 KASVUTEKIJÄT JA HORMONIT | 9 |
| 3.1 Insuliini | 9 |
| 3.1.1 Insuliini ja hiilihydraattiaineenvaihdunta | 10 |
| 3.1.2 Insuliini ja rasva-aineenvaihdunta | 10 |
| 3.1.3 Insuliini ja proteiiniaineenvaihdunta | 11 |
| 3.1.4 Insuliinin erityys ihmisellä | 11 |
| 3.2 Kasvuhormoni | 12 |
| 3.3 Testosteroni | 13 |
| 3.4 Kortisoli | 14 |
| 4 IMMUNITEETTI JA IMMUNOGLOBULIINIT | 16 |
| 4.1 Synnynnäinen ja hankittu immuniteetti | 16 |
| 4.2 Immunoglobuliinit | 17 |
| 5 HARJOITTELUN VAIKUTUS KASVUTEKIJÖIHIN JA VASTA- AINEPITOISUUKSIIN | 21 |
| 5.1 Harjoittelun vaikutus kasvutekijöihin | 21 |
| 5.2 Harjoittelun vaikutus vasta – aineisiin | 22 |
| 6. RAVINNON VAIKUTUS KASVUTEKIJÖIHIN JA VASTA- AINEPITOISUUKSIIN | 24 |
| 7 TERNIMAITOVALMISTEEN KOOSTUMUS JA VAIKUTUS | 26 |
| 8 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT | 28 |
| 9 TUTKIMUSMENETELMÄT | 29 |
| 9.1 Koehenkilöt | 29 |
| 9.2 Koeasetelma | 29 |
| 9.3 Aineiston keräys | 30 |
| 9.4 Aineiston analysointi | 31 |
| 9.5 Tilastomenetelmät | 32 |
| 10 TULOKSET | 33 |
| 10.1 Seerumin IGF – 1 | 33 |
| 10.2 Syljen IgA | 35 |
| 10.3 Seerumin IgG | 36 |
| 10.4 Energiansaanti | 36 |
| 10.5 Harjoittelu | 37 |
| 11 POHDINTA | 38 |
| LÄHTEET | |
| LIITTEET | |

1 JOHDANTO

Ternimaito on lehmän poikimisen jälkeen erittämää 'äidinmaitoa', joka sisältää vasikan tarvitsemia kasvutekijöitä ja vasta-aineita (Korhonen 1978). Ternimaidon sisältämistä kasvutekijöistä merkittävimmät ovat insuliininkaltaiset kasvutekijät 1 ja 2 (IGF – 1 ja IGF – 2) (Francis 1988). Ternimaidon tehtävänä on antaa vasikan tarvitsemat ravinteet ensimmäisten elinviikkojen aikana. Ternimaidosta vasikka saa normaalien hiilihydraattien, rasvojen, proteiinien, vitamiinien ja mineraalien lisäksi myös immunoglobuliineja, elimistön vasta-aineita, joiden pitoisuudet ovat jopa 100 – kertaisia normaaliin maitoon verrattuna (Mach ja Pahud 1971). Tyypillisesti ternimaidosta saatavat immunoglobuliinit ovat IgA, IgG ja IgM (Donovan ja Odle 1994).

Ihmisen ja lehmän seerumin IGF – 1:n aminohapporakenne on samanlainen koostuen 70:stä aminohaposta. Ternimaito poikkeaa seerumin IGF - 1 -rakenteesta kolmen aminohapon verran, koostuen 67:stä aminohaposta. Francis ym. pohtivat omassa tutkimuksessaan, että puuttuva tripeptidi tekee ternimaidon IGF - 1:stä biologisesti aktiivisemmän muodon kuin seerumin IGF - 1 (Francis 1988). Aikaisempien tutkimusten perusteella on havaittu, että seerumin IGF – 1 pitoisuutta voidaan vasikoilla lisätä ternimaidon avulla. On myös kyetty osoittamaan, että ternimaidon sisältämät kasvutekijät stimuloivat solujen kasvua ja erilaistumista in vitro (Grutter ja Blum 1991, Pakkanen 1994). Jacobin ym. (1989) tekemässä tutkimuksessa suoraan suoneen annettu ihmisen verestä erotettu IGF - 1 sai aikaan hypoglykemisen reaktion lisäämällä elimistön glukoosin ottoa verestä. Samoin IGF - 1 sai aikaan veren aminohappopitoisuuden laskun vähentämällä proteiinien hajotusta (Jacob ym. 1989).

IGF – 1:llä on voimakas anabolinen vaikutus lihaskudokseen. IGF – 1:n toiminta on kytköksissä kasvuhormonin toimintaan ja aikaisempien tutkimusten perusteella onkin arveltu kasvuhormonin vaikutusten tapahtuvan juuri IGF – 1:n kautta (Kraemer 1988, Kelly ym. 1990). Ternimaitovalmisteen on oletettu lisäävän urheilijoiden vastustuskykyä ja nopeuttavan palautumista perustuen ternimaidon sisältämiin kasvutekijä- ja vasta-ainepitoisuuksiin. Meron ym. tutkimuksessa (1997) seerumin IGF - 1 -pitoisuudet kohosivat merkitsevästi koeryhmällä kahdeksan vuorokauden

jaksolla kontrolliryhmään verrattuna, mutta syljen IgA:ssa tai seerumin IgG:ssä ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia (Mero ym. 1997).

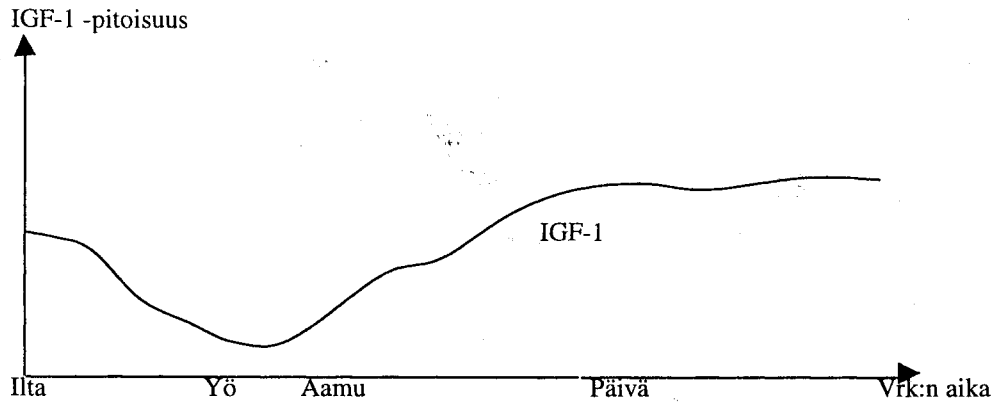
Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tapahtuuko ternimaitovalmisteessa olevan insuliininkaltaisen kasvutekijän IGF – 1:n vaikutuksesta muutoksia seerumin IGF – 1 pitoisuudessa. Samalla haluttiin selvittää ternimaitovalmisteessa olevien immunoglobuliinien IgA ja IgG mahdollisesti aiheuttamia muutoksia veressä ja syljessä. Ternimaidon makromolekyylien imeytyminen on edelleen hieman epäselvää. Osa immunoglobuliineista läpäisee ruuansulatuskanavan hajoamatta ja esiintyy aktiivisena ulosteissa. Ternimaidon vasta-aineiden imeytyminen noudattaa näin normaalista äidinmaidosta saatavien vasta-aineiden imeytymistä, sillä myöskään äidinmaidon vasta-aineet eivät imeydy ohutsuolesta vaan toimivat paikallisesti suojaamalla suoliston pintaa (Korhonen 1978, Roitt 1994).

IGF – 1:tä on pääasiallisesti verenkierrossa, mutta sen lisäksi myös pieninä pitoisuuksina lähes kaikissa elimistön kudoksissa. Verenkierron IGF – 1 tuotetaan maksassa ja muiden kudosten IGF – 1 suurelta osin paikallisesti (Humbel 1990). Veressä IGF – 1 esiintyy pääasiallisesti kiinnittyneenä omiin sitojaaproteiineihin (IGFBP), joita on tunnistettu kuusi erilaista. Vapaata IGF:ää on vain noin 5% kokonaismäärästä (Humbel 1990, Thissen ym. 1994). IGF - 1:n ja 2:n vaikutus välittyy erityisen solun reseptorin, ensisijaisesti IGF - 1:n reseptorin kautta, mutta osa toiminnoista välittyy myös IGF - 2 reseptorin tai insuliinireseptorin kautta (LeRoith ym. 1992).

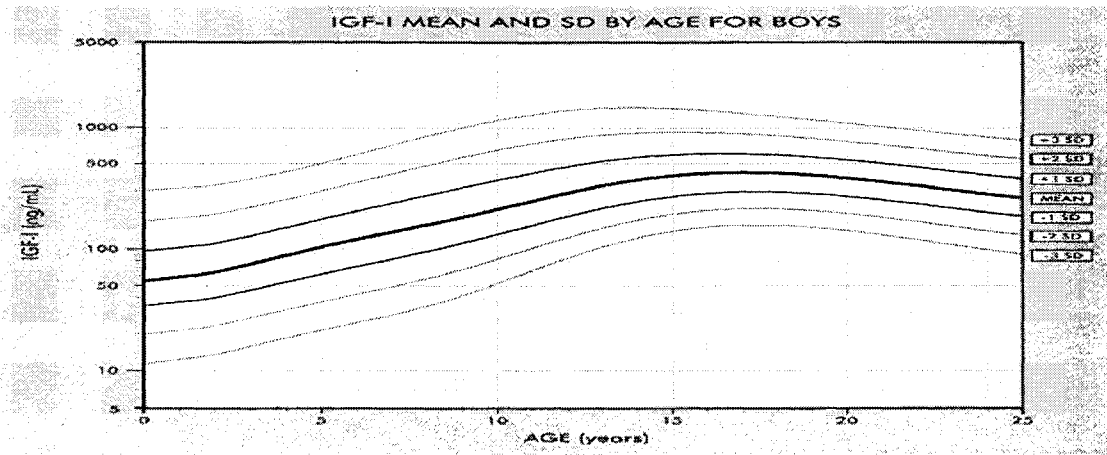
Insuliininkaltainen kasvutekijä IGF – 1 eli somatomeidiini – C on kasvutekijöistä toiminnaltaan merkittävin. IGF – 1 noudattaa pitoisuudeltaan yleensä kasvuhormonin pitoisuutta plasmassa. Osa kasvuhormonin kasvuvaikutuksista aiheutuukin juuri IGF – 1:n toiminnasta. Erona näillä kahdella on se, että IGF – 1 sitoutuu voimakkaasti omiin sitojaaproteiineihinsa ja puoliintuu huomattavasti hitaammin, jolloin vapautuminen vereen on myös hitaampaa. Puoliintumisaika IGF – 1:llä on noin 20 tuntia, kun se kasvuhormonilla on noin 20 minuuttia (Humbel 1990).

2.1.1 IGF – 1:n vuorokausi- ja ikävaihtelut

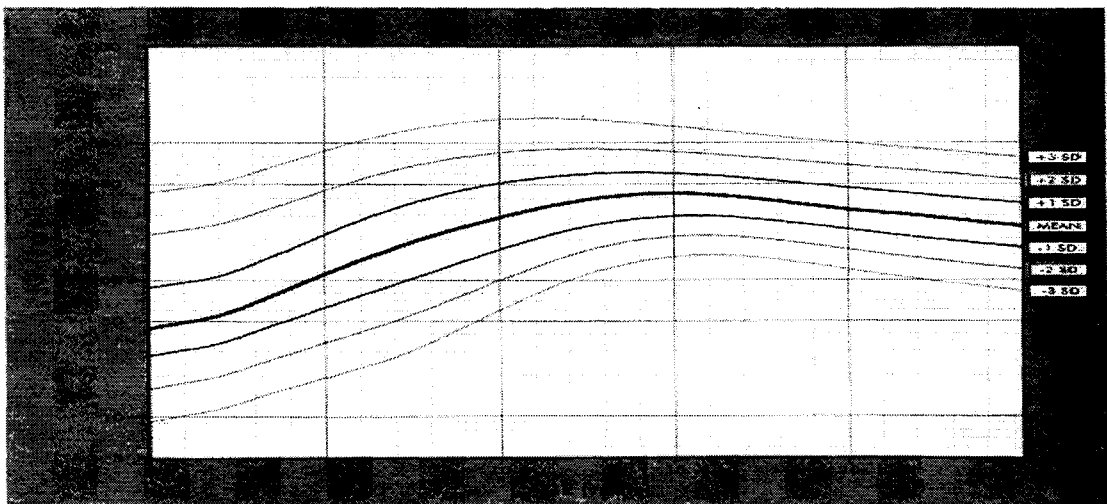
IGF – 1:n vuorokausivaihtelu tapahtuu siten, että yöllä unen aikana pitoisuus laskee alimmilleen, kohoten heräämisen jälkeen tasaisesti aina puoleenpäivään asti, jonka jälkeen pitoisuus pysyy tasaisena lopun ajan vuorokaudesta (Humbel 1990, Minuto ym. 1981). IGF - 1:n vuorokausivaihtelua on esitetty kuviossa 1. Terve mies tuottaa IGF – 1:tä noin 10mg vuorokaudessa, vastasyntyneellä pitoisuudet ovat noin puolet aikuisten arvoista. Lapsilla pitoisuudet nousevat aikuisten tasolle murrosiän kynnyksellä. Iän myötä IGF – 1 pitoisuudet alenevat, jonka on arveltu olevan yhteydessä osaltaan myös fyysisen kunnon ja fyysisen aktiivisuuden alenemiseen (Kelly ym. 1990, Poehlman ja Copeland 1990). IGF - 1:n ikävaihtelua pojilla ja tytöillä on esitetty kuvilla 2 ja 3.



Kuvio 2. IGF - 1:n vuorokausivaihtelu. Arvot putoavat alimmilleen yöunen aikana ja heräämisen jälkeen alkavat kohota, pysyen päivän aikana suhteellisen tasaisena. (mukaeltu Minuto 1981 ja Humbel 1990).



Kuvio 3. IGF - 1:n ikävaihtelu pojilla (keskiarvo \pm keskihajonta) (Chevenne 1991).



Kuvio 4. IGF - 1:n ikävaihtelu tytöillä (keskiarvo \pm keskihajonta) (Chevenne 1991).

2.1.2 IGF – 1 ja energiametabolia

Insuliininkaltaisen kasvutekijän IGF – 1:n vaikutus on nimensä mukaisesti samankaltainen insuliinin kanssa. IGF – 1 vaikuttaa vain suhteellisen suurina pitoisuuksina, jolloin se stimuloi sokerien ja aminohappojen kuljetusta ja glykokeenin ja proteiinin muodostusta: 1) Proteiiniaineenvaihduntaan IGF - 1 vaikuttaa yhdessä mm. insuliinin ja kasvuhormonin kanssa, 2) Rasvakudoksessa IGF – 1 stimuloi sokerin kuljetusta, kiihdyttää glukoosin hapettumista ja lipidien muodostumista (Guyton ja Hall 1996), 3) IGF – 1:llä on myös tärkeä merkitys lihastason anaboliassa. Lihassäikeiden kasvuhormoniin liittyvä biologinen toiminta tapahtuu käytännöllisesti katsoen aina IGF – 1:n välityksellä (Kraemer 1991). Aikaisempien tutkimusten mukaan on myös saatu viitteitä siitä, että IGF – 1:n sitojaproteiinin määrä korreloi luuntiheyden kanssa (Johansson ym. 1994).

2.2 IGF – 2

IGF – 2 on kasvuhormonin indusoima 67 aminohapon peptidi, jonka merkitys on toistaiseksi hieman epäselvä (Raasmaja & Männistö 2001). Ihmisen veren IGF - 2 on kasvutekijöistä ainoa, jolla on samanlainen aminohapporakenne (67 aminohapon tripeptidiketju) kuin lehmän ternimaidosta eristetyllä IGF - 1:llä (Francis ym. 1988). IGF – 2 toimii elimistössä IGF – 1:n tavoin sekä veren kautta endokriinisenä että paikallisesti parakriinisenä tai autokriinisenä kasvutekijänä (Humbel 1990).

