

Suomenhevosorien osteokondroosin vaikutus seuraavan sukupolven ravikilpailumenestykseen

ELK Anna Suontama
Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma
Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto
Eläinlääketieteellinen tiedekunta
Helsingin yliopisto
2011



Tiedekunta - Fakultet – Faculty Eläinlääketieteellinen tiedekunta		Osasto - Avdelning – Department Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto	
Tekijä - Författare – Author ELK Anna Suontama			
Työn nimi - Arbetets titel – Title Suomenhevosorien osteokondroosin vaikutus seuraavan sukupolven ravikilpailumenestykseen			
Oppiaine - Läroämne – Subject Hevosten sairaudet			
Työn laji - Arbetets art – Level Lisensiaatin tutkielma		Aika - Datum – Month and year 04/2011	Sivumäärä - Sidoantal – Number of pages 43
Tiivistelmä - Referat – Abstract <p>Osteokondroosi (OC) on hevosten ortopedisistä kehityshäiriöistä yleisin kirurgiaa vaativa sairaus. Se on sairautena monelta osin vielä hyvin epäselvä. Perinnöllisyyden osuus sen ilmentymisessä on noin 25 %. Suomenhevosilla OC:n esiintyvyyttä ei ole tutkittu, mutta sen osuuden epäillään kasvavan jatkuvasti. Suomessa pääsääntöisesti vain juoksijasuuntaan kantakirjatun suomenhevosoriin jälkeläinen voi saada ravikilpailuoikeuden. Kantakirjauksen yhteydessä tehdyn röntgentutkimuksen avulla OC:ta sairastavat yksilöt voidaan hylätä ja siten sulkea pois jalostuksesta. Tästä käytännöstä voidaan poiketa, mikäli orilla on poikkeuksellisen hyviä kilpailutuloksia.</p> <p>Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko OC:ta sairastavien orien hyväksyminen kantakirjaan riski suomenhevosravureiden tulevien sukupolvien kilpailumenestykselle. Tutkimusta oli kohorttitutkimus, jossa kilpailumenestyksen mittareina käytettiin starttistatusta, starttien määrää, sijoituksia, voittosummaa, ennätysaikoja, hylkäyksiä, keskeytyksiä sekä kilpailupöytäkirjoihin kirjattuja laukka- ja epäpuhdas ravi – merkintöjä. Tutkimuksessa verrattiin suomenhevosravurien, joiden isällä on OC, kilpailumenestystä niiden suomenhevosravurien kilpailumenestykseen, joiden isäoriit oli kantakirjauksen yhteydessä todettu jaloistaan terveiksi (OC-vapaiksi). OC:lle altistuneista jälkeläisistä koostuvan ryhmän isäoreiksi valittiin kaikki juoksijasuuntaiset, OC:ta sairastavat suomenhevosoriit. OC:ta sairastavien orien jälkeläisiä oli tutkimuksessa mukana 435 ja OC-vapaiden orien jälkeläisiä 863. Aineistolle tehtiin tilastollinen analyysi Pearsonin χ^2-testiä ja varianssianalyysia käyttäen. Voima-analyysi tehtiin jälkikäteen, jolloin todettiin, että tutkimuksen voima todeta havaittuja eroja oli parhaimmillaankin vain 50 % tasolla.</p> <p>Tuloksista ainoa tilastollisesti merkitsevä ero löytyi verrattaessa ravikilpailuissa startanneiden jälkeläisten osuuksia edellä mainituissa ryhmissä. OC:ta sairastavien isäorien jälkeläisistä yhteen tai useampaan ravikilpailulähtöön oli osallistunut 40,2 % hevosista, kun vastaava luku OC-vapaiden isäorien jälkeläisryhmässä oli 34,6 % (p=0,049). Vaikka muut tulokset olivatkin tilastollisesti merkityksettömiä, saattavat ne antaa viitteitä siitä, että OC:ta sairastavien orien jälkeläisten ura on lyhyempi, mutta mahdollisesti menestyksekkäämpi kuin OC-vapaiden orien jälkeläisillä. Tutkimuksen tulokset ja erityisesti niiden vertaaminen aiempiin tutkimuksiin tukevat käsitystä siitä, että OC periytyy mahdollisesti yhdessä hyvään juoksukykyyn liittyvien ominaisuuksien kanssa. Lisäksi tutkimus kyseenalaistaa, onko suomenhevosravurien kantakirjauksesta poissulkeminen tarkoituksenmukaista OC:n perusteella. Kyseessä on etiologialtaan ja diagnoosin kannalta hyvin haastava sairaus, jolla ei aina ole kliinistä merkitystä.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords osteokondroosi, suomenhevonon, hevosjalostus, raviurheilu, kilpailumenestys			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Viikin kampuskirjasto			
Työn johtaja (tiedekunnan professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) – Instruktor och ledare – Director and Supervisor(s) Prof. Riitta-Mari Tulamo ja yliopistonlehtori Anna-Maija Virtala			

1	JOHDANTO	2
2	KIRJALLISUUSKATSAUS	4
2.1	SUOMENHEVOSEN JALOSTUSTAVOITTEET	4
2.1.1	Kantakirjaus ja suomenhevosen jalostuksen kehittyminen.....	4
2.1.2	Rakenteeseen ja terveyteen kohdistuvat vaatimukset.....	5
2.1.3	Suorituskykyyn kohdistuvat vaatimukset	7
2.2	OSTEOKONDROOSI	8
2.2.1	Määritelmä.....	8
2.2.2	Etiologia	9
2.2.3	Diagnosointi ja kliininen merkitys	11
2.2.4	Hoito ja ennuste	14
2.3	RAVIHEVOSEN KILPAILUMENESTYKSEN MITTAAMINEN	16
2.3.1	Kilpailumenestyksen mittarit	16
2.3.2	Osteokondroosin yhteys kilpailumenestykseen	18
3	AINEISTO JA MENETELMÄT	21
3.1	TUTKIMUSASETELMA	21
3.2	TUTKIMUKSEN HAVAINTOYKSIKÖT JA NIIDEN VALINTAKRITEERIT	23
3.3	MUUTTUJIEN VALINTA	24
3.4	AINEISTON KERUU	26
3.5	MENETELMIEN VALINTA JA TILASTOLLINEN ANALYYSI	26
4	TULOKSET	29
5	POHDINTA	34
6	KIITOKSET	37
	LÄHDELUETTELO	38

1 JOHDANTO

Ontuminen on merkittävin huonon suorituskyvyn taustatekijä kilpaa juoksevilla hevosilla. Aina ontuminen ei ole selvästi havaittavaa ja syynä eläinlääkäriin kutsumiselle voikin olla ainoastaan heikentynyt suorituskyky tai esimerkiksi ontumisen taustalla olevan kivun aiheuttama käytösmuutos. (Ross 2003 ja Dyson 2003.)

Osteokondroosi ei ole suomenhevosilla yleinen sairaus (Ertola & Houttu 2003), mutta se tunnetaan monessa rodussa yleisenä ontumisen aiheuttajana ja sen kliinistä merkitystä korostaa sen vakavuus muihin ortopedisiin kehityshäiriöihin verrattuna; osteokondroosi on näistä useimmiten kirurgista hoitoa vaativa sairaus (McIlwraith 1992). Osteokondroosin prevalenssista suomenhevosilla ei ole raportoituja tieteellisiä tutkimustuloksia, mutta praktisoivien eläinlääkärien käsitys on, että sen esiintyvyys on yleistymässä (Ertola, henkilökohtainen tiedonanto). Osteokondroosin esiintyvyyteen pyritään vaikuttamaan suomenhevosten kantakirjauksen yhteydessä tapahtuvan jalkojen röntgenkuvauksen avulla, jonka perusteella osteokondroosia sairastava ori ei pääse kantakirjaan, ellei orin kilpailumenestys ole poikkeuksellisen erinomaista (Ertola & Houttu 2003).

Tämän tutkimuksen tavoite on tutkia, onko osteokondroosia sairastavienorien hyväksyminen kantakirjaan riski suomenhevosravuriin tulevien sukupolvien kilpailumenestykselle. Tutkimuksessa verrataan niiden suomenhevosravuriin, joiden isällä on todettu osteokondroosi, kilpailumenestystä niiden suomenhevosravuriin kilpailumenestykseen, joiden isäoriit on jalkaterveyden osalta todettu kantakirjauksen yhteydessä terveiksi. Tutkimus on rajoitettu tarkastelemaan ainoastaan suomenhevosia ja ravureita lisensoitujen tutkielmalle mielekkään laajuuden säilyttämiseksi.

Tutkielman kirjallisuuskatsauksessa esitellään ensin taustatiedoksi suomenhevosen kantakirjaus ja perusteet kantakirjaan valitsemiselle (Luku 2.1). Tämän jälkeen määritellään osteokondroosi ortopedisenä sairautena sekä käydään läpi sen etiologia, diagnosointi, kliininen merkitys, hoito ja ennuste (Luku 2.2). Luvun lopussa tarkastellaan aiempia tutkimuksia kilpailumenestyksen mittauksesta. Aineisto ja menetelmät – luvussa (Luku 3) on valittu aiempien tutkimusten avulla ne muuttujat, joiden avulla tämän tutkimuksen piiriin kuuluvia suomenhevosia on arvioitu ja käyty läpi aineiston kokoaminen sekä tutkimuksen havaintoyksikköinä olleiden hevosten

valinta. Lopuksi tutkielmassa esitellään tutkimuksen tulokset (Luku 4) ja niihin liittyvä pohdinta (Luku 5).

Koska aikaisempia tutkimuksia osteokondroosia sairastavien yksilöiden jalostuskäytön merkityksestä seuraavan sukupolven suorituskykyyn suomenhevosilla ei ole, muodostetaan tutkimuksen nollahypoteesi sen oletuksen pohjalta, että osteokondroosia sairastavien orien valinnalla kantakirjaan ei ole negatiivista vaikutusta rodun jalostuksessa. Näin ollen nollahypoteesiksi ja vaihtoehtohypoteesiksi valitaan:

H_0 = Isäorin osteokondroosilla ei ole vaikutusta sen jälkeläisten kilpailumenestykseen

H_1 = Isäorin osteokondroosilla on vaikutusta sen jälkeläisten kilpailumenestykseen

Mikäli tutkimuksessa päädytään hyväksymään vaihtoehtohypoteesin mukainen tilanne, otetaan siinä myös kantaa, millä tavalla isän osteokondroosi vaikuttaa seuraavan sukupolven suorituskykyyn. Ellei riittävää todistusta nollahypoteesia vastaan saada, katsotaan sen tutkimuksen perusteella jäävän voimaan.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 SUOMENHEVOSEN JALOSTUSTAVOITTEET

2.1.1 Kantakirjaus ja suomenhevosen jalostuksen kehittyminen

Suomenhevosen jalostuksen voidaan virallisesti katsoa alkaneen vuonna 1907, jolloin ensimmäiset hevoset merkittiin muilta roduilta suljettuun kantakirjaan. Aluksi jalostus keskittyi lähinnä maa- ja metsätaloustöissä tärkeän suomenhevosen kehittämiseen, mutta jo kaksikymmenluvulla alettiin kiinnittää huomiota puolustusvoimien ratsuhevostarpeisiin ja siten kevyempiin yleishevosiin. Kantakirjaohjesäännöissä huomioitiin erillinen juoksijasuunta vuodesta 1965 alkaen. Nykymuotoinen kantakirjajako juoksija-, työ-, ratsu- ja pienhevossuuntiin (eli J-, T-, R- ja P-suuntiin) aloitettiin vuonna 1971. (Ojala ym. 2007.)

