

---

# VERINÄYTTEIDEN TULKINTA JA HYÖDYNTÄMINEN KILPAHEVOSTEN VALMENNUKSESSA

---

Johanna Karhunen  
Riikka Kosonen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto





Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala	
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Johanna Karhunen ja Riikka Kosonen	
Työn nimi Verinäytteiden tulkinta ja hyödyntäminen kilpahevosten valmennuksessa	
Päiväys 7.4.2011	Sivumäärä/Liitteet 69/3
Ohjaaja(t) Jenni Hakosalo, Kaisa Hartikainen, Seppo Hyyppä ja Pirjo Suhonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Ei toimeksiantajaa.	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn aihe oli Verinäytteiden tulkinta ja hyödyntäminen kilpahevosten valmennuksessa. Tarkoituksena oli luoda suomenkielinen tietopaketti aiheesta, joka olisi ensisijaisesti suunnattu suomalaisille amatööri- ja harrastajavalmentajille, sekä aiheen opiskelijoille. Tavoitteena oli kartoittaa ravivalmentajien tietämystä ja nykykäytäntöä verinäytteiden ja kuntokartoitusten hyödyntämisestä valmennustyössä. Lisäksi haluttiin tuoda esille hevosklinikoiden näkemys asiasta. Työssä otettiin esille myös kansainvälinen näkökulma haastatteleamalla neljää ulkomaista ravivalmentajaa. Työ tehtiin kirjallisuuskatsauksena, johon liitettiin kaksi kyselytutkimusta ja yksi teemahaastattelu. Teoriaosassa käsitellään veren koostumusta, valmennuksen vaikutusta vereen sekä pienen- ja laajan veren kuvan rakennetta.</p> <p>Kyselytutkimusten tuloksina havaittiin, että verinäytteitä hyödynnetään lähinnä hevosen terveyden seurannassa. Mahdollisuuksia verinäytteisiin perustuvien kuntokartoitusten, lähinnä juoksumatton testin ja ratatestin hyödyntämiseen olisi enemmän, mutta ne koetaan aikaavievinä ja kalliina. Toisaalta eläinlääkärit olivat sitä mieltä, että valmentajien olisi hyvä käyttää kuntokartoituksia enemmän.</p> <p>Johtopäätöksenä esille nousi verinäytetekniikoiden kehittäminen ja tutkimuksen lisätarve. Lisäksi kiertävällä ratatestauspalvelulla voisi olla kysyntää. Työ on tiivis tietopaketti niille, jotka ovat kiinnostuneet kilpahevosen anatomiasta ja valmennusfysiologiasta. Siitä saa myös vinkkejä oman hevosen terveyden seurantaan ja valmennustyöhön.</p>	
Avainsanat hevonen, veri, laktaatti, valmennus, verinäyte, punasolu	

Field of Study Natural Resources and the Environment			
Degree Programme Degree Program in Agriculture and Rural Development			
Author(s) Johanna Karhunen and Riikka Kosonen			
Title of Thesis Construction and utilization of bloodsamples in training of sport horses			
Date	7.4.2011	Pages/Appendices	68/3
Supervisor(s) Jenni Hakosalo, Kaisa Hartikainen, Seppo Hyypä ja Pirjo Suhonen			
Project/Partners			
<p><b>Abstract</b></p> <p>The title of this thesis is the construction and utilization of blood samples in the training of sport horses. The purpose of this thesis was to create a compact information packet in Finnish on this subject. It is at first hand thought to be useful especially for amateur horse trainers and students.</p> <p>This study included two surveys, one for the horse trainers and the other to the veterinary clinics which specialize in horses. These two surveys were carried out as questionnaire studies. The first one included prevalent usage of blood samples and a condition survey among the trotter horse trainers in their daily work. We wanted to know also how well the trainers can read the results of blood samples. The second questionnaire study included questions about vets' common usage of blood samples and a condition survey in their clinics. International aspects to our study we got by doing four theme interviews to foreign trotter horse trainers about these same things.</p> <p>This study was done as a literature survey, which included the earlier mentioned two questionnaire studies and one theme interview. As a result of our questionnaire studies and theme interview we noticed that blood samples are used mainly when controlling a horses' health. There are possibilities to use more condition surveys (like trade mill test or track test based to blood samples). Nowadays trainers see those as too expensive and slow. Vets recommended more condition surveys to be a part of training methods. As a conclusion we noticed that blood sample techniques need to be developed and more research is needed in this area. A travelling racetrack tester could also have success in Finland.</p> <p>This work is a compact information packet to people who are interested in the anatomy and physiology of sport horses. This thesis also includes tips on how to control your own horse's health and what to take into consideration when training horses.</p>			
<p><b>Keywords</b> horse, blood, lactate, training, blood sample, red blood cell</p>			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
2	HEVOSEN KEHITYS KESTÄVYYSURHEILIJAKSI .....	9
3	LAUKKA- JA RAVIURHEILU .....	11
	3.1 Raviurheilu .....	11
	3.1.1 Ravihevosen valmennus.....	13
	3.2 Laukkaurheilu .....	14
	3.2.1 Kilpailut.....	15
	3.2.2 Täysiverisen laukkahevosen treenaaminen .....	16
4	VERI.....	18
	4.1 Punasolut eli erytrosyytit.....	19
	4.2 Valkosolut eli leukosyytit.....	21
	4.3 Verihiutaleet eli trombosyytit .....	23
	4.4 Pieni verenkova .....	24
	4.5 Laaja verenkova (Iso verenkova).....	28
5	VALMENNUKSEN VAIKUTUKSET VEREEN.....	32
6	HEVOSILLE TEHTÄVIÄ VERIMÄÄRITYKSIÄ .....	35
7	VERINÄYTTEENOTTOON PERUSTUVAT KUNTOTESTIT KILPAHEVOSILLA .	36
	7.1 Juoksumattotestaus.....	36
	7.2 Ratatestaus .....	38
	7.3 Muita testauskeinoja.....	39
8	LAKTAATTI .....	40
	8.1 Laktaatin kertyminen punasoluihin ja siihen vaikuttavat tekijät.....	42
	8.2 Monokarboksyylaatti laktaatin kuljettajana punasolussa .....	44
	8.3 Iän tuomat muutokset laktaatin kuljetusaktiivisuudessa ja sen periytyminen .	45
9	TUTKIMUS .....	46
	9.1 Tutkimustehtävä .....	46
	9.2 Tutkimusmenetelmät .....	47
	9.2.1 Haastattelututkimus .....	47
	9.2.2 Kyselytutkimus .....	48
10	TUTKIMUSTULOKSET .....	50
	10.1 Haastattelututkimuksen tulokset.....	50
	10.2 Kyselytutkimuksen tulokset.....	54
	10.2.1 Ammattiravivalmentajien kyselyn tulokset.....	54
	10.2.2 Eläinklinikoiden kyselyn tulokset.....	58
11	TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI.....	60
12	MITÄ UUTTA VERINÄYTTEENOTON SARALLA?.....	62
	12.1 Verinäytteet rasitusmurtumien toteamisessa kilpahevosilla .....	62

12.2	Hevosilla kaksi erityyppistä punasolua .....	62
12.3	Hevosen maitohapon kuljetukseen liittyvien proteiinien jakaumat.....	63
13	KÄYTÄNNÖN VINKKEJÄ VALMENTAJILLE .....	64
14	PÄÄTÄNTÄ .....	65
	LÄHTEET.....	66

#### LIITTEET

- Liite 1 Kyselylomake ravivalmentajille
- Liite 2 Kyselylomake hevosklinikoille
- Liite 3 Teemahaastattelun kysymykset

## 1 JOHDANTO

Valitsimme opinnäytetyön aiheeksi Verikoetulosten tulkinta ja hyödyntäminen kilpahevosten valmennuksessa. Aihe on aina kiinnostanut molempia tekijöitä ja päädyimme tekemään aiheesta yhteistä opinnäytetyötä monien mielenkiintoisten keskustelujen jälkeen. Tekijöillä on omakohtaista kokemusta kilpahevosten valmennuksesta niin omien hevosten kuin työharjoitteluidenkin kautta tulleiden kokemusten myötä. Toisella tekijällä on takanaan liikuntalääketieteen perusopinnot ja toisella ravivalmennukseen liittyviä opintoja.

Työssä kilpahevosena käsitellään ravi- ja laukkahevosiä. Molemmissa lajeissa kilpailtavat matkat (1000 – 4000 metriä) ja kilpailuihin käytettävä aika (2 - 5 minuuttia) tekevät laukka- ja ravihevosesta tasoltaan kestävyysurheilijan.

Kovalla harjoituksella, tarkoitetaan hiitti- tai intervalliajoa, joka on kilpailunomainen harjoitus, ja jossa ajetaan ainakin osa harjoituksesta lähellä kilpailutilanteen sykealuetta tai lähes kilpailuvauhtia.

Työn alussa avataan hevosen kehityskulkua arolla elävästä ruohonsyöjästä nykypäivän kestävyysurheilijaksi. Samalla kerrotaan ravi- ja laukkaurheilun kehitys ja ominaisuudet pääpiirteissään. Hevosen veren koostumuksesta ja verinäytteistä analysoitavista ominaisuuksista on kerrottu omissa luvuissaan.

Opinnäytetyön yhteydessä tehtiin teemahaastattelut neljälle ulkomaiselle ravivalmentajalle. Haastatteluissa haluttiin saada selville näiden neljän valmentajan käytäntöjä verinäytteiden otosta heidän omilla talleillaan ja hyödyntämisestä työssään. Haastattelu oli alkuselvitys tehtäville kyselytutkimuksille Suomessa. Talven 2011 aikana teimme kaksi erillistä kyselytutkimusta Suomen ravivalmentajat ry:n jäsenille, sekä hevospraktiikkaan harjoittaville eläinklinikoille. Kyselyillä haluttiin kartoittaa suomalaisten valmentajien kokemuksia ja käytäntöjä verinäytteiden hyödyntämisestä valmennustyössä sekä eläinlääkäreiden mielipiteitä verinäytteiden hyödynnettävyydestä kilpahevosten valmennuksessa. Haastattelun ja kyselyiden periaatteet ja tulokset on avattu opinnäytetyössä, sekä hyödynnetty opinnäytetyön päätelmissä. Lopuksi työssä on käsitelty veritutkimusten hyödynnettävyyttä tulevaisuudessa ja niiden kehitysnäkymiä. Työssä on käytetty paljon ulkomaisia tutkimustietoja ja lähdeaineistoja. Ulkomaiset tutkimukset käsittelivät pääasiassa laukkaurheilua.

Koulumme edellyttää yleensä opinnäytetöille toimeksiantajaa, jotta tehtävät opinnäytetyöt olisivat työelämälähtöisiä. Meidän aiheemme oli kuitenkin sellainen, että toimeksiantajaa oli perin hankala löytää Suomesta. Olimme kuitenkin niin kiinnostuneita aiheesta, että halusimme tehdä työn omakustanteisesti.

Toivomme, että työ tuo esille suomalaisia amatöörivalmentajia hyödyttäviä tietoja ja näkökulmia, sillä tällaista tietoa on hankala löytää suomenkielisenä yhdestä lähteestä. Amatöörivalmentajat ja hevosharrastajat ovat tärkeä kohderyhmä siksi, että he pitävät pitkälti yllä suomalaista hevosurheilua.

Haluamme kiittää kaikkia niitä Suomen Ravivalmentajat ry:n jäseniä ja eläinklinikoita, jotka ovat vastanneet kyselyymme ja näin osaltaan mahdollistaneet opinnäytetyömme teon. Lisäksi haluamme kiittää ELT Seppo Hyypäää, joka suostui asiantuntijatuoriksi työllemme.



## 2 HEVOSEN KEHITYS KESTÄVYYSURHEILIJAKSI

Hevosen, *Equus caballus*, historia ajoitetaan noin yksi vuosimiljoona taaksepäin. Hevonen on ollut jääkautisten löydösten perusteella noin 135 cm korkea noin miljoona vuotta sitten. Kasvissyöjänä hevonen on ollut saaliseläin ja näin luonnonvalinta on jalostanut hevosta vahvaksi ja nopeaksi pakenijaksi. (Hartikka. 2008, 4-5.)

Jääkauden yli eläneitä hevoseläimiä tunnetaan neljä erilaista. Näitä ovat Przewalskin hevonen Mongoliassa, tarpaani Itä-Euroopassa, metsähevonen Euroopassa ja Zeunerin hevonen Siperiassa. Lämminverinen ravihevonen on kehittynyt Przewalskin hevosen ja tarpaanin risteytyksestä ja kylmäverinen hevonen puolestaan eurooppalaisesta metsähevosesta. (Hartikka. 2008, 4-5.)

Hevonen on kesytetty Itä-Euroopassa noin 6000 vuotta sitten ja Kiinassa noin 4000 vuotta sitten. Voidaan todeta, ettei ihmiskunta olisi kokenut mitään suurta kehitystä ilman hevosta. Nykyisin hevosrotuja tunnetaan noin 130 erilaista. Amerikkalainen ravuri on jalostettu matkahevosista, kanadalaisista ja narragansettiläisistä peitsareista. Jalostuksessa on käytetty peitsareiden lisäksi myös Englannin Norfolkian ja Lincolnin ravureita. Suomenhevosen alkuperä on epäselvä, mutta sen oletetaan olevan itäfriisiläisen hevosen ja arotarpaanin risteytys. Suomenhevosrodun syntyyn vaikuttivat suuresti väestönsiirrot ja sodat. 1700-luvulla Suomeen tuotiin hevosia Englannista, Ranskasta, Saksasta ja Venäjältä, joita käytettiin paikallisissa siittolakartanoissa jalostustyöhön. Näin ollen voidaan suomenhevosen alkuperää pitää varsin kirjavana. Suomenhevosen jalostus koki suuren muutoksen 1960–1980-luvuilla, kun traktori syrjäytti hevosen maataloustyössä. Tuolloin hitaat suomenhevokset teurastettiin ja vain nopeat sukulinjat jäivät elämään ja jatkamaan jalostustyötä raviradoille. (Hartikka. 2008, 4-5.)

Hevonen on perusominaisuuksiltaan laukkaeläin. Laukka on ollut ja on edelleen sen nopein askellaji hevosen paetessa ”vihollistaan”. Ravia hevonen käyttää vain rauhalliseen liikkumiseen, vauhdin kiihdyttämiseen ja siirtymäaskellajina laukasta kävelyyn. Perusluonteeltaan hevonen on luonnossakin eläessään rauhallinen kävelijä ja oleskeli. (Hartikka. 2008, 4-5.)

Ravikilpailuissa hevonen joutuu käyttämään sille rauhallista siirtymäaskellajia mahdollisimman nopeasti. Tämä ei ole hevoselle luontaista vaan sen on opittava tämä ominaisuus valmennuksen kautta. Nuoren ravihevosen valmennus perustuukin pitkälti osin sen opettamiseen ravaamaan. Tosin jalostustyö on kehittänyt ravihevosille

ominaisuuksia, jotka helpottavat ravin sujuvuutta. Ennätystilastot kuitenkin osoittavat, ettei lämminveristen ravihevosten absoluuttinen nopeus ole lisääntynyt ainakaan 60-70 vuoteen, eikä suomenhevosenkaan 40-50 vuoteen. Voidaankin todeta, että ennätysten paranemiseen on vaikuttanut ratojen ja välineiden kunnon paraneminen ja valmennuksen laadun paraneminen. Jalostuksella ja siitosvalinnalla ei ole ollut absoluuttista nopeutta lisäävää vaikutusta vaan siitostyön merkitys on enemmänkin kohdistunut siihen että hevosen psyyke on jalostunut yhteistyöhaluisemmaksi, ja että yhä useampi nuori hevonen samasta ikäluokasta voidaan valmentaa kilpahevoseksi. Jalostustyön ongelmana on ollut nopeuden ja kestävyuden paranemisen ohessa rakenteen vikojen kertautuminen ja lisääntyminen sekä sukulinjojen ja perintöaineksen supistuminen. (Hartikka. 2008, 4-5.)

### 3 LAUKKA- JA RAVIURHEILU

#### 3.1 Raviurheilu

1800 – luvulla alkanut ravitoiminta on usean hevossukupolven ajan tehnyt valintaa siihen suuntaan, että ravihevonen pystyisi suoriutumaan 2–5 min mittaisesta kilpasuorituksesta. Ravihevosen urheilusuoritus mitataan raviradalla, yleensä 1000–1500 metrin mittaisella ellipsimäisellä kilpailuradalla. Kilpailumatkat ovat sääntöjen mukaan vähintään 1600 metriä. Tavallisimmin kilpailumatkat kuitenkin ylittävät 2000 metrin, pisimmät, ns. stayerlähdot juostaan yli 3000 metrin matkalla. Kilpailuaika vaihtelee juostavan matkan mukaan 2.00–4.30 minuutin välillä. (Hartikka. 2008, 7-9.)

Raviurheilun voidaan sanoa kehittyneen 1800-luvulla. Sen katsotaan syntyneen varsinaisesti Yhdysvalloissa, jossa alettiin jalostaa raviurheiluun aivan omaa hevosrotua, amerikkalaista lämminveriravuria. 1800-luvulla raveja ajettiin Yhdysvaltojen lisäksi myös Ranskassa, Venäjällä, Saksassa, Tanskassa ja Ruotsissa. Vuonna 1849 yksi maailman suurimmista ja arvostetuimmista ravikilpailuista, The Hambletonian, syntyi Yhdysvalloissa. Kilpailua ajetaan yhä tänäkin päivänä. 1920-luvulla myös Eurooppaan kehitettiin oma GP-tason suurkilpailunsa, Ranskassa ajettava Prix d’Amerique, josta kehittyi myöhemmin maailman arvostetuin kilpailu. 1952 ajettiin Ruotsissa ensimmäistä kertaa maan suurin ravikilpailu, Elitloppet, joka on myös nykyään seuraavaksi arvostetuin kilpailu GP-sarjassa Prix d’Ameriquen jälkeen (kuva 1). (Travsporten i Sverige. 2010.)

Suomen ensimmäiset kilpa-ajot järjestettiin vuonna 1817 Aurajoen jäällä. Vuosisadan loppupuolella kilpa-ajot järjestettiin jo melko säännöllisesti talvisin järvien jäillä. 1882 avattiin ensimmäinen maarata Helsingin lähelle Oulunkylään. Ensimmäiset suomenhevosille järjestettävät Kuninkuusravit pidettiin Lahdessa 13. – 14.9.1924. Suomessa lämminveriravurit saivat kilpailuoikeuden 1960. Nykyisin Suomessa ravataan vuoden jokaisena päivänä, vain jouluaatto ja joulupäivä ovat ravittomia päiviä. (Toivonen. 2007, 6 – 25.)



KUVA 1: Ravikilpailut toukokuussa 2010 Vincennesin raviradalla, Pariisissa. Vincennes on yksi maailman tunnetuimmista ja maineikkaimmista raviradoista, siellä ravaataan maailman arvostetuin ravikilpailu Prix d’Amerique. Valokuva Riikka Kosonen 2010.

Raveissa kilpaillaan myös Monté – eli raviratsastuslähtöjä (kuva 2). Raviratsastus on saanut alkunsa Ranskasta. Montéssa on samat säännöt kuin tavallisissa ravilähdöissä, ainoana poikkeuksena se, että kuski ratsastaa hevosta. (Suomen Hippos. 2009.)



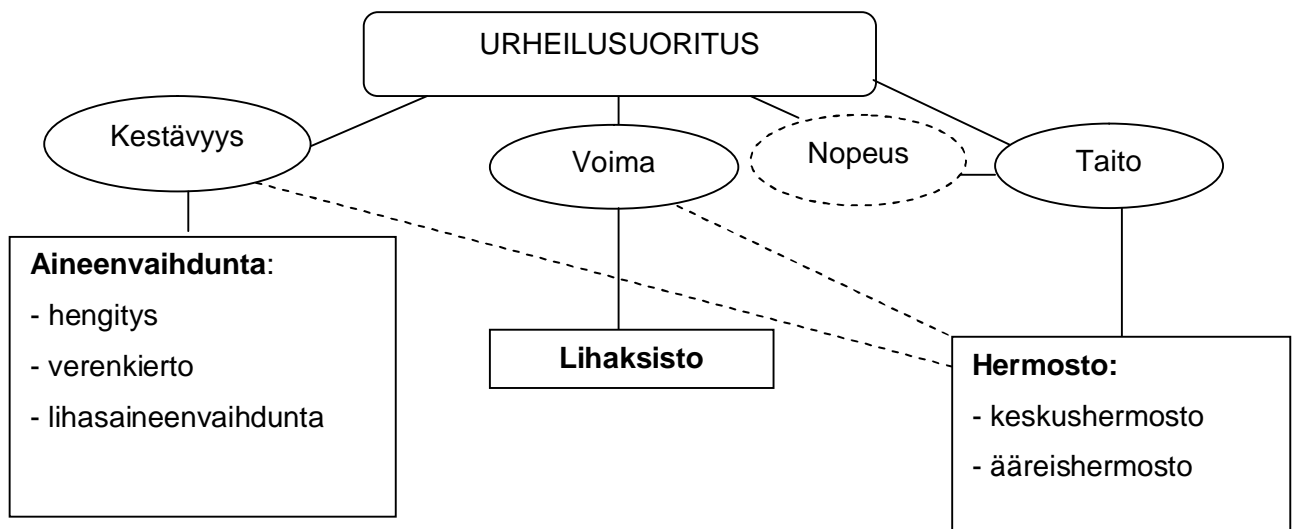
KUVA 2: Raviratsastusta eli Montéa St. Michel – raveissa kesällä 2010. Valokuva Suomen Hippos ry.

Hevosen luontainen huippunopeus pysyy n. 300-600 metriä, minkä jälkeen energia-  
varastojen väheneminen ja aineenvaihduntatuotteiden kerääntyminen elimistöön  
alentaa hevosen nopeutta. Hyvän vauhtikestävyyyden avulla hevonen voi pitää mah-  
dollisimman kovaa matkavauhtia mahdollisimman pitkään. (Hartikka. 2008, 9.)

### 3.1.1 Ravihevosen valmennus

Valmennuksella pyritään ensisijaisesti kehittämään ravihevosen nopeutta ja vauhti-  
kestävyyttä. Nuoren hevosen valmennus lähtee siitä, että se opetetaan ravaamaan  
oikeaoppisesti, jotta se pystyy säilyttämään ravirytmien myöhemmin yhä kovenevassa  
vauhdissa. (Hartikka. 2008, 8-11.)

Valmennuksen tulisi olla aina tavoitteellista, suunnitelmallista, säännöllistä ja nousu-  
johteista. Harjoitteet tulisi tehdä siten, että ne etenevät helposta vaikeaan ja kevyestä  
raskaaseen.



KUVIO 1: Ravihevosen kehitettävät ominaisuudet, jotka mahdollistavat hyvän urhei-  
lusuorituksen. (Hartikka. 2008. 10.)