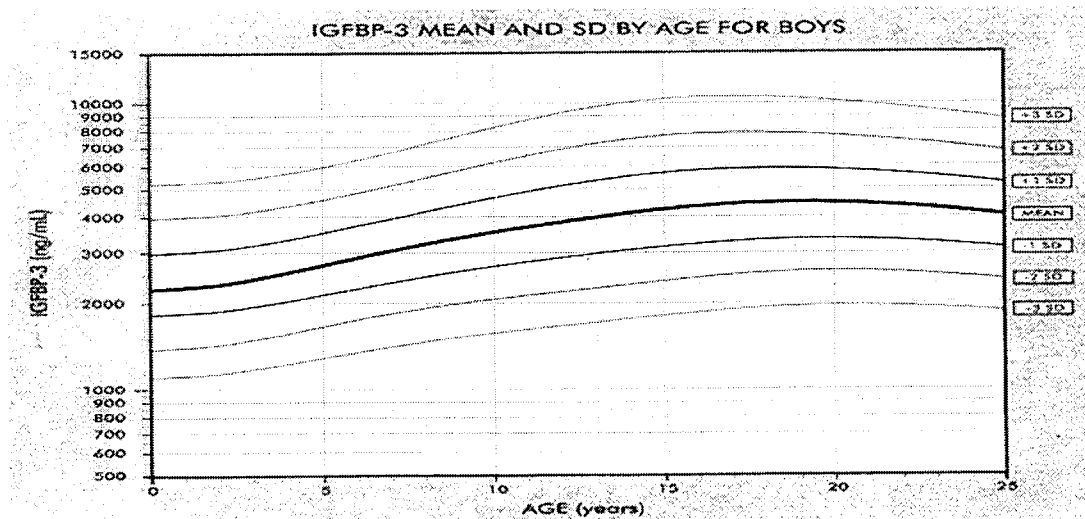
2.3 TGF - β

Transforming growth factor - beta (TGF - β) on peptidi, joka koostuu kahdesta täysin toisiaan vastaavasta 112 aminohapon ketjusta. Rakenteeltaan TGF - β on hyvin pysyvä. Elimistössä TGF - β vaikuttaa lähes kaikentyypisiin soluihin ja sen fysiologiset vaikutukset ovat muiden kasvutekijöiden tavoin anabolisia, kudosten muodostuksessa ja kudosaurioiden korjaamisessa. Chenin ja Li'n (1990) tutkimuksen perusteella on viitteitä siitä, että TGF - β lisää erityisesti IgA:n tuottoa, mutta myös

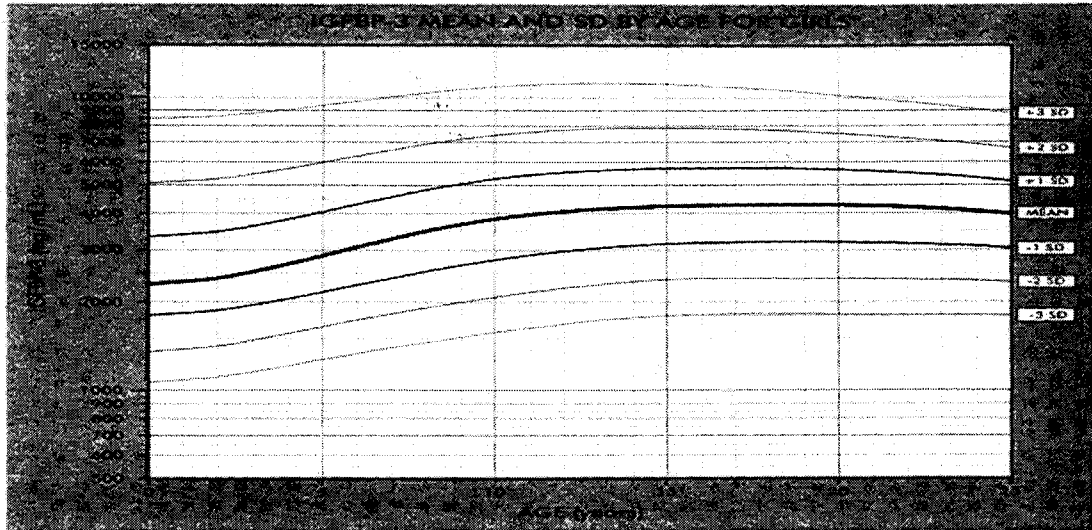
IgG:n tuottoa in vitro (Chen ja Li 1990). Suurin TGF - β pitoisuus on yleensä verihiualeissa. Spornin ja Robertsin (1989) tutkimuksen mukaan on olemassa viitteitä siitä, että suurina pitoisuuksina TGF - β heikentää elimistön vastustuskykyä rajoittamalla solujen jakautumista ja vasta-ainetuottoa (Sporn & Roberts 1989).

2.4 IGF – kantajaproteiinit

IGF – kantajaproteiineja (IGFBP) on löydetty kuusi erilaista. Kasvutekijät kiinnittyvät kantajaproteiineihinsa spesifisti ja suurella affiniteetilla. Kantajaproteiinien toiminnan vaikutuksesta IGF:n puoliintumisaika kasvaa ja lisäksi ne osallistuvat hypoglykemian ehkäisemiseen ja IGF:n toiminnan säätelyyn. Lehmän ternimaidossa tiedetään olevan kahta erilaista IGF – kantajaproteiinia: IGFBP-2 ja IGFBP-3. Näistä IGFBP-3:n tiedetään olevan merkitykseltään suurempi toiminnassa kasvutekijöiden yhteydessä. Valtaosa (yli 90%) veressä olevasta IGF:stä (IGF - 1,2) on sitoutuneena juuri IGFBP - 3:n ja labiiliin happo-osaan, joka on myös IGF:n pääasiallinen kuljettajamuoto (Humbel 1990). IGFBP - 3:n iän mukainen vaihtelu pojilla ja tytöillä on esitetty kuvissa 5 ja 6.



Kuvio 5. IGFBP - 3:n ikävaihtelu (keskiarvo \pm keskihajonta) eri ikäisillä pojilla (Chevenne 1991).



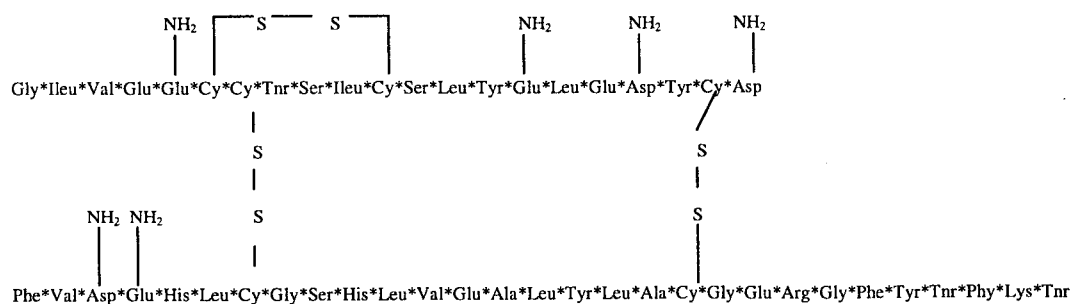
Kuvio 6. IGFBP - 3:n ikävaihtelu (keskiarvo±keskihajonta) eri ikäisillä tytöillä (Chevenne 1991).

3 KASVUTEKIJÄT JA HORMONIT

Hormoneja erittävät verenkiertoon siihen tehtävään erikoistuneet solut. Verenkierron mukana hormoni leviää kaikkialle elimistöön ja vaikuttaa jo varsin pieninäkin pitoisuuksina muiden solujen toimintaan. Hormonin vaikutus kohdistuu kuitenkin vain tiettyihin hormonin kohdesoluihin, joista yhdessä muodostuu hormonin kohdeelin. Hormoneja erittävät solut muodostavat endokriiniset- eli umpirauhaset (sisäeriterauhaset). Hormonitominta vaikuttaa elimistön tasapainotilaan joko rakentamalla (anabolio) tai hajottamalla (katabolio). Tärkeimpiä hormoneja IGF - 1:n toimintaan liittyen ovat insuliini, kasvuhormoni, testosteroni (anabolio) sekä kortisoli (katabolio). Hormonien tasapainotilaan vaikuttavat monenlaiset tekijät, kuten ikä, ravinto, liikunnan intensiteetti ja määrä sekä stressi (Roitt 1994).

3.1 Insuliini

Insuliini tunnetaan yleisesti sen yhteydestä verensokerin tason säätelyyn. Insuliinilla on kuitenkin myös tärkeä merkitys proteiini- ja rasva-aineenvaihdunnassa. Proteiiniaineenvaihdunnassa kasvuhormoni, insuliini ja IGF - 1 ovat tärkeimpiä säätelijöitä. Insuliinia erittyy haiman Langerhansin saarekkeiden β -soluista. Insuliinin erityis on kytköksissä energiansaantiin siten, että jos ravinnosta saadaan paljon hiilihydraatteja, insuliinin erityis lisääntyy. Insuliini on aktiivinen myös ylimääräisen energian varastoisissa. Insuliini on rakenteeltaan proteiinihormoni (kuvio 1). (Guyton ja Hall 1996).



Kuvio 7. Ihmisen insuliinimolekyylin rakenne (mukaeltu Guyton ja Hall 1996).

Haiman erittämä insuliini kiertää veressä vapaana, sitoutumattomassa muodossa. Insuliinin puoliintumisaika on suhteellisen lyhyt, noin kuusi minuuttia, joten kiertoaika verenkierrossa on keskimäärin 10 – 15 minuuttia. Insuliini aktivoi kohdesolujensa erityiset reseptoriproteiinit, joiden välityksellä insuliinin vaikutukset siirtyvät kohdesoluihin. Sitoutumisen tapahduttua lähes 80% soluista muuttuu glukoosia hyvin läpäiseviksi, jolloin glukoosin pääsy soluihin on nopeaa. Samoin aminohappojen, natrium- magnesium- ja fosfaatti-ionien läpäisevyys nopeutuu. Insuliinin pitkän ajan vaikutukset jatkuvat insuliinin poistuttua verenkierrosta, vielä tuntien ja päivien ajan. Tällöin vaikutus perustuu moniin solunsisäisten entsyymien toimintoihin. (Guyton ja Hall 1996).

3.1.1 Insuliini ja hiilihydraattiaineenvaihdunta

Lihasten glukoosin käytössä tapahtuu merkittävää lisääntymistä kahdesta syystä: fyysisen rasituksen yhteydessä sekä ruokailun jälkeen. Fyysisen rasituksen yhteydessä lihassolut läpäisevät glukoosia luonnostaan tehokkaammin lihassupistuksen ansiosta lepotilaan verrattuna ilman erityistä välittäjäkin. Sen sijaan ruokailun yhteydessä haiman erittämän lisääntyneen insuliinin määrän avulla solut läpäisevät glukoosia helpommin ja glukoosista muodostuu ensisijainen energianlähde. Mikäli elimistö on ruokailun jälkeen lepotilassa eikä glukoosia tarvita esim. lihassupistuksen energianlähteeksi, varastoidaan ylimääräinen glukoosi lihasglykokeenina, joka on valmiina myöhempää käyttöönnottoa varten. Lihasglykokeenia voidaan varastoida lihaksissa oleviin varastoihin tai maksaan. Maksassa olevia varastoja käytetään tyypillisesti ruokailujen välillä pitämään veren glukoosipitoisuus normaalilla tasolla. Mikäli glukoosia on saatavilla enemmän kuin sitä tarvitaan tai pystytään varastoimaan glykokeenina maksaan, edistää insuliini ylimääräisen glukoosin muuttamisessa rasvahapoiksi, jotka edelleen varastoidaan rasvakudokseen. (Guyton ja Hall 1996).

3.1.2 Insuliini ja rasva-aineenvaihdunta

Insuliinin yhtenä tärkeimpänä tehtävänä on säädellä rasvojen ja hiilihydraattien käytön suhdetta elimistössä. Monet insuliinin vaikutuksista johtavat rasvojen varastoitumiseen rasvakudoksessa. Insuliini edistää pääasiassa maksasoluissa

taphtuvaa rasvahapposynteesiä, jonka jälkeen rasvahapot kuljetetaan lipoproteiineissa varastoitavaksi rasvakudokseen. Insuliini kontrolloi hiilihydraattikataboliaa glukoosi-rasvahappo –kierron välityksellä, jolloin alhainen hiilihydraattipitoisuus ja korkeat rasvahappotasot vähentävät kataboliaa. (Guyton ja Hall 1996).

3.1.3 Insuliini ja proteiiniaineenvaihdunta

Insuliini edistää proteiinien muodostumista ja estää proteiinien hajoamista. Insuliinin toiminta proteiinien yhteydessä ei ole niin selkeää kuin se on hiilihydraattien ja rasvojen osalla, mutta vaikutus on kuitenkin varsin merkittävä. Insuliinin vaikutuksesta aiheutuu useiden aminohappojen aktiivista kuljetusta soluihin, insuliini lisää lähetti – RNA:n translaatiota ja pitkällä aikavälillä myös joidenkin DNA – osien transkriptiota solun tumassa, aiheuttaen tätä kautta proteiinisynteesin kiihtymistä. Rottakokein on todistettu, että rottien kasvu pysähtyy mikäli insuliinia tai kasvuhormonia annetaan erikseen. Sen sijaan samanaikainen annostus aiheuttaa kasvun huomattavaa lisäystä, jonka perusteella oletetaan insuliinin ja kasvuhormonin toimivan tiiviissä yhteistyössä kasvun edistämiseksi. (Guyton ja Hall 1996).

3.1.4 Insuliinin erityis ihmisellä

Pääasialliset insuliinin erityykseen vaikuttavat tekijät ovat veren glukoosipitoisuus ja aminohappopitoisuus, mutta myös jotkin muut vähäisemmät tekijät säätelevät sitä. Normaalin veren glukoosin tasolla insuliinin erittyminen on vähäistä, noin 25 ng / min / kehon painokilo. Mikäli veren glukoosipitoisuus nousee akuutisti, voi myös insuliinin erityis kasvaa muutamassa minuutissa lähes kymmenkertaiseksi lepotasoon nähden. Insuliinin merkitys veren glukoosipitoisuuden säätelyssä on erittäin tärkeä takaisinsäätelyjärjestelmänä. (Guyton ja Hall 1996).

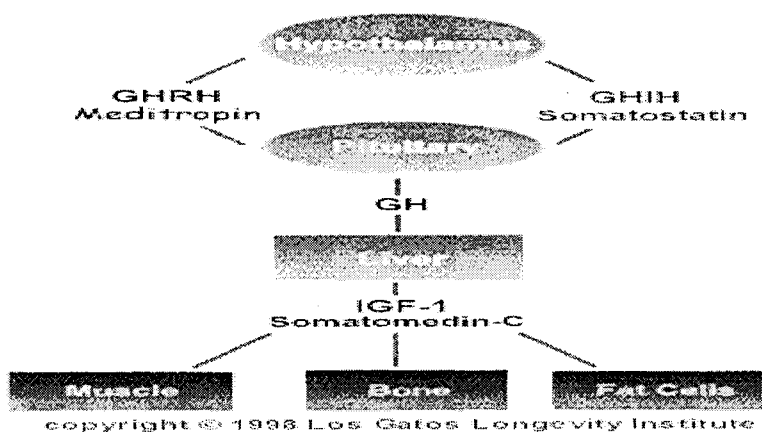
Langerhansin saarekkeiden alfasolujen erittämää glukagonia kutsutaan usein insuliinin vastavaikuttajaksi, koska sen tehtävänä on nostaa veren glukoosipitoisuutta ja saada aikaan hyperglykeminen vaikutus veressä. Glukagonin eritystä säätelee myöskin hyvin voimakkaasti veren glukoosipitoisuus. Mikäli veren glukoosi laskee esim. pitkän fyysisen kuormituksen johdosta, alkavat haiman alfasolut tuottaa

glukagonia. Tämän vaikutuksesta maksasta vapautuu lähes välittömästi glukoosia. Insuliinin ja glukagonin vastakkaisuus ilmenee siinä, että insuliini toimii hiilihydraattivarastoja rakentavasti, anabolisesti, kun taas glukagoni toimii varastoja hajoittavasti eli katabolisesti. (Guyton ja Hall 1996).

Pitkäaikainen liikunta ja harjoittelu aiheuttaa muutoksia hormonaaliseen eritykseen myös insuliinin osalta. Harjoitteluun tottuneet yksilöt säilyttävät insuliinipitoisuuden lähempänä lepotasoa harjoitteluvaikutuksen avulla. Myös energialähteiden hyödyntäminen paranee harjoitelleilla yksilöillä (rasvahapot, glukoneogeneesi) mikä osaltaan vaikuttaa insuliinin pitoisuuksien tasaantumiseen. Pitkäkestoisen, kuormittavan harjoituksen jälkeen insuliinipitoisuus laskee harjoitusta edeltävää pitoisuutta alemmaksi ja saattaa pysyä normaalitasoa alempana jopa vuorokauden. Sen sijaan välittömästi lyhyen ja intensiivisen tai pitkäkestoisen ja rauhallisen harjoituksen jälkeen insuliinipitoisuus kohoaa pitkäksi aikaa normaalipitoisuutta korkeammalle tasolle. (McArdle ym. 1996).

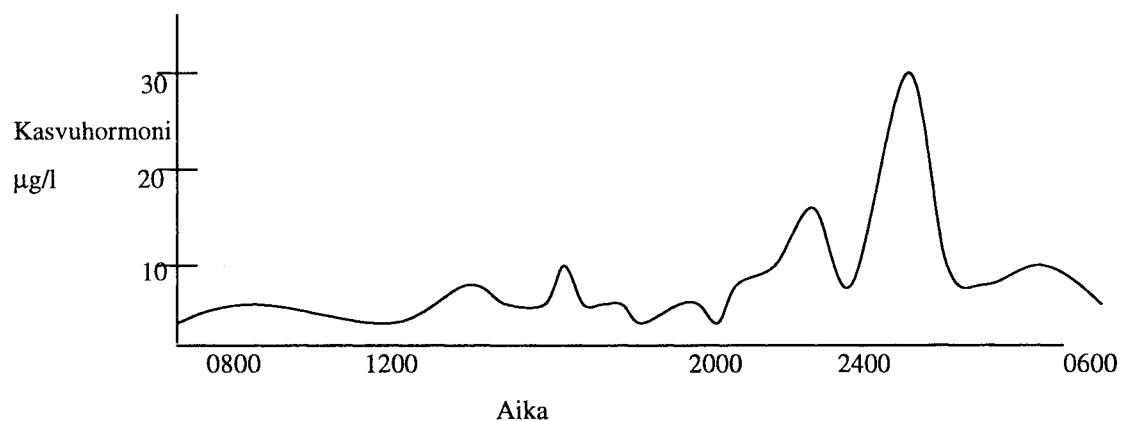
3.2 Kasvuhormoni

Kasvuhormoni eli somatotropiini on yhdestä, 191:n aminohapon ketjusta koostuva proteiinimolekyylä. Kasvuhormonin erittymistä säätelee hypotalamus. Säätelystä havainnollistaa kuvio 2.