Suomenhevosen jalostuksessa tavoitellaan hyvää suorituskykyä, hyvää rakennetta sekä hyviä liikkeitä, kestävyyttä ja terveyttä. Kantakirjauksen merkitys korostui vuoden 1978 voimaan tulleiden ravikilpailusääntöjen myötä, sillä niiden mukaan ainoastaan kantakirjatun orin jälkeläinen saa ravikilpailuoikeuden. Tosin poikkeuksena tähän ovat ne kantakirjaamattoman orin jälkeläiset, jotka syntyvät orin omistajan astutushetkestä varsomishetkeen omistamista tammoista. (Ojala ym. 2007 & Suomenhevosen jalostusohjesääntö.)

Kantakirjauksen alkuvuosina suomenhevosjalostusta leimasivat erityisesti ulkomuotoon kohdistuvat vaatimukset. Orien säkäkorkeuden tuli olla vähintään 148 cm, vartalon pidempi ja ympärysmitaltaan paksumpi kuin säkäkorkeus, eikä esimerkiksi korkeajalkaisuus tai valkoinen väri olleet sallittuja suomenhevosen piirteitä. Juoksijasuunnan kantakirjaan valitulta suomenhevosoriilta vaadittiin vuonna 1965 aluksi tietyntasoista ennätysaikaa (I palkintoon $\leq 1.27,0$ kilometriaikaa). Vuodesta 1987 alkaen kantakirjaan hyväksymisen ehdoksi lisättiin vielä vähimmäisvoittosumma. (Ojala ym. 2007.)

Nykyisessä Suomen Hippos ry:n laatimassa ja maa- ja metsätalousministeriön vahvistamassa jalostusohjesäännössä vähimmäisvaatimuksia kohdistuu rakenteen ja suoritustason lisäksi myös terveyteen. Jalostusohjesäännön mukaan ”*Hevosen hyväksyminen kantakirjaan perustuu kokonaisarvosteluun, joka hevosen rakenteellisten*

ja terveydellisten perusedellytysten ohella painottuu jalostussuunnasta riippuen pääasiassa joko kilpailutuloksiin tai kantakirjanäyttelyn koesuorituksiin.” Juoksijasuunnassa hevoset eivät anna kantakirjanäyttelyssä koesuoritusta vaan kantakirjaan pyrkivän hevosen tulee ”täyttää Suomen Hippos ry:n jalostusvaliokunnan määräämät ravikilpailutulosten ja/tai jalostusindeksien vaatimukset”. (Suomenhevosen jalostusohjesääntö.) Lisäksi ehtona suomenhevosoriin kantakirjaan hyväksymiselle on, että hevonen on merkitty suomenhevosrekisteriin ja se on vähintään neljävuotias (Suomenhevosen rekisteröinti, kantakirjaus, palkitseminen ja siitokseen käyttö).

2.1.2 Rakenteeseen ja terveyteen kohdistuvat vaatimukset

Jalostusohjesäännöstä ei löydy erillistä kohtaa, jossa määriteltäisiin rakenteeseen kohdistuvat ulkomuodolliset vaatimukset. Jalostusohjesäännöstä löytyvät kuitenkin suomenhevosen rotumääritelmä ja jalostustavoitteet, joiden voidaan olettaa esittävän rakenteeseen kohdistuvia vaatimuksia. Viime vuosisadan alun jalostusta leimannut ulkomuodon korostaminen ja esimerkiksi tiettyjen värien suosiminen näyttää vaihtuneen nykypäivänä objektiivisemmaksi ja tervettä rakennetta tavoittelevammaksi arvioinniksi. Rotumääritelmän mukaan suomenhevonen on rakenteeltaan keskikokoinen, hyväryhtinen ja vankka. Pää on kuiva ja suora, kaula melko tukeva, runko pyöreä ja pitkä. Juoksijasuunnan suomenhevonen on kevytmuotoinen, mutta kuitenkin lihaksikas. Runko ja jalat ovat melko pitkät. (Suomenhevosen jalostusohjesääntö & Suomenhevosen värit.)

Kantakirjaustilaisuudessa hevosen rakenteesta arvostellaan sanallisesti tyypit (laatu- ja rotutyypit sekä sukupuolileima), runko, jalka-asennot ja kaviot. Näistä numeerisesti arvioidaan kolme viimeistä. Lisäksi hevonen mitataan (säkäkorkeus, lautaskorkeus, rungon pituus, rinnan leveys, rinnan ympäryys, etusäären ympäryys), sen kuntoluokka arvioidaan (1-5) sekä sen luonne arvioidaan asteikolla neljästä kymmeneen. (Suomenhevosen jalostusohjesääntö.)

Suomenhevosten jalostusohjesäännön liitteessä 2 (Jalostushevosen rakenne ja terveysvaatimukset) määritellään ne terveyteen vaikuttavat anatomiset rakenteet ja fysiologiset tilat, jotka ovat olennaisia kantakirjauksen kannalta. Dokumentissa mainitaan myös siitä, että kantakirjaan hakevien orien jalat röntgenkuvataan ennen kantakirjausta. Sairaat (esimerkiksi ontuvat) tai alikuntoiset hevoset voidaan

eläinsuojelullisista syistä jättää kokonaan arvostelematta. Orien kantakirjauksessa on aina mukana eläinlääkäri, joka tarkastaa hevoset. Yleistutkimuksessa huomiota kiinnitetään hevosen yleiskuntoon ja käyttäytymiseen. Lisäksi terveyden kannalta erityisiä tarkastelun kohteita ovat liikuntaelinten terveydentila, sukuelimet ja hampaat. Yleistutkimuksen lisäksi hevoselle tehdään normaalisti myös liikkeen tutkimus käynnissä ja ravissa, sekä taluttaen että ajaen. Näiden edellä mainittujen tutkimusten perusteella eläinlääkäri antaa sanallisen lausunnon hevosen terveydentilasta. Se yhdessä mahdollisen poikkeavuuksista kertovan röntgenlausunnon ja jalkojen terveyttä kuvaavan numeerisen (4-10) arvioinnin kanssa liitetään kantakirjauslausuntoon. (Jalostushevosen rakenne ja terveysvaatimukset.)

Jalostusohjesäännön liitteen mukaiset erityiset terveysvaatimukset kohdistuvat suomenhevosoriilla kivensten, hampaiden, hengitysteiden ja jalkojen terveyteen. Lisäksi kantakirjauslausuntoon laitetaan maininta kesäihottumasta ja käytöshäiriöistä (esim. puunpureminen, vihaisuus). Käytöshäiriöt voivat tarpeeksi vakavina aiheuttaa orin hylkäyksen kantakirjauksessa. Lisäksi tarttuvan kohtutulehduksen (CEM) riskin takia keinosiemennyksellä siitokseen käytettävät suomenhevosorit määrätään testattavaksi vuosittain kyseisen taudin varalta. (Jalostushevosen rakenne ja terveysvaatimukset.)

Koska erilaiset kivesviat voivat vaikuttaa orin hedelmällisyyteen, voidaan kivesvikainen hevonen määrätä fertilititeettitutkimukseen ennen kantakirjauslausunnon antamista. Kiveksen puuttuessa tai ollessa piilokives fertilititeettitutkimus on aina pakollinen. Suomenhevosoriit, joilla on tai on ollut piilokives, tai joilta on poistettu kives nivustyrän vuoksi, voidaan hyväksyä kantakirjaan ainoastaan, mikäli kilpailusuoritukset ovat poikkeuksellisen hyvät. Lisäksi nivustyrän sairastaneen orin nivusaukot täytyy eläinlääkärin rektaalitutkimuksella todeta normaaleiksi. Suomen Hippoksen jalostusvaliokunta seuraa jo kantakirjattujen siitosorien fertilititeettiä, ja mikäli astutettujen tammojen hedelmällisyys yli 10 tamman vuosittaisella otoksella laskee alle 40 % tai on toistuvasti alle 50 %, voidaan ori määrätä uudestaan fertilititeettitutkimukseen. (Jalostushevosen rakenne ja terveysvaatimukset.)

Hampaista orilta tarkistetaan purenta ja puuttuvat hampaat sekä kiinnitetään huomiota hampaiden epänormaaliin kulumiseen. Voimakas ala- tai yläpurenta, jossa etuhampaat eivät lainkaan kosketa toisiaan, aiheuttaa sen, että ori voidaan kantakirjata ainoastaan poikkeavan hyvien kilpailusuoritusten takia. (Jalostushevosen rakenne ja terveysvaatimukset.) Hengitysteissä kiinnitetään erityistä huomiota puhkurioireisiin. Puhkurioireinen hevonen voidaan jättää myös eläinsuojelullisista syistä arvioimatta.

Mikäli eläinlääkäri epäilee rakenteellisia tai toiminnallisia vikoja kurkussa tai rasisusverenvuotoja, voi hän määrätä hevosen hengitysteiden tähytystutkimukseen ennen lausunnon antamista. (Jalostushevosen rakenne ja terveysvaatimukset.)

Suomenhevosorien jalkojen terveydessä ja röntgenkuvissa kiinnitetään erityistä huomiota niiden yleisen rakenteen lisäksi mahdollisiin osteokondroosi- ja kaviorustonluutumamuutoksiin. Suomenhevosori, jolla todetaan osteokondroosi tai muu kasvuhäiriö nivelissä, voidaan hyväksyä kantakirjaan ainoastaan poikkeuksellisen hyvien kilpailusuoritusten perusteella. Kaviorustojen luutuma arvioidaan asteikolla 0-5¹ ja vakavissa tapauksissa, joissa luutuma on luokkaa 4-5, ori voidaan niinkään hyväksyä kantakirjaan ainoastaan poikkeuksellisen hyvien kilpailusuoritusten perusteella. (Jalostushevosen rakenne ja terveysvaatimukset.)

2.1.3 Suorituskykyyn kohdistuvat vaatimukset

Kantakirjaan pyrkivän suomenhevosorin suorituskykyä arvioidaan yleensä sen henkilökohtaisten kilpailusuoritusten eli niin sanotun yksilöarvostelun kautta. Kilpailusuorituksia tarkastellaan tilastollisesti vuosikohtaisina yhteenvetoina sekä numeerisesti että sanallisina arvioin. (Suomenhevosen jalostusohjesääntö.) Jalostusohjesäännön mukaan suomenhevosorin on täytynyt 1600-metrin kilpailumatkalla saavuttaa neljävuotiaana vähintään 1.33,0:n, viisivuotiaana vähintään 1.13,0:n ja yli viisivuotiaana vähintään 1.28,0:n kilometrinopeus. Lisäksi vaatimuksissa mainitaan myös vähimmäisvoittosummat, jotka ovat nelivuotiaalle 3500 euroa, viisivuotiaalle 7000 euroa ja yli viisivuotiaalle 14 000 euroa. Voittosumma lähtökohden laskettuna tulee olla noin 170 euroa.

Varsinaisen kantakirjaan merkinnän lisäksi ori voidaan palkita niin kutsutussa yksilöarvostelussa joko I-, II- tai III-palkinnolla. I-palkinnon saavuttavan suomenhevosorin nopeuden täytyy olla vähintään 1.23,0 tai uran kokonaisvoittosumman vähintään 40 000 euroa. II-palkinnon saavuttaa 1.25,0:n kilometriajalla tai vähintään 30 000 euron voittosummalla ja III-palkinnon 1.26,0:n ajalla tai vähintään 20 000 euroa tienanneena. (Suomenhevosen rekisteröinti, kantakirjaus, palkitseminen ja siitokseen käyttö.)