Yllä oleva kuvio (1) esittää sen, mitä ravihevoselta, (urheiluhevoselta, myös kestä-  
vyystason laukkahevoselta), vaaditaan hyvän urheiluorituksen saavuttamiseen.  
Jotta päästään mahdollisimman hyvään urheiluoritukseen tarvitsee ravihevonen  
ennen kaikkea kestävyyttä, voimaa ja taitoa. Hyvä, sujuva ravi (taito) ja selkeät liik-  
keet mahdollistavat sen, että ravirytmi pysyy yllä koko suorituksen ajan vauhdin kas-  
vaessakin. Voimaa tarvitaan suorituksen alussa ja lopussa kiihdytyksiin sekä nimen-  
omaista kesto-voimaa suorituksen keston vaihdella. Kestävyyttä tarvitaan koko

suorituksen ajan, jotta maksimikestävyttä voidaan hyödyntää koko suorituksen ajan. (Hartikka. 2008, 8-11.)

Valmennuksella pyritään parantamaan näitä ominaisuuksia eli parantamaan hengityksen, verenkierron ja aineenvaihdunnan kapasiteettia, lisäämään lihasmassaa sekä kehittämään hermoston toimintaa (Hartikka. 2008, 9-10). Valmennuksen tähtäin on aerobiselle aineenvaihdunnalle tärkeiden tekijöiden kehittäminen. Näitä ovat sydän, verenkiertoelimistö ja lihaksisto. Siten se rasituksen taso, jolla maitohappokonsentraatio veressä saavuttaa anaerobikynnyksen (yli 4 mmol maitohappoa litrassa verta), kasvaa. Hyvän suorituskyvyn omaavilla hevosilla veren maitohappokonsentraatio on alhaisempi rasituksen jälkeen kuin hevosilla, joilla on huono suorituskyky. (Pösö & Väihkönen. 2003, 12.)

### 3.2 Laukkaurheilu

Koko hevosurheilun historia on saanut alkunsa Aasiasta, jossa jo noin 6000 vuotta sitten kilpailtiin hevosilla. 680 eKr. hevoskilpailut kuuluivat tunnusomaisesti Antiikin Olympialaisten ohjelmistoon. Silloin kilpailtiin valjakoina, eli hevosilla oli vaunut perässään. Hevosilla kilpaileminen selästä käsin, eli ratsastaminen tuli mukaan 32 vuotta myöhemmin. Alkuaikoina ei kuitenkaan hevosilla ei kuitenkaan käytetty satuloita tai jalustimia, kuten nykyään. Seuraavaksi hevoskilpailut levisivät Rooman valtakunnan alueelle 210 jKr., jossa Circus Maximus toimi areenana ollen suosittu kohtauspaikka kansalle. Sotaleirien myötä ne tulivat myös Wetherbyhyn, Yorkshireen Englantiin. Englannissa paikallisia hevosia alettiin risteyttämään idästä tuotujen arabien kanssa. (British Horseracing Author 2011.)

Hevosurheilu sellaisena kuin me sen tunnemme, on peräisin keskiajalta, jolloin englantilaiset ritarit toivat mukanaan hevosia ristiretkiltään Arabian niemimaalta. Nykyiset laukkahevoset ovat täysiverisiä, jotka polveutuvat kaikki käytännössä kolmesta oriista, jotka elivät 1600-luvun lopulla ja 1700-luvun alussa. Nämä oriit olivat nimeltään the Byerley Turk, the Godolphin Arabian ja the Darley Arabian. Jopa noin 95 % nykyisistä täysiverisistä, joita on 500 000, voidaan jäljittää näihin esi-isiin asti. Nämä tunnetut esi-isät eivät kuitenkaan tietävästi ikinä itse kilpailleet. Näiden esi-isien jälkeen oreja alettiin tuomaan Englantiin myös muista maista, kuten Pohjois-Afrikasta ja Keski-Idästä. Eräs hyvin menestynyt ori, sekä kilpauralla, että periyttäjänä oli 1764 syntynyt Eclipse. Nopeiden hevosten kysyntä kasvoi nopeasti ja vedonlyönti tuli mukaan kuvioihin. Vedonlyönnin alkaessa alussa oli tavallista, että vain kaksi hevosta kilpaili keskenään. 1700-alussa kuningatar Annen hallintokaudella (1702–1714) kah-

den hevosen kilpailut muuttuivat isommiksi kilpailuiksi, joissa osallistujia oli enemmän. (British Horseracing Author 2011.)

1700-luvulla laukkausheilu kasvoi niin merkittäväksi elinkeinohaaraksi, että Englantiin perustettiin The Jockey Club hallinnoimaan asioita. 1700-luvun lopulla aloitti toimintansa myös ensimmäinen vedonvälittäjä Ogden ja samoihin aikoihin kilpailtiin ensimmäisen kerran nämä viisi klassikkokilpailua, jotka kuuluvat edelleen Englannin laukkausheiluun. Näistä kilpailuista on kerrottu myöhemmin tarkemmin omassa kappaleessaan. Vuodesta 1770 asti Wetherbys on pitänyt kaikista Englannin täysiverisistä kirjaa. Tämä yleistä kantakirja (the General Stud Book) on ylläpidetty ja julkaistu siitä asti. (British Horseracing Author 2011.)

### 3.2.1 Kilpailut

Iso-Britanniassa laukkausheilussa kilpaillaan kahdessa kategoriassa. On olemassa niin sanottu "flat racing" (kuva 3), jossa kilpaillaan tasaisella maalla vaihtelevilla matkoilla. Toinen laukkausheilun muoto on niin sanottu risuestelaukka (Jump Racing/National Hunt Racing), jossa matkalle on sijoitettu kiinteitä risuesteitä. "Flat racingissä" kilpaillaan 5 – 16 furlongin matkoilla (1 furlonki = noin 200m) eli 1000-3200 metrin matkoilla. Pisin matka tässä kilpailumuodossa voi olla 23 furlonkia eli 4600 metriä. Juostavien matkojen perusteella hevoset jaetaan kolmeen eri luokkaan. Sprinterit juoksevat alle 1600 metrin matkoja. Keskimatkojen hevoset 1600–2400 metrin matkoja ja "stayerit" 1900 metrin matkoista ylöspäin. Parhaimmat hevoset suoriutuvat 5 furlongin eli 1000 metrin matkasta alle 60 sekunnissa (16,6 m/s), 8 furlongin eli 1600 metrin matkasta 99 sekunnissa (16,2 m/s), ja 14 furlongin eli 1900 metrin matkasta 176 sekunnissa (15,9 m/s). Ison-Britannian nopeusennätys on hallussa Indigenous nimisellä hevosella, joka on juostu vuonna 1960 ja se on 18,7 m/s. Matkana oli 1122 metriä. Kilpailut, joissa palkintoina on suuria summia, kuten Derby, juostaan yleensä 2400 metrin matkoilla. (Marlin & Nankervis 2002, 173–174.)

Iso-Britanniassa järjestetään vuosittain viisi klassikkokilpailua, joita ovat 2000- ja 1000 Guineas Stakes, The Oaks, The Derby ja The St. Leger. Ainoastaan kaksi hevosta näiden kilpailujen historian aikana on voittanut niin sanotun "Triple Crownin" eli kaikki kolme kilpailua samana vuonna, joita ovat 2000 Guinea Stakes, The Derby ja The St. Leger. (British Horseracing Author 2011.)





KUVA 3. Laukkakisat Yhdysvalloissa. Valokuva Tuomas Nuutinen 2011.

"Jump Racing" on jaettu kahteen eri luokkaan. Luokat ovat "Hurdles" ja "Steeple Chase", ensin mainitussa radalle on sijoitettu kiinteitä puisia esteitä, jotka ovat vähintään 3 jalkaa 6 tuumaa (1,05m) korkeita. "Hurdlesissa" juostava matka vaihtelee kahden ja kolmen mailin välillä ja kilpailut on jaettu hevosen tason mukaisiin luokkiin. "Steeple Chasessa" esteet ovat joko tavallisia aitoja, vesiesteitä tai ojia, joihin on yhdistetty este. Vesiesteillä este on vähintään 3 jalkaa (0,9m) korkea ja niistä laskeudutaan 3 tuuman (0,07m) syvyiseen vesilammikkoon. Muun tyyppiset esteet ovat vähintään 4 jalan ja 6 tuuman (1,47m) korkuisia. Kilpailumatkat ovat näissäkin luokissa kahden ja kolmen mailin välillä ja kilpailuluokat on määritelty hevosen tason mukaan. "Flat racingissä" palkinnot ovat huomattavasti "Jump racingiä" paremmat. (British Horseracing Author 2011.)

### 3.2.2 Täysiverisen laukkahevosen treenaaminen

Täysiverinen laukkahevonen on joutunut kehittymään lajin vaatimusten mukaan aikojen saatossa. Laukkaurheilun alkuaikoina ne kilpailivat pidemmällä matkoilla, kuten neljä mailia ja aloittivat kilpailemisen vanhemmalla iällä. Ne olivat kooltaan pienempiä ja sitkeämpiä, kuin nykyään, johtuen arabi-rodusta, jota siihen oli sekoitettu. Kehitys on johtanut siihen, että ne ovat nykyään alkuaikoja paljon kookkaampia, nopeampia ja varhaiskypsempiä eli saavuttavat kilpailukypsyyden melko nuorena. Täysiverisestä hevosesta on kehittynyt myös luonteeltaan kaikkein "kuumin" hevosrotu, jonka takia ne ovat myös muita rotuja nopeampia. (British Horseracing Author 2011.)



Flat racing –hevosia treenataan melko lyhyillä matkoilla. Treeneissä juostava matka on yleensä korkeintaan 1600 metriä, joka on usein myös ylämäkitreeniä. Laukkahevosen treeni keskittyy laukkaamiseen. Ravia ja käyntiä käytetään huomattavasti vähemmän ja lähinnä hevosten verryttelyyn. Hevosen viikon treeniohjelma käsittää yleensä kaksi nopeaa harjoitusta, joka tarkoittaa  $\frac{3}{4}$ -vauhtia (three quarter pace) tai täyttä vauhtia (full speed work). Muina päivinä tehdään sitten hiljaisemmassa vauhdissa laukkaharjoituksia. Myös uittamista käytetään laukkahevosten treeneissä, erityisesti jos jalkojen kanssa on ongelmia. Laukkahevosen kilpaura alkaa yleensä 2-vuotiaana. Alussa kilpailuoikeus on rajoitettu vain lyhyemmille matkoille ainakin Iso-Britanniassa. (Marlin & Nankervis 2002, 173–174.)

#### 4 VERI

Verinäytteitä otetaan hevosesta yleensä terveyden seurannan tai sairauden vuoksi tai, jos hevonen alisuorittaa esimerkiksi kilpailuissa. Syitä urheiluhevosen huonoon suorituskykyyn voi olla monia. Verikokeet ovat nopeutensa ansiosta paljon käytetty tutkimusmuoto, jonka avulla vikoja pyritään etsimään. (Rose 2003, 230,232-233.)

Verinäytteistä voidaan määrittää erilaisia asioita sen mukaan miten laajasti näytettä halutaan tutkittavan. Yleisimmät perusmääritykset eli niin sanottu pieni verenkuva sisältää valkosolujen ja punasolujen määrään, kokoon ja laatuun liittyvät tekijät. Jotta verinäytetuloksia voidaan ymmärtää, on hyvä perehtyä veren koostumukseen.

Veri on elimistön nestemäinen kudos, joka koostuu 55 % plasmasta ja 45 % soluista. Soluja on kolmenlaisia: punasolut eli erytrosyytit, valkosolut eli leukosyytit ja verihiutaleet eli tromposyytit. (Davies 2005, 25.) Yli 90 % veren soluista on erytrosyyttejä, jonka mukaan veren viskositeetti määryytyy. Veren määrään vaikuttaa kehon koko, fyysinen aktiivisuus, ravinto- ja laktaattitaso, ikä ja tiineyden vaihe. Kuitenkin esimerkiksi saman painoisilla hevosilla veren määrä on suurempi niillä, jotka ovat fyysisesti aktiivisempia. Tästä johtuen täysiverisillä veren määrä on kylmäverisiä suurempi. Määrät ovat kylmäverisillä 60–70 ml/kg ja täysiverisillä 100–110 ml/kg. Saman painoisten hevosten veren määrä on vähäisempi suuremman rasvaprosentin omaavalla hevosella, kuin pienemmän rasvaprosentin omaavalla hevosella. (Sjaastad, Hove & Sand 2004, 282,284–285.)

Veren päätehtävä on erilaisten aineiden kuljettaminen. Tällaisia ovat happi (O<sub>2</sub>), hiili-dioksidi (CO<sub>2</sub>), energian lähteet ja niiden rakennusaineet, kuten glukoosi, aminohapot ja rasvat. Veri kuljettaa myös elimistön kuona-aineita, kuten ureaa. Veri vastaa elimistön lämpötilan säätelystä. Solujen toimintaa ohjaavien hormonien kuljetus tapahtuu myös veren avulla. (Sjaastad ym. 2004, 282.)

Plasma koostuu 92 % vedestä, 7 % proteiineista ja 1 % muista aineista. Sen tehtävänä on kuljettaa liuenneita orgaanisia ja epäorgaanisia aineita. Orgaanisiin aineisiin kuuluvat plasman proteiinit kuljettavat myös veteen liukenemattomia ainesosia, kuten rasvahappoja ja rasvaliukoisia hormoneja. Plasman suuri proteiinipitoisuus selittyy proteiinimolekyylien suurella koolla, sillä ne pystyvät läpäisemään hiussuonten seinämiä ainoastaan maksassa. Veren ja soluväliinesteen välistä proteiinipitoisuutta säätelee myös osmoottinen paine. (Sjaastad ym. 2004, 282.) Plasman proteiineja ovat albumiini, globuliini ja fibrinogeeni. Albumiinit kuljettavat steroidi hormoneja ja ne ovat

niin kooltaan niin suuria, ettei niitä pystytä suodattamaan pois verenkierrosta edes virtsaan. Globuliinit muodostavat vasta-aineita ja ovat näin tärkeitä elimistön puolustusjärjestelmässä. Fibrinogeeni vastaa veren hyytymisestä. (Marlin & Nankervis 2002, 64-65.) Pääosa plasman proteiineista valmistetaan synteettisesti maksassa. Plasman proteiineista valkuaishormonit ja vasta-aineet eivät kuitenkaan kuulu tähän joukkoon. (Sjaastad ym. 2004, 282.) Plasmasta, josta on poistettu hyytymistekijät, käytetään nimitystä seerumi. (Marlin & Nankervis 2002, 64-65.)

#### 4.1 Punasolut eli erytrosyytit

Punasolun koko vaihtelee kotieläimillä 4-8  $\mu\text{m}$ :n välillä. Punasoluja on elimistössä yhtä paljon kuin kaikkia muita soluja yhteensä. Ihmisen punasolut ovat kooltaan suuremmat kuin hevosen. Ne ovat pyöreitä ja litteitä soluja, joiden muoto määräytyy niiden tukirangan mukaan. Punasolujen määrä vaihtelee eri lajien välillä. Hevosella on punasoluja jopa kaksinkertainen määrä ihmiseen verrattuna. Myös hevosten välillä punasolujen määrässä on eroja, kylmäverisillä niitä on täysiverisiä vähemmän. Punasolujen määrään vaikuttavat hevosen sukupuoli, ikä, fyysinen aktiivisuus, ravinto ja laktaattitaso, tiineys, korkeus ja henkinen tila. (Sjaastad ym. 2004, 282, 285.) Oreilla on punasoluja ruunia ja tammoja enemmän, mikä altistaa ne myös paksuverisyydelle (Hyypä 2011). Hevosen jännittyminen/säikähtäminen vapauttaa punasoluja elimistön varastoista ja nostaa näin ollen punasolupitoisuutta veressä, joka voi vääristää esimerkiksi verinäytteen tuloksia. Hematokriitti kuvaa punasolujen osuutta veressä, joka saadaan laskettua sentrifikaation avulla. (Sjaastad ym. 2004, 282, 285.)

Punasolun tehtävänä on kuljettaa happea ( $\text{O}_2$ ) hemoglobiinin avulla keuhkoista kudoksiin. Se myös kuljettaa hiilidioksidia ( $\text{CO}_2$ ) vastakkaiseen suuntaan hiilihappoanhydraasi entsyymien avulla, jonka avulla bikarbonaatti-muodot ( $\text{HCO}_3^-$ ) syntyvät. Punasolujen määrällä on näin ollen vaikutusta veren kykyyn kuljettaa happea ja hiilidioksidia. Liian suuri punasolujen määrä veressä kuitenkin lisää veren viskositeettia ja rasittaa näin ollen sydäntä. (Sjaastad ym. 2004, 285-286.) Punasolut elävät keskimäärin 120 vrk. (Sirkkola & Tauriainen 2009, 176-177.) Toisesta eläimestä siirretyn veren punasolujen elinikä on kuitenkin tätä lyhyempi. (Sjaastad ym. 2004, 287.) Ne syntyvät luuytimessä ja hajoavat pääasiassa pernassa. Hajotessaan niistä otetaan talteen hemoglobiini. Punasolut hajoamiseen vaikuttavat neste- ja suolavaihteluille, sillä ne ovat herkkiä niille. Mikäli punasolun ympäristö on sitä suolaisempi, punasolu kutistuu, koska sen sisältämä vesi poistuu siitä laimentaakseen ympäristön suolapitoisuutta. Jos taas suolapitoisuus on liian suuri punasolun sisällä, se kerää nestettä ja

hajoaa. Osmoottinen resistenssi on tämän tapahtumaketjun nimitys. (Sirkkola & Tauriainen 2009, 176-177.)

Nisäkkäillä tuma, mitokondrio ja muut soluelimet ovat korvaantuneet punasolussa hemoglobiinilla. Punasolun valkuaisaineista 95 % ja painosta 35 % on hemoglobiinia. Hemoglobiini sitoo ja vapauttaa helposti happea ( $O_2$ ) ja se toimiikin hapen kuljettajana punasolussa. Hemoglobiini tekee verestä punaista. Hemoglobiini koostuu kahdesta osasta. Se muodostuu neljästä globiini-proteiinista ja neljästä hemiyhdisteestä, jotka ovat liittyneinä globiineihin. Jokaisen hemiyhdisteen keskellä on rauta-atomi, jotka voivat jokainen sitoa yhden  $O_2$ -molekyylin. Täysin happikyllästeinen veri, eli kaikki neljä rauta-atomia ovat sitoneet  $O_2$ -molekyylin, on väriltään kirkkaan punaista. Veri on tumman punaista, jos yksikään rauta-atomi ei ole sitonut happiatomia. Yksi hemoglobiini voi sitoa happea ( $O_2$ ) 1,34 ml, kun se on täysin tyydyttynyt hapesta. Hemoglobiiniarvot hevosilla vaihtelevat rodun mukaan. Kylmäverisillä lepoheemoglobiiniarvo on noin 110 g/l ja täysiverisillä noin 145 g/l. (Sjaastad ym. 2003, 286.) Suomenhevosilla lepoheemoglobiiniarvot ovat kuitenkin mainittua kylmäveristen arvoa korkeammat (Hyypä 2011). Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että litrassa verta on noin 195 ml happea, kun Hb on 145. (Sjaastad ym. 2004, 286.)

Punasolut muodostuvat jakautumalla kantasoluista, sillä nisäkkäiden aikuiset punasolut eivät pysty jakaantumalla lisääntymään tuman puutteesta johtuen. Sikiövaiheessa suurin osa punasoluista muodostuu maksassa ja pernassa. Sikiöajan loppuvaiheessa niiden tuotto siirtyy kuitenkin luuytimeen. Sukukypsyyden saavuttaessaan eläimen punasolun tuotanto siirtyy luuytimestä litteille luille kuten rintalastaan, sillä pitkien luiden punainen luuydin täyttyy rasvakudoksella, eikä punasolun tuotanto tällöin enää onnistu siellä. Kantasolujen jakauduttua muutaman kerran, solut alkavat täyttymään hemoglobiinilla. Hemoglobiinitason saavuttaessa tietyn tason punasolu on valmis. Tie valmiiksi punasoluksi on seuraava (kuvio 2). Kantasoluista muodostuu ensin erytroblasteja, samanaikaisesti hemoglobiinia alkaa syntetisoitua. Erytroblastilla on vielä tuma ja muutamia ribosomeja, mutta muutaman päivän kuluttua hemoglobiinin määrän lisääntyessä tuma pienenee ja kaikki sen rippeetkin poistuvat solusta. Tällöin se on muuttunut retikulosyytiksi, jossa on jäljellä muutamia ribosomeja. Hemoglobiinin syntetisoituminen jatkuu vielä retikulosyytissäkin. Se siirtyy luuytimestä vereen tässä vaiheessa. Parin päivän prosessissa siitä muodostuu kypsä punasolu, josta ovat poistuneet kaikki ribosomit ja muoto muuttuu litteäksi. (Sjaastad ym. 2004, 287.)

Punasolujen tuotantoa säännöstelee erytropoietiinihormoni. Normaalitilanteessa sen pitoisuus on matala, mutta kun hapen ( $O_2$ ) tulo veren mukana munuaisiin vähentyy, erytropoietiinin erityks kiihtyy. Erytropoietiini menee luuytimeen ja vauhdittaa siellä punasolujen kypsymistä. Hapen kuljetuskapasiteetin palautuessa normaalille tasolle, myös erytropoietiinin erityks vähentyy. Fyysisen rasituksen lisäksi, myös verenvuoto saa siis aikaan erytropoietiinin erityksen lisääntymisen. Punasolujen elinkaari päättyy pääosin pernaan, sillä pernan kapeat hiussuonet rikkovat niiden rakenteen helposti. Vanhentuessaan punasolut muuttuvat hauraammiksi, sillä niiden elastisuus häviää. (Sjaastad ym. 2004, 290-292.)

#### 4.2 Valkosolut eli leukosyytit

Valkosoluja on veressä huomattavasti punasoluja vähemmän, mutta ne ovat kooltaan isompia. Niiden määrä on punasoluihin verrattuna vain noin 1/1000. Luuytimen soluista noin 75 % on valkosoluja tai niiden esiasteita, sillä se varastoi valkosoluja kymmenkertaisen määrän veren valkosolupitoisuuteen verrattuna. Kaikista elimistön valkosoluista vain noin 3 % on verenkierrossa, loput sijaitsevat muissa elimistön kudoksissa, joista ne vapautetaan tarvittaessa verenkiertoon. Tällaisia tilanteita ovat bakteerien, virusten, sienten tai loisten hyökkäys elimistöön, aiheuttaen sen tulehdustilan. Valkosolut ohjautuvat nopeasti tulehdusalueelle ja torjuvat taudinaiheuttajat tai muut vieraat kontaktit. Valkosoluja on olemassa useita eri tyyppisiä, joista jokaisella on hieman erilainen tehtävä puolustusmekanismin toiminnassa. Leukosytoosiksi kutsutaan tilaa, jossa valkosolujen osuus veressä on kohonnut. Valkosolujen tuotanto ja niiden määrä veressä pysyy koholla niin kauan kuin elimistön tulehdustila hellittää. Niin sanotun fysiologisen leukosytoosin voi aiheuttaa eläimen jännittyminen tai fyysinen aktiivisuus. Tällöin vereen vapautuu valkosoluja, jotka normaalisti ovat varastoituneina muissa kudoksissa. Leukopenia taas on tila, jossa valkosolujen määrä on elimistössä normaalia alhaisempi. (Sirkkola & Tauriainen 2009, 177; Sjaastad ym. 2004, 293.)