Kuvio 8. Kasvuhormonin erittymisen säätely. (Los Gatos Web-based presentation 1998).

Hypotalamuksessa on sekä kasvuhormonia vapauttavaa hormonia (GHRH) että sitä inhiboivaa hormonia, somatostatiinia. Näiden kahden pitoisuuksien vaihtelu vaikuttaa kasvuhormonin erittymiseen. Fysiologiset ärsykkeet, kuten harjoittelu, uni, ruokailu ja stressi voivat myös osaltaan lisätä kasvuhormonin erittymistä (Guyton ja Hall 1996). Normaalipitoisuus plasmassa on aikuisella noin 1,5 – 3 ng / ml ja kasvuikäisellä noin 6 ng / ml. Suurimmillaan kehon energiavarastojen ollessa äärimmillään voivat arvot nousta jopa 50 ng:aan / ml. Kasvuhormonin erittyminen vähenee iän myötä ja on iäkkäämmillä ihmisillä noin 25 % kasvuikäisen erityksestä. Kasvuhormonin erityks on syklimäistä, erityksen ollessa voimakkaimmillaan unen aikana ja vähäisempää päiväsaikaan. Kuvasta 3 käy ilmi kasvuhormonin erittymisen syklimäisyys. (Guyton ja Hall 1996).



Kuvio 9. Kasvuhormonin erittymisen syklimäisyys (mukaeltu Guyton ja Hall 1996).

Kasvuhormonilla on vaikutusta useisiin kehon aineenvaihdunnallisiin prosesseihin. Tärkeimpinä näistä ovat kasvuhormonin vaikutuksesta tapahtuva proteiinisynteesin lisääntyminen, jossa myös IGF - 1 toimii yhdessä kasvuhormonin kanssa, rasvahappojen mobilisaation lisäys ja käyttö energianlähteenä sekä glukoosin käytön väheneminen kehossa (Guyton ja Hall 1996). Kasvuhormonin vaste harjoitusärsykkeisiin riippuu eri tutkijoiden mukaan siitä, millaisia kuormia harjoittelussa käytetään. Kaiken tyyppinen voimaharjoittelu ei aiheuta kasvuhormonin stimuloitumista vaan on ilmeisesti olemassa tietty intensiteetti, joka harjoittelulla täytyy ylittää (Kraemer 1988, Van Helder 1984). Kraemerin ym. 1991 tekemässä

voimaharjoittelututkimuksessa verrattiin viiden ja kymmenen toistomaksimin (5/10RM) sarjoja ja niiden vaikutusta kasvuhormonipitoisuuteen. Harjoituksellisesti kuormittavamman toistosarjan (10RM, minuutin palautus vs. 5RM, 3 minuutin palautus) tehneillä koehenkilöillä kasvuhormonivaste oli merkittävästi suurempi. Koehenkilöiden joukossa oli sekä miehiä että naisia ja naisilla kevyempi kuorma (5RM, kolmen minuutin palautus) ei saanut mitään muutosta aikaan kasvuhormonipitoisuudessa (Kraemer ym. 1991). Kasvuhormonin merkitys anabolisena hormonina on tärkeä, mutta eri tutkijoiden mukaan (Kraemer 1988 ja Kelly ym. 1990) myös IGF - 1:n vaikutus lihastason anaboliassa yhdessä kasvuhormonin kanssa ja osuus kasvuhormonin takaisinsäätelijänä ovat merkittäviä. Tämänhetkisen tiedon perusteella oletetaan lähes kaikkien kasvuhormonin vaikutusten välittyvän luurankolihakseen juuri IGF - 1:n kautta (Kelly ym. 1990).

3.3 Testosteroni

Testosteroni on tärkein miessukupuolihormoni eli androgeeni ja yksi anabolisista eli rakentavista hormoneista. Testosteronin muodostuminen tapahtuu kiveksissä, lisämunuaisten kuorikerroksessa ja naisilla lisäksi munasarjoissa. Testosteronin tuotto on runsaimmillaan vastasyntyneillä ja murrosikäisillä, jonka jälkeen testosteronin tuotto jatkuu läpi elämän ja alkaa vähentyä noin 50 vuoden iän jälkeen (Guyton ja Hall 1996).

Testosteronia on käytetty tutkimusten apuna mittaamaan anabolisen tilan muutoksia. Suoraan testosteronista johtuvat muutokset eivät ole muihin hormoneihin verrattuina kovin merkittäviä, mutta on mahdollista, että vaikutukset ovat epäsuoria (Florini 1987). Testosteronin kiertoaika veressä on 30 – 60 minuutin välillä, jonka jälkeen se on joko kiinnittynyt kudoksiin ja muutetaan soluissa dihydrotestosteroniksi tai se on hajonnut inaktiiviseen muotoon (Guyton ja Hall 1996).

Testosteronin kasvua edistävät vaikutukset ovat huomattavat. Se lisää lihasmassaa, erityisesti nuorilla kasvuvaiheessa sekä proteiinin massaa muissakin kudoksissa. Nämä kasvua edistävät vaikutukset tapahtuvat suurelta osin yhdessä kasvuhormonin ja IGF:n kanssa. Samoin testosteronin vaikutuksesta luun paksuus lisääntyy huomattavasti sitoen samalla ylimääräistä kalsiumia. Näiden anabolisten vaikutusten

vuoksi testosteronia on varsin yleisesti käytetty urheilussa doping – aineena lisäämään lihasmassaa ja voimistamaan luustoa (Guyton ja Hall 1996).

Häkkinen ym. (1988) totesivat voimaharjoittelututkimuksessaan, että kuormittava voimaharjoittelu aiheuttaa akuutteja muutoksia, jotka voidaan havaita sekä voimantuottokyvyssä että hormonipitoisuuksissa. Seerumin testosteronipitoisuudessa on havaittu kasvua, kun verinäyte on otettu välittömästi sellaisen harjoituksen jälkeen, jossa on työskennelty suurilla lihasryhmillä. Sen sijaan pidemmällä aikavälillä (> neljä tuntia) testosteronin pitoisuuksiin vaikuttavat monet tekijät, kuten vuorokausivaihtelu ja palautuminen, mikä tekee pitoisuuksien määrittämisestä vaikeampaa (Kraemer 1992). Pääosassa aikaisemmista tutkimuksista on havaittu, että mitä rankemmin kuormitetaan sitä voimakkaammin testosteronipitoisuus veressä laskee ja myös pysyy alhaisella tasolla. Sen sijaan jos suoritus on kevyt ei voida havaita muutoksia testosteronitasoissa (Kuoppasalmi 1981).

3.4 Kortisoli

Kortisoli lasketaan glukokortikoideihin kuuluvaksi ja sitä eritetään lisämunuaiskuorelta. Kortisolilla on tärkeä merkitys veren glukoosipitoisuuden lisäämisessä, mutta se vaikuttaa myös proteiini- ja rasva-aineenvaihduntaan. Myös kortisolin vaikutuksista monet tapahtuvat yhdessä muiden hormonien kanssa sekä hiilihydraattiaineenvaihdunnassa IGF - 1:n kanssa. Kortisolin vaikutus hiilihydraattiaineenvaihdunnassa kohdistuu glukoneogeneesiin, johon sillä on lisäävä vaikutus. Tämän seurauksena maksasolujen glykogeenivarastot lisääntyvät. Kortisolilla on myös pienentävä vaikutus glukoosin käyttöön kaikissa soluissa. Yleisesti kortisoli voidaan katsoa elimistön kataboliseksi hormoniksi, koska monet sen vaikutuksista ovat luonteeltaan katabolisia (Guyton ja Hall 1996).

Kortisolin vaikutus proteiinien aineenvaihdunnassa kohdistuu proteiinivarastojen pienentämiseen kaikkialla kehon soluissa, joka johtuu proteiinisynteesin vähenemisestä ja solujen proteiinien lisääntyneestä kataboliasta. Rasva-aineenvaihdunnan puolella kortisoli lisää rasvahappojen mobilisointia rasvakudoksesta, jolloin vapaiden rasvahappojen määrä plasmassa lisääntyy ja osuus energianlähteenä kasvaa (Urhausen ym. 1995).

Kortisolin erityys tapahtuu kortikotropiinin (ACTH) säätelemänä. Fyysinen tai psyykkinen stressi tai veren glukoositason aleneminen laukaisee kortisolin erityksen alkamisen. Plasman kortisolipitoisuus vaihtelee vuorokauden ajan mukaan hypotalamuksen rytmin säätelemänä. Fyysisen kuormituksen kyseessä ollessa kortisoli reagoi samansuuntaisesti muiden hormonien kanssa eli kovan, pitkäkestoisen kuormituksen ollessa kyseessä kortisolin erityys on voimakkaampaa. Vastaavasti mikäli fyysinen kuormitus on kevyt ja lyhytkestoinen, kortisolipitoisuus säilyy lepotasolla. Kortisolin pitoisuus vaihtelee 5 - 20 μ g / dl välillä, pitoisuuksien ollessa korkeimmillaan iltaisin ja alhaisimmillaan aamuisin (Guyton ja Hall 1996)

4 IMMUNITEETTI JA IMMUNOGLOBULIINIT

Elimistön puolustusjärjestelmä on laaja ja monimutkainen järjestelmä. Kehon puolustusjärjestelmän perustana ovat lymfosyytit, jotka vastaavat pääasiallisesti kehon spesifeistä immuunireaktioista. Lisäksi immuunireaktioissa aktiivisia ovat epiteelisolut, monosyytit, makrofagit ja tietyt antigeeneja paljastavat solut. Pääasiallisesti T- ja B - solujen muodostus tapahtuu luuytimessä ja kateenkorvassa. (Guyton ja Hall 1996).

Lehmän ternimaidossa on antimikrobiaalisia tekijöitä, kuten immunoglobuliineja, laktoperoksidaasia, lysosyymejä ja laktoferrinejä. Näistä erityisesti immunoglobuliinien määrät ovat varsin suuria (~100-kertaisia) verrattuna normaaliin maitoon. (Mach ja Pahud 1971).

4.1 Synnynnäinen ja hankittu immunitetti

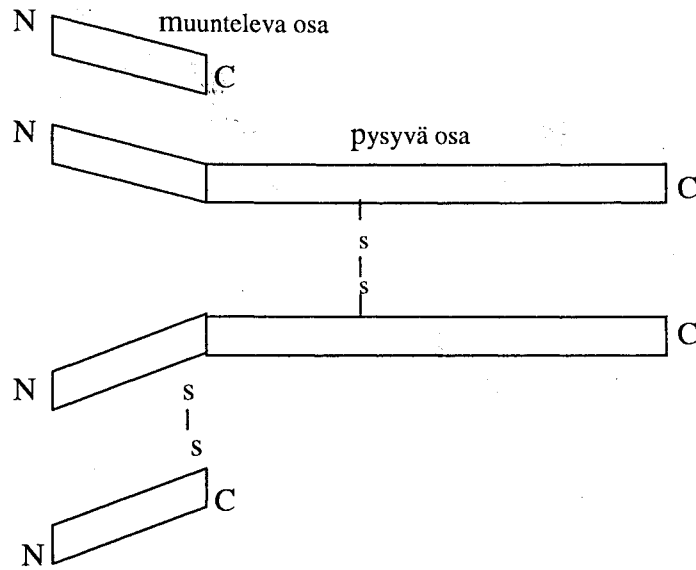
Elimistön puolustusjärjestelmä voidaan jakaa kahteen osaan: synnynnäinen ja hankittu immunitetti. Synnynnäinen immunitetti huolehtii elimistölle vieraiden aineiden, kuten bakteerien ja muiden ulkopuolisten tekijöiden elimistöstä poistamisesta (esim. Keast ym. 1988). Käytännössä keho huolehtii tästä puolustuksesta varsin tehokkaasti esim. hikoilun avulla, jolloin hien laktaatti ja muodostuva alhainen pH estävät vieraiden aineiden hyökkäyksen alkuunsa. Samoin ihokarvat, hengityselinten limakalvoilla olevat värekarvat ja itse limakalvot estävät toiminnallaan bakteerien ja mikro-organismien kulkeutumisen elimistöön. Mikäli esim. ravinnon mukana bakteereja elimistöön kulkeutuukin, huolehtii vatsalaukun voimakas happo siitä, että vieraat aineet tuhotaan ennen niiden imeytymistä. Mikäli kuitenkin vieraat mikro-organismit pääsevät elimistöön tunkeutumaan, elimistö puolustautuu niitä vastaan joko kemiallisesti, entsyymien avulla (esim. bakteereja ja viruksia vastaan) tai akuutin tulehdusreaktion avulla. Akuutissa tulehdusreaktiossa vaurioituneen alueen toiminnot muutetaan puolustuksen tehostamiseksi, mm. verisuonien laajenemisella, joka ilmenee tulehdusalueen punoituksena sekä hydrostaattisen paineen kasvulla ja solukalvon läpäisevyyttä lisäämällä, jotka puolestaan ilmenevät tyypillisesti turvotuksena (Roitt 1994, Guyton ja Hall 1996).

Hankittu immuniteetti tarkoittaa nimensä mukaisesti sitä, että se täytyy ensin hankkia. Käytännössä tämä tarkoittaa altistumista vieraille mikro-organismeille, jonka jälkeen elimistö muistaa mikro-organismin ja tunnistaa sen ennen uutta altistumista (Roitt 1994). Vastasyntyneillä hankittua immuniteettia ei luonnollisesti ole käytännössä lainkaan, ainoan väliaikaisen suojan tarjoavat äidiltä raskauden aikana istukan kautta saadut vasta-aineet. Nämä ovat kuitenkin varsin vaatimaton keino tehokkaan puolustuksen hoitamiseksi. (Guyton ja Hall 1996).

Hankittu immuniteetti toimii ihmisillä kahdella tavalla, soluvälitteisenä ja humoraalisena immuniteettina. Soluvälitteinen immuniteetti perustuu aktiivisesti toimiviin lymfosyytteihin, T – soluihin, jotka voivat myös itse tuhota taudinaiheuttajia. T – solut jaetaan vielä erikseen tappaja-, auttaja- ja estäjä – T – soluihin. Näillä kaikilla on oma spesifi tehtävänsä taudinaiheuttajien tunnistamisessa, vaikutusten ehkäisyssä ja lopullisessa tuhoamisessa. Humoraalinen immuniteetti perustuu myös lymfosyyttien toimintaan. Tällöin B – lymfosyyttien erittämät vasta-aineet kiertävät elimistössä ja kiinnittyvät taudinaiheuttajiin tehden näiden toiminnan mahdottomaksi. B – lymfosyytit kiertävät elimistössä nesteisiin, kuten vereen, sylkeen, kyyneliin tai hikeen liuenneina (Berek 1992, Roitt 1994).

4.2 Immunoglobuliinit

Immunoglobuliinit eli vasta-aineet ovat rakenteeltaan glykoproteiineja (kuva 4). Näiden määrä kaikista plasman proteiineista on noin 20%. Immunoglobuliinit kiertävät elimistössä myös muihin nesteisiin ja eritteisiin liuenneina (esim. sylki, hiki, äidinmaito, limakalvot). Immunoglobuliinien toiminta perustuu niiden kykyyn sitoutua taudinaiheuttajaan. Immunoglobuliinit voidaan jakaa viiteen eri ryhmään: 1) IgA, 2) IgG, 3) IgD, 4) IgE, 5) IgM



Kuvio 10. Immunoglobuliinien perusrakenne. (mukaeltu Guyton ja Hall 1996).

Immunoglobuliinit kiertävät elimistössä myös muihin nesteisiin ja eritteisiin liuenneina (esim. sylki, hiki, äidinmaito, limakalvot). Immunoglobuliinien toiminta perustuu niiden kykyyn sitoutua taudinaiheuttajaan. Immunoglobuliinit voidaan jakaa viiteen eri ryhmään: 1) IgA, 2) IgD, 3) IgE, 4) IgG, 5) IgM

Pääasiallisin elimistön eritteissä esiintyvä vasta – aine on immunoglobuliini A (IgA). Seerumin vasta – aineista sen osuus on noin 13%. Limakalvoilla on paljon IgA:n tuotantoon erikoistuneita soluja ja lisäksi limakalvojen epiteelisoluilla on kyky kuljettaa IgA:ta epiteelin läpi. Normaali IgA:n pitoisuus on noin 1,4 – 4 mg / ml ja normaali tuotanto noin 66 mg kehon painokiloa kohti vuorokaudessa. Pääosa IgA:n tuotannosta tapahtuu plasmasoluissa suoliston lymfakudoksessa ja joiltain pieniltä osin myös sylkirauhasissa ja hengitysteiden limakalvoilla. IgA:n tuotantoa säätelevät T – solut ohjaamalla kypsymättömät B – solut tuottamaan IgA:ta tai IgA:n tuottoon kykenevät solut erikoistumaan ja jakautumaan. Pääasiallinen tehtävä IgA:lla on suojella elimistön epiteelipintoja vierailta aineilta ja näiden kautta tapahtuvaa mikro-organismien tunkeutumista elimistöön (Underdown 1992, Roitt 1994).