¹ Alkuperäinen lähde: Ruohoniemi M, Tulamo R-M, Hackzell M. Radiographic evaluation of ossification of the collateral cartilages of the third phalanx in Finnhorses. Equine Vet J 1993, 25:453-455.

Kantakirjauksessa suomenhevosori voidaan palkita myös jälkeläisarvostelujen perusteella joko Valio-palkinnolla, I- tai II- palkinnolla. Itse asiassa suomenhevosori voi päästä kantakirjaankin yksilöarvostelun tuloksesta riippumatta (ts. riittämättömillä kilpailusuorituksilla), mikäli orin jälkeläisarvostelut ovat riittävän hyvät. (Suomenhevosen jalostusohjesääntö.) Jälkeläisarvostelut koostuvat orin ravikilpailuihin osallistuneiden jälkeläisten näytöistä. Näyttöjen kannalta jälkeläisarvostelussa keskeinen luku on jalostusindeksi, joka voidaan laskea luotettavasti vain jos orilla on vähintään kahteen ikäluokkaan kuuluvia kilpailuikäisiä jälkeläisiä riittävästi. Lisäksi (juoksijasuunnalle) kantakirjattuja jälkeläisiä täytyy Valio-palkitulla olla vähintään viisitoista, I-palkitulla kymmenen ja II-palkitulla viisi. (Suomenhevosen rekisteröinti, kantakirjaus, palkitseminen ja siitokseen käyttö.) Jalostusindeksi lasketaan käyttäen hevosen omien kilpailutulosten rinnalla tietoja sen vanhempien ja jälkeläisten kilpailutuloksista (Suomenhevosen jalostusohjesääntö).

Koska hyvällä orilla on mahdollisuus tulevaisuudessa saada parempi palkinto oman suorituskyvyn paranemisen tai lisääntyvien ja parantuvien jälkeläisarvostelujen perusteella, voidaan jo kantakirjattu ori arvostella kerran uudelleen, kuitenkin aikaisintaan kolmen vuoden kuluttua kantakirjauksesta. Tällöin erityishuomio kiinnitetään orin omiin parantuneisiin suorituksiin, rakenteen kestävyYTEEN, siitoskäyttöön ja jälkeläisten näyttely- ja kilpailusuorituksiin. (Suomenhevosen rekisteröinti, kantakirjaus, palkitseminen ja siitokseen käyttö.)

2.2 OSTEOKONDROOSI

2.2.1 Määritelmä

Ensimmäinen osteokondroositapaus raportoitiin eläinlääketieteellisen alan julkaisussa Ruotsissa vuonna 1947². Tämän jälkeen tieteellisiä julkaisuja aiheesta on ollut satoja ympäri maailmaa. Julkaisut ovat pääasiassa keskittyneet osteokondroosin kliiniseen diagnosointiin ja hoitomahdollisuuksiin, mutta viime vuosina yhä enentyvässä määrin osteokondroosin patogeneesiin ja taustatekijöihin (Jeffcott & Henson 1998).

² Alkuperäinen lähde: Nilsson F. Gonitis in the horse. Svensk Vettidn 1947, 52:1-14.

Osteokondroosi sairautena kuuluu ortopedisiin kehityshäiriöihin (engl. DOD eli developmental orthopaedic diseases) (Jeffcott & Henson 1998). Osteokondroosilla tarkoitetaan rustonsisäisen eli endokondraalisen luutumisen häiriötä (Olsson 1978). Se on kasvuikäisen luuston luu-rustokudoksen kasvuhäiriö, josta käytetään joissain yhteyksissä myös nimitystä osteokondriitti ja dyskondroplasia (Douglas 2003 ja Jeffcott 1991). Dyskondroplasia olisi varmasti osteokondroosia oikeampi ja informatiivisempi nimitys sille sairaustilalle, joksi osteokondroosi nykypäivänä määritetään, mutta vuosikymmenten käytön jälkeen nimistön vaihtaminen on havaittu hankalaksi toteuttaa (Jeffcott 1991).

Toisinaan osteokondroosin yhteydessä esiintyy niin kutsuttu osteochondrosis dissecans (jäljempänä OD). Tällöin osteokondroosi on johtanut siitä kärsivällä nivelalueella tukirangasta erkaantuneeseen irtopalaan tai irtopaloihin. OD-nimitystä käytetään lähinnä hevosten, mutta joissain tapauksissa myös sikojen osteokondroosin aiheuttamien irtopalojen nimeämisessä. (Douglas 2003 ja Hoppe & Philipsson 1985.)

Endokondraalisessa luutumisessa nuoren eläimen tukirangan rustoisissa osissa tapahtuu luutumista. Luutumisen myötä kasvu vähitellen pysähtyy ja tukiranka muotoutuu täysikasvuisen eläimen luustoksi, rustoiksi ja niveliksi. Osteokondroosissa tämä normaali luutuminen häiriintyy ja estyy. Osteokondroosin vaivaamalle alueelle jää tavallista paksumpia rustoisia alueita ja toisinaan ruston syvät osat kuolioituvat, mikä saattaa aiheuttaa säröjä ja edellä mainittuja irtopaloja nivelten ja luiden pinnalle. (Douglas 2003.)

Osteokondroosin yleisimmät predilektio- eli esiintymispaikat hevosella ovat kinnernivel, takapolvi, olkanivel ja vuohisnivel. Myös kaularangassa, kyynärnivelessä, lonkkanivelessä ja rintarangan nikamissa on tavattu osteokondroosimuutoksia. Tyypillisimmin muutokset ovat molemminpuolisia, joskin kliininen oireilu voi olla paikkakohtaista. Epätyypillisissä tapauksissa osteokondroosimuutoksia esiintyy useissa nivelissä ympäri kehoa. (Jeffcott 1991 ja Douglas 2003.)

2.2.2 Etiologia

Osteokondroosin etiologia ei ole tarkkaan selvillä. Vuosien varrella on esitetty lukuisia tekijöitä osteokondroosin aiheuttajiksi. Taustatekijöiden määrittelyä on lisäksi sekoittanut se, että osteokondroosiksi on laskettu eri tutkimuksissa monenlaisia

osteokondraalisia muutoksia, jotka eivät ole nykykäsityksen mukaisesti osteokondroosia. Avain osteokondroosin etiologian hahmottamiseen näyttäisi olevan monen yhtäaikaisen tekijän tunnustaminen. (Douglas 2003, Jeffcott 1991, Rooney & Square 1975 ja Pool 1993.)

Osteokondroosin yhteyttä hevosen kokoon ja kasvunopeuteen on tutkittu paljon ja tämänhetkinen tieteellinen tutkimus näyttäisi tukevan käsitystä, että jonkinlainen positiivinen korrelaatio edellä mainittujen tekijöiden välillä on olemassa (Douglas 2003). Ruotsalaisessa lämminverisiä ravihevosia käsitelleessä tutkimuksessa (Sandgren ym. 1993) oli mukana 77 lämminverivarsaa, joiden kasvua mitattiin ja jalkojen nivelet röntgenkuvattiin muutaman kuukauden välein niiden ensimmäisen 16 elinkuukauden aikana. Tutkimuksessa löytyi positiivinen korrelaatio kintereen osteokondroosin ja syntymäpainon, keskimääräisen päivittäisen kasvunopeuden, kasvukauden painon sekä tukirangan koon välillä. Sen sijaan vastaavaa yhteyttä edellä mainittujen muuttujien ja vuohisnivelen osteokondroosin välillä ei tutkimuksessa todettu. Tämän tutkimustuloksen mukaan kintereen ja vuohisnivelen osteokondroosilla on siis mahdollisesti erilainen patogeneesi.

Hollantilaisessa tutkimuksessa (van Weeren, Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan & Barneveld 1999) positiivinen korrelaatio löytyi polven osteokondroosin ja kasvunopeuden sekä aikuisiän painon välillä. Ruotsalaisesta tutkimuksesta (Dik, Enzerink & van Weeren 1999) poiketen tässä lämminverisiin ratsuhevosiin kohdistuvassa tutkimuksessa kintereen osteokondroosin ja edellä mainittujen kasvun ja koon muuttujien väliltä korrelaatiota ei löydetty.

Osteokondroosin perinnöllisestä taipumuksesta todisteena pidetään sitä, että sairautta ei juuri tavata poniroduilla (Voute ym. 1997) eikä villihevosilla (Valentino ym. 1999). Perinnöllisyyden merkitystä ja monimutkaista luonnetta edelleen korostaa osteokondroosin yleisyys hollantilaisilla lämminverisillä ratsuhevosilla (KWPN), joilla vuosikymmeniä kestäneellä, tarkkaan noudatetulla, osteokondroosia sairastavien orien poissulkevalla jalostusohjelmalla ei ole onnistuttu vähentämään sairauden prevalenssia kyseisessä rodussa (van Weeren 2006a). Toisaalta marenmanhevostutkimuksen (Pieramati ym. 2003) perusteella suoritettu simuloitu jalostusohjelma ennusti osteokondroosin prevalenssin laskevan viiden sukupolven aikana 16 %:sta kahteen prosenttiin. Jalostusohjelma perustui tutkimusasetelmaan, jossa ensin kuvattiin 350 siitoseläimiksi valitun (165 orin ja 185 tamman) jalat osteokondroosimuutosten varalta. Osteokondroosille laskettiin periytyvyysarviot, joiden avulla ennustettiin

osteokondroosin prevalenssi viiden sukupolven päästä käyttäen kolmea erilaista jalostusohjelmaa. Ensimmäisessä ja osteokondroosin prevalenssin pienenemisen kannalta edellä mainitun parhaimman ennusteen antavassa ohjelmassa osteokondroosin suhteen jalostuksellista valintaa tehtiin isäorien ja tammojen suhteen, toisessa ohjelmassa pelkkien isäorien suhteen ja kolmannessa ohjelmassa isäorien ja isänemien suhteen. Pelkkiä isäoreja karsimalla prevalenssin arvioitiin laskevan 6,1 %:iin ja sekä isäoreja että isänemiä karsimalla 5,9 %:iin. Simuloidun jalostusohjelman mukaisesti osteokondroosin esiintyvyyttä pienennettäisiin näin ollen tehokkaimmin karsimalla jalostuskäytöstä sekä osteokondroosia sairastavat orit että tammot, joskin pelkkä isäorien tai isäorien ja emänisien karsinta antaa myös hyvin toiveikkaan kuvan jalostusvalinnan tehokkuudesta osteokondroosin prevalenssin pienentämisessä.

Monen yhtäaikaisen etiologisen tekijän ollessa sairauden taustalla periytyvyyden tutkiminen ja tarkka arvioiminen on erittäin haastavaa. Geneettiseltä kannalta olennaisina osteokondroosin suhteen pidetään tämän hetkisen tutkimuksen perusteella hevosen rakennetta ja kasvunopeutta. Geneettisessä tutkimuksessa merkittävin sekoittava tekijä on sairauden dynaaminen luonne: varsoilla esiintyneet vakavatkin muutokset saattavat kadota luuston kehityksen myötä kolmeen ikävuoteen mennessä. Kaiken kaikkiaan osteokondroosin perinnöllisyyden merkitystä pohtiessa on hyvä pitää mielessä, että perinnöllisyyden osuus sairauden ilmentymisessä on vain noin 25 prosenttia. (van Weeren 2006b.)