Valkosolujen elinikä on huomattavasti punasoluja lyhyempi. Kaikilla valkosolutyypeillä on tuma, tavalliset soluelimet ja sytoplasmaattisia eli solun sisäpuolisia kalvorakkuloita. Valkosoluja on viittä eri tyyppiä, jotka jaetaan kahteen alalohkoon granulositytteihin ja agranulositytteihin. Valkosolujen jaottelu perustuu niiden muotoon, kalvorakkuloiden määrään ja tuotantopaikkaan. Granulositytteillä kalvorakkuloita on enemmän ja niiden ydin on jakautunut useampaan lohkoon. Granulosityttejä ovat neutrofiilit, eosinofiilit ja basofiilit. Nämä pystytään erottamaan toisistaan mikroskoopilla värjäyksen

avulla. Granulosyytit näyttävät mikroskoopissa sisältä rakeisilta, johtuen useista kalvorakkuloista. Agranulosyyttejä ovat monosyytit ja lymfosyytit. Valkosolujen kokonaisuus ja niiden jakautuminen eri ryhmiin vaihtelee kotieläinten välillä. Punasolujen kohdalla ei näin suurta vaihtelua ole. (Sjaastad ym. 2004, 293.)

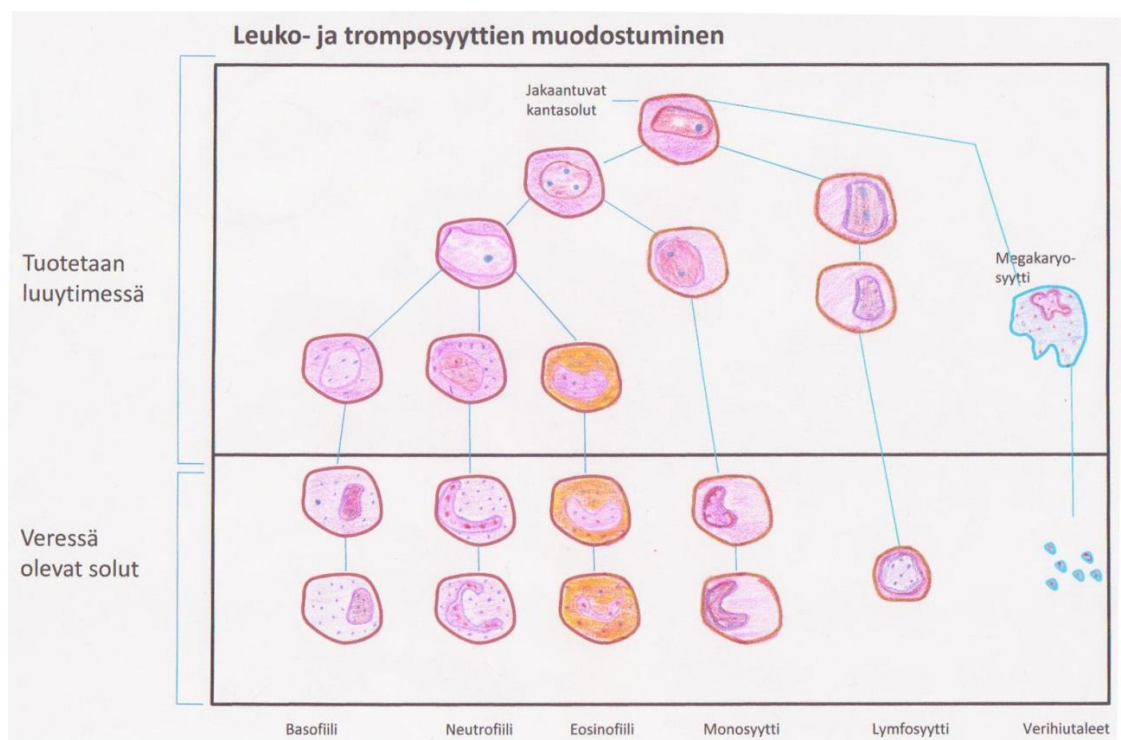
Eri valkosolutyypeillä on omat tehtävänsä ja niiden prosentuaalinen jakautuminen riippuu elimistön sen hetkisestä immuunivastetilasta. Erottelulaskennan eli diffin avulla saadaan selville valkosolujen keskinäinen jakaantuminen. Tästä jakaumasta voidaan päätellä minkälainen on elimistön terveydentila. Esimerkiksi epätavallisen korkea pitoisuus kehittymättömiä neutrofiilejä veressä voi kertoa elimistön bakteeritartunnasta. Valkosolut muodostuvat luuytimessä jakautumalla kantasoluista. Granulosyytit ja monosyytit syntyvät samasta linjasta ja lymfosyytit omasta linjastaan. Granulosyyttejä ja monosyyttejä muodostuu ainoastaan luuytimessä. Kehittymättömät lymfosyytit taas siirtyvät sikiövaiheessa ja heti syntymän jälkeen lymfaattisiin kudoksiin, kuten imusolmukkeisiin ja kateenkorvaan, jossa ne mitoosin avulla valmistuvat lymfosyyteiksi. (Sjaastad ym. 2004, 294.)

Granulosyytit ja monosyytit puolustavat elimistöä bakteereilta ja muilta vierailta aineilta fagosytoosin avulla, eli tuhoamalla elimistölle vieraat aineet. Lymfosyytit puolestaan erikoistuvat tuhoamaan tiettyjä vieraita aineita ja muodostavat muun muassa vasta-aineita niiden torjumiseksi. (Sjaastad ym. 2004, 294.) Vasta-aineiden tehtävänä on kiinnittyä ja merkata taudinaiheuttajat. Tämä helpottaa valkosolujen tehtävää taudinaiheuttajien etsinnässä ja nopeuttaa niihin kiinnittymistä. (Sirkkola & Tauriainen 2009, 177.) Valkosoluille on ominaista, että niiden elinaika verenkierrossa on vain muutamia tunteja, ennen kuin ne taas imeytyvät muualle kudoksiin ja tuhoutuvat tietyn ajan kuluessa. Monosyytit eroavat muista valkosoluista siinä, että ne saavuttavat täyden kypsyyden vasta poistuessaan verenkierrosta ja muuttuvat tällöin magrofageiksi. Magrofageilla on erityisen tärkeä tehtävä elimistön puolustusjärjestelmässä infektioiden torjunnassa. Jotkut makrofagit voivat elää jopa vuosia elimistössä. (Sjaastad ym. 2004, 294-296.)

Granulosyyteistä neutrofiilejä on eniten. Hyypän (2011) mukaan niitä on jopa yli puolet koko valkosolujen määrästä. Neutrofiilit osallistuvat bakteerien torjuntaan ja tuhoutuvat puolustusprosessissa itse. Bakteeritartunnan aikana siis neutrofiilien määrä on korkealla, mutta virustartunnassa niiden määrä saattaa olla normaalia vähäisempi. Eosinofiilien tärkein tehtävä on taistella normaaleja infektioita vastaan. Niiden pitoisuus kasvaa, kun elimistöön tunkeutuu loisia tai jokin aiheuttaa allergisen reaktion. Eosinofiilit tuottavat myrkyllisiä aineita tappaakseen loisia. Basofiilit sisältävät

muun muassa hepariinia, histamiinia ja polysakkarideja. Hepariini toimii elimistössä rasvankuljettajana, histamiini taas auttaa elimistöä allergisissa reaktioissa. (Sjaastad ym. 2004, 294-295.)

Lymfosyytit voivat säilyä kudoksissa jopa vuosia makrofagien tavoin. Niiden tie kulkee imunesteestä verenkiertoon ja sieltä takaisin kudoksiin. Lymfosyytit ovat siis koko ajan liikkeessä ja vartioivat elimistöä. Ne ovat erityisen tärkeitä puolustuksessa kaikkia mikro-organismeja ja syöpäsoluja vastaan. Lymfosyytit kuitenkin pystyvät puolustautumaan vain sellaisia bakteereja ja viruksia vastaan joihin ne on ohjelmoitu. Tähän perustuu elimistön spesifinen immuunipuolustus. (Sjaastad ym. 2004, 296.)



KUVIO 2. Leuko- ja tromposyyttien muodostuminen. (Sjaastad 2004, 294.)

#### 4.3 Verihiutaleet eli trombosyytit

Verihiutaleiden syntyminen alkaa luuytimessä kantasoluista jakautumalla. Niistä tulee ensin megakaryosyyttejä, jonka jälkeen ne kypsyvät verihiutaleiksi. Jokaisesta megakaryosyytistä voi muodostua noin 6000 verihiutaletta. Mitoosin avulla niitä ei voi syntyä, sillä niistä puuttuu tuma. Verihiutaleita on 20-40 kertaa enemmän kuin valkosoluja. Punasoluihin verrattuna verihiutaleita on noin kymmenesosa. Verihiutaleet pysyvät koko elinikänsä verenkierrossa, eivätkä siirry muihin kudoksiin puna- ja valkosolujen tavoin. Suurimmat verihiutalevarastot sijaitsevat pernassa, josta ne vapautetaan, kun sympaattinen hermosto antaa käskyn. Keskimääräinen elinikä verihiutaleella on

noin 10 päivää, jonka jälkeen makrofagit tuhoavat ne suurimmalta osin pernassa ja maksassa. Verihiutaleiden muodostumista säätelee trompopoietiinihormoni, jota tuotetaan maksassa. (Sjaastad ym. 2004, 296.)

Verihiutaleiden tehtävänä on osallistua verenhyytymisprosessiin. Kun verisuoni vaurioituu, verihiutaleet saapuvat vuotokohtaan ja muodostavat siihen tulpan takertumalla toisiinsa. Verihiutaleet myös vapauttavat sisältään niihin varastoituneita aineita, kuten adenosinidifosfaattia (ADP), joka saa aikaan verihiutaleiden pinnan tahmeuden ja niiden tarttumisen toisiinsa. Kokonaisuudessaan veren hyytymisprosessi on monimutkainen ja siinä on mukana muun muassa eräs plasman proteiini, fibrinogeeni. (Sjaastad ym. 2004, 296-297.)

#### 4.4 Pieni verenk kuva

Pienen verenkuvan määrittämiseen kuuluvat valkosolujen ja punasolujen määrään, kokoon ja laatuun liittyvät tekijät. Näitä ovat Eryt (punasolujen määrä), Hemoglobiini Hb, Hematokriitti l. Hkr, punasoluindeksi ja Leuk (valkosolujen määrä ja laatu).

*PCV* (eli *Packed Cell Volume*) on solujen prosentuaalinen jakauma verinäytteessä. Indeksiä käytetään määrittäessä nestehukkaa ja anemiaa. Optimaalinen lukema on 40 % tietämällä. Lukemat, jotka jäävät alle 35 % tai toisaalta yli 45 % aiheuttavat ongelmia hevoselle. Arvo nousee hevosen kunnan kohotessa. (Mc Gregor Veterinary Clinic, 2010.)

Punasolujen määrä veressä laskee yleensä kolmesta eri syystä. Näitä ovat verenhukka, lisääntynyt punasolujen tuhoutuminen ja vähentynyt punasolujen tuotanto. Kohonneita punasoluarvoja levossa otetuissa verinäytteissä voi esiintyä kuivumisen (nestehukan) yhteydessä, mm. voimakkaan hikoilemisen jälkeen. Kohonneet lepoarvot ovat kuitenkin harvinaisempia. Rasitusarvot voivat joskus kohota hyvinkin voimakkaasti. Tällöin "sakea" punasolumassa vaikeuttaa lihasten hapensaantia hidastamalla verenkiertoa kapillaariverisuonissa. Tämä johtuu yleensä ylitreenauksesta ja se johtaa hevosen alentuneeseen suorituskykyyn kilpailuissa. Yleisesti on kuitenkin muistettava, että alentunut punasolujen lukumäärä merkitsee aina huonontunutta hapenkuljetusta elimistössä. (Mc Gregor Veterinary Clinic, 2010.)



*Hemoglobiini* on punasoluissa oleva valkuaisaine, joka kuljettaa (sitoo itseensä) happea ja hiilidioksidia. Hemoglobiinimääritystä käytetään erityisesti anemioita todettaessa tai luokiteltaessa. Anemian yhteydessä voi olla kysymyksessä joko kiertävän punasolumassan tai hemoglobiinipitoisuuden vähenemisestä. Syitä hemoglobiinin alenemiseen voivat olla: pitkittynyt krooninen tulehdus, ravinnon puutteellisuus, heikentynyt imeytyminen, verenhukka, sisäloiset (madot) ja ylirasittuminen (liian rankka valmennus) (Palolahti. 2008, 32-33.). Ainoa, mikä saa hemoglobiinin nousemaan, on fyysinen rasitus. Treenauksen tähtäin on aiheuttaa stressiä elimistölle, jotta luuydin muodostaisi enemmän punasoluja ja hemoglobiinia. (Mc Gregor Veterinary Clinic, 2010.)

*Hematokriitti* tarkoittaa punasolujen tilavuusosaa kokoverestä. Hematokriitti on yksi yleisimmin käytetty punasolujen mitta. Hemoglobiinin, hematokriitin ja punasolujen määrät kohoavat valmennuksen aikana (Palolahti. 2008. 32-33.). Lepotilassa hevosen punasolujen tilavuusosuus on noin 32–46 % ja rasituksen jälkeen 70 % verimäärästä (Kinnunen. 2003, 22).

*Punasoluindeksit* lasketaan hemoglobiinin, punasolujen määrän ja hematokriitin avulla. Punasoluindeksien määrittämiseen käytetään solulaskimia. Näiden indeksien avulla saadaan tietoa anemioista, niiden laadusta ja syistä. Mahdollisia syitä voivat olla mm. raudan puute, valkuaisen puute tai hivenaineiden puute (Palolahti. 2008, 32-33). Tärkeitä lyhenteitä ovat MCH, joka tarkoittaa yhden punasolun hemoglobiinipitoisuutta. MCHC on hemoglobiinin määrä yhdessä litrassa punasoluja, normaali vaihteluväli 35-39 g/l. MCV tarkoittaa punasolun keskimääräistä tilavuutta (kokoa). (Mc Gregor Veterinary Clinic, 2010.)

Punasolun koon ollessa suuri, kertoo se anemiasta, joka todennäköisesti johtuu verenhukasta, B6:n, B12:sta, foolihapon tai niasiinin puutteesta tai siitä ettei hevosen elimistö pysty valmistamaan näitä vitamiineja. Jos punasolun koko on pieni, johtuu anemia yleensä raudan tai kuparin puutteesta. (Mc Gregor Veterinary Clinic, 2010.). Toisaalta lukema kertoo myös luuytimen toiminnan tehokkuudesta ja sen kyvystä muodostaa punasoluja. Lukemat voivat vaihdella 43–50 fl välillä. Paras ja optimaalinen lukema kilpailevalle hevoselle on 48. Lukema 45 fl kertoo siitä, että hevonen alkaa menettää kuntoaan ja laiturilla olevilla hevosilla lukema on yleensä 43. (Mc Gregor Veterinary Clinic, 2010.)

*Valkosolut* ovat elimistön puolustusjärjestelmään kuuluvia verisoluja. Valkosolujen määrän väheneminen viittaa luuydinvaurioon tai virusinfektioon (influenssa). Valkosolujen lisääntynyt määrä verinäytteessä puolestaan voi johtua mm. fyysisestä rasituksesta, lääkaineista (adrenaliini, kortisoni), tulehdustiloista (bakteerein ja vammojen aiheuttamat tulehdukset) ja kasvainsairauksista (esim. leukemia eli verisyöpä). Normaalilukema hevosen valkosoluille on 6000-10 000 solua/ml verta. (Pallolahti. 2008, 32-33.)

*Diffissä eli valkosolujen erittelylaskennassa* erotellaan valkosoluja yleensä viittä eri lajia. *Neutrofiilit* vastaavat nopeasti ärsytykseen, jopa alle neljässä tunnissa tartunnasta. Ne vastaavat kemialliseen ärsytykseen elimistössä. Neutrofiileja on yleensä noin 60 % koko valkosolumäärästä (3500-6000 kpl/ml). Infektioissa määrä voi äkillisesti kasvaa jopa 40 000. (Mc Gregor Veterinary Clinic, 2010.)

*Lymfosyytit* kantavat mukanaan immuunipuolustuksen proteiineja ja vastaavat vastaaineiden tuotannosta. Lymfosyytit ovat pitkäikäisiä ja ovat lymfaattisen puolustusjärjestelmän tärkeimpiä soluja. Lymfosyytit vähenevät jatkuvan stressin myötä (vammat, matkustaminen, hermostuttavat tilanteet, ylipäätös). Vastaavasti määrää lisäävät syövät, krooniset infektiot ja eräät virussairaudet. (Mc Gregor Veterinary Clinic, 2010.)

*Eosinofiilien* määrä kasvaa allergisissa reaktioissa kuten allergisissa bronkiiteissa ja ärtyneen suoliston syndroomissa. Länsi-Australiassa tavataan kohonneita lukuja hevosilla kesäaikaan johtuen suuresta määrästä pölyä ilmassa. (Mc Gregor Veterinary Clinic, 2010.)

*Monosyytit* ovat ns. "siivoajasoluja", jotka hävittävät vahingoittuneen kudoksen sairauden tai infektion jälkeen. Ne ovat merkki paranemisesta ja niitä näkee erityisesti kroonisissa vuotoissa ja suolistohaavojen yhteydessä. (Mc Gregor Veterinary Clinic, 2010.)

*Basofiilit granulosyytit* erittävät allergisissa reaktioissa mm. histamiinia ja hepariinia (Sjaastad ym. 2004, 294-295.).

*Neutrofiilien ja lymfosyyttien suhdetta* on käytetty jo vuosia hevosen terveydentilan seurantaan. Normaalisti neutrofiilien ja lymfosyyttien suhde on 60:40. Jos suhdeluku on vastakkainen (40:60) on kyseessä jonkinlainen akuutti stressi tai sairaustila, jonka yleensä aiheuttaa virus, kiputila, lihasongelma (tying up) tai matkustaminen. Jos suhdeluku muuttuu 70:30 tai 80:20 on se merkki kroonisesta stressistä, joka vaikuttaa suorituskykyyn. Yleisesti ottaen, jos suhdeluku on suurempi kuin 3:1 (75:25) hevonen ei voi hyvin, eikä yleensä parane ilman kilpailutaukoa, lepoa ja hoitoa. Sitkeä krooninen stressitila aiheuttaa sen, että lymfosyytit eivät uudistu hoidon myötä ja hevonen ei saavuta kykyjään vastaavaa tasoa. (Mc Gregor Veterinary Clinic, 2010.)

*Fibrinogeeni* on veren akuuttifaasiproteiini, eli valkuaisaine, jonka määrä nousee nopeasti jo vuorokauden kuluessa tulehduksen alkamisesta. Tällöin voi vielä valkosolujen arvot olla normaalilla tasolla, joten fibrinogeenimääritys antaa nopeamman määrittelyn tulehduksesta. Fibrinogeenin määrä vastaavasti laskee myös nopeasti tulehduksen parannuttua. Fibrinogeenimääritys on tärkein määrittely hevosten bakteeritulehdusten toteamisessa ja seurannassa. (Palolahti. 2008, 34.)