Pääasiallisin seerumissa esiintyvä immunoglobuliini on IgG, jota on noin 80% kaikista seerumin immunoglobuliineista. Normaaliarvot seerumin IgG:lle ovat 8 – 16 mg / ml ja tuotto on noin 30 mg vuorokaudessa / kehon painokilo. IgG voidaan vielä

erikseen jakaa alaluokkiin (IgG₁₋₄), joilla on erilainen puoliintumisaika elimistössä. IgG on rakenteeltaan kahdesta polypeptidiketjusta muodostunut glykoproteiini-molekyylä (Roitt 1994, Guyton ja Hall 1996). Elimistössä IgG toimii aktivoimalla fagosyyttisiä soluja, kiinnittymällä vierasaineisiin ja neutralisoimalla niitä sekä vaikuttamalla T- ja B-solujen vasta-ainetuotantoon. IgG on yleisin vasta-aine keuhkojen ja hengitysteiden eritteissä ja ainoana vasta-aineena pystyy kulkeutumaan äidin verestä istukan kautta sikiöön ja antamaan vastasyntyneelle väliaikaista suojaa (Guyton ja Hall 1996).

Muista immunoglobuliineista IgD ja IgM esiintyvät samanaikaisesti suurimmassa osassa B-lymfosyyteistä, joten niillä uskotaan olevan samankaltaisia biologisia vaikutuksia. IgD:n tarkkaa merkitystä ei toistaiseksi tunneta, mutta sen uskotaan toimivan antigeenien reseptorina B-lymfosyyttien pinnalla. IgM toimii myös reseptorina B-lymfosyyttien pinnalla ja erittyy primäärissä immuunireaktiossa ensimmäisenä vereen. IgD:n osuus kaikista immunoglobuliineista on 0-1% ja IgM:n osuus 6%. IgE:n osuus on erittäin pieni, sitä on normaalisti alle 0,002% seerumin immunoglobuliineista. IgE:n pitoisuus voi kuitenkin moninkertaistua esim. allergisten reaktioiden aikana, jolloin IgE aktivoi paikallisen tulehdusreaktion laukaisevia tekijöitä. (Roitt 1994).

5 HARJOITTELUN VAIKUTUS KASVUTEKIJÖIHIN JA VASTA-AINEPITOISUUKSIIN

5.1 Harjoittelun vaikutus kasvutekijöihin

Kasvutekijät ovat monien biologisten toimintojen stimuloijia ja erityisen tärkeä merkitys niillä on luurankolihasan anabolisissa prosesseissa (Kraemer ym. 1991). Eliakimin ym. (1996) tekemässä tutkimuksessa tutkittiin murrosikäisten naisten kasvuhormoni- ja IGF – 1 –pitoisuuksia suhteessa liikunnalliseen aktiivisuuteen sekä viiden viikon harjoittelun vaikutuksia samoihin koehenkilöihin. Tulosten perusteella liikunnallisesti aktiivisemmilla murrosikäisillä naisilla oli korkeammat keskiarvot kasvuhormonin, kasvuhormonia sitovan proteiinin sekä IGF – 1:n suhteen verrattuna vähemmän liikkuviin. Sen sijaan harjoittelujakson jälkeen sekä kasvuhormoni- että IGF – 1 –pitoisuudet olivat hieman laskeneet. Tutkijoiden mukaan harjoittelu oli aiheuttanut väliaikaisen katabolisen tilan, joka selitti laskeneet arvot (Eliakim ym. 1996). Äskettäin Koziris ym. (1999) tutkivat IGF - 1:n ja IGFBP - 3:n pitoisuuden pitkän ajan muutoksia seerumissa uimareilla. Tutkimusjakso kesti viisi kuukautta ja IGF - 1 -arvot olivat koko harjoittelujakson ajan merkitsevästi korkeammalla tasolla kuin jakson alussa. Neljän kuukauden harjoittelun jälkeen yhdellä ryhmällä arvoissa oli tapahtunut 76%:n kasvu (totaali IGF - 1). Myös viimeisen eli viidennen kuukauden aikana, jolloin harjoittelu oli viimeistelyn luontoista ja kevyempää, arvot olivat edelleen korkeammat kuin harjoittelun alkaessa. Kaikilla tutkimukseen osallistuneilla seerumin vapaan IGF - 1:n pitoisuudet nousivat harjoittelun ansiosta noin kaksinkertaisiksi ja IGFBP - 3:n pitoisuudet yksilöstä riippuen 30 - 97% ja säilyivät tällä tasolla koko harjoittelun ajan. Johtopäätöksenä tutkijoilla oli, että intensiivisen harjoittelun avulla seerumin totaali ja vapaa IGF - 1 -pitoisuus sekä totaali IGFBP - 3 -pitoisuus saadaan kohoamaan ja kevyemmän harjoittelun avulla kohonneita tasoja voidaan ylläpitää (Koziris ym. 1999).

Kellyn ym. (1990) naiskoehenkilöille tekemän tutkimuksen mukaan IGF – 1:llä voi olla positiivista vaikutusta myös luun tiheyteen ikääntyvillä naisilla. Heidän tekemiensä johtopäätösten perusteella on kuitenkin todennäköistä, että löydetty

positiivinen yhteys IGF – 1:n ja luun tiheyden välillä on riippuvainen myös liikunnallisesta aktiivisuudesta.

5.2 Harjoittelun vaikutus vasta – aineisiin

Vasta - aineet eli immunoglobuliinit reagoivat elimistön stressitilanteissa (Nieman ym. 1989). Vastasyntyneillä vasta - aineita ei vielä juurikaan ole ja vasta - ainetuotanto on vähäistä. Tämän vuoksi elimistön täytyy saada vasta - aineita ulkopuolelta ja tyypillisimmillään vasta - aineita saadaankin äidinmaidosta. Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että esim. lehmän ternimaidossa vasta - aineita on moninkertaisesti verrattuna normaaliin maitoon (Mach ja Pahud 1971, Korhonen 1978). Useiden tutkimusten mukaan (mm. Nieman ym. 1989, Schouten ym. 1988) urheilevien ja ei – urheilevien ihmisten immunoglobuliinimäärässä ei ole havaittavissa eroja lepotilassa. Sen sijaan harjoittelun ja tiiviin kilpailemisen yhteydessä elimistön nesteissä ja eritteissä olevat immunoglobuliinimäärät voivat muuttua. Aikaisemmin on todistettu, että kevyt harjoittelu nostaa mm. immunoglobuliinitasoa, mutta kova harjoittelu yhdistettynä kilpailun aiheuttamaan fysiologiseen ja psyykkiseen stressiin voi aiheuttaa immunoglobuliinitasojen laskua ja lisääntyntä sairastumisriskiä (Keast ym. 1988, Tharp ja Barnes 1990, Hemilä 1996). Tyypillisesti alentuneet vasta – ainepitoisuudet tulevat esiin ylikuntoon ajautuneiden urheilijoiden mittauksissa, jolloin pitoisuudet ovat selvästi matalammat lepoarvoihin nähden. MacKinnon ja Hooper havaitsivat kyseisen yhteyden uimareilla suorittamissaan mittauksissa, jolloin ylikuntoisilla syljen IgA oli noin 18 – 20% matalammalla tasolla verrattuna normaaliin (MacKinnon ja Hooper 1994). Samoin Fahlmanin ym. (2001) yliopistojalkapalloilijoille tekemässä tutkimuksessa havaittiin, että koko jalkapallokauden aikaiset syljen IgA – arvot olivat jalkapalloilijoilla matalammat ja ylähengitystieinfektiot (URTI) merkitsevästi yleisempiä kuin kontrolliryhmäläisillä.

Yksittäisten harjoitusten vaikutusta vasta – ainepitoisuuksiin on tutkittu varsin paljon. Tällä hetkellä näyttää siltä, että vaikutukset ovat osin yksilöllisiä ja täysin riippuvaisia harjoituksen tyypistä, mutta selvästi on nähtävissä, että kevyemmät yksittäiset harjoitukset kohottavat vasta – ainepitoisuuksia. Sen sijaan kovat yksittäiset harjoitukset voivat jo suoraan alentaa vasta – ainepitoisuuksia ja selvästi on nähtävissä

tämäntyyppisten kovien harjoitusten toistuessa kuinka vasta – ainepitoisuudet laskevat (MacDowell ym. 1991, MacKinnon ja Hooper 1994). MacKinnon ym. epäilivät myös, että pitkän ja intensiivisen harjoituksen vuoksi vasta – aineiden erittyminen limakalvoille voi hidastua (MacKinnon ym. 1989). Vasta – aineet reagoivat kuormitukseen hieman eri tavoin. Joiltain osin vasta – ainepitoisuudet laskevat välittömästi kuormituksen päätyttyä, mutta alkavat palautua lepotasolle jo 30 minuutin kuluttua palautumisen alkamisesta. Normaali palautuminen tapahtuu kuormitusta seuraavan 24 tunnin aikana (Gleeson 2000), mutta erittäin kuormittavan kestävyyssuorituksen jälkeen on kuitenkin todettu immunoglobuliinipitoisuuksien pysyvän lepotasoa matalampina jopa useita päiviä (Nieman ja Nehlsen – Cannarella 1991). Engels ym. (2001) tutkivat yksittäisen anaerobisen pp-ergolla suoritettun harjoituksen vaikutusta syljen IgA:n pitoisuuksiin miehillä ja naisilla. Myös heidän tutkimuksessaan syljen IgA:n pitoisuudet olivat merkittävästi lähtömittausta matalampia sekä miehillä että naisilla. Sen sijaan 33 kaikista 35:stä koehenkilöstä ei saanut minkäänlaisia URTI -oireita testin jälkeen. Weidnerin ym. (2001) tekemän tutkimuksen mukaan kohtuullinen rasitus ylähengitystiesairauden jo ollessa ei pahenna oireita, mutta syljen matalat IgA -tasot voivat altistaa uudelle infektiolle. Syitä esimerkiksi syljen IgA:n pitoisuuksien laskuun ei tarkkaan tiedetä, mutta Shephardin ja Shekin esittämän arvion mukaan mahdollisesti plasman solujen IgA:n tuotto laskee tai IgA:n siirtyminen plasmasta limakalvoille ja sylkeen heikkenee (Shephard ja Shek 1994).

6. RAVINNON VAIKUTUS KASVUTEKIJÖIHIN JA VASTA-AINEPITOISUUKSIIN

Insuliininkaltaisen kasvutekijän IGF – 1:n toiminta harjoittelun ja ravinnonsaannin muuttuessa on ollut varsin tiiviin tutkimustyön kohteena. Tällä hetkellä joiltain osin tulokset ovat hieman ristiriitaisia. Näyttäisi kuitenkin siltä, että perusruokailujen täytyy olla urheilijoilla hyvällä tasolla, jotta normaali hormonitoiminta säilyy ja elimistö ei joudu kataboliseen tilaan ravinnon saannin vuoksi. Aikaisemmista tutkimuksista mm. Smith ym. (1987) päättelivät, että elimistön IGF – 1 –pitoisuus on yhtä lailla kytköksissä energiavajeeseen ilman harjoittelua kuin harjoittelun aiheuttamiin muutoksiin. Toisaalta Poehlmanin ja Copelandin (1990) tutkimuksen mukaan iän myötä laskeviin IGF – 1 –pitoisuuksiin vaikutti yksinomaan liikunnallisen aktiivisuuden määrä ja VO_{2max} , jotka vanhemmilla miehillä olivat alhaisempia. Kyseisen tutkimuksen mukaan päivittäinen ruokailu ei vaikuttanut merkitsevästi IGF – 1 –pitoisuuksiin.

Gater ym. (1992) tekemän tutkimuksen mukaan proteiinivalmisteilla ei saatu aikaan IGF – 1:n tai kasvuhormonin tason nousua. Heidän käyttämänsä lisäravinne oli arginiini-lysiini –valmiste, jota nautittiin 10 viikon ohjelmoidun harjoittelujakson aikana 132 mg / kg rasvatonta kehonpainoa. Harjoittelujakso oli voimaharjoittelujakso, jonka alussa ja lopussa koehenkilöt testattiin penkkipunnerruksen yhden toiston maksimitestillä (1 RM) (Gater ym. 1992).

Varsinaisia ternimaitoon ja harjoitteluun liittyviä tutkimuksia on toistaiseksi erittäin vähän. Buckley ym. (1998) tekemän tutkimuksen mukaan ternimaitosupplementaatiolla saatiin parannettua kestävyysuorituskykyä kahdeksan viikon harjoittelujakson aikana, mutta heidän tutkimuksessaan ravintoa ei kontrolloitu. Meron ym. (1997) teholajien urheilijoille tekemän tutkimuksen mukaan ternimaitosupplementaation avulla saatiin lisäys seerumin IGF – 1 –pitoisuuksiin lyhyellä voimaharjoittelujaksolla miesurheilijoilla. Meron ym. tutkimuksessa ravinnonsaanti oli kontrolloitu ruokapäiväkirjoin ja ennen jokaista tutkimuskertaa koehenkilöt söivät standardiaterian (Mero ym. 1997). Myös Tiensuun (1996) tekemässä opinnäytetyössä käytettiin

ternimaitopastillia ja tuloksissa saatiin viitteitä ternimaidon vastustuskykyä vahvistavasta vaikutuksesta. Johtopäätös perustui naiskoehenkilöiden oireiden (kuumepäivien, lihassäryn ja kaikkien oireiden yhteismäärän) merkittävään vähenemiseen kontrolliryhmään verrattuna, mikä kontrolloitiin koehenkilöiden täyttämien lomakkeiden perusteella. Syljen IgA - pitoisuuksissa ei kuitenkaan havaittu muutoksia (Tiensuu 1996). Kuipersin ym. (2001) tekemän tutkimuksen mukaan ternimaitovalmisteen nauttiminen ei aiheuttanut muutoksia veren kasvuhormonipitoisuuteen eikä IGF - 1 -pitoisuuteen neljän viikon harjoittelujaksolla. Hematokriitin muutokset eivät myöskään olleet tilastollisesti merkitseviä. Tutkimuksessa tehtiin myös doping - mittaus, mutta kaikkien koehenkilöiden tulokset olivat negatiivisia.

7 TERNIMAITOVALMISTEEN KOOSTUMUS JA VAIKUTUS

DynamicTM Colostrum on Hi-Col Ltd:n (Oulu, Suomi) tuottama lisäravinnevalmiste, joka on valmistettu ternimaidosta. Ternimaito on lehmän poikimisen jälkeen erittämää 'äidinmaitoa', joka sisältää vasikan tarvitsemia kasvutekijöitä ja vasta-aineita (Korhonen 1978). Ternimaito sisältää tyypillisesti myös suuria annoksia vasta-aineita eli immunoglobuliineja verrattuna tavalliseen maitoon (Mach ja Pahud 1971). Näiden lisäksi ternimaito sisältää runsaasti tavanomaisempia vitamiineja, kuten B-ryhmän vitamiineja ja kivennäisaineista mm. kaliumia, kalsiumia, magnesiumia sekä 26 erilaista aminohappoa (Donovan ja Odle 1994).

DynamicTM Colostrum – ternimaitovalmisteesta on poistettu ylimääräinen rasva sekä joitain muita hyödyttömiä aineosia. Valmiste on muokattu jauhemaiseen muotoon, joka sekoitetaan nesteeseen ja nautitaan tämän jälkeen välittömästi. Taulukoissa 1 ja 2 on valmistajan ilmoittamat ravintosisällöt DynamicTM Colostrum – valmisteelle.