2.2.3 Diagnosointi ja kliininen merkitys

Osteokondroosi on muihin ortopedisiin kehityshäiriöihin verrattuna useimmiten kirurgista hoitoa vaativa sairaus (McIlwraith 1992). Osteokondroosin diagnosointi voi olla haastavaa, sillä se voi esiintyä niin monessa eri osassa tukirankaa, eikä se läheskään aina aiheuta kliinistä oireilua (Jeffcott 1991). Toisinaan osteokondroosi voi johtaa joko luun tai rustoalueen kystamaisiin muutoksiin tai OD-muodossa irtopaloihin. Osteokondroosi saattaa olla hyvinkin laajalle levinnyt, yleistynyt sairaus, ja silti olla kliinisesti ja radiologisesti havaittavissa ainoastaan hyvin rajallisella alueella, esimerkiksi yhdessä nivelessä. Diagnosiin päädytään yleensä oireiden ja röntgenkuvien perusteella. (Dyson 2003.) Sairaiden nivelalueiden paikallistaminen vaatii nivelten puuduttamisen kliinisen tutkimuksen yhteydessä (Foerner 2003). Oireiden ja

diagnostisen kuvantamisen lisäksi histologisilla tutkimuksilla, molekyylibiologialla sekä tietokonetomografialla on nykyään merkittävä osa erityisesti taudin varhaisvaiheiden diagnostiikassa ja patogeneesin ymmärtämisessä (Henson ym. 1997, Olstad ym. 2008, van de Lesty ym. 2004 ja van Weeren 2006b).

Tyypillisin osteokondroosin oire on nivelen turpoaminen ilman kipua. Oireilevat yksilöt ovat karkean jaon mukaan joko nuoria (alle puolivuotiaita) varsoja tai vanhempia hevosia (yli 10-vuotiaita). Osteokondroosia sairastavien varsojen voidaan todeta makaavan muita ikäisiään enemmän ja niiden saattaa olla vaikea pysytellä muun lauman perässä lautumella. Ontumista ei aina ole havaittavissa. Toisinaan varsoilla ilmenee nivelten turvotusta ja jäykkyyttä. Myös vanhemmilla hevosilla osteokondroosin tyypillisiin oireisiin liittyy jäykkyys, jolloin hevonen ei koukista kinnertä riittävästi ja ”vetää” raajaansa. Iästä riippumatta oireilu usein korostuu raajojen taivutuskokeissa, jolloin havaittavissa voi olla vakavuudeltaan vaihtelevaa ontumista. Osteokondroosin edetessä todennäköisyys ontumiselle ja suorituskyvyn heikkenemiselle kasvaa. Osteokondroosin oireiden ilmenemisen on todettu liittyvän usein fyysisen harjoittelun aloittamisen yhteyteen. (Jeffcott 1991 ja van Weeren 2006b.)

Radiologiset löydökset, jotka viittaavat osteokondroosiin, eivät ole välttämättä kliinisesti merkityksellisiä, mikäli hevonen ei oireile. Muutosten kliininen merkitys riippuu erittäin paljon niiden sijainnista sekä muutoksen syvyydestä. Pääsääntönä voidaan pitää, että mitä laajemmin muutos ulottuu rustonalaiseen luuhun, sitä todennäköisemmät ja voimakkaammat kliiniset oireet ovat. Yleisimmät löydökset röntgenkuvissa ovat irtopaloja, nivelpinnan kulumista, rustonalaisen luun haurastumia, joiden ympäröimässä luussa voi ilmetä skleroosia sekä sekundaarista osteoartriittia. (Dyson 2003.) Osteokondroosin diagnosointi ja kliinisen merkityksen arvioiminen eivät valitettavasti tue toinen toistaan. Siinä missä diagnoosi voi olla oireiden ja löydösten perusteella päivänselvää, sairauden vaikutusta hevosen käyttöön hevosurheilussa voi olla mahdoton ennustaa. (van Weeren 2006b.)

Kintereen alueen radiologiset löydökset sijaitsevat tyypillisimmin koipiluun (tibia) distaaliosassa keskiharjanteessa (eminentia intercochlearis). Muutokset ovat tällöin nähtävissä röntgenkuvissa kuuden kuukauden iästä lähtien. Nivelalueella ei välttämättä esiinny turvotusta eikä sairaus välttämättä ole etenevä, mikäli irtopaloja ei ole syntynyt. Sen sijaan telaluun telan (trochlea tali) lateraalisen harjanteen osteokondroosimuutokset oireilevat usein voimakkaammin ja ovat selvästi laajempia. Tässä tapauksessa hevonen yleensä ontuu. Ennuste kirurgisella hoidolla on kuitenkin

erittäin hyvä. Telaluun telan mediaalisen harjanteen osteokondroosimuutokset eivät yleensä aiheuta kliinisiä oireita. Diagnostisesti haasteellinen alue kintereessä on koipiluun distaaliosan sisäkehräs (malleolus medialis tibiae). Röntgenkuvissa muutosta ei välttämättä ole havaittavissa ja diagnosointi voi vaatia artroskopian. Muutokset voivat olla usein myös molemminpuoleisia. (McIlwraith ym.1991 ja Foerner 2003.)

Takapolven osteokondroosi on yleisin englantilaisilla täysiverisillä, mutta sitä esiintyy myös muilla hevosroduilla kuten suomenhevosilla ja lämminverisillä ravihevosilla (Foerner 2003). Muutokset voivat olla yksi- tai molemminpuolisia. Yksipuolisissa muutoksissa kliinisessä tutkimuksessa havaitaan usein lihasten epäsymmetrisyyttä, kun taas molemminpuolisissa muutoksissa, joita esiintyy yksipuolisia muutoksia vähän enemmän (57 % tapauksista), takaraajojen lihakset voivat olla kauttaaltaan heikommin kehittyneet (McIlwraith 1992). Polven osteokondroosissa kyseessä on yleensä irtopala reisiluun telan (trochlea ossis femoris) lateraalisessa harjanteessa. Muutos voi vakavimmillaan aiheuttaa polvilumpion lateraalista luksaatiota. Polven osteokondroosimuutoksille ominaista on, että ne oireilevat usein yksivuotiailla ja että oireet voivat kadota iän myötä. Oireilu tässä kohdassa tarkoittaa ontumista ja nivelalueen turvotusta ja oireilun vakavuus riippuu muutosten vakavuudesta. Oireet voivat ilmaantua myös myöhemmällä iällä, jolloin niiden ilmaantuminen on tyypillisesti äkillistä ja ne ovat silloin yleensä seurausta irtopalojen irtoamisesta. (McIlwraith 1992 ja Foerner 2003.) Polven osteokondroosi voi olla myös kystinen muutos, jolloin sijaintipaikka on yleensä reisiluun distaaliosan sisänivelnasta (condylus medialis). Kystinen muutos esiintyy useimmiten vain toisessa polvessa ja vaatii kehittyäkseen aikaa, joten sitä tavataan normaalisti vain vanhemmilla hevosilla. Ainoana oireena kystisessä muutoksessa on ontuminen. Diagnostiikassa radiologinen kuvantaminen polven sivusta otetuilla (LM- eli lateromediaalisilla) ja takaapäin otetuilla (PA- eli posterior-anterior-) yläviistokuvilla ei aina riitä, joten nivelen puuduttaminen on diagnostiikassa erittäin olennainen osa tutkimusta. Osteokondroosimuutokset polven koipiluunpuoleisessa osassa ovat harvinaisia, ollen samalla diagnostiikan ja hoidon kannalta reisiluun muutoksia haastavampia. (Foerner 2003 ja McIlwraith 1992.)

Olkanelen osteokondroosimuutokset ovat useimmiten olkaluun (humerus) puolella ja harvinaisia hevosilla lukuun ottamatta amerikkalaisia quarterhevosia. Muutokset ovat usein molemminpuolisia, mikä hankaloittaa diagnostiikkaa. Hevoset ovat usein nuoria ja oireilevat ontumalla, mutta nivelen turvotusta on muutosten sijainnin takia luonnollisesti vaikea havaita. Ontuminen voi olla ajoittain esiintyvää.

OD-muutoksilla on hankalasta sijainnista huolimatta hyvä ennuste kirurgisen poiston jälkeen, kun taas erittäin harvinaisina esiintyvät kystiset muutokset ovat hankalia hoitaa. (Foerner 2003 ja McIlwraith 1992.)

Vuohisnivelen osteokondroosimuutokset voivat sijaita etu- tai takasääriluiden distaaliosan dorsaalipuolella tai vuohisluun proksimaaliosan dorsaali-, palmaari- tai plantaari- puolella. Röntgenologisesti havaittavat muutokset voivat olla hankalia diagnosoida osteokondroosiksi ja usein erityisesti vuohisluun dorsaalipuolen muutoksia pidetään trauman aiheuttamina osteokondroosin sijaan. Vuohisnivelleessä esiintyvät osteokondroosimuutokset aiheuttavat yleensä ontumista nuorilla hevosilla varsinkin taivutuskokeiden yhteydessä. Muutokset ovat muodoltaan joko yksittäisiä, tarkkarajaisia kystia tai multippeleita haurastumisia. Vaikka oireilu toisinaan spontaanisti katoaa hoidotta, pidempään selvästi ontuvat hevoset saavat yleensä sekundaarisena osteoartriitin vuohisnivelen. (McIlwraith 1992 ja Richardson 2003.)

2.2.4 Hoito ja ennuste

Osteokondroosin hoitovaihtoehdot ovat konservatiivinen hoito ja kirurgia. Konservatiivisella hoidolla tarkoitetaan lepoa sekä tarkoin kontrolloitua ja rajoitettua fyysistä harjoittelua. Kirurgiaa pidetään oireilevan osteokondroosin hoidossa lähes ainoana vaihtoehtona ja hoidon kannalta keskeiseksi kysymykseksi nouseekin yleensä vain se, milloin kirurginen toimenpide on järkevintä suorittaa. Optimaalisen leikkausajankohdan määrittämistä hankaloittaa ennen kaikkea osteokondroosin dynaaminen luonne. Nivelrusto on uusiutuvaa ja muutokset voivat luuston kehityksen myötä korjaantua jopa itsestään. Kymmentä kuukautta nuorempien varsojen kirurginen hoito voi olla turhaa tai sitten leikkaus tehdään ruston kehityksen kannalta liian aikaisessa vaiheessa, jolloin se saatetaan joutua uusimaan. Näin ollen alle vuoden ikäisiä varsoja ei yleensä hoideta kirurgialla, elleivät muutokset ole kliinisesti erittäin vakavia eikä niiden voida olettaa parantuvan iän myötä. (van Weeren 2006b.)

Kirurgisessa hoidossa nivelen tähystys eli artroskopia on syrjäyttänyt tekniikan kehittymisen myötä aiemmin runsaasti käytetyn nivelen avauksen eli artrotomian. Artroskopiaa voidaan käyttää lähes kaikkien osteokondroosin predilektioalueiden hoidossa. Artroskopian onnistuminen riippuu operoitavasta nivelestä, mutta ennusteessa on otettava myös huomioon hevosen käyttötarkoitus. Esimerkiksi korkean tason

kouluratsulla onnistunut leikkaus voi tavoitteena olla haastavampi kuin ravihevosella. (van Weeren 2006b.)