*Seerumin amyloidi A* on hevosen akuutin faasin proteiini, joka reagoi nopeasti tulehdukseen. Terveellä eläimellä tämän proteiinin pitoisuus on erittäin alhainen. Kudosvaurion seurauksena sen pitoisuus kuitenkin nousee nopeasti ja voimakkaasti. Se alkaa nousta jo 2-4 tunnin kuluttua vauriosta ja saavuttaa huippunsa 1-2 vuorokaudessa. Vaurion tai tulehduksen mentyä ohi, laskee seerumin amyloidi A pitoisuus jo vuorokauden kuluessa. Ravitsemustila, rasitus, käsittely tai stressi eivät vaikuta SAA-arvoihin. Bakteeri-infektioiden on todettu aiheuttavan voimakkaan seerumin SAA-nousun, virusinfektioissa nousu on vain vähäistä tai kohtalaista. Jos pitoisuudet ovat matalia, ei eläin ole sairastunut, vaikka se olisi ollut tekemisissä herpesvirusta tai pääntautia sairastavan eläimen kanssa. SAA-mittaukset ovat erittäin käyttökelpoisia ennaltaehkäisevässä työssä valmennusta ajatellen. Saatuaan tiedon piilevästä tulehduksesta valmentaja voi säätää valmennuksen tason hevoselle sopivaksi ja olla yllärasittamatta sitä. SAA-mittauksen ja fibrinogeenin yhteismäärityksellä saadaan kuva siitä onko hevosella akuutti tulehdustila (korkea SAA, matala fibrinogeeni), onko tulehdus jo paranemassa (matala SAA, korkea fibrinogeeni) vai onko tulehdus piilevä. Lisäksi määritykset osoittavat sen milloin treenaus voidaan aloittaa tulehduksen jälkeen. (VetLab. 2008, liite 1)

#### 4.5 Laaja verenkuvaa (Iso verenkuvaa)

Laajassa verikuvamäärityksessä määritetään pienen verenkuvan määritysten lisäksi veren seerumista määritettäviä arvoja ja mm. sisäloisten munien määrää. Seerumista määritettäviä arvoja ovat:

*Alaniiniaminotransferaasi, S-ALAT:* ALAT on proteiini, joka kuuluu ryhmään entsyymejä, jotka katalysoivat aminohapporeaktioita. Entsyymien määrä veressä nousee virusperäisissä hepatiiteissa ja maksan muissa sairauksissa yleensä jo ennen kliinisten oireiden ilmaantumista. (ALAT on yksinomaan maksassa esiintyvä entsyymi. Määritystä käytetään siis maksasairauksien toteamiseen.) Viitearvo hevosella <45 U/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Albumiini, S-Alb:* On yleisin veriplasmassa esiintyvä proteiini. Sen määrä kattaa noin puolet plasmaproteiineista. Sen tärkein tehtävä on säädellä kolloidiosmoottista tasapainoa ja näin ollen myös nestetasapainoa. Albumiinin tehtävä on myös kuljettaa eri komponentteja veriplasmassa. Kohonnut albumiinitaso viittaa akuuttiin nestehukkaan. Alentuneita arvoja tavataan mm. tulehduksissa, maksan, suoliston ja munuaisten sairauksissa ja ödeemassa. Määritystä käytetään erityisesti arvioitaessa nestetasapainoa ja maksan ja munuaisten toiminnan tutkimisessa. Viitearvo hevosella 26-42 g/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Alkalinen fosfataasi, S-AFOS:* Alkaalista fosfataasia on lähes kaikissa elimistön kudoksissa. Erityisesti sitä tavataan suoliston epiteelisoluissa, tubulussoluissa, luuston osteoblasteissa, maksassa ja istukassa. Voimakas nousu tapahtuu usein sappitietukoksissa. Määritystä käytetään yleensä maksan ja luuston sairauksien diagnostiikassa. Viitearvo hevosella 75-248 U/l, alle 2-vuotiaalla 140-360 U/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Aspartaattiaminotransferaasi, S-ASAT:* Aspartaattiaminotransferaasi on entsyymi, joka katalysoi ketohappojen muuntamista aminohapoiksi. Arvo kohoaa virusperäisissä hepatiiteissa ja muissa maksaperäisissä sairauksissa, usein jo ennen oireiden ilmaantumista. Kohonnut ASAT-arvo on usein peräisin sydän- tai luurankolihasvaurioista. Se kohoaa hitaasti usean päivän aikana ja laskee myös vastaavasti hitaasti. Hevosella seurataan erityisesti epäiltäessä lihasvaurioita kuten esim. tying-up – ilmiötä eli lannehalvauksen vaaraa. Viitearvo hevosella 200-660 U/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Bilirubiini, S-Bil:* Bilirubiinista 85% on peräisin hemoglobiinin hemiosasta, joka vapautuu vanhenevien punasolujen tuhoamisesta maksassa, pernassa ja luuytimessä. Määrittystä käytetään hemolyyttisten sairauksien todentamisessa ja maksasairauksien yhteydessä. Viitearvo hevosella 5,0 - 43,0  $\mu\text{mol/l}$ . (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Bilirubiini konjugoitunut, S-Bil-Kj:* Maksan toimintahäiriöissä bilirubiinin totaalimäärä kohoaa konjugoituneen bilirubiinin osuuden jäädessä normaalitasolle. Määrittystä käytetään siis maksasairauksien yhteydessä ja sitä verrataan bilirubiinin totaalimäärään (ks. yllä). Viitearvo hevosella 3,0 - 10,0  $\mu\text{mol/l}$  (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Fosfaatti, S-Pi:* Epäorgaaninen fosfaatti on yksi luuston mineraalien pääkomponentti. Seerumin fosforista n. 10 % on sitoutuneena proteiineihin, 35 % kopleksoituneena epäorgaanisiin ioneihin ja loput vapaana fosfaatti-ioneina. Hyperfosfatemia eli fosfaatin liikamäärä on yleensä yhteydessä munuaisvaurioon. Määrittystä käytetään siis hypo- ja hyperfosfatemian tutkimisessa. Viitearvo hevosella 0,77 – 1,55  $\text{mmol/l}$ . (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Glutamyyli transferaasi, S-GT:* On pääosin peräisin maksasta. Glutamyyli transferaasi taso kohoaa mm. maksasairauksien ja sappitietukosten yhteydessä. Jotkin lääkkeaineet (esim. fenobarbitaali) voivat kohottaa glutamyyli transferaasitasoa. Määrittystä käytetään maksasairauksien yhteydessä. Viitearvo hevosella 10 – 70 U/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Kalium, S-K:* Kaliumin määrää plasmassa säädellään solujen natrium-kalium pumpujen avulla. Kaliumia saadaan ravinnosta ja sitä poistuu virtsan mukana elimistöstä. Kaliumin nousu todetaan yleensä Addisonin taudin yhteydessä. Määrittettä käytetään arvioitaessa nestetasapainoa. Viitearvo hevosella 3,0 – 4,9  $\text{mmol/l}$ . (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Kalsium, S-Ca:* Kalsiumia löytyy luustosta, pienissä määrin pehmytkudoksista ja ekstraseellulaarisista nesteistä. Puolet kalsiumin määrästä on vapaata, loput proteiineihin ja muihin komplekseihin sitoutuneena. Seerumin vapaan kalsiumin tason lasku kohottaa neuromuskulaarista herkkyyttä. Kalsiumilla on tärkeä tehtävä lihassupistuksissa ja välittäjänä entsyymiaktiivisuudessa sekä hormonien erityksessä. Kalsiumtaso voi laskea magnesiumin ja D-vitamiinin puutoksessa tai akuutissa pankreatiitissa. Määrittystä käytetään hypo- ja hyperkalsemian toteamiseen. Viitearvo hevosella 2,60 – 3,40  $\text{mmol/l}$ . (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Kloridi, S-Cl:* Kloridilla on keskeinen rooli elimistön nestetasapainon säätelyssä. Mm. ripuli, hukkaantuminen virtsaan sekä Addisonin tauti voivat aiheuttaa alentuneita pitoisuuksia. Korkeita arvoja saadaan mm. kuivumisen seurauksena, veden puutteessa sekä liiallisen NaCl –saannin yhteydessä. Yleensä kloriditaso seuraa seerumin Na -tasoa. Seerumin kloriditaso voi olla matala esim. ketoasidoosissa, maitohapposidoosissa ja munuaisvian yhteydessä. Määritystä käytetään nestetasapainon arvioinnissa. Viitearvo hevosella 96 – 105 mmol/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Kreatiinikinaasi, S-CK:* Kreatiinikinaasiaktiivisuus on suurinta poikkijuovaisessa lihaksessa, aivoissa ja sydänlihaksessa. Myös palleassa ja prostatassa esiintyy vähäistä aktiivisuutta. CK kohoaa monissa luurankoli hasten, sydämen, keskushermoston ja kilpirauhaseen liittyvissä sairauksissa. Se kohoaa hyvinkin nopeasti akuutin lihasvaurion yhteydessä patologiselle tasolle asti ja laskee vastaavasti nopeasti vaurion korjautuessa. Määritystä käytetään siis eniten lihassairauksien diagnostiikassa. Viitearvot hevosella 53 – 380 U/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Kreatiniini, S-Krea:* Kreatiinia muodostuu munuaisessa, maksassa ja haimassa. Se kulkeutuu verenkierron mukana mm. lihaksistoon ja aivoihin. N. 1 – 2 % lihasten kreatiinista muuntuu päivittäin sellaiseen muotoon, joka poistuu munuaisten läpi virtsaan. Kreatiniinivot nousevat korkeiksi sekä akuutissa, että kroonisessa munuaisten vajaatoiminnassa. Määritettä käytetään siis erityisesti munuaisia tutkittaessa. Viitearvot hevosella 76 – 152 µmol/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Laktaattihydrogenaasi, S-LDH:* On sytoplasmisen entsyymi (solunsisäinen entsyymi), joka löytyy lähes kaikista kudoksista. Vuoto plasmaan voi johtua jo pienestäkin kudovauriosta. Entsyymiaktiivisuus on korkeimmillaan maksassa, sydänlihaksessa, luurankoli hastessa ja munuaisissa. Sairaudet em. elimissä nostavat LDH pitoisuutta. Se voi nousta myös hemolyttisissä sairauksissa. Viitearvot hevosella 171 – 474 U/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Magnesium, S-Mg:* Yli puolet elimistön magnesiumista sijaitsee luustossa. Loput sijaitsevat solunsisäisissä tiloissa, joissa se toimii tärkeänä kationina. Soluissa magnesium on sitoutunut proteiineihin ja molekyyli eihin. Magnesium toimii elimistön entsyymintuotannossa ja proteiinisynteesissä. Puutostila on hyvin yleinen ja se voi johtua mm. ripulista. Määritystä käytetään yleisen magnesiumtason selvittämiseen. Viitearvot hevosella 0,65 – 0,93 mmol/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Natrium, S-Na:* Natrium on elimistön tärkein solunulkoisen kationi. Se on keskeinen elimistön nestetasapainon säätelijä. Hypernatremia voi johtua mm. ripulin aiheuttamasta nestehukasta, vedenpuutteesta tai liiallisesta Na-saannista. Hyponatremia (natriumin puute) voi johtua Addisonin taudista tai natriumhukasta ripuliin tai virtsaan. Määrittystä käytetään nestetasapainon arvioinnissa. Viitearvot hevosella 134–146 mmol/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Proteiini, S-Prot:* Seerumin tärkeimmät proteiinit ovat albumiini ja globuliinit. Hypoproteinemian syynä voivat olla puutteellinen proteiinien saanti ravinnosta, puutteellinen proteiinien tuotanto tai imeytymishäiriöt. Tämä yleensä johtuu albumiinin määrän alenemisesta. Hyperglobulineamiassa (globuliinin liikatuotanto) totaaliproteiinitaso voi pysyä edelleen viitealueella, mutta nousee usein kroonisissa infektioiden kuten leishmaniaasissa sekä joissakin kasvaintaudeissa kuten lymfoomassa ja multippelissa myeloomassa. Määrittystä käytetään eniten nestetasapainon seurantaan. Viitearvot hevosella 57 – 73 g/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Rauta, S-Fe:* Seerumin rauta on pääosin hemoglobiiniin sitoutuneena. Suurin osa elimistön raudasta on sitoutuneena ferritiiniin, jota löytyy melkein kaikista kudoksista. Maksassa ja luuytimessä ferritiini toimii rautavaraston ylläpitäjänä, josta tarvittaessa muodostetaan hemoglobiinia. Yleisin syy rautatason laskuun on akuutti virusinfektio. Rautataso laskee kroonisten sairauksien ja tulehdusten yhteydessä. Määrittystä käytetään yleensä anemioita diagnosoidessa. Viitearvot hevosella 23,0 – 54,0 µmol/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

*Urea, S-Urea:* On maksassa muodostuva proteiiniaineenvaihdunnan lopputuote. Munuaisten sairaudet aiheuttavat seerumin ureapitoisuuden nousua. Vakava maksavika voi laskea urea-arvoa. Määrittystä käytetään munuaisten toiminnan tutkimiseen. Viitearvot hevosella 3,4 – 7,6 mmol/l. (Eläinlaboratorio Vetlab. 2008, 11-19.)

## 5 VALMENNUKSEN VAIKUTUKSET VEREEN

Verikokeista voidaan nähdä monenlaisia ongelmia, mutta pienten muutosten liian jyrkkä tulkitseminen voi antaa virheellistä tietoa hevosen terveydentilasta. Tämän takia veren tutkimisen lisäksi täytyy ottaa huomioon muut seikat ja tutkia hevonen suorituskykyyn vaikuttavien seikkojen osalta. Verikokeita otettaessa (kuva 6) hevosen tulisi olla mahdollisimman rauhallinen, sillä kiihtyessään hevosen elimistö vapauttaa vereen monia aineita, jolloin lepoveriarvot vääristyvät. Veren koostumukseen vaikuttavat myös vuorokauden aika ja esimerkiksi hevosen ruokinnallinen tila. (Rose 2003, 230, 232-233.)



KUVA 4. Hevoselta otetaan verinäytettä. Valokuva Sanna Kovalaisen kuva-arkisto.

Hevosen verestä 40% on solu-elementtejä ja loppuosa on vettä, elektrolyyttejä ja pieniä pitoisuuksia erilaisia biokemiallisia osatekijöitä. Veren kokonaismäärään vaikuttaa hevosen kunto eli miten paljon hevosta on treenattu. Verimäärä on hevosella vähintään 50-60 l. Verikoenäytteitä otettaessa on otettava huomioon, että esimerkiksi kaulasuonesta otettu näyte edustaa vain pientä osaa koko suuresta verimäärästä, mikä taas voi vääristää verestä tehtävää diagnoosia. (Rose 2003, 238-239.)

Fyysinen rasitus tai jännitystila saa aikaan sen, että sympaattinen hermosto lisää kiertävän adrenaliinin määrää. Tämä taas aiheuttaa pernan supistumisen, jolloin siellä varastossa olevat punasolut vapautuvat. (Marlin & Nankervis 2002, 122.) Fyysinen rasitus tai jännitystila saa aikaan myös leukosyyttien vapautumisen verenkiertoon. Erytrosyyttien määrän lisääntymisen avulla hapen kuljetus lihakseen on tehokkaam-



pa. Hyypän (2011) mukaan erytrosyyttien määrä voi kasvaa jopa yli 50 %:lla lepoarvoihin verrattuna. Tällaisia lukemia saadaan kuitenkin vain ottamalla verinäyte välittömästi nopean työskentelyn jälkeen. Erytrosyyttien määrä nousee progressiivisesti vauhdin kasvaessa, kunnes saavutetaan  $\frac{3}{4}$ -vauhti ( three quarter pace ) maksimivauhtiin verrattuna. Lepotasolle veriarvot palaavat noin kahden tunnin kuluttuessa suorituksesta. Leukosyyttien määrä ja jakauma voi kuitenkin vaihdella pitkin vuorokautta. Treenaminen kasvattaa kiertävien erytrosyyttien määrää, mutta koska yleensä myös veren kokonaismäärä kasvaa tällöin, ei verikokeissa pystytä näkemään erytrosyyttien määrän lisääntymistä. Tästä johtuen verinäytteiden avulla ei pystytä sanomaan milloin hevonen on huippukunnossa. Lepoverinäyte ei myöskään kerro hevosen fyysisestä suorituskyvystä, eikä sen perusteella voida suunnitella treeniohjelmaa. (Rose 2003, 239-240.)

Hevosen punasoluvärsästä noin 1/3 on varastoituneena pernaan, josta ne adrenaliinin vaikutuksesta vapautuvat. Hematokriitti veressä nousee lepoarvoista 0,30–0,40 l/l aina 0,60–0,70 l/l maksimaalisessa rasituksessa. Samalla myös veren viskositeettipitoisuus kasvaa, jolloin veren pumppaaminen muuttuu myös sydämelle raskaaksi. Veren hemoglobiinipitoisuus kasvaa myös samalla 150 g/l noin 220g/l. Koko punasoluvärsän tyhjentämiseen verenkiertoon menee noin 20 sekuntia, kun harjoituksen intensiteetti on kova. Myös plasman määrä saatiin kasvamaan 29,1 % 14 päivän juoksumattoharjoittelun avulla, jossa harjoitukset olivat kävelyvauhtisia ( 1,6 m/s). 90 % muutoksista tapahtui ensimmäisellä viikolla ja harjoittelun vaikutukset pysyivät kuusi viikkoa harjoittelujakson jälkeen. Parhaiten plasman määrää kasvattaa matala tempoinen rasitus. Plasma määrä on noin 50–60 ml/kg lämminverisillä hevosilla, kun taas täysiverisillä se on yleensä noin 75 ml/kg. (Marlin & Nankervis 2002, 122, 124-125.)

Valmennus voi aiheuttaa hevosen veriarvoihin monenlaisia muutoksia. Jotta merkittävät muutokset osataan erottaa merkityksettömistä, tulisi verinäytteitä ottaa säännöllisesti. Näin voidaan arvioida hevosen veriarvoja yksilöllisesti, sillä jopa saman ro-dunkin välillä yksilöiden veriarvoissa on jonkin verran eroavaisuuksia. Liikunnan aiheuttama hikoilu nostaa helposti esimerkiksi plasman proteiinien määrää, johtuen harjoituksen jälkeisestä nestevajauksesta. Myös lihasvaurioiden merkkiaineet saattavat olla koholla valmennuksen vaikutuksesta. Lihasvaurioiden merkkiaineet käyttäytyvät kaikki hieman erilailla. Kreatiinikinaasi (CK) arvot nousevat välittömästi vaurion tapahduttua, kun taas aspartaattiaminotransferaasin (AST) nousu huippuunsa vaurion tapahduttua voi kestää jopa 24 tuntia. CK:n ja AST:n kohdalla edellä mainittu

myös laskee 3-5 päivässä, kun taas AST voi olla koholla jopa kolme viikkoa. (Rose 2003, 241-242.)

Pia Funkquist on koonnut väitöskirjassaan muutamia tutkimuksia, joissa hän on ollut mukana, koskien harjoittelun fysiologisia vaikutuksia veren kokonaismäärään lämminverisillä ravihevosilla. Tutkimuksissa on vertailtu hevosia, joiden punasolujen määrä on normaali (NV = normovolemia) ja hevosia, joilla punasolujen määrä veressä on normaalia suurempi (RCHV = red cell hypervolemia). Funkquist viittaa väitöskirjassaan Perssonin vuonna 1967 tekemään tutkimukseen, jonka mukaan RCHV ja alentunut suorituskyky liittyvät usein toisiinsa. Funkquist viittaa myös omaan vuonna 1995 tehtyyn tutkimukseensa ja Perssonin 1985 tehtyyn tutkimukseen, jonka mukaan RCHV-hevosilla esiintyy muita useammin rasitusperäistä keuhkoverenvuotoa (EIPH), aiheuttaen nenäverenvuotoa. Väitöskirjassa viitataan myös tutkimuksiin jonka mukaan RCHV-hevosilla on tehty löydöksiä muun muassa kroonisesta keuhkohtaumataudista (COPD) (Persson ja Lindberg 1991; Nyman et. al. 1999) ja löydöksiä EKG:ssä, jotka viittaavat sydänperäisiin sairauksiin (Persson ja Forsberg 1987). RCHV:tä esiintyy kuitenkin myös ilman mitään levossa havaittavia kliinisiä sairauksiakin. (Funkquist 1999, 10.)

RCHV-hevosilla veren kokonaismäärä ja hematokriitti todettiin olevan NV-hevosia korkeammalla. Tästä johtuen keuhkoissa ja systeemisessä verenkierrossa vastus on suurempi ja verenpaine korkeampi RCHV-hevosilla. Hematokriitti myös nousi enemmän RCHV-hevosilla rasituksen aikana. Harjoituksen aikaista hypoksemiaa (veren vähähappisuus) ja hyperkapniaa (veren normaalia suurempi hiilidioksidin määrä) esiintyy sekä NV-, että RCHV-hevosilla, mutta jälkimmäisillä muutokset ovat merkittävämpiä. Ero johtuu luultavasti lisääntyneestä harjoituksen aikaisesta epätasapainosta ilmanvaihdossa ja veren virtauksessa keuhkoissa. Verta vähentämällä (flebotomia) 22 % saatiin RCHV-hevosten verenmäärä ja hematokriitti samalle tasolle kuin NV-hevosilla. Flebotomian avulla saatiin myös keuhkojen ja systeemisen verenkierron vastus pienemmäksi ja verenpaine laski. Sydämen pumppausteho ei kuitenkaan pienentynyt, vaan paineen pienenemisen aiheutti veren oheneminen. Flebotomia huononsi lihasten hapensaantia harjoituksen loppuvaiheessa lähellä väsymispistettä ja väsymispiste saavutettiin nopeammin. Hapen kuljetuskapasiteetti huononi RCHV-hevosilla noin 8 % flebotomian seurauksena väsymykseen asti jatkuneessa työssä. (Funkquist 1999, 4, 23-24.)

## 6 HEVOSILLE TEHTÄVIÄ VERIMÄÄRITYKSIÄ

Veri- ja lihasarvoja seuraamalla valmentaja saa hyödyllistä tietoa valmennuksen- ja ruokinnansuunnittelun avuksi. Hevosista otettavat verinäytteet lähetetään tutkittaviksi laboratorioihin, jotka tekevät hevosten verikoemäärityksiä. Tällaisia yksityisiä laboratorioita ovat esimerkiksi Vetlab Oy ja Movet Oy. (Movet Oy, 2011.)

Verinäytteen oton suorittaa eläinlääkäri tai tallihenkilökunta. Movet Oy:n suositusten mukaan verinäyte tulisi ottaa vakuumitäyteputkeen, joita on neljää erilaista. Verinäyteputken tyyppi valitaan sillä perusteella mitä määrityksiä verestä halutaan. Putkia ja muita verinäytteenottoon tarvittavia välineitä saa ilmaiseksi esimerkiksi Movet Oy:ltä. Näyte lähetetään vastauslähetyslaatikossa, jonka mukaan liitetään paperi, josta ilmenevät tarvittavat tiedot. Näitä ovat lähettäjä, hevosen nimi ja mitä tutkimuksia verestä halutaan tehtävän. Lähetelomake löytyy Movet Oy:n internet-sivuilta. Mikäli verinäytteet lähetetään postitse Movet Oy:lle, laatikon mukana lähtevän paperin voi korvata myös sähköisellä läheteellä/tutkimuspyynnöllä. (Movet Oy, 2011.)

Verinäytteet voi myös tuoda laboratorioon lähettämisen sijasta. Verinäytteiden analysoinnin hinnat vaihtelevat yritysten mukaan, mutta esimerkiksi perusveren kuvan eli pienen veren kuvan (PVK) määrittäminen maksaa Movet Oy:llä 14 € (23 % alv.) ja anemiapaketin (sisältää: rauta, TIBC (kokonaisraudansitomiskyky), LDH, proteiini (kokonaisproteiini), punasolut, hematokriitti, hemoglobiini) hinta on 31€ (23 % alv.). (Movet Oy, 2011.)

## 7 VERINÄYTTEENOTTOON PERUSTUVAT KUNTOTESTIT KILPAHEVOSILLA

Yleisen habituksen seurannan lisäksi tarkempaa selvyyttä hevosen kunnosta saadaan verenkuvasta tai verinäytteenottoon perustuvista kuntotesteistä. Juoksumattotesti on vakiinnuttanut paikkansa tieteellisenä tutkimusmenetelmänä, vaikkakin yleistä testiä pelkästään ravihevosille kohdennettuna ei ole vakioitu. Ravihevosen testausta juoksumatolla on esitelty hevosvalmennusfysiologian kongresseissa mm. Upsalassa 1990 ja Queenslandissä 1994. Juoksumattotestin etuna on se, että varustamalla hevonen hengitysanalysointorilla, pystytään saamaan enemmän informaatiota ja pystytään määrittämään melko tarkasti aerobinen kynnyksialue. (Palolahti. 2008, 32; Lindner. 2010, 2038–2043.)

Ravihevosille on kehitelty Suomessa pitkällisen testaustyön tuloksena ratatestausmenetelmä, joka perustuu myös verinäytteenottoon suorituksen aikana ja se on kehitetty erityisesti raviradoilla suoritettavaksi. Vastaavaa ratatestausmallia on käytetty myös ulkomailla laukkahevosten parissa. (Palolahti. 2008, 32; Lindner. 2010, 2038–2043.)