Taulukko 1. DynamicTM Colostrum – valmisteen ravintosisältö. Luvut ovat valmistajan (Hi-Col Oy) ilmoittamia arvoja (1999).

| Immuno-globuliinit | | Mineraalit | | B-vitamiinit | | Muut | |
|--------------------|----------|------------|-----------|------------------------|------------|--------------------------|-----------|
| IgG1 | 15,0 g/l | Cl | 2,7 g/l | Tiamiini | 0,8 mg/l | Koliini | 530 mg/l |
| IgG2 | 2,6 g/l | P | 1,5 g/l | Riboflaviini | 4,5 mg/l | Askorbiinihappo | 25 mg/l |
| IgM | 1,4 g/l | Ca | 1,8 g/l | Nikotiinihappo | 0,9 mg/l | Biotiini | 0,05 mg/l |
| IgA | 1,0 g/l | K | 1,5 g/l | Pantoteenihappo | 2,0 mg/l | Kreatiini | 160 mg/l |
| | | Na | 0,7 g/l | Pyridoksiini | 0,3 mg/l | L - karnitiini | 20 mg/l |
| | | Mg | 0,3 g/l | Kobalamiini | 0,03 mg/l | Tauriini | 50 mg/l |
| | | Zn | 16,0 mg/l | Foolihappo | 0,005 mg/l | α - laktalbumiini | 2,5 g/l |
| | | Fe | 1,5 mg/l | | | Laktoferriini | 1,5 g/l |
| | | Cu | 0,3 mg/l | | | Laktoperoksidaasi | 30,0 mg/l |
| | | Mn | 0,3 mg/l | | | Lysosyyymi | 0,4 mg/l |
| | | Se | 0,03 mg/l | | | | |
| | | Mo | 0,03 mg/l | | | | |

Taulukko 2. *Dynamic™ Colostrum* – valmisteeseen ravintoarvoja. Luvut ovat valmistajan (*Hi-Col Oy*) ilmoittamia arvoja.

| Kasvutekijät | | Energiasisältö / annos (2 g jauhetta) | |
|---------------------|----------------|--|----------------|
| IGF – 1 | 230 – 360 µg/l | Rasva | 0 g |
| CBGF | Läsnä | Proteiini | 0,6 g |
| TGF - β | Läsnä | Hiilihydraatti | 1,4 g |
| | | Energia | 34 kJ / 8 kcal |

8 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ternimaitosupplementaation vaikutuksia veren IGF – 1:n ja IgG:n sekä syljen IgA:n pitoisuuksiin kestävyys- ja teholajien urheilijoilla kahden viikon harjoittelujaksolla.

Nollahypoteesi 1: *Ternimaitovalmisteen nauttimisella harjoittelujakson aikana ei ole vaikutusta IGF – 1:n pitoisuuteen veressä.*

Työhypoteesi 1: *Ternimaitovalmisteen nauttimisella harjoittelujakson aikana on veren IGF – 1:n pitoisuutta lisäävä vaikutus.*

Nollahypoteesi 2: *Ternimaitovalmisteen nauttimisella harjoittelujakson aikana ei ole vaikutusta IgA:n pitoisuuteen syljessä*

Työhypoteesi 2: *Ternimaitovalmisteen nauttimisella harjoittelujakson aikana on IgA:n pitoisuutta syljessä lisäävä vaikutus.*

Nollahypoteesi 3: *Ternimaitovalmisteen nauttimisella harjoittelujakson aikana ei ole vaikutusta IgG:n pitoisuuteen veressä.*

Työhypoteesi 3: *Ternimaitovalmisteen nauttimisella harjoittelujakson aikana on IgG:n pitoisuutta veressä lisäävä vaikutus.*

9 TUTKIMUSMENETELMÄT

9.1 Koehenkilöt

Koehenkilöinä oli 30 kansallisen tason kestävyys- ja teholajien urheilijaa. Kestävyysurheilijat (n=9) olivat hiihtäjiä, ampumahiihtäjiä ja suunnistajia ja teholajien urheilijat (n= 10) olivat yleisurheilijoita (pikajuoksijoita ja hyppääjiä). Koehenkilöiden taustatiedot käyvät ilmi taulukosta 3. Tutkimuksen tarkoitus ja taustatietoja selvitettiin tutkimukseen osallistuville ennen tutkimuksen aloittamista. Heille jaettiin kirjallisia ohjeita, joilla myös kerättiin koehenkilöistä taustainformaatiota (liitteet 3 ja 4).

Taulukko 3. Koehenkilöiden antropometria ja perusveriarvot (keskiarvo \pm keskivirhe).

| | Miehet / koe N = 10 | Miehet / kontrolli N = 6 | Naiset / koe N = 9 | Naiset / kontrolli N = 5 |
|---------------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Ikä (v) | 21,5 \pm 0,7 | 21,5 \pm 1,9 | 22,6 \pm 1,6 | 22,6 \pm 3,6 |
| Pituus (cm) | 182,9 \pm 1,7 | 182,9 \pm 4,2 | 172,0 \pm 3,5 | 172,0 \pm 7,9 |
| Paino (kg) | 74,7 \pm 2,5 | 74,7 \pm 6,1 | 62,6 \pm 3,7 | 62,6 \pm 8,3 |
| Rasva (%) | 8,9 \pm 0,4* | 8,9 \pm 1,0* | 19,0 \pm 1,1 | 19,0 \pm 2,2 |
| Harjoitteluvuodet | 4,6 \pm 0,7 | 4,6 \pm 1,5 | 8,3 \pm 1,4 | 8,3 \pm 2,8 |
| Hemoglobiini (g/l) | 153,5 \pm 3,3* | 153,5 \pm 7,3* | 134,2 \pm 4,0 | 135,1 \pm 6,2 |
| Hematokriitti (%) | 44,8 \pm 0,9* | 44,8 \pm 2,3* | 40,4 \pm 0,7 | 40,4 \pm 1,7 |
| Lasko | 2,7 \pm 0,6 | 2,7 \pm 1,5 | 4,2 \pm 0,7 | 4,2 \pm 1,5 |

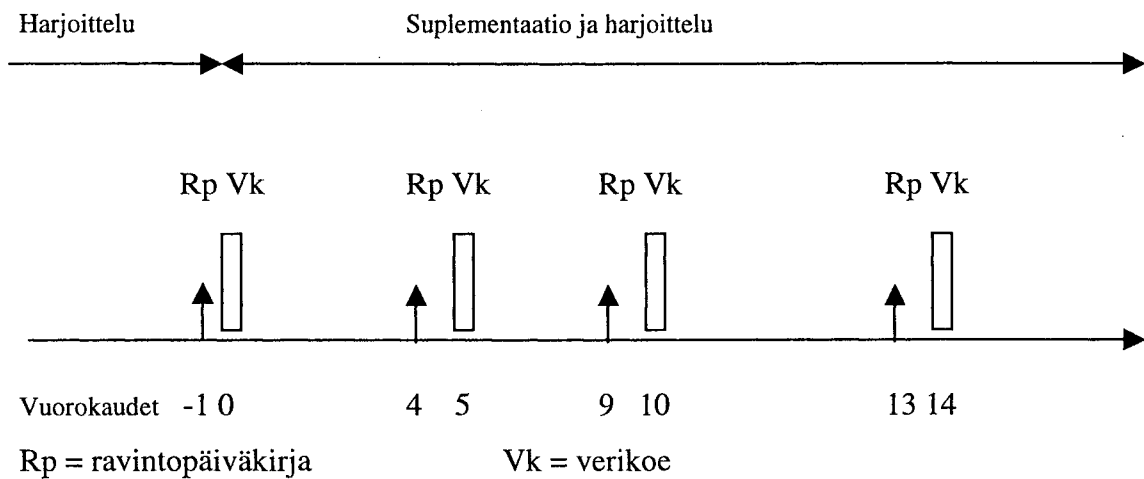
* p<0.05; ero sukupuolten välillä

9.2 Koeasetelma

Koehenkilöt jaettiin satunnaisesti koe- ja kontrolliryhmiin. Jokainen koehenkilö suoritti kahden viikon tutkimusjakson, joko voima- tai kestävyysharjoittelujaksona. Ennen varsinaisen tutkimusjakson alkua koehenkilöt toteuttivat kahden viikon totuttelujakson, jonka aikana heille selvitettiin tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusmenetelmät sekä varmistettiin, että koehenkilöt ymmärsivät harjoittelun ja ravinnon käytännön toteutuksen. Kukaan koehenkilöistä ei käyttänyt urheilijoille kiellettyjä doping – aineita, mikä selvitettiin kyselylomakkein. Koehenkilöt olivat

myös kansallisen doping – toimikunnan testauksen alaisena, mutta tutkimusjakson aikana doping – testausta ei suoritettu.

Koehenkilöt noudattivat tutkimusjakson aikana yleisiä urheilijoiden ravitsemussuosituksia eivätkä saaneet nauttia mitään lisäravinteita (vitamiineja tai kivennäisaineita) tai energialisia, kofeiinia tai alkoholia. Koeryhmä nautti DynamicTM Colostrumia 20g neljässä osassa vuorokauden aikana. Nautittu määrä DynamicTM Colostrumia sisälsi 74µg IGF – 1:tä, 4,5g IgG:tä ja 0,3g IgA:ta sekä kokonaisenergiaa 340 kJ. Kontrolliryhmä nautti saman valmistajan maltodekstriiniä 20g / vrk, kokonaisenergia 340 kJ. Kokeiden aikataulu käy ilmi kuviosta 1.



Kuvio 11. Aineiston keräys tutkimusjaksolla.

9.3 Aineiston keräys

Tutkimusjakson aikana koehenkilöt pitivät ruokapäiväkirjaa aina mittausta edeltävän päivän ajalta. Ruokailutiedot kirjattiin ylös erilliselle tutkimuslomakkeelle, jolta ne siirrettiin Micro Nutrica 2.0 - ohjelmaan (Kansaneläkelaitos, Suomi). Tutkimukseen osallistuville jaettiin myös ruokapäiväkirjan täyttöohjeet, jotka löytyvät liitteestä 5. Harjoittelutietojen kerääminen tapahtui jakson aikana koehenkilöiden täyttämistä harjoittelupäiväkirjoista. Jokainen tutkimukseen osallistunut koehenkilö täytti henkilökohtaista harjoittelupäiväkirjaa, jonka täyttämistä kontrolloitiin ennen varsinaisen tutkimusjakson alkua olleella valmistavalla jaksolla. Tutkimusjakson aikana koehenkilöiltä otettiin verinäyte IGF-1- ja IgG- pitoisuuksien määrittämistä

varten kyynärlaskimosta (5ml) viiden vuorokauden välein aina samaan aikaan aamusta (klo 7 – 8) 10 tunnin yön yli paaston jälkeen. Samoin sylkinäyte IgA-pitoisuuden määrittämistä varten otettiin viiden vuorokauden välein aamusyljystä (8ml). Sylkinäytteiden ottoa varten koehenkilöille selvitetiin tarkkaan sekä suullisesti että kirjallisesti (liite 1) kuinka näytteen otto tapahtuu.

9.4 Aineiston analysointi

Seerumin verinäytteet pakastettiin välittömästi näytteen ottamisen jälkeen muovisiin Eppendorf putkiloihin -20°C . Mitään näytteitä ei varastoitu yli kolmea kuukautta. Seerumin IGF – 1 analysoitiin rinnakkain OCTEIA IGF – 1 sarjan kanssa, joka on kahdensuuntainen immunoentsymetrinen (IEMA) analyysi IGF – 1:n määrälliseen analyysiin ihmisen seerumista tai plasmasta. Menetelmä käyttää hyväkseen näytteen esikäsitteilyä, jotta vältetään näytteen IGF – 1:n sekoittuminen kantajaproteiineihin. Menetelmän absoluuttinen herkkyys, joka määritellään konsentraationa, joka vastaa nollakalibraation 20 toiston keskiarvoa ± 2 SD, on $0,25 \text{ nmol} / \text{l}$ ja toiminnallinen herkkyys, joka määritellään konsentraationa, jolla variaatiokerroin putoaa alle $10\%:n$, on noin $1,2 \text{ nmol} / \text{l}$.

Sylkinäytteet kerättiin muovisiin mitta – astioihin, jonka jälkeen näytteet sentrifugoitiin $18000 \times g$ kymmenen minuutin ajan $+4^{\circ}\text{C}$. Osa supernatantista kerättiin talteen kahteen Eppendorf – putkeen (noin $1 \text{ ml} / \text{putki}$) ja putket varastoitiin -20°C analyysjää varten. Syljen IgA ja seerumin IgG analysoitiin kliinisen kemian analysaattorilla, KONE Specific Supra. Menetelmä perustuu immunosaostumisen mittaamiseen, jota tehostetaan polyetyleeniglykolilla (PEG, 340 nm). Puskuroituihin näytteisiin lisättiin spesifiä antiseerumia. Immunosaostumisen aiheuttama imeytymisen lisäys kirjattiin ylös reaktion loputtua. Imeytymisessä tapahtuva muutos on suhteessa liuoksessa olevaan antigeenimäärään.

Ravintoanalyysi suoritettiin koehenkilöiden täyttämien ruokapäiväkirjojen perusteella, jotka analysoitiin Micro Nutrica 2.0 tietokoneohjelmalla (Kansaneläkelaitos, Suomi). Ravintoanalyysillä selvitetiin energiaravintoaineiden saanti ja jakautuminen. Kaikki analyysit suoritti sama henkilö.

Harjoitteluanalyysit tutkimusjaksolla suoritettiin koehenkilöiden täyttämien harjoittelupäiväkirjojen perusteella. Harjoittelu tutkimusjaksolla vastasi määrältään ja intensiteetiltään tutkimusjaksoa edeltänyttä totuttautumisjaksoa. Harjoittelun seuranta suoritettiin yhteistyössä tutkimusryhmän sekä henkilökohtaisten valmentajien kanssa.

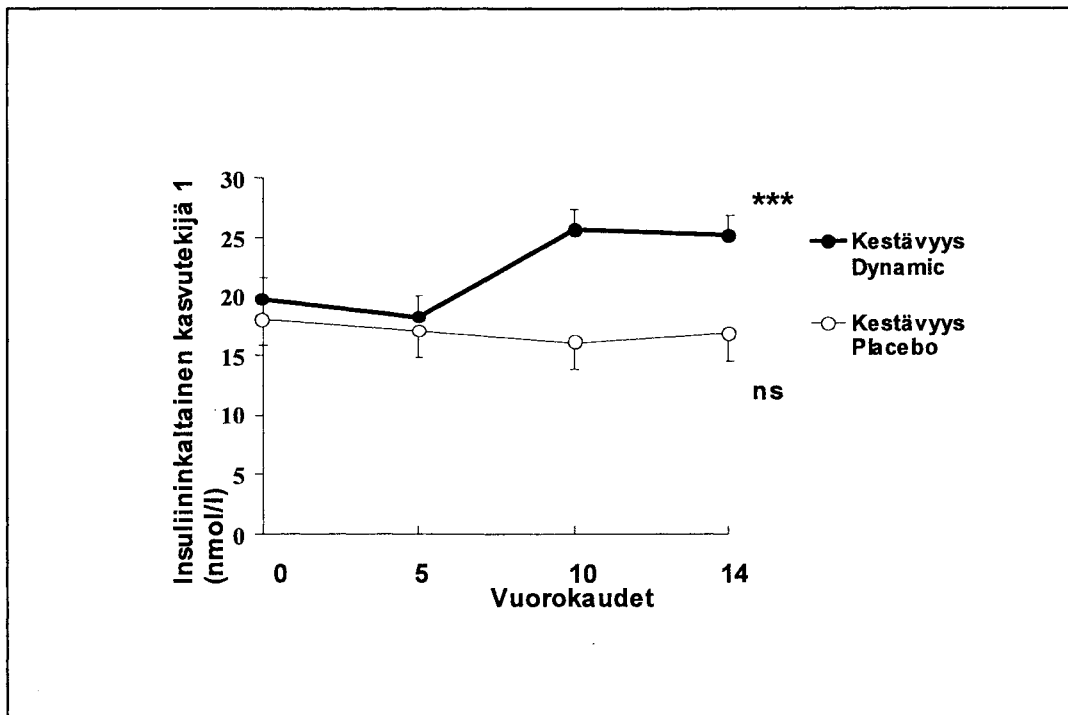
9.5 Tilastomenetelmät

Tutkimustulosten tilastollinen analysointi suoritettiin tietokoneohjelma SPSS – 7.5:llä. Tilastollisista menetelmistä käytettiin monivarianssianalyysiä (MANOVA) ja tulosten jatkokäsittelyssä käytettiin post – hoc –testin t-testi -tyyppistä kontrastitarkastelua. Dynamic™ Colostrumin vaikutuksia tarkasteltiin tilastollisesti tutkimalla Dynamic™ Colostrumin päävaikutusta suplementaatioryhmällä sekä eroja suplementaatio- ja kontrolliryhmän välillä tutkimusjakson alussa, jakson keskellä ja tutkimusjakson lopuksi. Tämän lisäksi tutkittiin Dynamic™ Colostrumin, näyttekertojen, harjoittelutavan (kestävyys, voima) ja sukupuolen yhdysvaikutusta.