Polven leikkauksessa onnistunut lopputulos saavutetaan noin 75 %:ssa tapauksista (van Weeren 2006b). Ennustetta heikentää, mikäli osteokondroosimuutokset sijaitsevat reisiluun lateraalisen telan sijasta mediaalisessa nivelnastassa (kondyli) ja ovat luonteeltaan kystamaisia. Polven osteokondroosimuutosten kirurgisessa hoidossa artrotomia voi olla artroskopiaa parempi vaihtoehto silloin, kun kyseessä on laajempaa aluetta koskeva muutos. Lisäksi kystia voidaan hoitaa artroskooppisesti myös injisoimalla niihin kortisonia. (Foerner 2003.)

Kintereen kirurgisessa hoidossa onnistumisprosentti on korkea, noin 80 % (van Weeren 2006b). Vaikka muutokset ovat usein nähtävissä jo puolen vuoden ikäisillä varsoilla, leikkaushoitoa suositellaan siirrettävän, kunnes luun kehitys loppuu, elleivät muutokset aiheuta voimakasta oireilua. Mikäli muutoksiin liittyy voimakas kinnernivelen turvotus, voi turvotusta esiintyä leikkauksen jälkeenkin kyseisellä nivelalueella hoidon hyvästä ennusteesta huolimatta. (Foerner 2003.)

Vuohisnivelen leikkaushoito onnistuu jopa kinnertä paremmin eli noin 90 % tapauksista (van Weeren 2006b). Muutokset ovat yleensä kystisiä ja sijaitsevat jommassakummassa etujalassa. Leikkaushoidossa artroskopian sijasta valitaan usein artrotomia tai kortisoni-injektiohoito. Nuorilla eläimillä vuohisnivelen hoidossa riittää usein konservatiivinen hoito. (Foerner 2003.)

Olkapään osteokondroosin leikkausennusteesta on erittäin ristiriitaisia tuloksia: toisaalta onnistumista pidetään heikkona (noin 50 %) vaikka myönnetäänkin sen olevan parempi konservatiiviseen hoitoon verrattuna (McIlwraith 1996 ja Watkins 1992). Toisaalta prognoosin katsotaan olevan yllättävän hyvä varsinkin OD-muutosten poiston jälkeen (Foerner 2003). Eroavaisuuksia ennusteen arvioinnissa saattaa aiheuttaa juuri se, että jälkimmäisessä tapauksessa hyvä ennuste on nimenomaan liittynyt irtopalojen poistoon. Kystiset osteokondroosimuutokset olkanivelissä näyttävät olevan ennusteeltaan kiistatta heikompia (Foerner 2003 ja van Weeren 2006b). Muutosten sijainti ja niiden voimakkuus vaikuttavat osteokondroosin hoidon onnistumiseen ja näin myös ennusteeseen. Degeneratiiviset, laajat muutokset heikentävät aina ennustetta. (Foerner 2003.)

2.3 RAVIHEVOSEN KILPAILUMENESTYKSEN MITTAAMINEN

2.3.1 Kilpailumenestyksen mittarit

Ravihevosen kilpailumenestystä on eri tutkimuksissa mitattu lukuisin erilaisin mittarein. Yleisiä mittareita menestyksen arvioinnissa ovat voittosummat ja starttien määrä. Niitä voidaan tarkastella joko tiettyä ikävuotta tai koko kilpailu-uraa kohti. Yleinen yhdistelmä tutkimuksissa näyttäisi olevan voittosumman tarkastelu startattuja lähtöjä kohden. (Grøndahl & Engeland 1995, Kane ym. 2003, Stoorgaard Jørgensen ym. 1997.) Toisissa tutkimuksissa mukaan on otettu myös sijoittumiset, kilpailu-uran pituus ja kilpailu-uran aloitusikä (Brehm & Staecker 1999).

Ranskalaisessa tutkimuksessa tutkittiin röntgenlöydösten yhteyttä ranskalaisten lämminveristen ravihevosten kilpailu-uran varhaisvaiheisiin ja mittarina käytettiin onnistumista kvalifikaatiossa eli sikäläisen koelähdön läpäisyä (Robert ym. 2006). Ranskassa on käytössä ravihevosten suorituskykyä mittaava indeksi ITR (Index of TRot), joka ottaa huomioon kumulatiivisesti neljään ikävuoteen saakka hevosen voittosumman sekä ennätysajan 2100-metrin matkalla. Hevosia voidaan näin ollen tarkastella tutkimuksessa indeksiluvun mukaisesti esimerkiksi eliittiluokkaisena ja keskinkertaisena suorittajana (Leleu ym. 2005). Suomalaisessa tutkimuksessa, jossa arvioitiin lämminveristen ravureiden ja suomenhevosravureiden uran alkuvaiheen kilpailumenestystä, mittareina käytettiin voittosummien lisäksi ennätysaikaa sekä startattujen lähtöjen lukumäärää (Saastamoinen & Nylander 1996).

Kilpailumenestyksen mittaamisella on vahva yhteys jalostusindekseihin, onhan hevosen yksilöllinen kilpailumenestys yksi osa jo muutaman vuosikymmenen ajan hevosten jalostuksessa suosittua BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) – indeksiä. BLUP-indeksin erilaisten maakohtaisten muunnelmien avulla hevosen suorituskyvyn mittauksessa otetaan huomioon muun muassa vuosittainen ennätys sekä ennätys ja voittosumma 2-5 ikävuoden välillä. (Langlois & Vrijenhoek 2004 ja Pieramati ym. 2007.)

Suomessa 1990-luvulla tehdyssä tutkimuksessa määriteltiin jalostusarvostelua varten tilastollinen malli ja perinnölliset tunnusluvut ravihevosten kilpailukohtaisten tuloksille. Kilpailumenestyksen mittareina käytettiin kokonaisaikaa, sijoitusta ja

voittosummaa. Tutkimuksen mukaan kokonaisuutena voidaan pitää monipuolisimpana kilpailumenestyksen mittarina, koska se kertoo hevosten järjestyksen ja niiden väliset erot. Tutkimus osoitti myös, että hylättyjen ja keskeyttäneiden hevosten huomioiminen on ainakin jalostusarvostelun kannalta tärkeää. (Thuneberg-Selonen ym. 1999.)

Ravihevosen kyvykkyyden yksityiskohtainen tarkastelu ottaa huomioon hevosen huippunopeuden askelpituuden, askeltamisen keston ja siten askelluksen nopeuden avulla. Lisäksi tarkasteltavana voi olla raajojen koukistumisen aste, askelluksen tai rakenteen symmetrisyys ja askelluksen maatavoittavuus. Näin yksityiskohtaisen tiedon hankkiminen vaatii kuitenkin pitkälle kehitettyä kineettistä mallintamista ja siihen sopivaa mittauslaitteistoa sekä standardoituja olosuhteita. (Clayton 2001.)

Dolvik ja Klemetsdal (1996) kritisoivat kintereen osteokondroosin kirurgisen hoidon jälkeistä ravihevosen kilpailumenestystä arvioivia tutkimuksia siitä, että kilpailumenestyksen arvioinnin mittariston objektiivisuudessa on vakavia puutteita. Lisäksi heidän mielestään järkevien verrokkiryhmien muodostaminen on ollut näissä tutkimuksissa erittäin haastavaa. Ennen kaikkea tutkimusten vertailukelpoisuus kärsii, kun tutkimuksiin mukaan otetut hevoset tai niiden verrokkiryhmät ovat kaikkea muuta kuin normaalijakauman mukaisia kilpailumenestyksen suhteen.

Myös jalostusindeksien kannalta katsottuna kritiikkiä kohdistuu hevosen suorituskyvyn arvioimista kohtaan silloin, kun arviointi perustuu voittosummiin. Ensinnäkin, voittosummiin perustuva arviointi sulkee arvioinnista pois kaikki ne kilpailuihin osallistuvat hevoset, joilla ei ole voittosummaa. Toiseksi, voittosummat vaihtelevat kilpailujen välillä paljonkin, eivätkä välttämättä korreloi kilpailevien hevosten todellisen tason kanssa. Kolmanneksi kritiikki voittosummien perusteella tehtävään arviointiin kohdistuu voittosummien tarkasteluun startattujen lähtöjen perusteella. Tällaisissa laskelmissa ei oteta huomioon sitä, kuinka paljon tuloksiin vaikuttavat ne hevoset, joiden ansaitsemat voitot edustavat jakaumansa ääripäitä. Neljänneksi, voittosummaa käytetään yksipuolisesti: liian monessa tutkimuksessa ainoana tarkasteltavana mittarina on juuri voittosumma. (Ricard 1997.)

2.3.2 Osteokondroosin yhteys kilpailumenestykseen

Osteokondroosia sairastavien ravihevosen kilpailumenestystä on tutkittu parin viime vuosikymmenien aikana melko paljon, mutta tulokset eivät anna yksiselitteistä kuvaa siitä, kuinka osteokondroosi vaikuttaa hevosen kilpailu-uraan. Esimerkiksi Grøndahlin ja Engelandin tutkimuksessa (1995) osteokondroosia sairastavien hevosten todettiin starttaavan keskimääräistä vähemmän ja ansaitsevan kolmi- ja nelivuotiskaudellaan huomattavasti vähemmän. Tutkimuksessa tarkasteltiin lämminverisiä ravihevosia monimuuttujamenetelmällä regressioanalyysia käyttäen. Siinä selittäviä eli riippumattomia muuttujia olivat radiologiset löydökset ja sukupuoli, selitettäviä eli riippuvia muuttujia olivat lähtöjen määrät ja voittosummat. Tutkimuksen 753 hevosesta 453 osallistui ravikilpailulähtöön. Starttaamattomista hevosista 35 oli lopetettu ennen niiden kilpailu-uran alkua, mutta nämä hevoset oli silti otettu regressioanalyysiin mukaan olettaen, että niiden lopetukseen johtuvat syyt saattoivat johtua osteokondroosiin liittyneestä huonosta suorituskyvystä.

Hoppe ja Phillipson (1984³) päätyivät niin ikään tuloksiin, joissa osteokondroosin todettiin heikentävän kilpailusuorituksia (Storgaard Jørgensen ym. 1997). Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa (Beard ym. 1994) tarkasteltiin starttien määrää sekä kaksi- ja kolmivuotiskausien voittosummaa täysiverisillä laukkahevosilla ja lämminverisillä ravihevosilla, joilta OD-muutos oli poistettu artroskopiolla kintereestä. Tutkimuksessa oli mukana leikkauksen läpikäyneitä hevosia 109 (64 täysiveristä laukkahevosta ja 45 lämminveristä ravihevosta) ja verrokkiryhmä koostui näiden hevosten sisaruksista, jotka ikänsä puolesta voisivat osallistua laukka- tai ravikilpailuihin. Hevoset oli jaoteltu luokitteluasteikollisiin ryhmiin starttien määrän ja voittosummien mukaan. Kontingenssitaulukoinnin tuloksena saatujen frekvenssien välisellä vertailulla leikattujen hevosten ja näiden terveiden sisarusten suhteen osoitettiin, että osteokondroosia sairastaneilla hevosilla hoidosta huolimatta oli tilastollisesti merkitsevästi ($p=0,05$) vähemmän startteja ja pienemmät voittojen määrät.