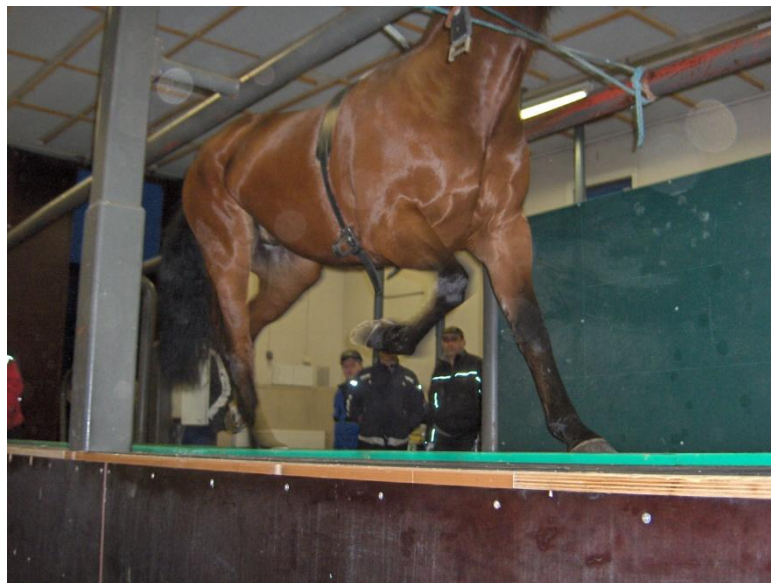
### 7.1 Juoksumattotestaus

Ravihevosen kuntoa voidaan testata juoksumatolla kuten ihmisurheilijankin kuntoa (kuva 4). Juoksumattotestejä on Suomessa mahdollista suorittaa Suomessa Ypäjällä MTT:n hevostutkimuksen testausasemalla, Kiuruvedellä Ylä-Savon Ammattiopistolla sekä Helsingin Yliopistollisessa hevossairaalassa Viikissä. Millään näistä testauspaikoista ei ole käytettävissä hengitysanalysointoria, jolla voitaisiin mitata hengitystä suorituksen aikana. (Palolahti. 2008, 38; Hyyppä Seppo 2011.)



KUVA 5. Juoksumattotesti Suomen Hippoksen järjestämässä Ravivalmennuksen B-koulussa. Valokuva Riikka Kosonen 2009.

Juoksumattotesti aloitetaan käynnillä, jonka jälkeen hevonen vähitellen siirtyy raviin maton nopeuden määräämällä vauhdilla. Hevosen sykettä seurataan koko suorituksen ajan sykemittarin avulla. Juoksu-nopeudet matolla ovat suomenhevosilla 5, 6, 7, ja 8 m/s sekä lämminverisille 6, 7, 8, ja 9 m/s. Hevonen ravaa kullakin nopeudella kahden minuutin ajan, jonka lopussa siitä otetaan suoneen sijoitetusta kestokanyylisistä verinäyte laktaattitason mittausta varten ja katsotaan sykemittarista sydämen syke (kuva 5). Ennen testin suorittamista hevoselta otetaan myös lepoarvot ja testin jälkeen seurataan vielä laktaatin poistumista verestä. (Palolahti. 2008, 38; Hyyppä Seppe 2011.)



KUVA 6. Hevonen juoksee juoksumatolla. Valokuva Riikka Kosonen 2009.

Testissä määritetään rasiustasot, jolla saavutetaan veren laktaattipitoisuudet 2 mmol ja 4 mmol/l. Rasiustasot voidaan ilmoittaa joko sykkeenä tai nopeutena. PLa4-arvo tarkoittaa syketasoa, jossa maitohapon määrä nousee 4 mmol/l verta. VLa4-arvo tarkoittaa puolestaan nopeutta, jolla saavutetaan veren maitohappopitoisuus 4 mmol/l. Tätä 4 mmol rajaa kutsutaan anaerobiseksi kynnykseksi. Tällöin hevosen tekemä työ muuttuu happivelkaiseksi, kun sen veren laktaattipitoisuus saavuttaa 4 mmol. 2 mmol rajaa kutsutaan aerobiseksi kynnykseksi, eli siihen rajaan asti hevonen kykenee tuottamaan kaiken energian hapen avulla. Näiden arvojen lisäksi testissä määritetään V200 –arvo, joka tarkoittaa nopeutta, jonka aikana hevosen syke kohoaa 200/min. Nämä kaikki arvot kertovat hevosen suorituksen laadusta, ja niitä voidaan muuttaa ja parantaa harjoittelemalla. (Palolahti. 2008, 38; Hyyppä Seppo 2011.)

Juoksumattotestissä saatuja arvoja voidaan soveltaa käytännön valmennustyöhön, sillä testissä saadut kynnyksalueet kertovat rajat eri harjoitustasoille: Peruskestävyys tarkoittaa tasoa, jossa aerobinen kynnyks on maitohappotasolla 2 mmol/l. Vauhtikestävyys, jossa anaerobinen kynnyks on maitohappotasolla 4 mmol/l. Maksimaalinen kestävyys on taso jolla hapenkulutus on maksimaalista. Rasiusta, jossa hapenkulutus nousee maksimiin, ei pystytä mittaamaan tarkasti ilman hengitysanalyysilaitteita. Tämän vuoksi rata- ja juoksumattotesteissä kynnyksarvona käytetään usein maitohappotasoa 8 mmol/l. Valmentajalle kaikkein hyödyllisintä on tietää millä sykkeellä nämä kynnyksalueet saavutetaan, jotta valmennusohjelma voidaan tehdä hevosta kehittäväksi ja jotta hevosta ei turhaan yllirasioteta. (Palolahti. 2008, 38; Hyyppä Seppo 2011.)

## 7.2 Ratatestaus

Ratatestaus on sovellettu testaustapa juoksumattotestistä ravi- ja laukkaradoille. Ratatestimalleja on kehitelty ja tutkittu useissa maissa mm. Tšekkoslovakiassa, Ranskassa ja Ruotsissa. Ongelmana on ollut kuitenkin testin soveltaminen käytännön valmennustyöhön, kunnes suomalainen tutkijaryhmä kehitti testin, joka on sittemmin otettu useassa ravimaassa käyttöön ja soveltuu parhaiten ravurin kunnan määrittämiseen. (Palolahti. 2008, 38; Lindner. 2010, 2038–2043.)

Ratatestaus suoritetaan 1000 metrin radalla. Testin aikana hevonen ravaa tai laukkaa 1000 metrin matkan (yhden kierroksen) eri sykealueilla. Testissä käytetään siis koko ajan sykemittaria sykkeen seurantaan. Kierrosaika kellotetaan ja jokaisen kierroksen jälkeen hevosesta otetaan verinäyte laktaattitason mittausta varten. Ratatestissä hevonen ravaa tai laukkaa viimeisessä vedossa kilpailuvauhtia, jonka jälkeen mitataan

veren rasitusarvot. Täysivauhtisen vedon jälkeen palautteluarvot mitataan ravin ja kävelyn päätteeksi. (Palolahti. 2008, 38; Lindner. 2010, 2038–2043.)

Ratatesti antaa siis tarvittaessa myös maksimaalisen tuloksen siitä kuinka korkealle laktaattitaso kohoaa täysivauhtisessa vedossa, kun juoksumattotestissä suoritus on vain ns. submaksimaalinen. Myös ratatestauksessa lepoarvot otetaan ennen testin tekemistä. Etuina tässä testissä ovat hevosen luonnolliset askellajit ja tasamaa. Testi on helppo toteuttaa, jos vain verinäytteidenottovälineistö on saatavissa ja käytettävissä kohtuutasoinen rata. (Palolahti. 2008, 38; Lindner. 2010, 2038–2043.)

### 7.3 Muita testauskeinoja

Hevosesta voidaan ottaa testien yhteydessä myös lihasnäyte eli lihasbiopsia. Näytteestä määritetään hevosen lihassolujen tyyppijakauma, (I –luokan hitaat solut, IIA- ja IIB –luokan nopeat lihassolut ja niiden prosentuaalinen jakauma, solujen koko sekä mitokondrioiden (solun happea tuottavat yksiköt) määrä eri solutyypeissä. Näyte tulisi ottaa aktiivisesti käytössä olevasta lihaksesta, esim. pakaralihaksesta tai takaraajan nelipäisestä reisilihaksesta, joihin valmennuksella on selkeä vaikutus. Näytteestä voidaan siis analysoida se, onko valmennus ollut tehokasta. (Palolahti. 2008, 38.)

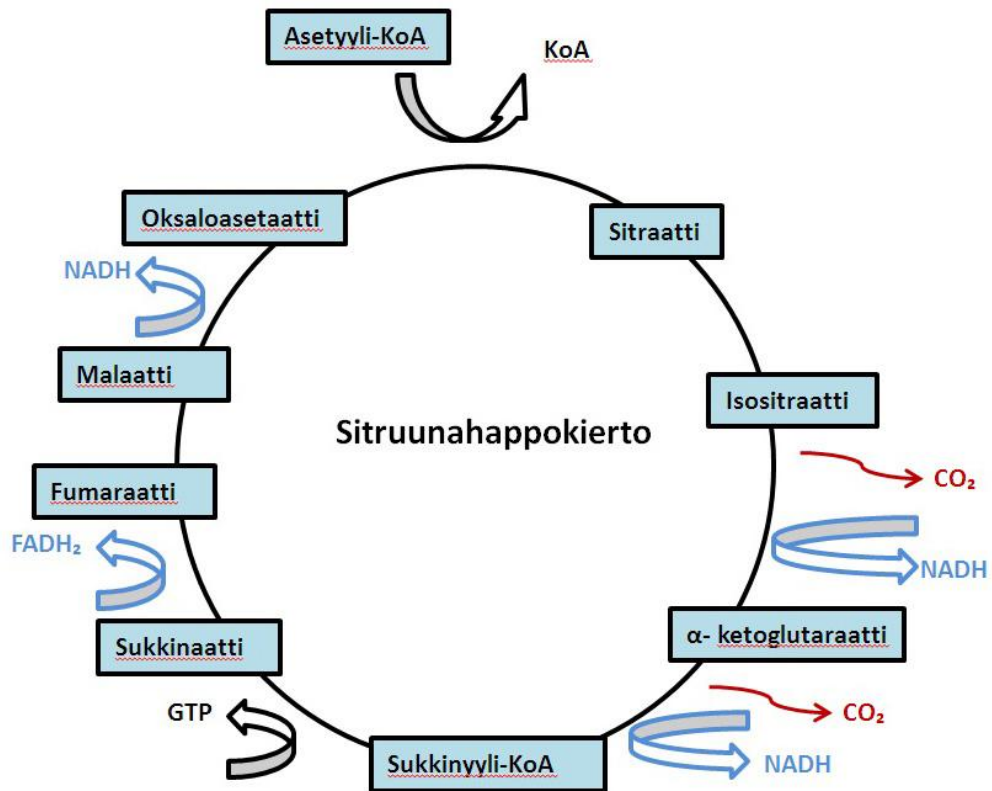
## 8 LAKTAATTI

Laktaatti on anaerobisen lihastyöskentelyn aiheuttama lopputuote. Laktaatin määrän nousua mitataan erityisesti kuntotestien aikana otetuista verinäytteistä. Laktaatti ja maitohappo eivät tarkoita samaa asiaa. Maitohappo on aineenvaihdunnan tuote, joka  $H^+$ -ionin luovutettuaan muuttuu laktaatiksi.

Laktaattia muodostuu, kun glukoosi tai glykogeeni, jotka ovat lihaksen energianlähteitä, muuttuvat palorypälehapoksi, joka taas muuttuu laktaatiksi. Tätä reaktiota pidetään haitallisena, sillä se lisää lihaksen happamuutta eli pH laskee, jolloin lihaksen toiminta vaikeutuu lihasten supistustoiminnan vaikeutuessa. (Fogelholm & Vuori 2005, 21; Vuori, Taimela & Kujala 2005, 140.) Laktaattia muodostuu kuitenkin myös hapellisissa olosuhteissa, mikäli kyseessä on lyhytaikainen ja kovatempoinen suoritus. Tällöin tapahtuu glukoosimolekyylin nopea hajoaminen, jonka avulla tuotetaan ATP:tä ja samalla muodostuu aina myös laktaattia. Korkea fyysinen kuormitustaso lisää nopean glykolyysin osuutta energiantuotannossa, jolloin myös laktaattia syntyy enemmän. (Vuori ym. 2005, 140–141.)

Maitohappoa muodostuu lihakseen glukoosin epätäydellisen pilkkoutumisen seurauksena. Hapen puute lihastyössä aiheuttaa glukoosin epätäydellisen pilkkoutumisen. Kun happimäärä on riittävä lihassupistuksen aikana, glukoosi palaa hiilidioksidiksi ( $CO_2$ ) ja vedeksi. Reaktiossa vapautuva energia varastoituu ATP-molekyyleihin. Anaerobinen glykolyysi eli glukoosin pilkkoutuminen ilman happea tuottaa energiaa vain murto-osan (6%) glukoosin mahdollisesta energiapotentialista. Sitruunahappokierto eli trikarboksyylihappokierto liittyy olennaisesti energia-aineenvaihduntaan (kuvio 3). Se tarkoittaa mitokondrion sisällä tapahtuvaa syklistä reaktiosarjaa, jossa aktiivisen etikkahapon hiilet hapettuvat hiilidioksidiksi ja molekyylin vedyt siirtyvät hapetuspelkistysreaktion myötä tietyille koentsyymeille. Koentsyymit siirtävät vetyä sitruunahappokierron ja elektroninsiirtoketjun välillä. (Hiltunen ym. 2007, 104–105, 191.)





KUVIO 3. Sitruunahappokierto.

Laktaattia voidaan hyödyntää myös energianlähteenä, kuten esimerkiksi sydänlihas tekee. On arvioitu, että myös aivot pystyisivät käyttämään laktaattia energianaan kovassa fyysisessä rasituksessa. Maksa taas pystyy valmistamaan laktaatista glukosia. Tutkimusten mukaan laktaatti pystyy myös siirtymään mitokondrion sisään, jolloin sen käyttö energianlähteenä on mahdollista myös viereisessä lihassolussa. Tämän ansiosta lihaksen glukosivarastot säästyvät. Laktaatin pitoisuus veressä määräytyy sen muodostumisen ja poistumisen erotuksesta. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotetun laktaatin määrää ei pystytä määrittämään verinäytteen perusteella, sillä osa siitä on käytetty jo energianlähteenä samassa tai viereisessä lihassolussa. Veren laktaattipitoisuus lähtee jyrkkään nousuun rasituksen saavuttaessa 60 – 70 %  $\text{VO}_{2\text{max}}$ -tasosta. (Vuori ym. 2005, 141, 260, 398.) Siitä, miten hevonen pystyy laktaattia hyödyntämään energianlähteenä eri nopeuksissa, ei kuitenkaan ole tarkkaa tietoa. Varmaa on vain, että se ei ole merkittävä energianlähde hitaassa työskentelyssä. (Higgins & Snyder 2006, 1083–1084.)

Veren laktaattimäärityksiä käytetään hevosilla valmennuksen apuvälineinä. Hevoselle voidaan määrittää anaerobinen kynnys, jolloin veren laktaattipitoisuus on 4 mmol/l. Tämän arvon saavuttaessa veren laktaattipitoisuus lähtee jyrkkään nousuun. Vauhdin ja veren laktaattipitoisuuden välillä on olemassa selvä riippuvuussuhde. Kuten edelli-

sessä kappaleessa on mainittu, niin laktaatin muodostuminen kiihtyy tietyllä rasitus- tasolla. Lepotilassa veren laktaattipitoisuus on 1 – 1,5 mmol/l. (Higgings & Snyder 2006, 1083.)

Kestävyysharjoittelun oletetaan vähentävän lihasten laktaatin tuotantoa, sillä veren- kierron laktaattimäärät ovat harjoittelun vaikutuksesta olleet pienempiä samanlaises- sa rasituksessa, kuin ennen harjoittelua. Muutos voi kuitenkin johtua myös koko lak- taatin kinetiikan muutoksesta eli laktaatin hyväksikäyttö elimistössä on tehostunut harjoittelun vaikutuksesta. Tämä tarkoittaa sitä, että elimistö käyttää nopeammin ja tehokkaammin laktaattia hyödyksi. (Vuori ym. 2005, 141-142.). Harjoittelun ansiosta hevosen anaerobinen kynnyks nousee, eli se pystyy työskentelemään kovemmalla nopeudella ilman laktaatin muodostumista ja lihasten pH:n laskua. Hevosia ei voi verrata keskenään esimerkiksi sen suhteen, millä nopeudella hevonen ylittää anaerobisen kynnyksen, vaan jokainen hevonen on käsiteltävä yksilönä. (Higgings & Snyder 2006, 1084.)

Laktaatti poistuu verestä asteittain 1-2 tunnin kuluttua harjoituksesta. Laktaattipitoi- suudet veressä ovat kilpailun jälkeen yleensä >20 mmol/l (laukka- ja ravihevosilla). Laktaatin poistumisnopeuteen vaikuttaa suuresti loppuverryttely. Rauhallinen ravi, poistaa kävelyä tehokkaammin maitohappoa ja kävely taas pelkkää seisomista tehokkaammin. (Higgings & Snyder 2006, 1083.)

### 8.1 Laktaatin kertyminen punasoluihin ja siihen vaikuttavat tekijät

Laktaatin jakautuminen punasolujen ja plasman välille harjoittelun jälkeisissä mittauk- sissa vaihtelee eri hevosten välillä suurestikin. Myös laktaattia kuljettavien yksiköiden aktiivisuus punasolujen kalvolla vaihtelee yksilön mukaan. Laktaattia kuljettavien yk- siköiden aktiivisuudella havaittiin olevan vaikutusta harjoittelun jälkeisiin laktaattipitoi- suuksiin punasolussa. Koeputkissa tehtyjen tutkimusten perusteella laktaattia kuljet- tavien yksiköiden aktiivisuuteen ja laktaatin kertymiseen punasoluun vaikuttivat pH, inkubaatio aika ja lämpötila. (Väihkönen, Hyypä & Pösö 1999, 443-447.)

Juelin (1997, 369-374.) tekemän tutkimuksen mukaan laktaattia kuljettavat lihaksesta vereen joko siihen erikoistuneet kuljettaja yksiköt tai se tapahtuu ei-ioniaktiivisen dif- fuusion avulla. Näiden avulla lihaksen hapettuminen voi hidastua ja sen anaerobinen työskentely jatkua pidempään. Poole ja Halestrap (1993, C761-C782.) ovat määrittä- neet laktaatille kolme reittiä lihaksesta punasoluun. Nämä ovat hajoamattoman hapon vapaa diffuusio ja kaksi eri kuljettajaa, jotka ovat monokarboksylaatti (MCT) ja epäor-

gaaninen anionin-vaihto kuljettaja (sidos 3 proteiini). Skelton (1995, R1121-R1128.) on selvittänyt, että tärkein näistä hevosella on MCT. Väihkönen ym. (1999, 443–447.) tutkimuksessa on viitattu aikaisempaan tutkimukseen, jonka ovat tehneet Väihkönen ja Pösö (1998). Siinä todetaan, että lämminverisillä hevosilla esiintyy yksilöiden välillä vaihtelua laktaatin virtauksessa punasoluun. Suurimmalla osalla MCT on pääasiallinen laktaatin kuljettaja, mutta 1/3 osalla tutkituista hevosista laktaatin ensisijainen kulkeutuminen punasoluun tapahtuu ei-ionisen diffuusion avulla, eikä kuljettajien (MCT ja sidos 3 proteiini) avulla. Hevoset pystyttiin jakamaan kahteen ryhmään tämän avulla, korkeaan (HT-hevoset) ja matalan (LT-hevoset) laktaatin kuljettamiskyvyn omaaviin. LT-hevoset olivat näitä, joilla laktaatin kuljettaminen tapahtui pääasiassa ei-ionisen diffuusion avulla. (Väihkönen ym. 1999, 443–447.)

Väihkösen ym. tutkimuksissa (1999, 443–447.) lämpötilan huomattiin vaikuttavan laktaatin virtauksiin punasoluun niin, että 37°C:ssa se oli lineaarista ja punasolut olivat laktaatin kyllästävät 20 minuutin kuluttua. Kun lämpötilaa laskettiin, punasolujen laktaatin kyllästyneisyysasteeseen kului pidempi aika. Esimerkiksi 4 °C:ssa laktaattia ei ensimmäisen tunnin aikana juurikaan tullut punasoluihin ja niiden kyllästyneisyys saavutettiin vasta 24 tunnin kuluttua. Lämpötila vaikutti samalla lailla kaikkiin laktaatin kuljetusmuotoihin. pH:n lasku vaikutti laktaatin virtausta nopeuttavasti enemmän matalan laktaatin virtaamiskyvyn omaavilla hevosilla. pH-tasot, joilla mittauksia tehtiin, olivat 7,4; 7,0 ja 6,0. Viimeisin näistä on ei -fysiologinen lukema. Korkean laktaatin virtaamiskyvyn omaavilla hevosilla ei tapahtunut muutosta pH:n pudotuksessa 7,4:stä 7,0:aan, mutta matalan laktaatin virtaamiskyvyn omaavilla laktaatin virtausnopeus kasvoi jo tällä välillä.

Väihkösen ym. (1999, 443–447.) tutkimuksessa laktaatin jakautumista plasman ja punasolujen välillä vertailtiin keskenään näiden kahden edellä mainitun ryhmän välillä. Plasman osalta ryhmien välillä ei ollut eroja laktaattipitoisuuksissa maksimaalisen suorituksen jälkeen. Kokoverinäytteessä erot olivat huomattavat ja kaikkein suurimmat erot olivat punasolujen laktaattipitoisuuksissa. Korkeamman laktaatin virtaamiskyvyn omaavilla hevosilla laktaattipitoisuudet olivat aina suuremmat. Tutkimuksessa ei havaittu korrelaatiota laktaatin kuljetusaktiivisuuden ja yksilöllisen suorituskyky -indeksin välillä. Räsänen ym. (1995, 1651–1656.) tutkimuksissa nämä muuttujat kuitenkin korreloivat toisiaan niin, että ne joilla oli korkeat laktaattipitoisuudet punasoluissa, omasivat myös korkean yksilöllisen suorituskyky -indeksin.