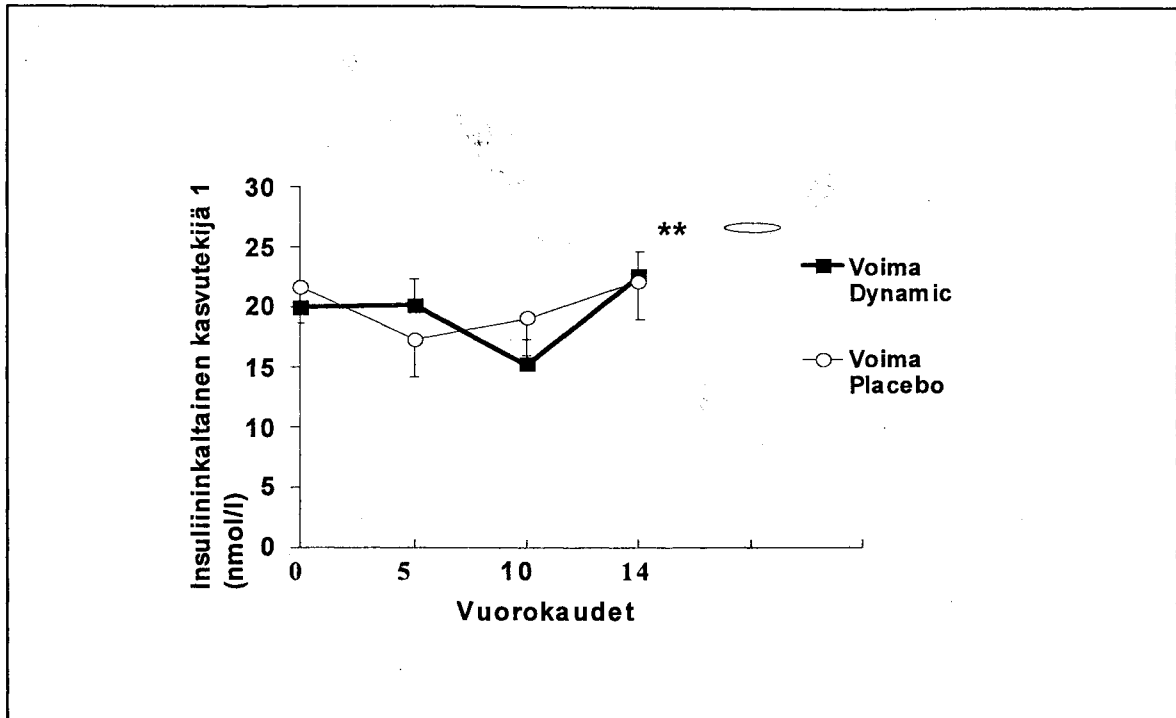
10 TULOKSET

10.1 Seerumin IGF – 1

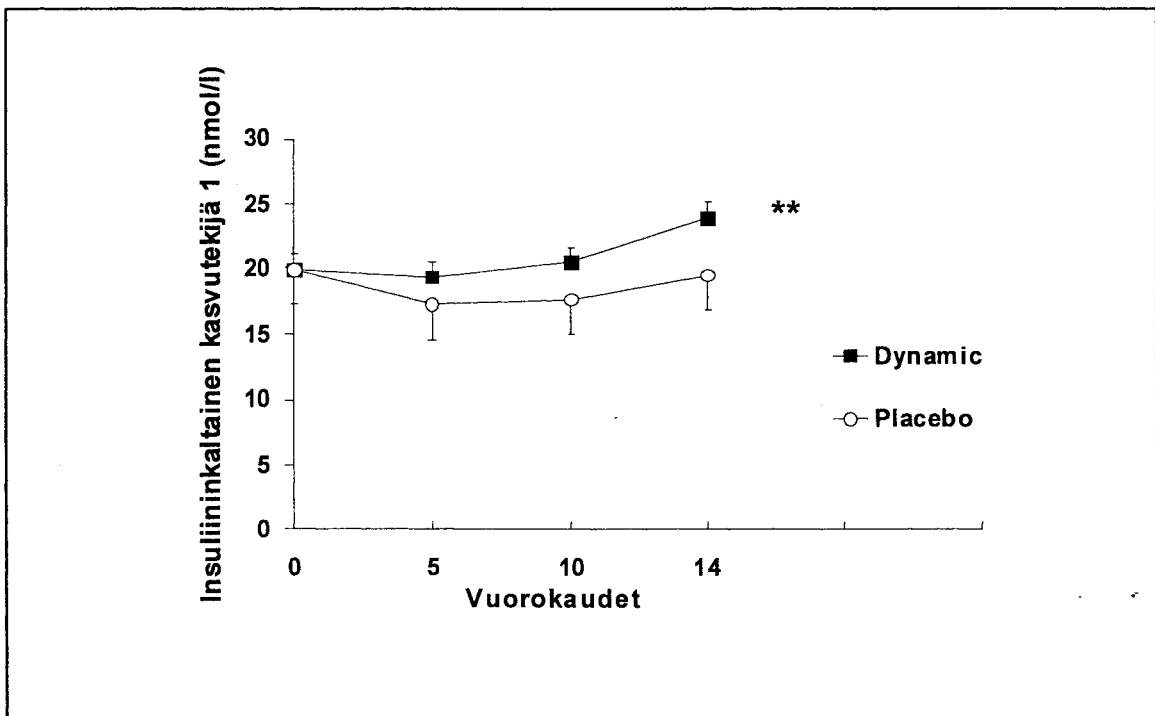
Seerumin IGF - 1:n pitoisuuksissa käsittelyn, ryhmän ja mittauskerran yhdysvaikutus oli merkitsevä ($p=0.006$). Kuviossa 12 ja 13 on esitetty kestävyysryhmän ja voimaryhmän tulokset ja kuvio 14 esittää koko koehenkilöjoukon tulokset seurantajaksolla.



Kuvio 12. Kestävyysharjoittelua suorittaneiden koe- (Dynamic) ja kontrolliryhmäläisten (Placebo) seerumin IGF – 1 –pitoisuudet (keskiarvo±keskivirhe) tutkimusjakson aikana. Koeryhmän osalta tapahtui tilastollisesti merkitsevä ($p=0.001$) IGF-1 -arvojen kohoaminen tutkimusjakson alusta loppuun.



Kuvio 13. Voimaharjoittelua suorittaneiden koe- (Dynamic) ja kontrolliryhmäläisten (Placebo) seerumin IGF - 1 -pitoisuudet tutkimusjakson aikana (keskiarvo±keskivirhe). Koeryhmän osalta tapahtui tilastollisesti merkitsevä ($p=0.009$) arvojen kohoaminen jakson alusta jakson loppuun.

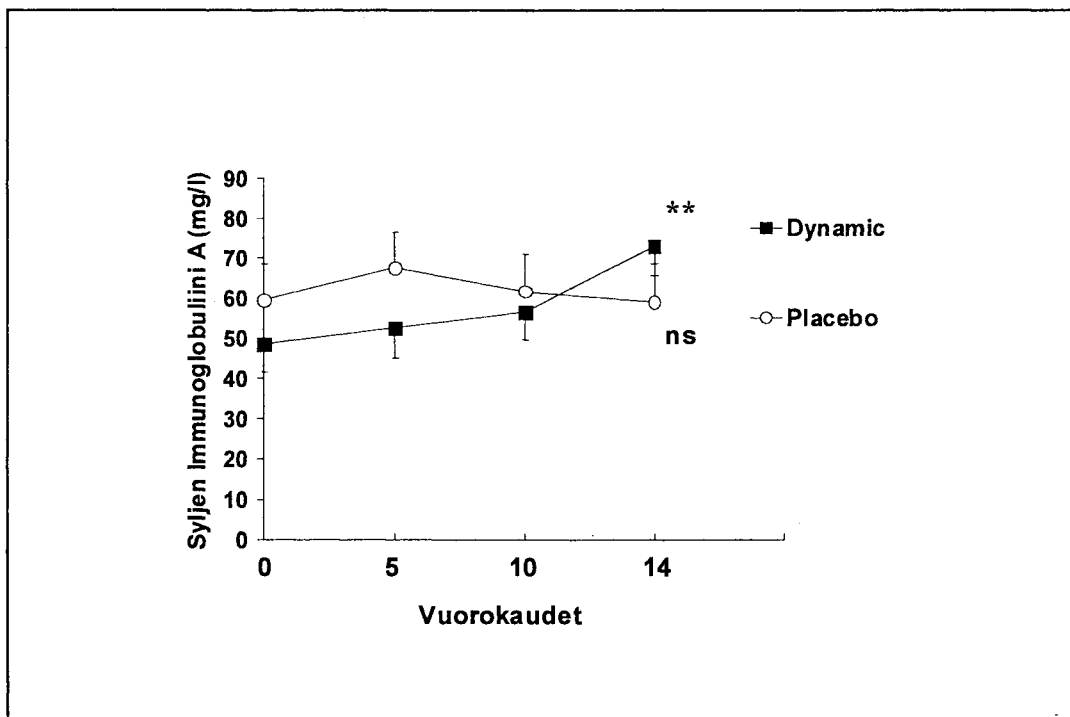


Kuvio 14. Koko koehenkilöjoukon seerumin IGF - 1 -arvot seurantajaksoilla (keskiarvo±keskivirhe). Koeryhmällä (Dynamic) IGF - 1 -arvoissa tapahtui jakson alusta jakson loppuun tilastollisesti merkitsevä muutos ($p=0.009$). Kontrolliryhmällä (Placebo) arvoissa ei ollut muutosta.

Kestävyysryhmässä käsittelyn ja mittauskerran yhdysvaikutus oli merkitsevä ($p=0.001$). Koeryhmässä havaittiin merkitseviä ($p=0.01$) muutoksia mittauskertojen välillä (kuvio 12). Voimaryhmässä käsittelyn ja mittauskerran yhdysvaikutus oli merkitsevä ($p=0.039$). Koeryhmässä havaittiin merkitseviä ($p=0.009$) muutoksia mittauskertojen välillä, mutta mittausjakson lopussa IGF – 1:n pitoisuuksien perustaso oli sama (kuvio 13). Koko koeryhmän IGF - 1:n pitoisuus nousi kahden viikon aikana 16,6% ($p=0.009$), kun taas kontrolliryhmässä ei ollut muutosta (kuvio 14).

10.2 Syljen IgA

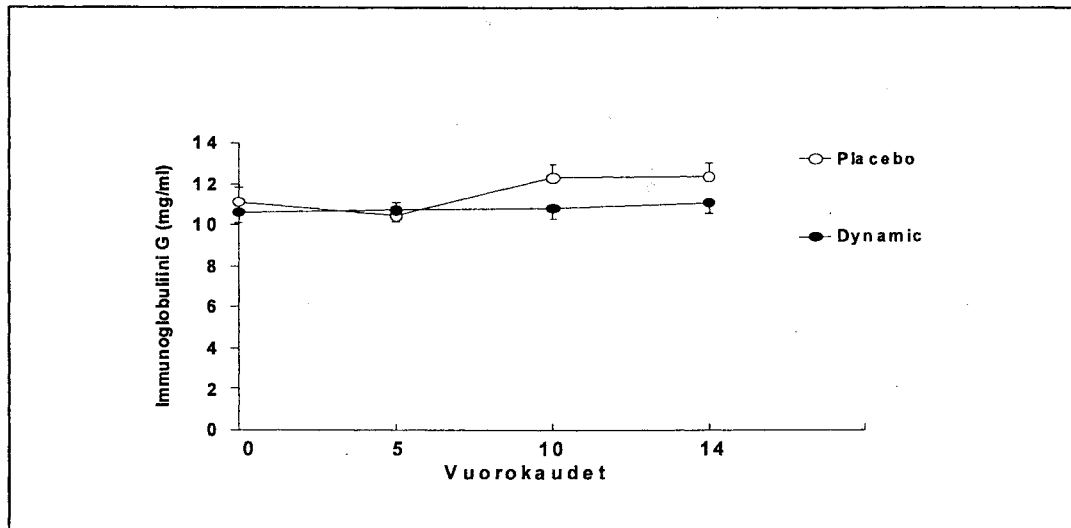
Syljen IgA:n pitoisuuksissa käsittelyllä ja mittauskerralla oli selvä yhdysvaikutus ($p=0.045$). Koeryhmällä pitoisuudet nousivat kahden viikon aikana merkitsevästi 33,3% ($p=0.002$), kun taas kontrolliryhmässä ei ollut muutoksia (kuvio 15).



Kuva 15. Syljen IgA – pitoisuudet tutkimusjakson aikana (keskiarvo±keskivirhe). Koeryhmällä (Dynamic) tapahtui IgA:n arvoissa jakson alusta jakson loppuun tilastollisesti merkitsevä ($p=0.002$) kohoaminen. Kontrolliryhmällä (Placebo) ei muutosta tapahtunut.

10.3 Seerumin IgG

Seerumin IgG:n pitoisuudessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja koe- ja kontrolliryhmien välillä (kuvio 16).



Kuvio 16. Seerumin IgG - pitoisuudet tutkimusjaksolla koe- (Dynamic) ja kontrolliryhmillä (Placebo) (keskiarvo \pm keskivirhe). IgG - pitoisuuksissa ei tapahtunut merkitsevää muutosta kummallakaan ryhmällä seurantaajan aikana.

10.4 Energiansaanti

Koehenkilöiden keskimääräinen energiansaanti tutkimusjakson aikana on esitetty taulukossa 4. Sukupuolten välillä oli merkitsevä ero kokonaisenergian saannissa ($p=0.029$), mutta koe- ja kontrolliryhmien vertailussa ei ollut eroja.

Taulukko 4. Koehenkilöiden energiaravintoaineiden jakautuminen tutkimusjaksolla (keskiarvo \pm keskiahajonta).

| Ryhmä | Miehet / koe | Miehet / kontrolli | Naiset / koe | Naiset / kontrolli |
|------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
| Energia (kcal) | 2736 \pm 180 | 2790 \pm 202 | 1676 \pm 151 | 1995 \pm 124 |
| HH (%) | 55,6 \pm 2,2 | 49,3 \pm 0,8 | 60,5 \pm 1,6 | 55,9 \pm 3,0 |
| HH (g/kg) | 5,3 \pm 0,4 | 4,5 \pm 0,3 | 3,9 \pm 0,4 | 4,4 \pm 0,2 |
| Proteiini (%) | 15,9 \pm 0,8 | 18,7 \pm 1,6 | 17,3 \pm 0,7 | 15,6 \pm 1,4 |
| Proteiini (g/kg) | 1,5 \pm 0,1 | 1,7 \pm 0,1 | 1,0 \pm 0,1 | 1,2 \pm 0,2 |
| Rasva (%) | 27,9 \pm 1,8 | 31,9 \pm 1,8 | 22,2 \pm 1,8 | 27,8 \pm 3,0 |
| Rasva (g/kg) | 1,2 \pm 0,1 | 1,3 \pm 0,1 | 0,7 \pm 0,1 | 1,0 \pm 0,1 |

10.5 Harjoittelu

Harjoittelun yhteenvedot on esitetty taulukossa 5. Koe- ja kontrolliryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja harjoittelun suhteen. Kestävyys- ja teholajien urheilijoiden harjoittelussa ei myöskään ollut tilastollisesti merkitseviä eroja harjoittelukertojen suhteen, harjoittelutuntien suhteen pieniä eroja oli, mutta tilastollisesti merkitseviä eroja ei edelleenkään löydetty.

Taulukko 5. Koehenkilöiden harjoittelu tutkimusjakson aikana (keskiarvo \pm keskihajonta).

| Ryhmä | Miehet / koe | Miehet / kontrolli | Naiset / koe | Naiset / kontrolli |
|--------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|
| Harjoittelutunnit | 15,9 \pm 2,6 | 18,4 \pm 2,4 | 16,0 \pm 2,5 | 16,3 \pm 2,3 |
| Harjoittelukerrat | 12 \pm 2 | 15 \pm 1 | 14 \pm 2 | 13 \pm 1 |

mitattu 16,6%:n kasvu on melko suuri, joten voidaan olettaa, että osa kasvusta voi johtua imeytymisestä. Sen osuus ei liene suuri, koska meneillään olevassa projektissa (Mero ym. 2001) mitattiin rhIGF - 1:n imeytymistä ja tulokset viittaavat siihen, että vain 4% imeytyi kokonaisuena. Toinen ja todennäköisesti tehokkaampi mekanismi, jonka kautta IGF - 1:n taso voi nousta on IGF - 1:n biosynteesin kiihtyminen valmisteen vaikutuksesta. Tässä tutkimuksessa suorituskykymittausta ei tehty, mutta Buckley ym. (1998) tutkimuksessa osoitettiin ternimaitovalmisteen parantavan kestävyys suorituskykyä kahdeksan viikon juoksuharjoittelujaksolla. Tutkimuksessa suoritettiin maksimaalinen testi lyhyen palautuksen jälkeen ja toisen maksimaalisen suorituksen yhteydessä havaittiin ternimaidon suorituskykyä parantavaa vaikutusta. Aikaisemmissa eläintutkimuksissa on myös havaittu, että ternimaidon avulla voidaan saada aikaan veren IGF - 1:n pitoisuuksien kasvua vasikoilla (Grütter ja Blum 1991, Ronge ja Blum 1988). Myös ihmisen rekombinantin IGF - 1:n suplementaatiolla on saatu aikaan vasikoiden IGF - 1 -pitoisuuksien kasvua (Baumrucker ja Blum 1994) ja alustavien tulosten mukaan ¹²³I -leimatulla rhIGF - 1:n suplementaatiolla voidaan myös ihmisillä saada aikaan IGF - 1:n lisääntyneitä imeytymistä ja että osa tästä IGF - 1:stä imeytyy kokonaisuena (Mero ym. 2001).