Monimuuttujamenetelmiin kuuluvaa Kaplan-Meier – metodia käytettiin toisessa yhdysvaltalais tutkimuksessa (Laws ym. 1993), jossa saatiin kuitenkin myös aivan päinvastaisia tuloksia: kintereen OD-leikkauksen tai muun hoidon jälkeen hevosen suorituskyky ei poikennut verrokkiryhmän hevosista. Tutkimuksessa tarkasteltiin

³ Alkuperäinen lähde: Hoppe F, Phillipson J. Tävlingsresultat hos travhästar med osteochondros i hasleden. Svensk Vet Tidn 1984 36: 285-288.

starttien määrän ja uran kokonaisvoittosummien lisäksi ennätysaikoja. Mielenkiintoista tutkimuksessa oli erityisesti se, että tutkimukseen valikoituneista osteokondroosia sairastaneesta 114 hevosesta osa (n=56) hoidettiin kirurgian sijaan konservatiivisesti. Verrokkiryhmään valittiin 456 hevosta syntymävuoden, isäorin ja sukupuolen vastatessa kutakin tutkimukseen valikoitunutta osteokondroosia sairastavaa hevosta.

Stoorgaar Jørgensen ym. (1997) tutkivat retrospektiivisessä kohorttitutkimuksessaan sattumalta todettujen röntgenlöydösten yhteyttä lämminveristen ravihevosten suorituskykyyn ja kestävyYTEEN. Heidän tutkimuksessaan merkittävin röntgenlöydös oli osteokondroosi 243 hevosen otoksessa. Hevosista 39 % ei ollut löydöksiä röntgentutkimuksissa ja näistä muodostettiin tutkimuksen verrokkiryhmä (n=95). Tutkimuksen tulosten mukaan röntgenlöydöksillä ei ollut yhteyttä suorituskykyyn eikä hevosen kestävyYTEEN. Tarkasteltavat mittarit olivat starttaavien hevosten osuus, starttien määrä vuodessa, voittosumma vuodessa, voittosumma startattua lähtöä kohtia ja raviuran pituus. Kuitenkin tutkimuksessa todettiin, että hevoset, joilla oli useampia röntgenlöydöksiä, ansaitsivat uransa aikana noin 23 % vähemmän verrokkiryhmän hevosiin verrattuna. Tämä ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä, sillä vain neljällä tutkimukseen osallistuneella hevosella oli useampia röntgenlöydöksiä.

Italialaisessa lämminveriravureita (n=764) käsitelleessä tutkimuksessa tarkasteltiin vuohisnivelen ja kinnernivelen osteokondroosimuutosten yhteyttä kilpailumenestykseen. Kilpailumenestyksen mittareina käytettiin lähtöjen, voittojen ja sijoitusten määriä, voittosummia sekä ennätysaikoja 2- ja 3-vuotiskausilla. Tulokset olivat jokseenkin yllättävät. Ne hevoset, joilla oli osteokondroosimuutoksia (n=186) edellä mainituissa nivelissä, menestyivät verrokkiryhmän hevosia (n=578) paremmin, varsinkin, kun tarkasteltiin voittoja sekä voittosummia. Osteokondroosia sairastavista 186 hevosesta 122 tapauksessa muutos oli ainoastaan yhdessä nivelessä, 60 tapauksessa kahdessa eri nivelessä ja 5 tapauksessa kolmessa tai useammassa nivelessä. Muutoksista 117 oli kinner- ja 134 vuohisnivelen alueella. Torre & Motta pohtivat raportissaan syitä ristiriitaisille tutkimustuloksille. Selitykseksi he ehdottivat esimerkiksi geneettistä korrelaatiota joidenkin osteokondroosimuutosten ja suorituskyvyn periytymisen välillä. Tutkimuksessa todettiin, että tiettyjen predilektiopaikkojen osteokondroosimuutoksilla on kuitenkin suurempi todennäköisyys heikentää kilpailusuorituksia. Näin ollen johtopäätös oli, että suurimmalla osalla hevosten kinnernivelen osteokondroosimuutoksista ei ole vaikutusta ravihevosen kilpailumenestykseen, kun

taas muutamilla vuohisnivelen osteokondroosimuutoksilla voi olla negatiivinen vaikutus kilpailumenestykseen. (Torre & Motta 2000.) Tutkimusraportissa ei ole mainittu käytettyä merkitsevyytensä eikä tutkimusmenetelmiä ole muutenkaan raportoitu riittävässä laajuudessa, mikä heikentää tutkimuksen luotettavuutta.

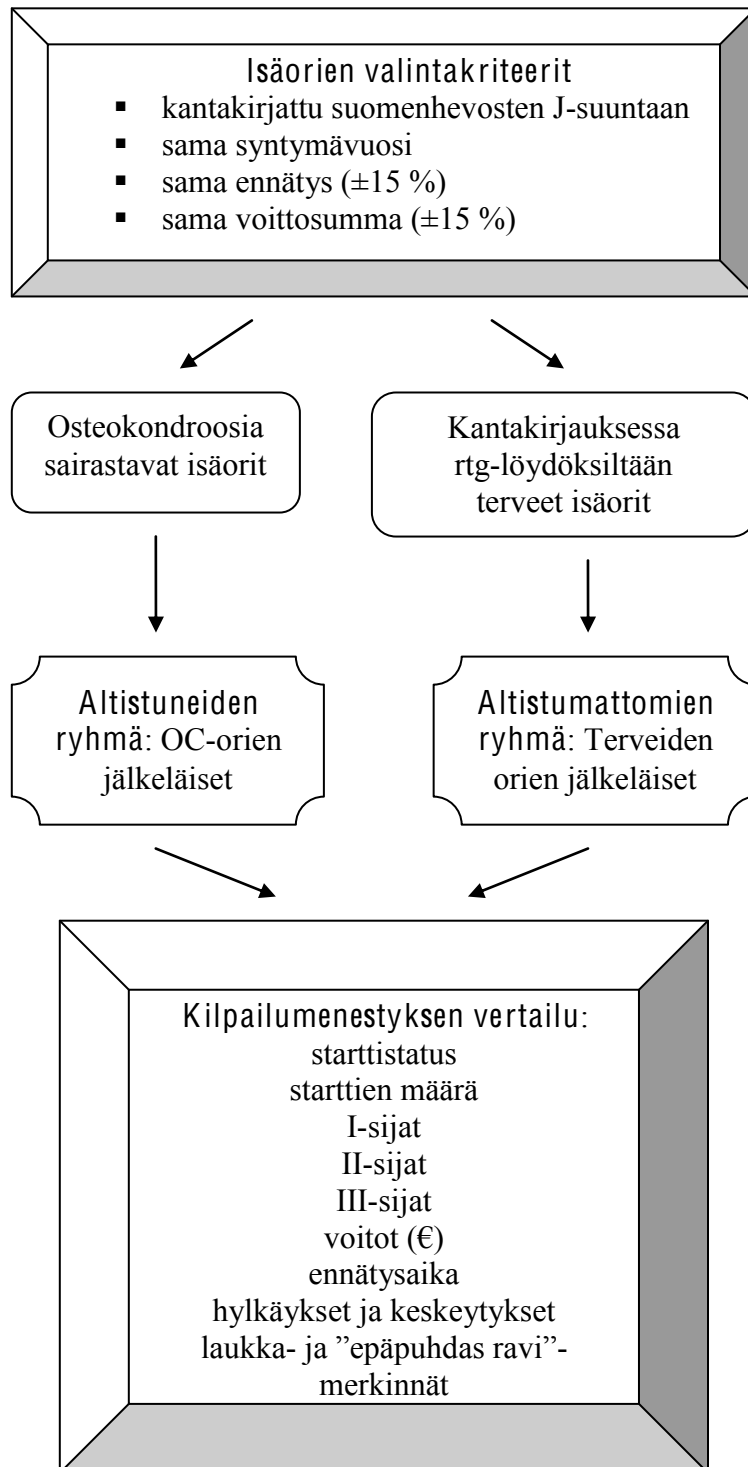
Kuten Beard ym. (1994) toteavat, eri tutkimusten tuloksia on vaikeata ellei jopa mahdotonta verrata toisiinsa. Tutkimuksissa analysoidut hevoset ovat valikoituneet niihin kovin erilaisin perustein, verrokkiryhmien koot ja valintakriteerit poikkeavat toisistaan ja kilpailumenestyksen mittarit sekä niiden ajallinen ulottuvuus vaihtelevat suuresti eri tutkimusten välillä.

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 TUTKIMUSASETELMA

Kaikkien kantakirjaan pyrkivien orien jalkaterveys tarkastetaan röntgenkuvien avulla ja tieto terveydentilasta kirjataan julkisiin arkistoihin. Suomenhevosten jalostuksessa on tehty tietoinen valinta siitä, että kantakirjaan voidaan hyväksyä myös jaloistaan sairas hevonen, mikäli sen suorituskyky kilpailumenestyksenä mitattuna on riittävän hyvä. Tämän vuoksi kantakirjaus aiheuttaa tilanteen, jossa jalostukseen tarkoitetut orit valitaan kantakirjaan toisistaan poikkeavin perustein. Osteokondroosia sairastava ori on päässyt kantakirjaan poikkeuksellisen suorituskykynsä vuoksi, kun taas jaloistaan terve ori voi olla suorituskykynsä puolesta heikompi, mutta rakenteeltaan terve ja toivotunlainen. Tämä eriperustainen valintakriteeristö rajoittaa mahdollisuuksia vertailla kantakirjattuja suomenhevosoreja suoraan toisiinsa.

Osteokondroosin vaikutusta suomenhevosen suorituskykyyn olisi varmasti paras tutkia määrittelemällä röntgenkuvin sairaiden hevosten joukko ja vertaamalla sitten niiden kilpailutuloksia terveiksi tutkittujen hevosten tuloksiin. Röntgenkuvien tulisi tällöin olla laadultaan korkeatasoisia ja lähtökohdiltaan samanlaisia (esim. kuvaussuunnat). Koska tällaisen tutkimusasetelman järjestäminen on käytännössä hyvin hankalaa, ellei mahdotonta, tässä tutkimuksessa päädyttiin tutkimaan sairaaksi tunnettujen orien jälkeläisten eli osteokondroosille isäorin perintötekijöiden kautta altistuneiden (jäljempänä: altistuneiden tai OC-isäorien) jälkeläisten kilpailumenestystä. Jälkeläisryhmien valintaa kohderyhmäksi puolsi myös se, että näin saatiin tutkimusmenetelmien ja tilastollisen merkitsevyyden kannalta mahdollisuus vertailukelpoiseen aineistoon, sillä kantakirjattujen orien jälkeläisiä voi olla satoja. Koska osteokondroosi voi periytyä, voitiin tuntematta tutkittavien jälkeläisten terveydellistä tilaa arvioida, onko isäorin sairaus vaikuttanut seuraavaan sukupolven suorituskykyyn. Tämä tutkimus on siis kohorttitutkimus, jonka tutkimusasetelma on esitetty Kuvassa 1; siinä näkyvät sekä tutkimukseen poimittujen havaintoyksikköinä toimivien hevosten valintakriteerit että tutkittavat muuttajat.