## 8.2 Monokarboksyylaatti laktaatin kuljettajana punasolussa

Hevoset voidaan jakaa kahteen ryhmään laktaatin kuljettamiskyvyn aktiivisuuden perusteella. Nämä ryhmät ovat korkean laktaatin kuljettamiskyvyn omaavat (HT) ja matalan laktaatin kuljettamiskyvyn omaavat hevoset (LT). Harjoituksen jälkeen otettujen verinäytteiden perusteella HT-hevosilla punasolujen laktaattipitoisuudet olivat toista ryhmää suuremmat. Veren laktaattipitoisuuden ylittäessä 0,25mmol/l laktaatin kuljetusaktiivisuus on suurempi HT-hevosilla. Vielä 0,1mmol/l pitoisuuksilla laktaatin kuljetusaktiivisuus on samanlainen LT- ja HT-hevosilla. Tärkein laktaatin kuljettaja hevosella on monokarboksyylaatti kuljettaja (transporter) eli MCT. MCT:n eri muodot toimivat eri tilanteissa. MCT1 toimii laktaattipitoisuuksien ollessa korkealla, kun taas MCT2 toimii matalilla laktaattipitoisuuksilla. LT-hevosilla on oletettavasti MCT1:n toiminta vähemmän aktiivista, koska ne eivät pysty poistamaan laktaattia verestä niin tehokkaasti. (Koho ym. 2002, 555-559.) Tutkimusten mukaan 70 % hevosista kuuluu HT-ryhmään ja 30 % LT-ryhmään. (Väihkönen ja Pösö 1998, R1025-R1030, Väihkönen ym. 1999, 443–447, 2001, 568-572.)

Brooksin (1986, 2924–2929.) mukaan maitohapon virtausta lihaksesta veren plasmaan edesauttaa plasman pienempi maitohappopitoisuus. Plasmasta maitohappo virtaa kudoksiin, jotka joko hapettavat sen laktaatiksi tai käyttävät sitä glukoneogeneesissä. Hevosella punasolut toimivat laktaattialtaina, sillä noin 50 % veren laktaatista sijaitsee punasolussa. Ihmisellä vastaava luku on 17 % (Poole ja Haalestrap 1993, C761-C782; Pösö ym. 1995, 231–234; Väihkönen ym. 1999, 443–447). Laktaatin kuljettamiskyvyn aktiivisuuden on todistettu olevan synnynnäistä, sillä jo varsat voidaan jakaa näihin edellä mainittuihin HT- ja LT-ryhmiin. (Väihkönen ja Pösö 1998 R1025-R1030; Väihkönen ym. 2002, 568–572.)

Kohon ym. (2002, 555–559) tekemän tutkimuksen mukaan LT-hevosilla laktaatin kuljetusaktiivisuus oli  $<1\text{nmol/mg} \times \text{min}$  10mmol/l veren laktaattipitoisuuksilla.  $>1\text{nmol/mg} \times \text{min}$  laktaatinkuljetuskapasiteetin omaavat hevoset taas luokiteltiin HT-hevosiiin. Ulkomaalaistutkimusten mukaan MCT1 on sekä LT-, että HT-hevosilla, mutta se vaatii toimiakseen avustaja proteiinin CD147:n. CD147 on enemmän HT-hevosten punasoluissa, joka voi selittää eron laktaatinkuljetusaktiivisuudessa näiden ryhmien välillä. (Haalestrap & Price 1999, 281–299; Poole & Haalestrap 1997, 14624–14628; Kirk ym. 2000, 3896–3904.)

### 8.3 Iän tuomat muutokset laktaatin kuljetusaktiivisuudessa ja sen periytyminen

Aikaisemmissa kappaleissa mainittu korkea tai matala laktaatin kuljettamiskyvyn aktiivisuus (HT- ja LT-hevoset) määräytyy tutkimusten mukaan jo geeneissä, vaikka laktaatin kuljetusaktiivisuus vaihtelee eri ikäisillä hevosilla. Väihkösen ja Pösön (1998) tekemän tutkimuksen mukaan laktaatin kuljetus aktiivisuus jakaantuu näihin kahteen ryhmään niin treenatuilla kuin treenaamattomillakin hevosilla. HT-ryhmään kuuluvilla hevosilla laktaatin kuljetusaktiivisuus on korkeimmillaan varsa-iässä ja matalimmillaan 2–3 -vuoden iässä, jonka jälkeen se lähtee taas nousemaan. LT-hevosilla ei ikä vaikuttanut laktaatin kuljetusaktiivisuuteen. Tämä johtuu todennäköisesti iän tuomista muutoksista MCT:n aktiivisuuteen, jonka merkitys laktaatin kuljetana ei näillä hevosilla ole suuri. LT-hevosilla ei havaittu samankaltaisia iän tuomia muutoksia laktaatin kuljetusaktiivisuudessa tai MCT aktiivisuudessa, kuin HT-hevosilla. Juelin vuonna 1996 tekemän tutkimuksen mukaan laktaatin kuljetusaktiivisuuden muutoksiin iän myötä voi vaikuttaa kaksi tekijää, jotka ovat hormonit ja treenaaminen tai molemmat. Sojkan (1993, 15–19) mukaan tämä hormoni on tyroidi, jonka pitoisuudet nousevat treenauksen myötä. Yksilöiden väliset vaihtelut laktaatin kuljetusaktiivisuudessa punasolussa lämminverisillä hevosilla voidaan todeta määräytyvän geenien perusteella. Resessiivisen alleelin omaavat kuuluvat ryhmään matala laktaatin kuljetuskyky ja dominoivan alleelin omaavat ryhmään korkea laktaatin kuljetuskyky. (Väihkönen, Ojala & Pösö 2002, 568–572.)

## 9 TUTKIMUS

### 9.1 Tutkimustehtävä

Opinnäytetyöhön liittyvien tutkimusten avulla halusimme saada vastauksia seuraaviin kysymyksiin: Miten paljon nykyammattivalmentajat hyödyntävät verikoenäytteenoton analysejä työssään sekä mikä on eläinlääkäreiden näkemys asiasta? Kannattavatko he verinäytteenottoon perustuvia kuntokartoituksia ja miten heidän mielestään tulisi seurata kilpahevosen perusterveyttä ja kunnon kehitystä?

Tekijöillä oli mahdollisuus haastatella neljää ulkomaista ravivalmentajaa opinnäytetyöhön. Haastattelujen avulla pyrittiin selvittämään tutkimusongelman taustaa ennen varsinaisen kyselytutkimuksen suorittamista sekä saada viitteitä siitä, kuinka aiheeseen suhtaudutaan ulkomailla.

Halusimme työssämme kartoittaa kyselytutkimuksen avulla suomalaisten ammattiravivalmentajien käytäntöjä verinäytteiden otosta sekä verinäytteisiin perustuvista kuntokartoituksista. Lisäksi halusimme kartoittaa eläinlääkäreiden mielipidettä siitä, otaanko verinäytteitä valmentajien toimesta tarpeeksi vai liikaa sekä myös sitä osaatko valmentajat heidän mielestään mitoittaa valmennusohjelmansa hevosen sen hetkiseen kuntoon nähden sopivaksi. Suoritimme tutkimuksessa vertailua näiden kahden kyselytutkimuksen välillä. Kaikkiaan teimme opinnäytetyössämme yhden teemahaastattelun ja kaksi kyselytutkimusta.

## 9.2 Tutkimusmenetelmät

### 9.2.1 Haastattelututkimus

Käytimme haastattelumenetelmänä ulkomaisia ravivalmentajia haastateltaessa teemahaastattelua. Teemahaastattelu sopii tutkimusmenetelmäksi, kun vastaukset perustuvat yksilön omaan kokemukseen. Teemahaastattelussa haastattelu kohdenneetaan tiettyihin aihepiireihin. Ominaista sille on, että haastateltavilla on kokemuksia samankaltaisista tilanteista. (Hannila & Kyngäs. 2008, 1) Nämä haastattelut suoritettiin yksilöhaastatteluina.

Kaikilta haastateltavilta kysyttiin samoja asioita (ks. Liite 3). Lisäksi haastatteluissa kysytyt asiat olivat samoja kuin suomalaisille ravivalmentajille lähetetyissä kyselyissä, mutta haastateltavilla oli mahdollisuus vastata kysymyksiin laajemmin ja seikkaperäisemmin.

Näin ollen tämä tutkimustyyppi noudattaa kvalitatiivisen tutkimuksen piirteitä. Kvalitatiivisen tutkimuksen aineisto kootaan luonnollisista, todellisista tilanteista. Tiedonkeruun välineenä suositaan ihmistä. Tutkimuksen analysointiin käytetään induktiivista analyysiä, mikä tarkoittaa aineiston monitahoista ja yksityiskohtaista tarkastelua. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkittavien näkökulmat ja ääni pääsevät esille. Kohdejoukko eli haastateltavat valitaan tarkoituksen mukaisesti, satunnaisotantaa ei käytetä. Jokainen haastattelu käsitellään ainutlaatuisena ja aineistoa tulkitaan sen mukaisesti. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara. 2004, 155–156.)

Lähtökohtana haastattelututkimuksessa oli todellisen elämän ja kunkin valmentajan omakohtaisten kokemusten kuvaaminen. Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina, haastateltavien talleilla. Kysytyt kysymykset olivat samoja kaikille ja haastattelun avulla haluttiin saada selville näiden tallien käytäntöjä verinäytteiden otossa. Haastateltavien talleista on tullut useita menestyksekkäitä ravihevoseja, joten halusimme tietää tallien pääperiaatteen siitä, kuinka he mittaavat valmennettaviensa hevosten kunnon kohoamista ja valmiutta kilpailuun. Haastattelut suoritettiin englannin kielellä tallivierailujen yhteydessä. Aikaa haastatteluiden tekemiseen meni noin 10–20 minuuttia. Vastaukset olivat kutakuinkin samanlaisia, samoin peruskäytännöt hevosten terveyden seurannassa. Hyvin pian selvisi, että haastattelututkimuksen saturaatio täyttyi, kun haastateltavien vastaukset alkoivat toistaa toisiaan (Tuomi & Sarajärvi. 2002. 89.). Haastattelut olivat yksilöhaastatteluja, sillä tarkoituksena oli saada esiin kunkin valmentajan yksilöllinen mielipide.

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa ei ole tarkoitus saada esiin yleistettävyyksiä, vaan tarkoituksena on, että tutkimalla yksilöhaastatteluja tarkasti, saadaan näkyviin se mikä ilmiössä on merkittävää ja mikä toistuu usein tarkasteltaessa ilmiötä yleisellä tasolla. (Hirsjärvi ym. 2004, 170-171.)

### 9.2.2 Kyselytutkimus

Suoritimme kaksi erillistä kyselytutkimusta helmikuun 2011 aikana.

Toinen kyselytutkimus oli kohdennettu ammattimaisesti ravihevosten valmennusta harjoittaville valmentajille. Kyselyitä lähetettiin 148 kpl postitse ja 22 sähköpostitse. Kyselyt käsiteltiin anonyymeinä. Kyselyyn vastanneet ovat Suomen ravivalmentajat ry:n jäseniä.

Toinen kysely tehtiin hevosklinikoille. Kyselyt lähetettiin sähköpostitse 21 klinikalle. Kyselyyn osallistuviksi klinikoiksi valittiin ne hevosklinikat, joissa on selkeästi erikoistuttu hevospraktiikkaan (pieneläinklinikoille tai yleiseläinlääkäreille kyselyä ei lähetetty). Hevosklinikoiden kyselyt lähetettiin sähköisesti Typala – ohjelman kautta.

Kyselyt ovat keskeinen menetelmä survey-tutkimuksessa. Survey-tutkimus tarkoittaa kyselyn tai haastattelun muotoja, joissa aineisto kerätään standardoidusti, ja jossa kohdehenkilöt muodostavat otoksen tietyistä perusjoukosta. Standardoituus tarkoittaa sitä, että kaikilta kohdehenkilöiltä kysytään samoja asioita täysin samalla tavalla. Aineisto, joka kerätään surveyn avulla, käsitellään yleensä kvantitatiivisesti. Niin myös tässä kyselytutkimuksessa kyselyn analysointi suoritetaan matemaattisiin malleihin perustuvalla SPSS – tilasto-ohjelmalla. (Hirsjärvi ym. 2004, 182–183.)

Edellä mainitun menetelmän valintaa puoltaa myös se, että tämä kyselytutkimus täyttää kaikki kvantitatiivisen tutkimuksen keskeiset määritelmät. Johtopäätösten teossa käytetään pohjana aiempia tutkimuksia. Tutkimuksessa hyödynnetään aiempia teorioita. Tutkimuksen yhteydessä määritellään erilaisia käsitteitä. Kvantitatiivisen tutkimuksen havaintoaineiston on sovelluttava numeeriseen mittaukseen. Koehenkilöt valitaan standardoidusti. Tutkimuksen aineisto on pystyttävä esittämään tilastollisessa muodossa. Päätelmien teko perustuu tilastolliseen analysointiin. (Hirsjärvi ym. 2004, 130–131.)



Kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen tutkimus täydentävät tässä tutkimuksessa toisiaan. Koska haastattelututkimukset tehtiin ennen kyselytutkimuksia, toimi kvalitatiivinen tutkimus ikään kuin esikokeena ennen kvantitatiivista tutkimusta. Haastatteluista saimme selville suurin piirtein sen suunnan tutkimukselle, mistä halusimme saada tilastollista tietoa. Lisäksi kvantitatiivisen tutkimuksen numeerinen tieto on muutettavissa laadulliseen muotoon, joten haastattelututkimus täydentää ja kulkee osittain rinnan kvantitatiivisen tutkimuksen kanssa. (Hirsjärvi ym. 2004, 127 – 128.)

Kyselyiden aineistojen käsittelyyn käytettiin tilastollista analyysiä, joka suoritettiin SPSS – tietokoneohjelmalla. Tulokset saatuamme teimme aineistosta päätelmiä, sekä tutkimme riippuvuuksia eri aineistojen välillä.

## 10 TUTKIMUSTULOKSET

Haastattelututkimuksen aineisto käsiteltiin induktiivisen aineiston analyysillä. Se voidaan kuvata kolmivaiheiseksi prosessiksi, johon kuuluu aineiston pelkistäminen, aineiston ryhmittely ja teoreettisten käsitteiden luominen. (Tuomi & Sarajärvi. 2002, 110 – 111.)

Kyselytutkimuksen vastaukset syötettiin SPSS – tietokoneohjelmaan, jonka avulla kyselyn tulokset saatiin purettua ja keskimääräiset arvot laskettua. SPSS – ohjelman avulla saatiin muutettua tulokset graafiseen taulukko muotoon.

### 10.1 Haastattelututkimuksen tulokset

Saimme mahdollisuuden vieraila muutamien maailman ykkösravivalmentajien talleilla, joten halusimme hyödyntää tätä tilaisuutta myös opinnäytetyön kannalta. Vierailimme Ruotsissa Stig H. Johanssonin tallilla sekä Stefan Hultmanin tallilla. Ranskassa tapasimme Pariisissa sijaitsevassa Grosboisin valmennuskeskuksessa Jarmo Niskasen sekä Nicolas Rousselin.

Stig H. Johansson on yksi Ruotsin nimekkäimmistä valmentajista. Aiemmin hän ajoi myös kilpaa ja on voittanut melkein kaikki maailman nimekkäimmät ravikilpailut: Prix d’Ameriquen Pariisissa, Nat Ray Trotin Meadowlandsissä New Jerseyssä ja Elitloppet Solvalla Tukholmassa. Hän on saavuttanut ohjastajan urallaan 6 221 voittoa ja hänet on nimitetty 29 kertaa Solvallaan ajajaliigan voittajaksi. Hän lopetti kilpaa ajamisen vuonna 2005, mutta jatkaa edelleen yhtenä Ruotsin menestyksekkäimpänä valmentajana. Yksi menestyksekkäimmistä vuosista on hänen tallilleen ollut vuosi 2006, jolloin tallin hevoset tienasivat yli 34 miljoonaa kruunua. Kysymyksiin vastasi valmentajan ns. ”ykkösmies”, Reijo Liljendahl, joka vastaa esimiehen tehtävistä Stig H. Johanssonin tallilla. (Stall Stig H. Johansson. 2010)

Stefan Hultman valmentaa ravihevosia Menhammar Gårdissa Ytterstassa. Hän on myös saavuttanut urallaan merkittäviä suurkilpailuvoittoja mm. Kriterium -voitot, Derbyt ja Elitloppet -voitto hevosella From Above. Muita merkittäviä voittoja ovat olleet EurooppaDerby, Prix de France ja Prix d’Belgique -voitot hevosella Naglo. Sprintermästaren -mestaruus hevosella Calvin Capar, Oaks -voitto hevosella Pine Dust ja Breeders Crown -voitto hevosella Energetic. Stefan Hultmanin tallin ”ykkösmies” Tommy Berghagen vastasi haastatteluun. (Travkompaniet. 2010.)

Jarmo Niskanen on ruotsalaistreenari, joka on lähtenyt tekemään uraa Ranskaan. Hän valmentaa hevosia Grosboisin valmennuskeskuksessa Pariisin kupeessa. Jarmo on saavuttanut Ranskassa yli 100 ohjastettua voittoa ja on nouseva kyky ranskalais-treenareiden kovassa joukossa. Hän on saavuttanut merkittäviä voittoja mm. ruotsalaishevosella Hästen ja Querios du Mirel.

Nicolas Roussel valmentaa myös noin 25 hevostaan Grosboisin valmennuskeskuksessa. Nicolas on ravivalmentaja jo kuudennessa sukupolvessa, joten hän on nähnyt paljon erilaisia hevosia elämänsä aikana ja työskennellyt lajin parissa koko elämänsä ajan.

Ennen haastatteluja tutustuttiin tallien valmennustekniikkaan ja talliin. Yhteistä kaikille talleille on se, että ns. ”hiittiajoa” eli kovia harjoituksia tehdään hevosilla kahdesti viikossa. Kolmella tallilla seurattiin hevosten palautumissykkeitä säännöllisesti kovien harjoitusten jälkeen, yhdellä tallilla silloin tällöin (uuden hevosen tullessa talliin, hevosen alisuorittaessa). Ainoastaan yhdellä tallilla käytettiin sykemittaria ajon aikana. Hiiteissä vauhtia kontrolloitiin kellotuksen avulla sekä valmentajan kokemuksen ja hevosen tuntemuksen perusteella. Kaikilla talleilla hevosen kehitystä mitattiin treeni-en (valmentajan kokemus ja tuntemus) ja kilpailumenestyksen perusteella.

Kaikilla talleilla käytettiin verinäytteenottoa vain, jos epäiltiin hevosen sairautta tai hevonen yhtäkkisesti alisuoritti rajusti poiketen aiemmista suorituksista. Tosin tällöinkään verikokeita ei otettu heti, vaan tilannetta tarkkaillaan ensin hetken ajan, hevosta ehkä pidetään vähän aikaa helpommalla treenillä, tilanteesta riippuen.

*”Meillä otetaan verikokeita tarpeen vaatiessa, jos hevosella epäillään tulehdusta, lihasongelmia tai paksuverisyyttä.” (R.L)*

*”Pääasiassa otamme verikokeita silloin, jos epäilemme hevosen sairastuneen tai jos se alisuorittaa harjoituksissa tai kilpailuissa.” (T.B)*

*”Otamme verikokeita vain, jos epäilemme hevosen sairastuneen tai hevonen ei suorita tasoaan vastaavasti.” (N.R)*

*”Otan verikokeita, jos epäilen hevosella lihasongelmia, paksuverisyyttä tai jotain muuta sairautta.” (J.N)*

Verikokeiden ottamisen suoritti talleilla yleensä eläinlääkäri, joka vierailee tallilla säännöllisesti kerran, pari viikossa tai parin viikon välein. Jos verikoenäytteen ottamisella on kiire ja eläinlääkäri ei ole paikalla, silloin sen ottaa joku tallihenkilökunnasta.

Ratatestiä ja laktaatin mittausta ei käytetty talleilla, sillä se koettiin aikaa vieväksi ja hankalaksi. Valmentajat kokivat, että heidän ammattitaitonsa, hevostuntemus ja sykkeiden seuranta antavat riittävän laaja-alaista informaatiota siitä kuinka hevonen edistyy. Kaikki pitivät tärkeänä mittapuuna kilpailumenestystä.

*”Käytämme juoksumattotestiä, jos epäilemme isompia ongelmia hevosella esimerkiksi hengitystieongelmia tai vaikeuksia hapenottokyvyssä. Nämä testit tehdään klinikalla. Laktaattia olemme mitanneet 2-vuotiailta varsoilta lihastestillä (lihasbiopsia). Olemme halunneet näin saada tietoa siitä, kuinka varsat alkavat ottaa valmennusta vastaan” (T.B)*

*”Ratatestiä ja laktaatin mittausta olemme joskus kokeilleet. Enää emme sitä käytä, koska se on aikaa vievää ja vaivalloista muun työn ohessa. Olemme myös käyttäneet lihasbiopsiaa, jos olemme halunneet tietää jostain hevosesta enemmän tai olemme epäilleet jotain (sairautta/ongelmaa). Nykyään teemme testejä vain tarvittaessa” (R.L)*

*”En käytä laktaatin mittausta, sillä se vie liikaa aikaa. Olen sitä kyllä joskus kokeillut, joskus kymmenen vuotta sitten. Mielestäni sykkeiden seuraaminen ja kilpailumenestys antavat tarpeeksi informaatiota hevosen kehitymisestä. Tiedän kyllä, että jotkut treenarit käyttävät laktaatin mittausta Ranskassa varsinkin nuorilla hevosilla seuratakseen niiden kykyä ottaa valmennusta vastaan.” (N.R)*

*”En käytä laktaatin mittausta valmennuksen seurannassa, sillä sen tekeminen vie aikaa ja sen toteuttamiseen tarvitaan avustajia. Mielestäni saan tarpeeksi informaatiota hevosen edistymisestä sykkeitä seuraamalla. Lisäksi tietenkin hevosen kilpailumenestys kertoo hevosen edistymisestä.” (J.N)*

Kaikki valmentajat olivat yhtä mieltä siitä, että jos verikokeisiin perustuvia testausmenetelmiä kehitettäisiin nopeammiksi ja helppokäyttöisemmiksi, harkitsisivat he ainakin sen hyödyntämistä valmennuksen seurannassa enemmän. Kerroimme haastattelun yhteydessä mm. uusista tutkimuksista, joissa oli havaittu eroavaisuuksia eri hevosten punasolujen muodossa ja jakaumassa, ja sen vaikutuksesta suorituskykyyn. Valmentajat olivat kiinnostuneita siitä, että tulevaisuudessa olisi verikokeista mahdollista saada enemmän informaatiota hevosen kapasiteetistä.