Tässä tutkimuksessa ei mitattu muiden hormonien pitoisuuksien muutoksia, mutta aikaisemmin Meron ym. (1997) tutkimuksessa on osoitettu, että insuliinin pitoisuudet eivät muuttuneet kahdeksan vuorokauden harjoittelujaksolla ternimaito-supplementaation vaikutuksesta. Sen sijaan IGF - 1:n ja insuliinin konsentraatioiden muutosten välillä oli positiivinen korrelaatio ternimaitosupplementaation aikana. Koska IGF - 1:n ja insuliinin pitoisuudet ovat läheisesti yhteydessä toisiinsa ja molemmat toimivat elimistön anabolisten prosessien kiihdyttäjinä olisi mielenkiintoista selvittää niiden pitoisuuksien toiminnan yhteyttä tarkemmin. Meron ym. (1997) tutkimuksessa ei havaittu merkitseviä muutoksia kasvuhormonin, testosteronin tai kortisolin osalta. IGF - 1:n anabolinen vaikutus voi tapahtua joko suoraan verestä imeytyvän IGF - 1:n avulla tai biosynteesin kiihtymisen myötä. Mitattavissa olevan seerumin IGF - 1:n pitoisuuden lisäksi tiedetään, että IGF - 1 vaikuttaa myös paikallisesti suoliston alueella (Humbel 1990), joten tässä tutkimuksessa mitattujen seerumin muutosten lisäksi voidaan olettaa, että ternimaitovalmisteella on ollut vaikutusta myös paikallisesti. Elimistö reagoi harjoitteluun siten, että aluksi IGF - 1 -pitoisuus laskee, kunnes saavutetaan palautunut taso, 'totutaan' harjoitteluun. IGF - 1:n vaste

harjoitusärsykeisiin on samanlainen kuin muillakin hormoneilla eli riippuu paljolti harjoittelun kuormituksesta. Kraemerin ym. (1990) mukaan kevyt voimaharjoitus ei lisää IGF – 1:n erittymistä verenkiertoon, mutta kuormittavampi voimaharjoitus saa aikaan lisääntyntä eritystä. Vastaavasti kevyt kestävyystyyppinen harjoitus ei aiheuta IGF – 1:n pitoisuuteen muutoksia, mutta kova ja pitkäkestoinen harjoitus taas voi saada aikaan laskua IGF – 1 –pitoisuuksissa (Eliakim ym. 1996). IGF - 1:n osalta on myös otettava huomioon, että vaikka muutoksia ei esim. Meron ym. (1997) tutkimuksessa havaittu muiden hormonien osalta, niin IGF - 1:n on aikaisemmissa tutkimuksissa osoitettu mm. vaikuttavan insuliininkaltaisesti ja jäljittelevän joitakin kasvuhormonin vaikutuksia ja tätä kautta kokonaisvaikutus on vahvasti anabolinen (Kreider 2000).

Syljen IgA:n pitoisuudet kohosivat tämän tutkimuksen koehenkilöillä voimakkaasti (33,3%; $p=0.002$). Kasvu oli suurta, sillä esim. Meron ym. (1997) tekemässä tutkimuksessa ternimaitosupplementaatiolla ei saatu tilastollisesti merkitseviä muutoksia syljen IgA:n pitoisuuksiin. Myöskään Tiensuun (1997) tekemässä opinnäytetyössä, jossa tutkittiin ternimaitopastillin vaikutusta hiihtäjien terveyteen harjoittelun ja kilpailun yhteydessä ei saatu tilastollisesti merkitseviä fysiologisia muutoksia. Sen sijaan naishiihtäjien täyttämien päiväkirjojen mukaan, joissa kirjattiin ylös erilaisia oireita sairauteen liittyen, naiset kirjasivat tilastollisesti merkitsevästi vähemmän sairausoireita ternimaitopastilleja käyttäessään kuin ilman niitä. Aikaisemmilla tutkimuksilla on osoitettu, että lisääntynyt fyysinen kuormitus (harjoittelu ja kilpailu) voivat vähentää vereen ja elimistön nesteisiin erittyvää vasta-aineiden määrää. Tämänhetkisen tutkimuksen valossa on tultu siihen tulokseen, että harjoittelun vaikutus elimistön immunoglobuliinipitoisuuksiin on j-kirjaimen muotoinen: kohtuullinen harjoittelu lisää vasta-aineiden määrää, mutta erittäin raskas harjoittelu ja kilpailu saavat vasta-ainepitoisuudet laskemaan jyrkästi, kun taas palautumisen kautta päästään suorituskyvyssä normaalille tasolle (mm. Keast ym. 1988, Tomasi ym. 1982). Erityisesti ylikunnon mittaamisessa on havaittu syljen IgA:n pitoisuuksien mittaamisen olevan hyvä kuvaaja. Viimeisin ylikuntoon liittyvä tutkimus oli Fahlmanin ym. (2001) yliopistojalkapalloilijoille tekemä tutkimus, jonka mukaan koko talven kestäneen jalkapallon harjoittelukauden ja kilpailukauden jälkeen syljen IgA - pitoisuudet olivat laskeneet ja ylähengitystieoireita oli enemmän koko kauden pelanneilla jalkapalloilijoilla verrattuna kontrolliryhmään. Sen sijaan tässä

tutkimuksessa syljen IgA - pitoisuuksien kasvu oli kuitenkin niin suurta, että normaali harjoittelun aiheuttama kasvu tai ternimaidon aiheuttama kasvu kumpikaan tuskin yksin olisi sitä saanut aikaan.

Seerumin IgG:n osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia kahden viikon seurantajaksolla. Vaihtelut mittausarvojen välillä olivat myös pieniä, mikä voi johtua normaalista pitoisuuksien vaihtelusta harjoittelujaksolla. Täytyy myös ottaa huomioon, että ternimaitovalmiste sisälsi TGF - :a a , jonka on todettu vaikuttavan positiivisesti sekä IgA:n että IgG:n tuotantoon (Chen ja Li 1990).

Immunoglobuliinien osalta vaikutusten tutkimiseen liittyy kuitenkin niin monia tekijöitä, että tämän tutkimuksen perusteella on vaikea pohtia tekijöitä, joita nyt ei mitattu.

Riski (1996) on aikaisemman vasta – aineisiin liittyvän tutkimuksensa pohdinnassa miettinyt myös pienten muutosten vaikutusta, jota ei saada näkyviin tilastollisesti merkitseväenä, mutta joka saattaa vaikuttaa urheilijoiden suoritustasoon positiivisesti esim. psykologisella tasolla marginaalien ollessa pieniä.

Tämän tutkimuksen koehenkilöt olivat kaikki urheilijoita, joten kysymys on tietystä erityisryhmästä koko populaatiossa. Koehenkilöiden harjoitusmäärät jäivät kuitenkin teholajien urheilijoiden osalta keskimääräisiksi ja kestävyyslajien urheilijoiden osalta jopa hieman keskimääräistä pienemmiksi, joten siltä osin tulokset ovat varsin hyvin verrattavissa liikkuvaan normaaliväestöön. Voi jopa olla, että nyt tulokseksi saadut positiiviset muutokset tapahtuivat juuri harjoittelun aiheuttaman j-kirjain -ilmiön vuoksi: harjoittelua oli kohtuullisesti, mutta se ei ollut erityisen kuormittavaa. Ainakin aikaisempien tutkimusten valossa (esim. Koziris ym. 1999) onnistuneella harjoittelulla yksin voidaan esim. seerumin IGF - 1 -pitoisuudet jopa kaksinkertaistaa ja myös immunoglobuliinien pitoisuuksissa nähdä kasvua. Pohdittavaksi jää, kuinka paljon kohonneisiin pitoisuuksiin vaikutti onnistunutta harjoittelua tukenut ternimaitovalmisteen samanaikainen nauttiminen. Suorituskykyä ei tässä tutkimuksessa mitattu, joten sen lisäämisellä voitaisiin harjoittelun vaikutuksista saada tarkempaa tietoa.

Ravinnon osalta tämän tutkimuksen koehenkilöt noudattivat normaalia suomalaista ruokavaliota. Kokonaisenergiämäärät olivat suositusten mukaisia ja kenelläkään koehenkilöistä ei ollut erityisen suuria kokonaisenergiämääriä. Toisaalta ravinnon ja harjoittelun suhde oli varmasti aika hyvin kohdallaan, koska harjoittelumäärät eivät olleet erityisen suuria. Analysoitujen vitamiinien ja kivennäisaineiden osalta tulokset olivat suositusten (RDA 1989) mukaisia.

Tämän tutkimuksen perusteella DynamicTM Colostrum –ternimaitovalmisteiden käyttäminen lisäravinteena on perusteltua. Veren IGF - 1:n pitoisuuden nousu on jo havaittu aikaisemmin (Mero ym. 1997), joten kaksi erillistä tutkimusta antaa jo suuntaa asialle. Alkuperäisartikkeleista ei löydy muita tuloksia ternimaitovalmisteiden ja IGF - 1:n yhteydestä ihmisillä. Pienetkin valmisteesta saatavat hyödyt auttavat parantamaan harjoittelun laatua palautumisen tehostumisen kautta ja vasta – aineiden lisääntyneen määrän kautta mahdollisesti vähentämään sairaspäiviä tai lyhentämään niiden kestoja. Tässä tutkimuksessa tapahtuneet kasvut IGF - 1:n ja IgA:n osalta antavat lisäviitteitä mahdolliselle ternimaitovalmisteesta saatavalle hyödyille ja jatkotutkimuksia tarvitaan. Jatko-tutkimuksilla olisi mielenkiintoista selvittää pidempiaikaisen ternimaitovalmisteiden käytön vaikutuksia. Nyt suoritettu kahden viikon mittainen harjoittelujakso antoi jo joitain viitteitä siitä, että mahdollisesti elimistön oma IGF – 1 –tuotanto mukautuu suplementaation kautta saatuun ulkopuoliseen IGF – 1:een. Näiden kahden suhteen mukautumista olisi mielenkiintoista selvittää eli jatkuuko IGF - 1:n pitoisuuksien kasvu vai tapahtuuko pitoisuuksissa todellakin mukautumista tietyille tasolle ja jos tapahtuu, niin kuinka pitkän ajanjakson jälkeen ja lähtevätkö arvot laskuun mukautumisen jälkeen elimistön oman tuotannon vähentyessä, kuten tapahtuu esim. testosteronin osalta? Samoin IGF - 1:n imeytymisen mekanismi on vielä selvittämättä, tapahtuuko ternimaitovalmisteiden IGF - 1:n imeytyminen kokonaisuutena ja jos tapahtuu, niin missä määrin? Alustava tutkimustuloshan oli, että vain 4% imeytyy kokonaisuutena annettaessa rhIGF - 1:tä (Mero ym. 2002). Ja mitä tapahtuu IGF - 1:n pilkkoutuneille aminohapoille, imeytyvätkö ne osina ja käytetäänkö niitä uusien peptidiketjujen muodostumiseen?

Tutkimuksen yhteenvedon voidaan todeta, että ternimaitosupplementaatiolla voidaan lisätä seerumin IGF - 1 -pitoisuutta ja syljen IgA – pitoisuutta urheilijoilla. Näillä

pitoisuuksien lisäyksillä voi olla vaikutusta palautumiseen (IGF – 1) ja terveenä säilymiseen (IgA) harjoittelun aikana.

LÄHTEET

- Baumrucker C.R., Blum J.W. (1994). Effects of Dietary Recombinant Human Insulin-Like Growth Factor - 1 On Concentration of Hormones And Growth Factors In The Blood of Newborn Calves. *Journal of Endocrinology*. 140: 15 - 21.
- Buckley J.D., Abbott M.J., Martin S., Brinkworth G.D., Whyte P.B.D. (1998). Effect of an Oral Bovine Colostrum Supplement on Running Performance. University of South Australia. Painossa.
- Berek C. (1992). Humoral Immunity. *Kirjassa Encyclopedia of Immunology*. Roitt I. ja Delves P. (ed.). Volume Three. Academic Press. London: s. 1577-1578.
- Chevenne D. (1991). Les somatomedines. *Annual Biology Clinical*. 49: 69 - 91.
- Chen S.S., Li Q. (1990). Transforming Growth Factor β 1 (TGF - β 1) Is A Bifunctional Immune Regulator For Mucosal IgA Response. *Cellular Immunology*. 128: 353 - 361.
- Donovan SM., Odle J. (1994). Growth Factors In Milk As Mediators of Infant Development. *Annual Review of Nutrition*. 14: 147 – 167.
- Eliakim A., Brasel J.A., Mohan S., Barstow T.J., Berman N., Cooper D.M. (1996). Physical Fitness, Endurance Training and The Growth Hormone – Insulin-like Growth Factor I System in Adolescent Females. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. Vol. 81, No. 11: 3986 – 3992.
- Engels H.-J., Fahlman M.M., Morgan A.L., Cieslak T. (2001). Comparison of Mucosal IgA Response To Intense Anaerobic Interval Exercise In Male And Female Active Adults. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. Vol. 33 (5): s79.

- Fahlman M.M., Engels H.-J., Zhu W., Morgan A.L. (2001). Mucosal IgA And Upper Respiratory Infection During A College Football Season. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. Vol. 33 (5): s79.
- Ferry R.J.Jr., Katz L.E., Grimberg A., Cohen P., Weinzimer S.A. (1999). Cellular actions of insulin-like growth factor binding proteins. *Hormone & Metabolic Research*. 31(2-3):192-202
- Florini J.R. (1987). Hormonal Control of Muscle Growth. *Muscle and Nerve*. 10: 577 – 598.
- Francis G.L., Upton F.M., Ballard F.J., McNeil K.A. (1988). Insulin – like Growth Factors 1 And 2 In Bovine Colostrum: Sequences And Biological Activities Compared With Those of A Potent Truncated Form. *Biomechanical Journal*. 251: 95 – 103.
- Gater D.R., Gater D.A., Uribe J.M., Bunt J.C. (1992). Impact of Nutritional Supplements and Resistance Training on Body Composition, Strength and Insulin – like Growth Factor I. *Journal of Applied Sport Science Research*. 6 (2): 66 – 76.
- Gleeson M. (2000). Mucosal Immune Responses And Risk of Respiratory Illness In Elite Athletes. *Exercise Immunology Review*. 6: 5-42
- Guyton A., Hall J. (1996). *Textbook of Medical Physiology*. 9th edition. W.B. Sanders Company.
- Grutter R., Blum JW. (1991). Insulin And Glucose In Neonatal Calves After Peroral Insulin And Intravenous Glucose Administration. *Reproduction, Nutrition, Development*. 31: 389 – 397.
- Hemilä H. (1996). Vitamin C and Common Cold Incidence. *International Journal of Sports Medicine*. (17) 5: 379 – 383.

- Humbel R.E. (1990). Insulin – like Growth Factors I And II. *European Journal of Biochemistry*. 190: 445 – 460.
- Häkkinen K., Pakarinen A., Alén M., Kauhanen H., Komi P.V. (1988). Neuromuscular and Hormonal Responses in Elite Athletes to Two Successive Strength Training Sessions in One Day. *European Journal of Applied Physiology*. 57: 133 – 139.
- Johansson A.G., Forslund A., Hambraeus L., Blum W.F., Ljunghall S. (1994). Growth Hormone – Dependent Insulin – like Growth Factor Binding Protein Is A Major Determinant of Bone Mineral Density in Healthy Men. *Journal of Bone and Mineral Research*. Vol. 9, No. 6: 915 – 921.
- Keast D., Cameron K., Morton A.R. (1988). Exercise and the Immune System. *Research Review. Sports Medicine*. 5: 248 – 267.
- Kelly P.J., Eisman J.A., Stuart M.C., Pocock N.A., Sambrook P.N., Gwinn T.H. (1990). Somatomedin – C, Physical Fitness And Bone Density. *Journal of Clinical Endocrinology And Metabolism*. Vol. 70, No. 3: 718 – 723.
- Korhonen H., Meriläinen V., Anttila M. (1978). Ternimaidon koostumus ja merkitys vastasyntyneelle vasikalle. *Suomen Eläinlääkärilehti*. 84: 375 – 391.
- Koziris L.P., Hickson R.C., Chatterton R.T.Jr., Groseth R.T., Christie J.M., Goldflies D.G., Unterman T.G. (1999). Serum Levels of Total And Free IGF - 1 And IGFBP - 3 Are Increased And Maintained In Long-Term Training. *Journal of Applied Physiology*. 86 (4): 1436 - 1442.
- Kraemer W.J. (1988). Endocrine Responses To Resistance Exercise. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. Vol. 20, No. 5: 152 – 157.
- Kraemer W.J. (1990). Hormonal and Growth Factor Responses to Heavy Resistance Exercise Protocols. *Journal of Applied Physiology*. 69 (4): 1442 – 1450.