Kuva 1. Tutkimusasetelma, tutkimukseen valittujen hevosten valintakriteerit sekä tutkittavat muuttujat

3.2 TUTKIMUKSEN HAVAINTOYKSIKÖT JA NIIDEN VALINTAKRITEERIT

Tässä tutkimuksessa vertailtiin siis osteokondroosia sairastavien orien jälkeläisten eli kohorttitutkimuksen tutkimusasetelman mukaisesti niin kutsuttujen altistuneiden jälkeläisten kilpailutuloksia jaloistaan terveiksi todettujen orien (jäljempänä: altistumattomien tai terveiden isäorien) jälkeläisten tuloksiin. Suomenhevosten juoksijasuuntaan kantakirjatuista, tutkimushetkellä elossa olevista oreista viidellä on todettu osteokondroosi tai siihen viittaavia muutoksia. Nämä viisi oria ovat syntyneet vuosien 1990–1997 välisenä aikana. Jälkeläisiä, joista altistuneiden hevosten ryhmä muodostui, oli näillä oreilla yhteensä 435. Tutkimukseen valittiin vuosien 1994 ja 2005 välisenä aikana syntyneet jälkeläiset, eli toisin sanoen kaikki jälkeläiset, jotka tutkimuksen tekohetkellä ovat voineet osallistua ravikilpailuihin Suomessa.

Osteokondroosia sairastavien kantakirjaorien jälkeläisten lukumäärässä oli suurta hajontaa (6-237 jälkeläistä osteokondroosia sairastavaa oria kohden). Tutkimuksessa kullekin osteokondroosia sairastavalle isäorin jälkeläisjoukolle päätettiin valita lukumäärältään noin kaksinkertainen terveiden isäorien jälkeläisistä muodostuva vertailuryhmä. Tähän päädyttiin, koska aiempia tutkimuksia samanlaisella tutkimusasetelmalla ei ole olemassa eikä otoskokoa siten voitu laskea vertailutasojen arvioiden puuttuessa. Terveet isäorit saatiin niistä kantakirjatuista oreista, jotka olivat syntyneet samoina vuosina kuin osteokondroosia sairastaneet isäoriit. Tätä altistumattomien hevosten ryhmää valittaessa haluttiin ottaa huomioon, että osteokondroosia sairastaneet oriit edustavat suorituskyvyltään luultavasti samana vuonna syntyneitten parhaimmistoa, olivathan ne päässeet kantakirjaan poikkeuksellisen hyvien suoritustensa takia. Terveet isäorit valikoituivat syntymävuoden lisäksi siten, että kokeilemalla eri hajonnan mitan päässä 5-vuotiskauden ennätysajoiltaan ja kokonaisvoittosummiltaan olevien terveiden isäorien jälkeläisten määrää saatiin toivotunkokoiset altistumattomat jälkeläisryhmät vertailun tekemistä varten. Näin päädyttiin kriteeriin, jossa isäoriit tulivat valituksi osteokondroosia sairastavien orien kanssa samana vuonna syntyneistä, ennätysajaltaan ja voittosummaltaan korkeintaan 15 %:a niistä poikkeavista suomenhevosten J-suuntaan kantakirjatuista oreista. Näiden orien kaikki jälkeläiset valittiin osteokondroosille altistumattomien hevosten ryhmään. Näin jokaisen ryhmän sisällä saatettiin varmistua kullekin osteokondroosia sairastavalle jälkeläisryhmälle mielekkään kokoisesta

altistumattomien ryhmästä. Tämän jälkeen tutkimuksessa osteokondroosia sairastavien orien jälkeläiset yhdistettiin yhdeksi ryhmäksi (n=435), jonka kilpailumenestystä verrattiin terveiden orien jälkeläisistä koottuun ryhmään (n=863). Koska tutkimuksen altistuneiden ryhmän muodostanut 435 hevosen otos sisälsi kaikkien ravilinjaisten, osteokondroosia sairastavien orien kaikki jälkeläiset, ei otoskokoa tältä osin ollut mahdollista tutkimuksen luotettavuuden kasvattamiseksi suurentaa.

3.3 MUUTTUJIEN VALINTA

Kilpailumenestys koottiin tutkimuksessa seuraavista osa-alueista: starttistatus, starttien lukumäärä, I-sijojen lukumäärä, II-sijojen lukumäärä, III-sijojen lukumäärä, kumulatiivinen voittosumma, ennätysaika, hylkäysten ja keskeytysten lukumäärä sekä laukka- ja epäpuhdas ravi – pöytäkirjamerkintöjen lukumäärä. Nollahypoteesi (H_0 =Isäorin osteokondroosilla ei ole vaikutusta sen jälkeläisten kilpailumenestykseen) päätettiin hyväksyä siinä tapauksessa, että edellä mainituissa muuttujissa ei altistuneiden ja altistumattomien ryhmien välillä löydy tilastollisesti merkitsevää eroa 95 %:n luottamustasolla. Vaikutuksen suuruudeksi valittiin 10 % eli korkeintaan tämän suuruinen ero edellä mainittujen ryhmien välillä sallittiin vertailuissa nollahypoteesin hyväksymiseksi. Näin ollen vaihtoehdohypoteesin (H_1 = Isäorin osteokondroosilla on vaikutusta sen jälkeläisten kilpailumenestykseen) katsottiin astuvan voimaan niissä tapauksissa, joissa altistuneiden ja altistumattomien välillä todettiin vertailtavissa arvoissa yli 10 %:n ero 95 %:n luottamustasolla.

Starttistatus tarkastelee kunkin tutkittavan hevosen kohdalla, onko kyseinen yksilö osallistunut koskaan viralliseen ravikilpailulähtöön Suomessa. Opetus- ja koelähtöjä ei tässä tutkimuksessa tulkittu ravikilpailulähdöiksi. Niin ikään raviratsastus- eli monté-lähdöt jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle. Starttistatus koodattiin luokka-asteikollisena muuttujana siten, että startanneille hevosille muuttuja saa arvon 1, starttaamattomille 0. Altistuneiden ja altistumattomien hevosten ryhmien välisiä eroja vertailtiin populaatioiden starttistatusten frekvenssien keskiarvoja vertailemalla.

Starttien, I-sijojen, II-sijojen ja III-sijojen lukumääriä vertailtiin niiden osteokondroosia sairastavien orien ja terveiden isäorien jälkeläisten välillä, jotka ylipäättään olivat koskaan startanneet ravikilpailuissa. Euromääräisiä voittoja tarkasteltiin ryhmien välillä sekä kumulatiivisina voittoina että voittoina startattua

lähtöä kohden. Kumulatiiviseen voittosummaan laskettiin mukaan kunkin hevosen kohdalla ne palkintorahat, jotka hevonen oli ansainnut ravikilpailulähdöistä 31.12.2008 mennessä. Voittosummia verrattaessa laskelmiin otettiin niin ikään mukaan ne hevoset, jotka olivat olleet mukana yhdessä tai useammassa ravikilpailulähdössä.

Taulukko 1. Suomenhevosravurien kilpailumenestystä kuvaavat muuttujat ja niiden verrannollisuus kilpailumenestykseen

<i>Kilpailumenestystä kuvaava muuttuja</i>	<i>Mittayksikkö</i>	<i>Selite</i>	<i>Verrannollisuus kilpailumenestykseen</i>
Starttistatus	Kyllä/ei (1/0)	Kertoo, onko hevonen koskaan startannut ravikilpailussa	suoraan verrannollinen
Starttien lukumäärä	kpl	Hevosen startattujen ravikilpailulähtöjen määrä	suoraan verrannollinen
I-sijat, II-sijat ja III-sijat	%-osuus starteista	Hevosen sijoittumisten osuus (I-, II- tai III-sijalle) starteista	suoraan verrannollinen
Voittosumma	VS: €; VS/S: €/startti	Kumulatiivinen voittosumma VS kertoo ansaittujen palkintorahojen määrän 31.12.2008 mennessä, Voitot starttia kohden VS/S hevosen palkinnot keskimäärin lähtöä kohden laskettuna	suoraan verrannollinen
Ennätysaika	minuutin ylittävät sekunnit/km	Hevosen saavuttama ennätysaika kilometrin matkalle laskettuna	kääntäen verrannollinen
Hylkäykset	%-osuus starteista	Hylättyjen juoksujen osuus starteista	kääntäen verrannollinen
Keskeytykset	%-osuus starteista	Keskeytettyjen juoksujen osuus starteista	kääntäen verrannollinen
Laukat	%-osuus starteista	Kertoo kuinka suuressa osassa startteja hevoselle on merkitty tulospöytäkirjaan laukka	kääntäen verrannollinen
Epäpuhdas- (ep-) merkinnät	%-osuus ryhmästä ja starteista	Kertoo kuinka suuressa osassa startteja hevoselle on merkitty tulospöytäkirjaan epäpuhdas juoksu (ep)	kääntäen verrannollinen

VS = voittosumma; VS/S = Voittosumma ravikilpailulähtöä eli starttia kohden laskettuna

Ennätysajassa kunkin hevosen ennätykseksi oli merkitty hevosen saavuttama paras aika niin auto- kuin tasoituslähdössä. Ennätysaika ilmoitetaan minuutin ylittävänä sekunteina ja se vastaa hevosen suurinta saavuttamaa kilometrinopeutta (esim. 25,6 mikä tarkoittaa 1 minuutin 25,6 sekunnin aikaa kilometrillä). Ennätysajat on eroteltu sen mukaan, onko nopeus saavutettu lyhyellä matkalla (ly, 1600-1999m), keskimatkalla (ke, 2000-2499m), keskipitkällä (kp, 2500-2999m) tai pitkällä (pi, yli 3000m) matkalla. Suomalaisessa

raviurheilusanastossa vakiintuneen käytännön mukaan ajat ilmoitettiin siten, että numeerisen arvon jälkeen olevassa kirjainyhdistelmässä ensimmäisenä oleva a-kirjain kertoo autolähdöstä (tasoituslähdölle ei käytetä kirjainmerkkiä ollenkaan), jonka jälkeen ilmoitettiin juostun matkan pituus (ly, ke, kp tai pi).

Hylkäysten osuus laskettiin kaikkien startanneiden hevosten kohdalla startteja kohden. Lisäksi tutkittavia ryhmiä verrattiin epäpuhtaasta raviaskeltamisesta kertovien ep-merkintöjen ja keskeytysten suhteen.

Starttistatuksen, starttien, I-sijojen, II-sijojen, III-sijojen ja voittosummien kohdalla kilpailumenestys katsottiin sitä paremmaksi, mitä suuremman numeerisen arvon ne saavat. (Taulukko 1). Sen sijaan ennätysajassa sekä hylkäysten, keskeytysten ja ep-merkintöjen lukumäärässä kilpailumenestys on kääntäen verrannollinen; mitä pienempi arvo näillä muuttujilla, sitä parempi kilpailumenestys.

3.4 AINEISTON KERUU

Tutkimuksen aineisto kerättiin Suomen Hippos ry:n rekisteristä. Aineisto on kokonaisuudessaan saatavilla yhdistyksen ylläpitämältä Internet-sivustolta (<http://www.hippos.fi/hippos/>) sekä sen yhteydessä olevasta Heppa-järjestelmästä. Terveitä isäoreja valittaessa syntymävuoden, voittosummien ja ennätysaikojen perusteella joukosta poistettiin ne hevoset, joilla oli kantakirjausta varten tehdyssä röntgentutkimuksessa todettu kavioruston luutumaan viittaavia muutoksia. Niissä tapauksissa, joissa näitä tietoja ei ollut nähtävillä Hippos ry:n ylläpitämiltä internetsivuilla, asia tarkistettiin suoraan Hippoksesta puhelimitse. Kilpailusuoritukset koottiin ensin Excel-taulukoon siten, että kullakin rivillä oli yhden hevosen saamat arvot kullekin sarakkeelle merkityille, edellä kuvatuille muuttujille. Jokaisen hevosen kilpailumenestystä mittaavien muuttujien lisäksi taulukkoon merkittiin hevosen nimi ja syntymäaika.