*"Olisihan se mielenkiintoista tietää hevosen verikoostumuksesta ja veren ominaisuuksista enemmän, mutta mielestäni se ei ole ratkaisevin tekijä kilpailumenestyksessä, eikä välttämättä kerro suoraan sitä onko hevonen hyvä vai ei. Kilpailumenestykseen vaikuttaa niin moni tekijä mm. hevosen terveys, raajojen terveys, rataolosuhteet yms."* (J.N)

*"Tosin en koe hevosen verikoostumusta ratkaisevana tekijänä kilpailumenestyksessä. Koen, että menestyäkseen hevonen tarvitsee montaa eri tekijää, mm. hyvän perusterveyden, fysiikaltaan kestävät jalat ja hyvän kilpailupään (psykkeen)."* (R.L)

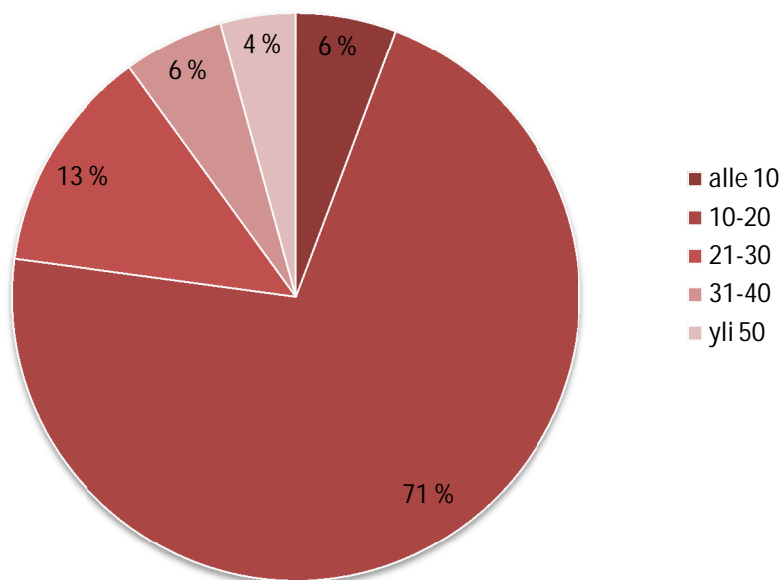
*"Totta kai se olisi mahdollista, että käyttäisimme veritestejä enemmän, jos niistä saisi tarkempaa informaatiota hevosen ominaisuuksista. On aina mielenkiintoista seurata tieteen kehitystä ja hyödyntää uusia metodeja."* (T.B)

## 10.2 Kyselytutkimuksen tulokset

### 10.2.1 Ammattiravivalmentajien kyselyn tulokset

Ammattivalmentajien vastausprosentiksi tuli 41,2 % (n=70). Postikyselyn tulokseksi tämä tulos on kohtalainen. Valikoimattomalle joukolle lähetetty lomake tuottaa normaalisti vastausprosentin 30–40 %, kun taas erikoisryhmille suunnatussa kyselyssä voi odottaa korkeampia tuloksia. (Hirsjärvi ym. 2004, 185.)

Kyselyyn vastasi kaikkiaan 70 tallia (n=70). Kyselystä voidaan havaita, että suurin osa Suomen ravitalleista on 10 - 20 hevosen talleja (Kaavio 1). Toiseksi eniten on 21 – 30 hevosen talleja.



KAAVIO 1. Kaaviosta näkyy kyselyyn vastanneiden tallien kokojakauma (n=70).

Yleisesti ottaen talleilla ajettiin kovia harjoituksia kaksi kertaa viikossa. Kovalla harjoituksella tarkoitetaan hiittiajtoa tai intervalleja. Vain muutamilla talleilla ajettiin kovia harjoituksia jopa kolmekin kertaa viikossa. Tämä ei tosin ole fysiologisesti perusteltua, sillä hevosen sokerivarastojen täyttymiseen kovan harjoituksen jälkeen menee noin 2-3 päivää, joka ei täyty viikossa, jos hiittia ajetaan kolmesti viikossa. (Kinnunen. 2003, 6.)

Vastauksista käy ilmi (Taulukko 1), että valmentajat käyttävät kovien harjoitusten seurantaan eniten kokemusperäistä tietoa, sekä vauhdin kontrollointia kellotuksen avulla. Sykemittariakin käytetään melko paljon kontrolloinnin apuna, mutta sen hankaluutena on sen aikaa vievä asennus hevoselle. Tämä hankaloittaa ravivalmentajan päivärutiineja.

TAULUKKO 1. Hevosten kovien harjoitusten kontrolloinnin jakautuminen.

	Vastaajamäärä (kpl) (n=70)	Prosentuaalinen ja- kauma vastanneista (%)
Valmentajan kokemus / hevosen tuntemus	57	81,4
Vauhdin kontrollointi (näppituntuma / kellotus)	60	85,7
Sykemittarin avulla	29	41,4
Rasituksen jälkeinen verinäytteenotto, josta laktaattimääritys	4	5,7

Kyselyn vastauksista käy ilmi, että valmentajat luottavat hyvin paljon omaan kokeemukseensa ja hevosen tuntemukseen, sen kehittymisen arvioinnissa (Taulukko 2.). Yhtenä merkittävänä mittarina pidetään myös kilpailumenestystä, mistä voisi päätellä, että osin kilpailuihin lähdetään ns. "kokeilumielellä". Vakioidun testisuorituksen, yleisimmin hiittiajon, katsottiin olevan myös paljon käytetty seurantamenetelmä. Sykemittarin käytön yleisyys testisuorituksessa on kuitenkin yllättävän korkea verrattuna pelkkään vakioituun testisuoritukseen.

TAULUKKO 2. Hevosen kehittymistä arvioitiin seuraavien kriteerien mukaisesti:

	Vastaajamäärä (kpl) (n=70)	Prosentuaalinen jakauma vastanneista (%)
Valmentajan kokemus / hevosen tuntemus	65	92,9
Levossa otetut verinäytteet (erityisesti ASAT)	16	22,9
Vakioitu testisuoritus (ratatesti, juoksumattotesti, hiitti)	26	37,1
Vakioitu testisuoritus + sykemittari	20	28,6
Vakioitu testisuoritus + sykemittari + laktaattimääritys	3	4,3
Kilpailumenestys	38	54,3

Hevosen päivittäistä terveydentilaa ja yleistä vireyttä seurataan talleilla eniten kliinisen kuvan avulla (82,9 %) sekä mittaamalla hevosen aamulämpö (71,4 %). Yllättävää mielestämme oli se, että rasisussykkeen seuranta käytetään melko paljon terveydentilan seurantaan, jopa 41,4 % vastasi seuraavansa rasisussykettä.

Kyselyyn vastanneista 92,9 % otti verinäytteitä. Verinäytteenottoa tai sen käyttämättömyyttä perusteltiin seuraavasti:

*"Vain jos epäillään sairautta."*

*"Säännöllinen seuranta."*

*"Ei säännöllisesti, mutta tarvittaessa, jos hevonen ei suorita normaalisti."*

*"Sairauden yhteydessä. Kauan sitten otettu rutiininomaisesti kerran kuussa. Tästä ei ollut mitään hyötyä, kallistakin oli."*

*"Kustannuskysymys ja ajankäyttökysymys."*

*"En usko niiden tuloksiin."*

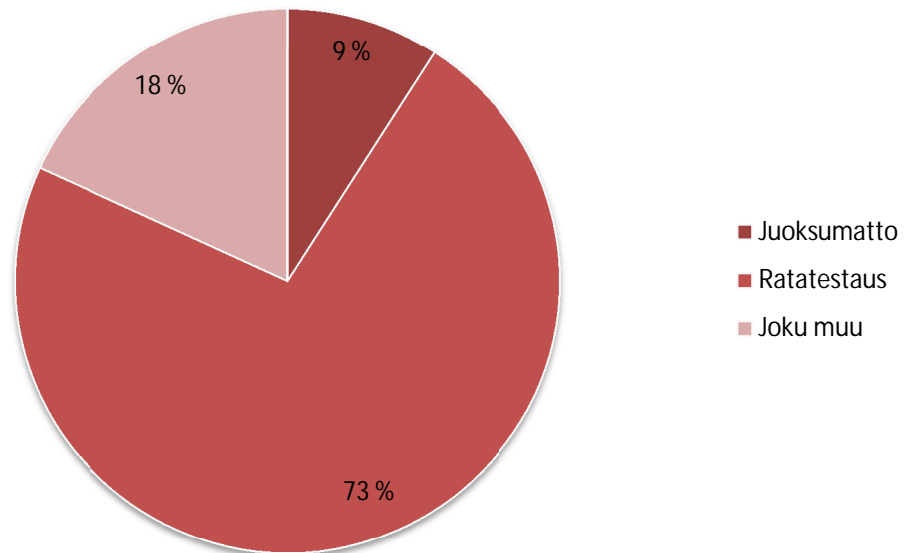
*"Ei terveiltä hevosilta."*



Verinäytteet yleensä ottivat hevosilta tallin henkilökunta (70 %). Eläinlääkäripalveluita käytettiin yleensä vain silloin verinäytteenottoon, jos eläinlääkäri oli tulossa tallikäynnille.

Merkittävimpiä syitä verinäytteenottoon ovat hevosen sairaus (60 %) ja hevosen suorituskyvyn alentuminen (84,3 %). Valmennuksen vaikutusta verinäytteeseen pidettiin melko vähäisenä syynä analysoida verinäytteitä, vain 8,6 % vastanneista kertoi tämän syyksi verinäytteenotolle.

Suurin osa vastaajista ei käyttänyt verinäytteenottoihin perustuvia kuntokartoituksia (72,9 %). Ne, jotka puolestaan käyttivät, jakautuivat kuntokartoitukset seuraavanlaisesti käyttäjien kesken (kaavio 2.):



KAAVIO 2. Kuntotestien jakautuminen niitä käyttävien kesken (n=70).

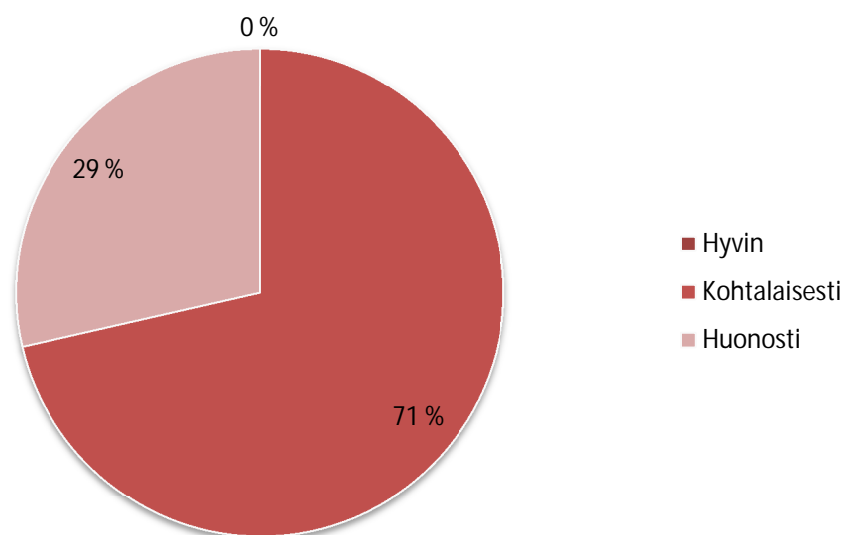
Lopuksi 31,4 % vastaajista ei kokenut verinäytteisiin perustuvia kuntokartoituksia hyödyllisinä, vastaavasti 27,1 % koki ne hyödyllisinä (41,5 % jätti kysymykseen vastaamatta). Jos verinäytteenotosta saisi enemmän valmennusta hyödyntävää informaatiota nopeammin irti, käyttäisi niitä 65,7 % vastanneista enemmän. Jos taas vastaavasti olisi yrittäjä, joka tarjoaisi esim. kiertävää ratatestauspalvelua valmentajille, käyttäisi vastanneista n. 62,9 % sitä.

## 10.2.2 Eläinklinikoiden kyselyn tulokset

Lähetimme kyselyn 21 klinikalle. Valitsimme kyselymme klinikat, jotka harjoittavat pääasiallista hevospraktiikkaa. Saimme klinikoiden yhteystiedot Suomen Hippos ry:n Internet-sivuilta. Vastausprosentti jäi klinikoiden osalta melko pieneksi. Vastausprosentiksi tuli 38 %.

Kyselyyn vastanneiden klinikoiden keskimääräinen vuosittainen asiakasmäärä on 2 814,3. Klinikoilla analysoidaan keskimäärin 2 517,6 verikoetta vuosittain. Analysoiduista verikokeista n. 5 % koski valmennusta ja n. 95 % oli hevosen perusterveyteen perustuvia.

Klinikoista 57,1 %:lla on mahdollisuus juoksumattotestaukseen ja ratatestausta tehdään yhtä suurella prosentilla klinikoista (57,1 %). Juoksumattotestejä tehdään klinikoilla keskimäärin 7,1 vuosittain, kun taas ratatestejä tehdään hieman vähemmän keskimäärin 5,9. Suurin osa klinikoiden eläinlääkäreistä (85,7 %) on sitä mieltä, että valmentajien tulisi käyttää verinäytteenottoon perustuvia kuntokartoituksia, joissa tehdään laktaattimääritys. Eläinlääkäreiden mielestä nykyvalmentajat osaavat tulkita kohtalaisesti (71,4 %) tai huonosti (28,6 %) hevosten verikoetuloksia (kaavio 3).



KAAVIO 3. Eläinlääkäreiden näkemys siitä, osaavatko ravivalmentajat tulkita verikoetuloksia (n=7).

Tiedustelimme eläinlääkäreiden näkökulmaa siitä, näkyykö kilpailuissa kilpailukunnottomia hevosia. Tämä asia jakoi eläinlääkäreiden mielipiteitä. 42,9 % oli sitä mieltä, että kilpailuihin tuodaan kilpailukyvyttömiä hevosia ja 57,1 % oli sitä mieltä, että kilpailuissa ei nähdä kilpailukyvyttömiä hevosia. Halusimme tällä kysymyksellä kartoittaa sitä toteuttavatko valmentajat työssään eläinlääkäreiden suosituksia tai hyödyntävätkö he työssään hevosen sen hetkistä terveydentilan seuranta. Kyselyssä tiedusteltiin myös sitä osaavatko ravivalmentajat tulkita verikoetuloksia eläinlääkäreiden mielestä hyvin tai huonosti. Kyselyiden tuloksia tulkittaessa esiin nousi kysymys siitä, löytyykö näiden kahden asian välille riippuvuutta, eli näkyykö valmentajien huono verinäytteiden tulkinta esim. siten, että kilpailuissa näkyisi kilpailukunnottomia hevosia. Asiaa tutkittiin SPSS – tietokoneohjelman avulla tekemällä  $\chi^2$  -testi. Tulokset olivat seuraavanlaisia: Eläinlääkärit, joiden mielestä ravivalmentajat osaavat tulkita verikokeita kohtalaisesti, heistä 75 % mielestä kilpailuissa ei näy kilpailukunnottomia hevosia. Eläinlääkärit, joiden mielestä ravivalmentajat osaavat tulkita verikokeita huonosti, heistä 33,3 % mielestä kilpailuissa näkyy kilpailukunnottomia hevosia. P-arvoksi testi antoi 0,809, mikä osoittaa, että asioilla ei ole yhteyttä.

Pääasiallisesti klinikat suosittelivat verinäytteenottoa vain silloin, jos hevosella epäillään sairautta tai jotain ongelmaa. Verinäytteitä tulkittaessa tulisi ottaa huomioon hevosen normaaliarvot (ja ennen kaikkea ne tulisi tietää), jotta mahdollisia poikkeavuuksia osattaisiin etsiä ja analysoida. Perusterveellä hevosella suositeltiin verinäytteenottoa 1-2 kertaa vuodessa seurannanomaisesti.

Tiedustelimme eläinlääkäreiden mielipidettä siitä, voitaisiinko verikoenäytteistä analysoida tulevaisuudessa enemmän tietoa hevosen terveydentilasta tai sen hetkisen kunnan määrittämisestä. Eläinlääkäreiden mielestä tulevaisuudessa biomarkkereiden tunnistaminen ja mittaus verestä yleistyy ja näiden avulla saadaan tietoa mm. hevosen nivelrustovaurioista ja lihassoluvaurioista. Myös hormoniprofiilin kartoittamista hevosen verestä esitettiin mahdollisena terveydentilan mittarina.

Pienen vastausprosentin vuoksi tulokset ovat hieman vääristyneet ja juoksumattotestauksen suuruusprosentti on jopa 57,1 %. Todellisuudessa jokaisella suomalaisella klinikalla ei ole mahdollisuutta juoksumattotestaukseen. Kyselyn tuloksista voidaan siis päätellä, että kyselyyn ovat vastanneet vain suurimmat klinikat. Juoksumattotestien lukumäärä vuositasolla (ka. 7,14 kappaletta) kertoo prosenttilukua paremmin juoksumattotestien yleisyydestä.

## 11 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI

Yleensä tutkimusmenetelmien luotettavuutta arvioidaan käsitteiden validiteetti ja reliabiliteetin avulla. Kuitenkin laadullisen tutkimuksen yhteydessä näiden termien käyttöä on kritisoitu, sillä ne ovat syntyneet määrällisen tutkimuksen yhteydessä (Tuomi & Sarajärvi. 2002, 133). Tämän tutkimuksen laadullinen tutkimusosa (teemahaastattelut) voidaan katsoa kuuluvaksi konsensukseen perustuvaan totuusteoriaan. Konsensukseen perustuvassa totuusteoriassa painotetaan sitä, että haastattelun ihmiset luovat yhteisymmärryksessä totuuden. (Tuomi & Sarajärvi. 2002, 132). Teemahaastattelun haastateltavat luovat samankaltaisilla vastauksillaan tutkimuksen ytimen, sen ”totuuden”, joka tällä hetkellä vallitsee verikoenäytteiden käytössä valmentajien keskuudessa. Lisäksi teemahaastattelu saavuttaa saturaation, sillä samat vastaukset alkavat toistua haastateltavien lausunnoissa (Tuomi & Sarajärvi. 2002, 89).

Tutkimuksen toisessa kyselyosassa luotetaan myös siihen, että haastateltavina ovat eläinlääkärit, eli viranomaistahot, joiden oletetaan vastaavan asemansa puolesta kyselyyn totuudenmukaisesti. Ravivalmentajat vastasivat kyselyyn oman kokemuksensa perusteella, ja heidänkin vastauksissaan alkoi saturaatio täytyä, eli vastaukset noudattelivat samaa linjaa ja samat vastaukset alkoivat toistua jo toisen haastateltavan kohdalla. (Tuomi & Sarajärvi. 2002, 89).

Kyselytutkimusten reliabelius voidaan todeta esim. siten, että kaksi arvioijaa päätyy samanlaiseen lopputulokseen. (Hirsjärvi ym. 2004, 216) Tässä tapauksessa tutkimustuloksia voidaan pitää reliabeleina, koska molemmat työn tekijät ovat arvioineet vastaukset samanlaisiksi. Molemmat arviot nojaavat SPSS – tietokoneohjelman analyysiin.

Validius tarkoittaa tutkimusmenetelmän kykyä mitata juuri sitä mitä on tarkoituskin. Esimerkiksi kyselylomakkeiden kysymyksiin saadaan vastaukset, mutta vastaajat voivat joskus käsittää kysymykset eri tavalla kuin tutkija. (Hirsjärvi ym. 2004, 216-217). Tämän opinnäytetyön kyselyissä tekijät eivät havainneet väärinymmärryksiä vastausten kohdalla. Joihinkin kysymyksiin oltiin jätetty vastaamatta, mutta se tulkittiin siten, ettei kysyttyä asiaa tai menetelmää käytetty tallilla.

Klinikoiden vastausprosentti jäi pieneksi, mikä oli harmillista, sillä odotimme juuri klinikoilta enemmän vastauksia kuin ravivalmentajilta. Heikko vastausprosentti saattoi johtua siitä, että henkilökunnalla ei ollut aikaa vastata kyselyyn tai viesti vastaamisesta sedimentoitui sähköpostiin. Kyselyyn vastanneille ei luvattu minkäänlaista palkin-

toa, joten klinikoilla ei ollut välttämättä mielenkiintoa vastata kyselyyn muuten kuin ammattietiikan puolesta. Pieni vastaajamäärä vääristää tämän vuoksi hieman tuloksia. Kyselyn juoksumattokysymys (ks. Liite 2) paljastaa sen, että kyselyyn ovat vastanneet pääasiassa suuret klinikat.

Ravivalmentajien kyselyn vastausprosentti yllätti tekijät positiivisesti. Myös tässä tutkimuksessa saturaatio täyttyi, sillä vastauksista välittyi heti selkeä linja, jota valmennuksessa yleisesti noudatetaan ja vastaukset toistivat samoja asioita. Tosin myös tässä kyselyssä ei ollut vastausinnokkuuden nostamiseksi mitään palkintoa, joten voimme todeta, että aihe on ravivalmentajien mielestä tärkeä ja mielenkiintoinen. Muutama vastannut olikin lähettänyt kannustavat terveisensä aiheen tiimoilta.

## 12 MITÄ UUTTA VERINÄYTTEENOTON SARALLA?

### 12.1 Verinäytteet rasitusmurtumien toteamisessa kilpahevosilla

Toimittaja Neil Clarkson kirjoitti jouluna 2008 Horsetalk –internetsivustolla uusiseelantilaisen hevoskirurgian professorin Wayne McIlwarthin tekemästä tutkimuksesta, jossa tutkittiin hevosten verinäytteistä aineita (biomarkkereita), joita vapautuu verenkiertoon kun jossain päin elimistöä on mikrovaurio, esimerkiksi mikromurtuma. Mikrovaurioita voi syntyä treenauksen yhteydessä, ja joskus ne pahenevat vakavammiksi vammoiksi valmennuksen jatkuessa ja valmennuksen intensiteetin noustessa. Verinäytteiden avulla voitaisiin mahdollisista vaurioista saada etukäteistietoa, ja mahdollisesti alkaa hoitaa vauriota ennekuin se vaikuttaa merkittävästi kilpahevosen suorituskykyyn. (Clarkson. 2008.)

Tutkimus asian tiimoilta on kesken ja verinäytteiden ja markkereiden käyttövarmuus on vasta 70 %. Tutkijat jatkavat tutkimusta ja ovat melko varmoja, että saavat verinäytteiden markerit kertomaan vammasta yli 95 % varmuudella. Tutkijat otaksuvat saavansa verinäytetestin markkinoille 2-3 vuoden aikana, n. vuoden 2011-2012 paikkeilla. Aihetta tutkitaan parhaillaan Coloradon yliopistossa Orthopaedic Research keskuksessa. (Clarkson. 2008.)

### 12.2 Hevosilla kaksi erityyppistä punasolua

Yhdysvalloissa on meneillään tutkimus, jossa on havaittu, että hevosilla on kahdenlaisia, muodoltaan erityyppisiä punasoluja. Toinen punasolu on tyypiltään pyöreä palomainen ja kova (artikkelissa verrattu koripalloon). Toinen solu on kuin vedellä täytetty ilmapallo, tarvittaessa joustava ja muotoaan vaihtava. Hevoset joilla, on enemmän muodoltaan mukautuvia soluja, on myös parempi kyky kuljettaa verta työtätekevään lihakseen tehokkaammin, jolloin myös työtätekevät lihakset saavat nopeammin happea. Yleisesti ottaen hevosilla on n. 40 % punasoluista jäykempiä ja 60 % muotoaan muuntavia soluja. Mutta hevonen, jolla tuo jakauma on erilainen ja suurempi osa soluista on mukautuvia punasoluja, on huomattavasti suurempi todennäköisyys pärjätä kilpailuissa. Tutkijat epäilevät, että tässä voisi olla yksi selitys siihen, miksi jotkut hevoset ovat lajitovereitaan parempia kilpahevosia. (Mc Gregor Veterinary Clinic. 2010.)