- Kraemer W.J., Gordon S.E., Fleck S.J., Marchitelli L.J., Mello R., Dziados J.E., Friedl K., Harman E., Maresch C., Fry A.C. (1991). Endogenous Anabolic Hormonal and Growth Factor Responses to Heavy Resistance Exercise in Males and Females. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 12, No 2: 228 – 235.
- Kraemer W.J. (1992). Hormonal Mechanisms Related To The Expression of Muscular Strength And Power. Teoksessa: Komi P.V. (ed.) *Strength And Power In Sport*. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 65 - 76.
- Kreider R.B. (2000). Bovine Colostrum: A Unique Source of Quality Protein And Growth Factors. *Muscular Development*. 11: 90 - 93.
- Kuoppasalmi K. (1981). Effects of Exercise Stress on Human Plasma Hormone Levels With Special Reference to Steroid Hormones. Academic Dissertation. Helsinki. 1 – 54.
- LeRoith D., McGuinness M., Shemer J., Stannard D., Lanau F., Faria T.N., Kato H., Werner H., Adamo M., Roberts C.T. Jr. (1992). Insulin-like growth factors. *Biological Signals*. 1(4):173-81.
- Los Gatos Longevity Institute. (2001). Human Growth Hormone. <http://www.antiaging.com/growthhormone.html>. California, USA.
- Mach J.P., Pahud J.-J. (1971). Secretory IgA, A Major Immunoglobulin In Most Bovine External Secretions. *Journal of Immunology*. 106: 552 - 563.
- McArdle W., Katch F., Katch V. (1996). *Exercise Physiology*. 4th edition. Williams ja Wilkins.
- MacDowell S.L., Chaloea K., Housh T.J., Tharp G.D., Johnson G.O. (1991). The Effect of Exercise Training on Salivary Immunoglobulin A. *European Journal of Applied Physiology*. 63: 108 – 111.

- MacKinnon L.T., Ghick T.W., van As A., Tomasi T.B. (1989). Decreased Secretory Immunoglobulins Following Intense Endurance Exercise. *Sports Training, Medicine and Rehabilitation*. Vol. 1: 209 – 218.
- MacKinnon L.T., Hooper S. (1994). Mucosal (Secretory) Immune System Responses to Exercise of Varying Intensity and During Overtraining. *International Journal of Sports Medicine*. 15: 179 – 183.
- Mero A., Miikkulainen H., Riski J., Pakkanen R., Aalto J., Takala T. (1997). Effects of Bovine Colostrum Supplementation on Serum IGF – 1, IgG, Hormone, Aminoacid and Saliva IgA Concentration During Training. *Journal of Applied Physiology*. 83 (4): 1144 - 1151.
- Mero A., Kähkönen J., Nykänen T., Parviainen T., Jokinen I., Takala T., Nikula T., Rasi S., Leppäluoto J. (2002). IGF - 1, IgA and IgG Responses To Bovine Colostrum Supplementation During Training. *Journal of Applied Physiology*. In Press.
- Minuto F., Underwood L.E., Grimaldi P., Furlanetto R.W., Van Wyk J.J., Giordano G. (1981). Decreased Serum Somatomedin – C Concentrations During Sleep: Temporal Relationship To The Nocturnal Surges of Growth Hormone And Prolactin. *Journal of Clinical Endocrinology And Metabolism*. Vol. 52, No. 3: 399 – 403.
- National Academy Press. (1989). Recommended Dietary Allowances. 10th Edition. Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences, National Research Council, USA.
- Pakkanen R. (1994). Bovine Colostrum Ultrafiltrate Supplemented With Adult Bovine Serum And Transferrin: An Effective Substitute For Cultivation of Vero And CHO – K1 Cells. *In Vitro Cellular & Developmental Biology*. 30A: 295 – 299.

- Poehlman E.T., Copeland K.C. (1990). Influence of Physical Activity On Insulin – like Growth Factor – I in Healthy Younger and Older Men. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. Vol. 71, No. 6: 1468 – 1473.
- Raasmaja A. ja Männistö P.T. (2001). Aivolisäkkeen ja hypotalamuksen hormonit. Kirjassa: *Farmakologia ja toksikologia*. Kuudes painos.
- Riski J. (1996). Ternimaitovalmisteen vaikutuksia urheilijoiden syljen IgA – ja seerumin IgG – pitoisuuksiin lyhyellä harjoittelujaksolla. Pro Gradu – tutkielma. Jyväskylän yliopisto.
- Roitt I. (1994). *Essential Immunology*. Eight Edition. Blackwell Scientific Publications. London.
- Schouten W.J., Verschuur R., Kemper H.C.G. (1988). Habitual Physical Activity, Strenuous Exercise and Salivary Immunoglobulin A Levels in Young Adults. The Amsterdam Growth and Health Study. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 9, No. 4: 289 – 293.
- Shephard R. J. ja Shek P. N. (1994). Infectious Diseasea in Athletes: New Interest for and Old Problem. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 34: 11 - 22.
- Smith A.T., Clemmons D.R., Underwood L.E., Ben – Ezra V., McMurray R. (1987). The Effects of Exercise on Plasma Somatomedin – C / Insulin – like Growth Factor I Concentrations. *Metabolism*. Vol. 36, No. 6: 533 – 537.
- Sporn M.B., Roberts A. B. (1989). Transforming growth factor - β : Recent progress and new challenges. *Journal of Cell Biology*. 119: 1017 – 1021.
- Tharp G.D., Barnes M.W. (1990). Reduction of Saliva Immunoglobulin Levels by Swim Training. *European Journal of Physiology*. 60: 61 – 64.

- Thissen J-P., Ketelslegers J-M., Underwood L.E. (1994). Nutritional Regulation of The Insulin – like Growth Factors. *Endocrine Reviews*. Vol. 15, No. 1: 80 – 101.
- Tiensuu T. (1996). Ternimaitopohjaisen pastillin vaikutus urheilijoiden terveyteen. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Opinnäytetyö.
- Tokuyama Y. ja Tokuyama H. (1993). Purification And Identification of TGF - 2 Related Growth Factor From Bovine Colostrum. *Journal of Dairy Research*. 60: 99 - 100.
- Tomasi B.J., Trudeau F.B., Czerwinski D., Erredge S. (1982). Immune Parameters in Athletes Before and After Strenuous Exercise. *Journal of Clinical Immunology*. 2: 173 – 178.
- Underdown B. (1992). IgA. Kirjassa *Encyclopedia of Immunology*. Roitt I ja Delves P. (ed.). Volume Three. Academic Press, London: s. 732-734.
- Urhausen A., Gabriel H., Kindermann W. (1995). Blood Hormones As Markers of Training Stress And Overtraining. *Sports Medicine*. 20 (4): 251 – 276.
- Van Helder W., Radomski M., Goode R. (1984). Growth Hormone Responses During Intermittent Weight Lifting Exercise in Men. *European Journal of Applied Physiology*. 53: 31 – 34.
- Weidner T., Kremer W., Schurr T., Jemiolo B., Mazzetti S., Roush M. (2001). The Effect of Exercise Training On An Upper Respiratory Illness In Sedentary Subjects. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. Vol. 33 (5): s79.

LIIKTEET

LIITE 1

OHJEITA SYLKINÄYTTEEN ANTAMISTA VARTEN

Koehenkilön tulee olla syömättä, juomatta (ei edes vettä) ja tupakoimatta vähintään tunti ennen sylkinäytteen keruuta.

Syljen keräämistä aloitettaessa koehenkilö istuu tavalliselle tuolille, nojaa kyynärpäillään polviinsa ja päällään käsiinsä katsoen samalla lattiaan. Hänelle annetaan suuhun parafiinipala, jota pureskellaan voimakkaasti poskihampaita käyttäen, kuin purukumia.

Kun sylkeä erittyy suuhun, se valutetaan (ei syljetä) mitta – asteikolliseen keruustiaan. Koska henkilön asento keruun aikana on hyvin etukumarassa, valuu sylki suun etuosaan ja se voidaan helposti valuttaa alahuulen yli. Erityvää sylkeä ei saa missään koheen vaiheessa nielaista, jotta erityksen määrä voidaan mitata.

Parafiinin pureskelua ja syljen valuttamista jatketaan viisi minuuttia.

Jos näytteessä on selvä veren aiheuttama punainen värisävy (ientulehdus, koehenkilö on puraissut kieleensä tms.) huuhdotaan suu haalealla vedellä ja otetaan kuvatulla tavalla uusi näyte viiden minuutin kuluttua. Verellä kontaminoitunut näyte hylätään. Mikäli tähän menettelyyn joudutaan turvautumaan, kirjataan se ylös.

Sylkinäyte tulisi joka kerta kerätä samaan aikaan.

LIITE 2

**TERNIMAITOVALMISTEEN KEHITTÄMISHANKE
JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO / LIIKUNTABIOLOGIAN LAITOS
Jonne Kähkönen**

IMEYTYMISKOE / TAUSTATIEDOT

NIMI: _____

SYNT.AIKA: _____

OSOITE: _____

PUH: _____

PITUUS: _____

PAINO: _____

RASVA: T B S I YHT % _____

HARJOITUSVUODET: _____

HARJOITUSMÄÄRÄ / VUOSI: _____

PÄÄLAJIN ENNÄTYS: _____

LIITE 3

TERNIMAITOVALMISTEEN KEHITTÄMISHANKE / IMEYTYMINEN JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO / LIIKUNTABIOLOGIAN LAITOS

Antti Mero ja tutkijaryhmä

OHJEITA TERNIMAITOTUTKIMUKSEN KOEHENKILÖILLE

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää ternimaitovalmisteen (Dynamic™ Colostrum) imeytymistä verikokeiden avulla urheilijoilla. Verikokeesta määritetään insuliininkaltaisen hormonin (IGF – 1) pitoisuutta normaalin harjoittelun yhteydessä.

Seurantajakso on 14 vrk, jonka aikana ternimaitovalmistetta nautitaan yksi paketti eli 10 annospussia päivässä. Ternimaitovalmiste sekoitetaan nesteeseen ja nautitaan tasaisesti vuorokauden aikana.

Imeytymistä mitataan verinäytteestä noin viiden vuorokauden välein, jolloin viimeinen mittauskerta on 14 vrk aloituspäivästä lukien. Mittaukset suoritetaan Liikunta – ja terveyslaboratoriossa (Rautpohjankatu) aamuisin klo 07 – 09. Verinäytteiden lisäksi kerätään sylkinäytteet, joista määritetään elimistön vasta – ainetuotantoa immunoglobuliinien esiintymisen perusteella (IgA). Näytteiden anto tapahtuu paastotilassa eli käytännössä ruokailematta yön yli (22 – 07). Mittauspäivän aamuna myös nesteen nauttiminen on kielletty tunnin ajan ennen mittauksia.

Seurantajakson aikana pidetään harjoituspäiväkirjaa kaikista harjoituksista. Ruokapäiväkirjaa tulee täyttää ennen jokaista mittauskertaa vuorokauden (24h) ajalta. Liitteenä on ohjeet ruokapäiväkirjan täyttämistä varten.

Ensimmäinen mittauskerta aloitetaan taustatietojen keräämisellä, antropometrian mittauksilla ja veriarvojen sekä sylkinäytteiden keräämisellä. Veriarvoista määritetään hemoglobiini, hematokriitti, senkki ja kolesteroli.

LIITE 4

TERNIMAITOVALMISTEEN KEHITTÄMISHANKE / IMEYTYMINEN JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO / LIIKUNTABILOGIAN LAITOS

Antti Mero ja tutkijaryhmä

Koehenkilön tehtävät ja saatava hyöty:

1. Normaali harjoittelu / harjoittelupäiväkirjan täyttäminen
2. 14 vrk:n seuranta, jonka aikana nautit 20 g ternimaitovalmistetta vuorokaudessa noin viidessä osassa
3. Mittaukset 0, 5, 10 ja 14 vuorokauden aamuna
4. Mittaukset sisältävät paastonäytteet: veri ja sylki
5. Ruokapäiväkirjan täyttäminen yhden vuorokauden ajalta ennen jokaista mittauskertaa
6. Antropometria ja veriarvot (Hb, Hkr, senkka, kolesteroli)
7. Hyöty: valmisteen mahdollinen anabolinen hyöty, ravintotietoa, terveystilanne veriarvojen perusteella

Yhteyshenkilöt:

| | |
|----------------------------|----------------|
| - Antti Mero (tutk. joht.) | 040 – 540 8704 |
| - Jonne Kähkönen | 040 – 564 1445 |
| - Tarja Nykänen | 040 – 558 8093 |
| - Niina Vehviläinen | 040 – 552 7879 |

LIITE 5.

UKK INSTITUUTTI / RUOKAPÄIVÄKIRJAN TÄYTTÖOHJEET

Merkitkää ruokapäiväkirjaan kaikki, mitä syötte ja juotte täyttöjakson aikana. Tärkeää on, että ette muuta ruokatottumuksianne muistiinmerkitsemisen vuoksi. Aloittakaa mielellään jokainen uusi päivä uudelta sivulta. Ruokat kannattaa merkitä heti syötyään, jos mahdollista. Siten eivät pienetkään välipalat unohdu.

1. PÄIVÄ

Merkitkää viikonpäivä lyhenteenä (ma, ti, ke, to, pe, la, su).

2. AIKA

Merkitkää kellonaika, jolloin söitte tai joitte jotakin.

3. PAIKKA

Merkitkää ruokailupaikka. Voitte käyttää lyhenteitä:

K = koti

T = työ

B = baari

R = ravintola

M = matka (autossa tms.)

V = vierailu

G = grilli

Muu = mikä?

4. RUUAT JA JUOMAT; NIIDEN LAATU JA VALMISTUSTAPA

Merkitkää jokainen ruoka / juoma omalle rivilleen. Käyttäkää eri tuotteista niiden täydellisiä nimiä, kuten kulutus-, kevyt-, ykkös- ja rasvaton maito, kuohu-, kahvi- ja kevytkerma, ruis-, graham-, hiiva- ja ranskanleipä, tahkojuusto, keittokinkku, lauantaimakkara, naudanpaisti, kaurapuuro, soijaöljy jne. Niistä tuotteista, joilla on erityinen kaupp nimi, mainitkaa se; esim. Marie-keksi, Olympia-sulatejuusto, Viva-jogurtti, Flora-margariini. Merkitkää myös sen valmistajan nimi silloin, kun tiedätte sen (esim. Leivo, Saarioinen).

Valmistusmenetelmä

- onko ruoka keitetty, pannulla paistettu, ilman rasvaa uunissa kypsennetty, grillattu

- ilmoittakaa myös, onko ruoka itse tehtyä vai kaupasta ostettua, ellei se muuten ilmene
- mitä rasvaa ja maitoa ruuanvalmistuksessa ja leivonnassa on käytetty
 - o esim. Lihapullat, paistettu pannulla, Kultapaisto-margariini
 - o kaurapuuro, ykkösmaitoon
 - o pikkupulla, kotona leivottu, voimariini, rasvaton maito

Merkitkää myös käyttämänne vitamiini- ja kivennäisainevalmisteet lomakkeelle.

5. RUOKA-ANNOSTEN KOKO JA MÄÄRÄ

Ruoka-annosten määrän voitte merkitä talousmittoina (dl, rkl, tl jne.), kappaleina tai annoksina. Jos käytössänne on talousvaaka, käyttäkää sitä ja ilmoittakaa helposti punnittavien ruokien paino grammoina. Tärkeintä on, että annosten koko tulee mahdollisimman tarkkaan selvitettyksi.

Arvioikaa ruuan määrä esim. Seuraavia mittoja käyttäen:

- desilitroina: juomat, keitot, puurot, raasteet, salaattit, keitetyt vihannekset
- ruokaluskallisina: hillot, kastikkeet, kahvimaito
- teelusikallisina: rasva leivällä, sokeri puurossa / kahvissa
- iso, keskikokoinen, pieni: hedelmät, perunat, kokonaiset kasvikset, lihapyörökät ym.
- senttimetreinä: leivän tai pullan paksuus, pannukakku, pihvit yms.

VIHJEEKSI:

- Kaupasta ostettujen valmiiksi pakattujen elintarvikkeiden paino on aina merkitty pakkaukseen. Niistä saa apua ruokamäärien arviointiin.
- Kaupassa punnittujen hedelmien painon saa kätevästi jakamalla pussillisen painon kappalemäärällä

RUOKA-ANNOSTEN KESKIMÄÄRÄISIÄ MITTOJA

| | |
|---------------------------------|----------|
| 1 kupillinen kahvia | = 1,25dl |
| 1 lasillinen maitoa | = 1,8dl |
| 1 ruisleipäviipale | = 35g |
| 1 graham- tai hiivaleipäviipale | = 30g |
| 1 teelusikallinen rasvaa | = 5g |

| | |
|-----------------------------------|---------|
| 1 juustoviipale | = 10g |
| 1 makkaraviipale (kaupan) | = 15g |
| 1 peruna (kananmunan kokoinen) | = 60g |
| 1 porkkana | = 100g |
| 1 tomaatti | = 70g |
| 1 appelsiini | = 150g |
| 1 omena | = 135g |
| kananmunan kokoinen pala lihaa | = 60g |
| 1 kokolihapihvi | = 125g |
| 1 porsaankyljys | = 150g |
| 1 jauhelihapörykkä | = 25g |
| 1 jauhelihapihvi | = 60g |
| pala lenkkimakkaraa (pituus 10cm) | = 140g |
| 1 keskikokoinen silakka (perattu) | = 30g |
| pala kalaa | = 70g |
| 1 lasi viiniä = 12 senttilitraa | = 1,2dl |

Määriä ilmoittaessanne voitte käyttää seuraavia lyhenteitä:

Litra = l

Desilitra = dl

Kahvikupillinen = kkp

Teekupillinen = tkp

Ruokalusikallinen = rkl

Teelusikallinen = tl

Lautasellinen = laut

Lasillinen = las

Kappale = kpl