### 12.3 Hevosen maitohapon kuljetukseen liittyvien proteiinien jakaumat

Hevosen lihaksissa esiintyy kolmea maitohapon kuljetukseen erikoistunutta proteiinia, MCT1, MCT4 ja apuproteiini CD147. Nämä MCT – proteiinit ovat päävastuussa maitohapon kuljetuksesta pois lihassolusta. Kovan fyysisen suorituksen aikana nämä estävät lihasta happamoitumasta. Suomalainen ELL Anna Mykkänen on väitellyt aiheesta ja toteaa väitöksessään, että MCT1:n todennäköinen rooli on kuljettaa maitohappoa polttoaineeksi lihassoluihin levossa (I ja IIA – tyypin lihassoluihin) ja vastavasti poistaa sitä kovatehoisen suorituksen yhteydessä. (Mykkänen 2011, 4.)

Hevonen kykenee kuljettamaan maitohappoa plasmasta myös punasoluihin päin. Hevosella on siis kyky varastoida maitohappoa hetkellisesti punasoluihin laktaatin tuoton ollessa maksimissaan, eli kovan rasituksen aikana. Tämä mahdollistaa maitohapon tuotannon jatkumisen pidempään lihaksessa ennen lihaksen väsymistä. Maitohappoa kuljettavista proteiineista MCT1 ja MCT2 sekä apuproteiini CD147 esiintyvät punasoluissa. Hevonen on ainoa laji, jolta on löydetty punasoluista MCT2. Suurimmalla osalla hevosista on punasoluissaan molempia MCT – proteiineja, mutta pienellä osalla, n 10–20%, on vain MCT2. Tarkkaa syytä tähän poikkeamaan ei tiedetä. Tiedetään kuitenkin se, että näillä hevosilla on heikompi maitohaponkuljetuskyky kuin muilla. (Mykkänen 2011, 4.)

Korkeaa maitohapon kuljetuskykyä esiintyy n. 25 %:lla lämminverisiä ravihevosia. Täysiverisillä hevosilla n. 85 %:lla esiintyy samaa ominaisuutta. Suomenhevosilla luku on varsin korkea, 88 %. Maitohapon kuljetuskyvyn takana on vanhaa alkuperää oleva mutaatio. Tämän ominaisuuden vaikutusta suorituskykyyn ei tarkkaan kuitenkaan tiedetä. (Mykkänen 2011, 4.)

### 13 KÄYTÄNNÖN VINKKEJÄ VALMENTAJILLE

Perusterveellä hevosella eläinlääkärit suosittelevat verinäytteenottoa kerran tai kaksi vuodessa. Näytteitä analysoitaessa tulisi olla tietoinen tutkittavan hevosen ns. normaaliarvoista, jotta verinäytearvoja voidaan luotettavasti vertailla. Samalla voidaan heti puuttua niihin arvoihin, jotka poikkeavat normaaliarvoista, oli poikkeama sitten pieni tai suuri. Tämän vuoksi yksittäisiä arvoja ei tule tulkita liian jyrkästi ja hätäisesti, sillä hevosen suorituskykyyn voivat vaikuttaa monet asiat.

Kuntokartoituksina verinäytteenottoon perustuvat kuntokartoitukset ovat luotettavia ja hyödyllisiä. Ainoa miinuspuoli niissä on niiden työläs toteuttaminen. Kyselyyn vastanneet eläinlääkärit olivat melko samaa mieltä siitä, että ravivalmentajien olisi hyödyllistä käyttää kuntokartoituksia enemmän. Kuntokartoituksesta näkee paitsi hevosen ominaiset sykealueet, myös sen miten se palautuu treenistä.

Lepoverinäyte ei kerro hevosen fyysisestä suorituskyvystä, joten sen perusteella ei hevosen treeniohjelmaa kannata muuttaa. Tulehdusarvojen ollessa koholla hevosta ei kuitenkaan tule treenata.

Kilpailujen jälkeinen suuri laktaattipitoisuus poistuu lihaksista nopeimmin kunnon loppuverryttelyn avulla. Rauhallinen ravi edistää parhaiten laktaatin poistumista lihaksista.

Hevosen suhteellisen valkosolujakauman (neutrofiilit ja lymfosyytit) tulisi olla 60:40. Poikkeamat jakaumassa kertovat terveydellisistä ongelmista.

Rautataso laskee kroonisten sairauksien ja tulehdusten yhteydessä. Yleisin syy rautatason laskuun on virusinfektio. Olisi hyvä tietää hevosen normaalit rauta-arvot, jotta mahdollisia infektioita voitaisiin seurata rauta-arvoja hyödyntäen.

Proteiinien määrittystä verestä käytetään nestetasapainon seurantaan. Kohonnut proteiiniarvo voi johtua alhaisesta nestetasapainosta (esim. juomattomuudesta).



## 14 PÄÄTÄNTÄ

Opinnäytetyöllämme halusimme luoda suomenkielisen tietopaketin tukemaan suomalaista ravivalmennusta. Aihealueesta on saatavilla hyvin vähän suomenkielistä tietoa, ja pääosin kaikki aihetta käsittelevät tutkimukset on tehty ulkomailla. Halusimme koota verestä ja valmennuksesta yhteenvedon, joka olisi helppolukuinen ja hyödynnettävissä valmentajan jokapäiväisessä työssä. Olemme ottaneet mukaan opinnäytetyön tutkimusosaan myös kansainvälisen näkökulman siitä, miten asiaan suhtaudutaan tällä hetkellä ulkomailla. Yllättävää ei ollut, että toimintatavat eivät sielläkään poikkeaa suomalaiselle valmennusmetodologialle tyypillisistä tavoista.

Opinnäytetyön yhteydessä tehdyt kyselyt osoittivat, että sekä ulko- ja kotimaiset ravivalmentajat käyttivät verinäytteenottoa pääasiassa hevosten perusterveyden seurantaan. Eläinlääkäreiden mielestä ravivalmentajien tulisi käyttää työssään enemmän verinäytteenottoon perustuvia kuntokartoituksia, jotta saadaan paremmin informaatiota hevosen fyysisestä kehityksestä. Kyselymme mukaan ravivalmentajat käyttäisivät kuntokartoituksia enemmän, jos se ei olisi niin työlästä ja aikaa vievää. Näiden seikkojen valossa, voidaan todeta, että kiertävälle verinäytteisiin perustuvalla kuntokartoituspalvelulle olisi kysyntää.

Kyselyyn osallistuneiden eläinlääkäreiden mielestä valmentajien tulisi saada koulutusta verinäytteiden tulkintaan, sillä kyselyn mukaan heidän tietotaitonsa on puutteellista. Verinäytteiden oikeaoppinen tulkinta auttaisi valmennusohjelmien tekemisessä.

Opinnäytetyön edetessä nousi esiin myös se, että veritutkimusten kehittämisellä ja tutkimisella saataisiin tulevaisuudessa enemmän sekä valmennusta, että hevosen perusterveyttä hyödyntävää tietoa. Veritutkimuksista voi tulevaisuudessa nousta esiin myös tietoa siitä, miksi jotkut kilpahevokset ovat parempia kuin toiset. Viitteitä näistä asioista on jo olemassa, mutta ne vaativat lisätutkimuksia.

Opinnäytetyöllämme ei ollut toimeksiantajaa, joten teimme työn omakustanteisesti. Tämä aiheutti sekä taloudellisten, että ajallisten resurssien rajallisuuden. Olisimme halunneet osallistua alkuperäisen idean mukaisesti laajamittaisemman tutkimuksen tekemiseen laktaatin vaikutuksesta ravihevosen suorituskykyyn koe-eläimiä hyödyntäen, mutta valitettavasti siihen ei ollut mahdollisuutta.

## LÄHTEET

Alerini, L. 2011. Hevosurheilu: Väitös: Korkea maitohapon kuljetuskyky tyypillinen sekä täysiveri- että suomenhevosilla. s. 12. [N:o 8. 28.1.2011. 86. vuosikerta]

Brooks, G.A. 1986. Lactate production under fully aerobic conditions: the lactate shuttle during rest and exercise. *Federation Proc.* 45, 2924-2929.

Eläinlaboratorio Vetlab. 2008. Laboratoriokäsikirja 2008. Tampere

Frape, D. 2004. *Equine Nutrition and Feeding*. 3.painos. Oxford, UK. Blackwell Publishing Ltd.

Funkquist, P. 1999. *Physiological Responses to Exercise in Standardbred Trotters with Special Reference to Total Blood Volume*. Uppsala. SLU Service/Repro.

Halestrap, A.P. & Price, N.T. (1999) The proton-linked monocarboxylate transporter (MCT) family: structure, function and regulation. *Biochemical Journal* 343, 281-299.

Hartikka, P., Haapanen, I., Kokkola, P. & Palolahti, T. 2008. Ravivalmennuksen Peruskurssi C-Taso. Suomen Hippos Ry.

Higgins, A.J. & Snyder, J.R. 2006. *The Equine Manual*. 2.painos. Elsevier Limited.

Hiltunen, E., Holmberg, P., Jyväsjärvi, E., Kaikkonen, M., Lindblom-Yläne, S., Niensted, W. & Wähälä, K. 2007. *Galenos – Ihmiselimityö kohtaa ympäristön*. 8.uudistettu painos. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2004. *Tutki ja kirjoita*. Helsinki. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Juel, C. 1997. Lactate/proton co-transport in skeletal muscle: regulation and importance for pH homeostasis. *Acta Physiologica Scandinavica* 156.

Kinnunen, S. 2003. *Hevosten Valmennusfysiologian perusteet*. Hevostietokeskus. Julkaisuja 6. 2. painos. Kuopio.

Kirk, P, Wilson, M.C., Heddle, C., Brown, M.H.m Barclay, A.N. & Halestrap, A.P. 2000. CD147 is tightly associated with lactate transporters MCT1 and MCT4 and facilitates their cell surface expression. *EMBO Journal* 19, 3896-3904.

Koho, N. M., Väihkönen, L.K. & Pösö, A.R. 2002. Lactate transport activity in red blood cells by monocarboxylate transporters. *Equine veterinary journal Suppl.* 34. Fordham.

Lindner, A. E. 2010. Maximal lactate steady state during exercise in blood of horses. *Journal of Animal Science*. Volume 88. Number 6 June 2010. American Society of Animal Science.

Marlin, D. & Nankervis, K. 2007. *Equine Exercise Physiology*. 6.painos. Blackwell Publishing Ltd. Oxford, UK.

Mykkänen, A. 2011. Expression of lactate transporters MCT1, MCT2, MCT4 and the ancillary protein CD 147 in horse muscle and red blood cells. University of Helsinki, the Faculty of Veterinary Medicine.

Poole, R.C. & Haalestrap, A.P. 1993. Transport of lactate and other monocarboxylates across mammalian plasma membranes. *American Journal of Physiogy* 264, C761-C782.

Poole, R.C., & Halestrap, A.P. 1997. Interaction of the erythrocyte lactate transporter (Monocarboxylate transporter 1) with an integral 70-kDa glycoprotein of the immunoglobulin superfamily. *The Journal of Biological Chemistry* 272, 14624-14628.

Pösö, A.R., Lampinen, K.J. & Räsänen, L.A. 1995. Distribution of lactate between red blood cells and plasma after exercise. *Equine Veterinary Journal Supplement*. 18, 231-234.

Pösö, R. & Väihkönen, L. 2003. Urheiluhevosen maitohappoaineenvaihdunta. *Suomen Eläinlääkärilehti* 1/2003. Suomen Eläinlääkäriliitto.

Rose, R.J. 2003. Poor Performance in the Athletic Horse. *Eläinlääkäripäivien luentokokoelma* 2003. Faculty of Veterinary Science University of Sydney NSW Australia.

Rose, R.J. 2003. Use of Haematology and Plasma/Serum Biochemistry in Performance Horses. Eläinlääkäripäivien luentokokoelma 2003. Faculty of Veterinary Science University of Sydney NSW Australia.

Räsänen, R.L., Lampinen, K.J. & Pösö, A.R. 1995. Responses of blood and plasma lactate and plasma purine concentrations to maximal exercise and their relation to performance in Standardbred trotters. American Journal of Veterinary Reserach 56, 1651-1656.

Sjaastad, Ø.V., Hove, K. & Sand, O. 2004. Physiology of Domestic Animals. Scandinavian Veterinary Press. Oslo.

Skelton, M.S, Kremer, D.E., Smith, E.W. & Gladden, L.B. 1995. Lactate influx into red blood cells of athletic and nonathletic species. American Journal of Physiology 268, R1121-1128.

Toivonen, V. 2007. Lähtö hyväksytyt – hevosia, ihmisiä ja ilmiöitä. Arkmedia Oy. Vaasa

Tuomi, J. & Sarajärvi A. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Kustannusosakeyhtiö Tammi. Helsinki.

Väihkönen, L.K. & Pösö, A.R. 1998. Interindividual variation in total and carrier mediated lactate influx into red blood cells. American Journal of Physiogy 274, R1025-R1030.

Väihkönen, L.K., Hyyppä, S., & Pösö, A.R. 1999. Factors affecting accumulation of lactate in red blood cells. Equine veterinary journal Suppl. 30. Fordham.

Väihkönen, L.K., Ojala, M. & Pösö, A.R. 2002. Age-related changes and inheritance of lactate transport acitivity in red blood cells. Equine veterinary journal Suppl. 34. Newmarket.

Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. 2005. Liiketaläätiede. 3.uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki.

British Horseracing Authority. [viitattu 20.01.2011] Saatavissa: [www.britishhorseracing.com](http://www.britishhorseracing.com)

Clarkson, N. 2008. Blood test could hold key to preventing major injuries. [Viitattu 27.12.2010]. Saatavissa: [www.horsetalk.co.nz/health/bloodtest-150.shtml](http://www.horsetalk.co.nz/health/bloodtest-150.shtml)

Hannila, P. & Kyngäs, P. 2008. Teemahaastattelu laadullisessa tutkimuksessa. [Viitattu 16.3.2011]. Saatavissa: <http://www.doria.fi/handle/10024/38214>

Hyyppä, S. Opinnäytetyön tarkistukset. [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Riikka Kosonen. Lähetetty 20.2.2011 [viitattu 1.3.2011].

Mc Gregor, A. Blood Interpretations. [Viitattu 27.12.2010]. Saatavissa: [www.gateway.net.au/~mconv/horses](http://www.gateway.net.au/~mconv/horses)

Movet Oy. 2011. [Viitattu 29.4.2011]. Saatavissa: [www.movet.fi](http://www.movet.fi)

Stall Stig H Johansson. 2011. Om Stig H. Stig H Johansson. [Viitattu 15.2.2011]. Saatavissa: <http://www.stigh.se/>

Stall Stefan Hultman. 2011. Travkompaniet. [Viitattu 15.2.2011]. Saatavissa: <http://www.travkompaniet.se/hultman/hultman.php>

Suomen Hippos ry. 2009. [Viitattu 30.3.2011]. Saatavissa: [http://www.hippos.fi/hippos/raviurheilu/monte\\_yleista.php](http://www.hippos.fi/hippos/raviurheilu/monte_yleista.php)

Travsporten i Sverige. STC. 2011. [Viitattu 30.3.2011]. Saatavissa: [www.travsport.se/article/2.610](http://www.travsport.se/article/2.610)

## Kyselylomake hevosten verinäytteiden otosta

Savonia-ammattikorkeakoulun hevostalousagrobiologi -opiskelijat Johanna Karhunen ja Riikka Kosonen tekevät opinnäytetyötä verikokeiden hyödyntämistä ravihevosten valmennuksessa. Kartoitamme kyselyllä ammattilaisvalmentajien mielipiteitä asiasta. Opinnäytetyön ohjaavana tutorina toimii mm. ELT Seppo Hyyppä MTT:ltä. Kyselyt analysoidaan nimettöminä. Kyselyyn ovat jo vastanneet Stig H. Johansson ja Stefan Hultman Ruotsista. Kiitokset etukäteen vastauksistanne ja antamastanne tuesta opinnäytetyöllemme!

Johanna Karhunen ja Riikka Kosonen

Ympyröi sopiva vastausvaihtoehto. Voit valita useamman kuin yhden vaihtoehdon.

1. Tallin koko

- 10-20 valmennettavaa hevosta
- 21-30 valmennettavaa hevosta
- 31-40 valmennettavaa hevosta
- yli 50 valmennettavaa hevosta

2. Miten usein hevosilla tehdään kovia harjoituksia? \_\_\_\_\_

3. Otetaanko tallillanne verinäytteitä?

- kyllä
  - ei, miksi ei?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

4. Miten arvioitte sopivan rasitustason harjoituksessa?

- valmentajan kokemuksen /hevosen tuntemuksen perusteella
- vauhdin kontrolloinnin avulla
  - ✓kellottamalla
  - ✓näppituntumalla
- sykemittarin avulla
- heti rasituksen jälkeen tehtävällä verinäytteen otolla, josta tehdään laktaattimääritys

5. Miten arvioitte hevosten kehittymistä?
    - valmentajan kokemuksen/ hevosen tuntemuksen perusteella
    - levossa otettujen verinäytteiden avulla (eriyisesti ASAT)
    - vakioitu testisuoritus (ratatesti/juoksumattotesti/testihiitti)
    - vakioidun testisuorituksen ja sykemittarin avulla
    - vakioidun testisuorituksen, sykemittarin ja verestä tehdyn maitohappomäärityksen avulla
    - kilpailumenestyksen avulla
  
  6. Miten seuraatte hevosten terveyttä/palautumista ?
    - kliinisen kuvan avulla esim. ruokahalu, jäykkyys, vireys yms.
    - aamulämpö
    - leposyke
    - rasisussyke
    - lepoverenäytteet
  
  7. Kuinka usein verinäytteitä otetaan?
    - tarvittaessa
    - säännöllisesti
    - valmennuskauden/-menetelmän muuttuessa
    - uuden hevosen tullessa treeniin
  
  8. Kuka verinäytteet ottaa?
    - tallin henkilökunta
    - eläinlääkäri
  
  9. Mikä on yleisin syy verinäytteen ottoon?
    - hevosen sairaus
    - hevosen suorituskyvyn alentuminen
    - valmennuksen vaikutus hevosen veriarvoihin
    - rutiininomainen seuranta esim. kuukausittain
  
  10. Käytättekö verinäytteisiin perustuvia kuntokartoituksia?
    - kyllä
    - ei
  
  11. Millaisia nämä kuntokartoitukset ovat?
    - juoksumatto
    - ratatestaus
    - joku muu?
-

12. Koetteko verinäytteenottoon perustuvan kuntokartoituksen hyödyllisenä? Perustelut.

- kyllä
- ei

---

---

---

13. Käyttäisittekö verinäytteen ottoa enemmän, jos sitä voitaisiin hyödyntää paremmin/nopeammin valmennusvaikutusten toteamiseen?

- kyllä
- ei

14. Käyttäisittekö verinäytteenottoon perustuvaa kuntokartoituspalvelua (esim. yksityinen kiertävä ratatestauspalvelu), jos sellainen olisi tarjolla?

- kyllä
- ei

**Hyvää ja menestyksestä ravivuotta 2011!**



## Kyselylomake hevosklinikoille

Olemme kaksi hevostalousagronomi-opiskelijaa Savonia-ammattikorkeakoulusta ja teemme opinnäytetyömme aiheesta Verikoetulosten tulkinta ja hyödyntäminen ravihevosten valmennuksessa. Tämä kysely on tärkeä osa opinnäytetyötämme, jolla pyrimme selvittämään hevosklinikoiden verikoekäytäntöjä ja suorituskykyä mittaavia menetelmiä. Asiantuntijatorina työtämme ohjaa ELT Seppo Hyyppä MTT:ltä.

Kiitokset etukäteen vastauksistanne ja Hyvää kevään jatkoa!

Johanna Karhunen ja Riikka Kosonen

Vastaa seuraaviin kysymyksiin

1. Mikä on klinikan vuosittainen asiakasmäärä?
2. Miten paljon klinikallanne analysoidaan verikokeita vuosittain?
3. Verikoenäytteiden jakaantuminen prosentuaalisesti seuraaviin ryhmiin
  - Valmennukseen/hevosen kilpailukykyyn vaikuttavat/ perustuvat verikokeet/laktaattimääritykset
  - Selkeästi perusterveyttä määrittävät verikokeet
4. Onko klinikallanne mahdollisuus juoksumattotestaukseen?  
Kyllä  Ei
5. Tehdäänkö klinikallanne ratatestausta?  
Kyllä  Ei
6. Kuinka paljon klinikallanne tehdään juoksumattotestejä vuosittain?
7. Kuinka paljon klinikallanne tehdään vuosittain ratatestejä?

8. Kannattaisiko valmentajien mielestänne käyttää verinäytteisiin perustuvia kuntokartoituksia, kuten ratatesteissä tehtävät laktaattimääritykset?

Kyllä  Ei

9. Miten hyvin (keskimäärin) valmentajat osaavat mielestänne tulkita verikokeiden tuloksia?

Hyvin  Kohtalaisesti  Huonosti

10. Näkyykö tämä käytännössä esim. siten, että kilpailuihin tuodaan hevosia, jotka eivät ole kilpailukuntoisia?

Kyllä  Ei

11. Mikä on eläinlääkärin suositus verinäytteiden otolle perusterveellä hevosella?

12. Mitä uutta valmennusta hyödyntävää tietoa voitaisiin tulevaisuudessa selvittää verinäytteistä?

## Teemahaastattelun kysymykset

1. How much horses you have in your stable?  
(Kuinka paljon sinulla on hevosia tallissasi?)
2. Do you take blood samples of your horses? When you take them?  
(Otatteko verinäytteitä? Milloin otatte niitä?)
3. Who takes the samples?  
(Kuka näytteet ottaa?)
4. What are the main reasons to take blood samples?  
(Mitkä ovat pääsyyt verinäytteenottoon?)
5. Do you use track tests / trade mill tests / lactate measurement / muscle biopsies in your stable?  
(Käytättekö tallillanne ratatestiä / juoksumattotestiä / laktaatin mittausta / lihasbiopsiaa?)
6. Would you use blood test more if the information would be got faster and easier?  
(Käyttäisittekö verinäytteenottoa enemmän, jos niistä saataisiin informaatiota nopeammin ja helpommin?)
7. Would you use blood tests more if you would get new information about horses' condition from them?  
(Käyttäisittekö verinäytteenottoa enemmän, jos saisitte niistä uutta tietoa koskien hevosen kuntoa?)

---

[www.savonia.fi](http://www.savonia.fi)