3.5 MENETELMIEN VALINTA JA TILASTOLLINEN ANALYYSI

Tämän tutkimuksen tutkimusmenetelmänä oli osteokondroosille altistuneista ja altistumattomista hevosista koostuvien ryhmien kilpailumenestystä koskevien

muuttujien tilastollinen analyysi. Tutkimuksen analyysimenetelmät perustuivat hypoteesin testaamiseen: menetelmillä haluttiin testata, onko esimerkiksi tutkittavien ryhmien välinen keskiarvojen ero todellinen vai voidaanko laskettu tulos selittää satunnaisella vaihtelulla. Sopivien testien valitsemisessa otettiin huomioon muun muassa, mitä muuttujan avulla kuvataan (esim. keskiarvoa starttien määrässä, frekvenssiä startanneiden osuudessa), ovatko otokset toisistaan riippumattomia vai toisistaan riippuvia ja millä asteikolla mittaus on tapahtunut (luokitteluasteikko, järjestysasteikko jne.). Havaintoyksiköiden katsottiin olevan toisistaan riippuvaisia kaikkien muiden muuttujien paitsi starttistatuksen suhteen. Se oli ainoa mittari, jonka kohdalla altistuneiden ja altistumattomien ryhmän katsottiin olevan toisistaan riippumattomia. Sen frekvenssien suhteellisten osuuksien analyysissä käytettiin Pearsonin χ^2 -testiä. Kaikkien muiden mittarien kohdalla keskiarvojen vertailu tapahtui varianssianalyysin (ANOVA) avulla.

Edellä kuvattu aineisto siirrettiin Excel-ohjelmasta analyysia varten SPSS-ohjelmaan (SPSS 15 for Windows), jossa aineiston varsinainen tilastollinen testaus suoritettiin. Tilastollisen merkitsevyyden tasoksi valittiin 95 %:n luottamustasoa vastaava merkitsevyys, joka vastaa siis p-arvoa 0,05. Tutkimuksen voima-analyysi tehtiin jälkikäteen (nk. voima-analyysin a posteriori -tilanne) Helsingin yliopiston kansanterveystieteen laitoksen ylläpitämän verkkomateriaalin ja siihen liittyvän sähköisen laskentataulukon avulla (Sarna 2010).

Taulukko 2. Hylkäämis- ja hyväksymisvirheet hypoteesien testauksessa.

<i>Testi väittää</i>		
<i>Totuus on</i>	Hyväksyy H_0	Hylkää H_0
H_0	oikein	I-lajin virhe, α eli ”hylkäämisvirhe”
H_1	II-lajin virhe, β eli ”hyväksymisvirhe”	oikein

Voima-analyysin avulla oli tarkoitus arvioida tutkimuksen voimakkuutta ja otoskoon riittävyyttä. Voimakkuuden tarkastelu on merkityksellistä silloin, kun käytetyn testin mukaan nollihypoteesia ollaan hylkäämässä (ks. Taulukko 2). Tällöin vaarana on ns. II-lajin virhe ” β ” eli hyväksymisvirhe. β on todennäköisyys sille, että testissä hyväksytään nollihypoteesi, vaikka todellisuudessa vastahypoteesi pitäisikin paikkansa.

Tutkimuksen voimakkuus (engl. power), $1-\beta$, määritellään täten testin todennäköisyydeksi hylätä nollahypoteesi silloin, kun se todellisuudessa vallitsevan tilanteen mukaan pitääkin hylätä. Hyväksymisvirhe pienenee, kun otoskokoa kasvatetaan, joten suuremmilla otoksilla tutkimuksen voimakkuutta voidaan parantaa. Parametrisissa testeissä voimakkuus on yleensä parempi kuin ei-parametrisissa. (Metsämuuronen 2004.)

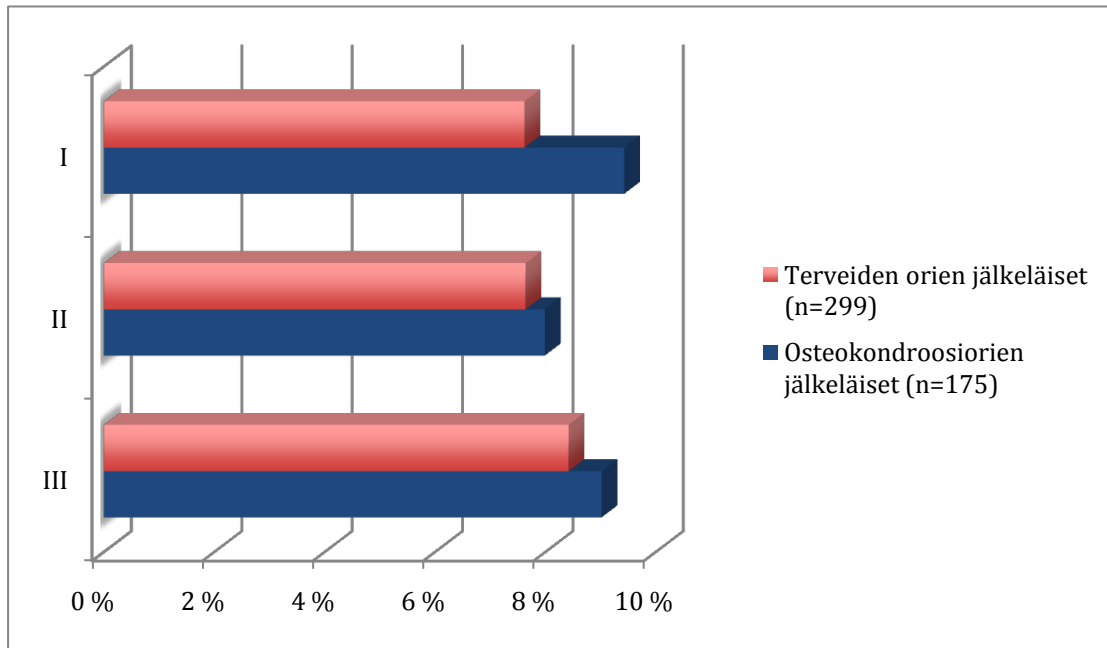
4 TULOKSET

Osteokondroosia sairastavien isäorien jälkeläisistä (n=435) kaikkiaan 175 eli 40,2 % oli startannut vähintään yhdessä ravikilpailussa (Taulukko 3). Terveiden isäorien jälkeläisryhmän 863 hevosesta startanneiden osuus oli 34,6 % (299 hevosta). Ero oli tilastollisesti merkitsevä (p=0,049).

Taulukko 3. Startanneiden hevosten osuus ja keskimääräinen starttien määrä (kpl) startanneiden keskuudessa.

	Osteokondroosiorien jälkeläiset	Terveiden orien jälkeläiset
Startanneiden osuus p=0,049	40,2 %	34,6 %
Starttien määrä (kpl, lukumäärien keskiarvo startanneista) p=0,268	23,2	26,2

Kun tarkastellaan startanneita hevosia, joita siis osteokondroosiorien jälkeläisryhmässä oli 175 ja terveiden orien jälkeläisryhmässä 299, eroja kilpailumenestyksen mittareissa on, mutta erot eivät enää ole tilastollisesti merkitseviä. Osteokondroosiorien jälkeläiset voittivat ja sijoittuivat toiseksi tai kolmanneksi useammin ja niiden rahallisten voittojen määrä startteja kohden oli 12 % suurempi kuin terveiden isäorien jälkeläisryhmässä. Terveiden isäorien jälkeläiset starttasivat keskimäärin useammin ja kumulatiivisia voittosummia verrattaessa tämän ryhmän hevoset tienasivat 21 % enemmän uransa aikana kuin osteokondroosia sairastavien isäorien jälkeläiset (Taulukko 4).



Kuva 2. Sijoittumisten osuus starteista (I-, II- ja III-sijat). Erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

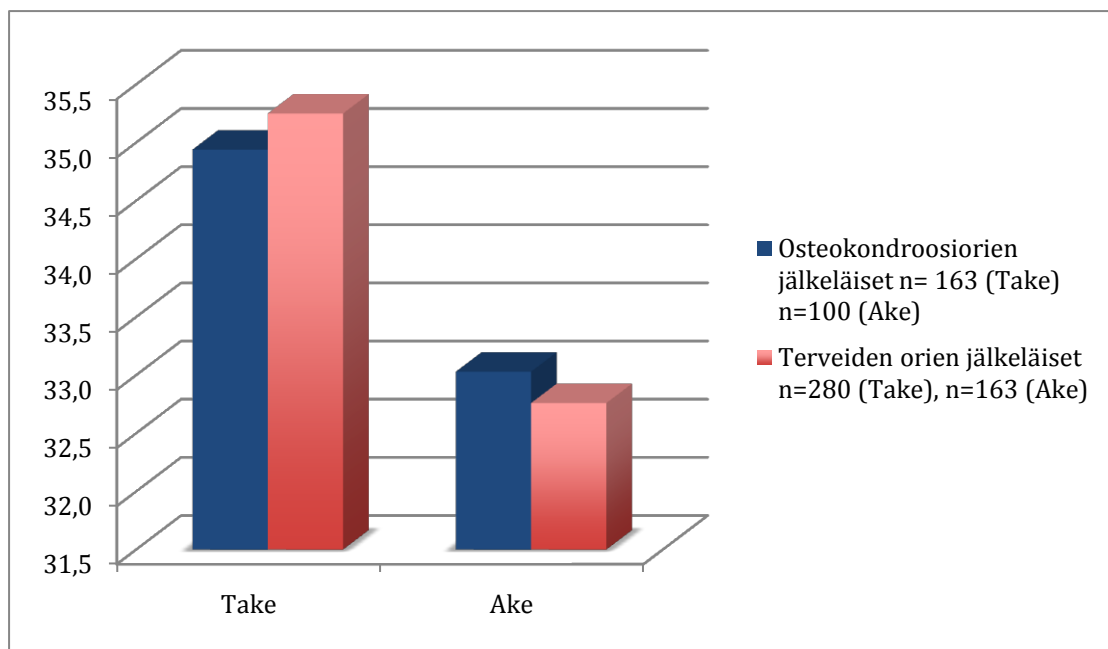
Taulukko 4. Voittosummat startteja kohden ja kumulatiivisina voittosummina. Erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

	Osteokondroosiorien jälkeläiset	Terveiden orien jälkeläiset
Voitot starttia kohden (€) p=0,436	190	169
Kumulatiiviset voitot (€) p=0,393	5336	6446
Voitot starttia kohden (log) p=0,955	2,029	2,032

Vertailemalla sijoitusten neliöjuuria ja starttia kohden juostun voittosumman logaritmia, osteokondroosia sairastavien isäoriiden jälkeläiset juoksivat sijoituksia tarkastellessa edelleen terveiden orien jälkeläisiä paremmin, mutta voittosummat startteja kohden kääntyvät terveiden orien jälkeläisten eduksi. Lukumääriä osoittavien muuttujien kuten neliöjuuri- ja logaritmuunnokset ovat yleisiä tilastollisessa analyysissä silloin, kun havaintoyksiköt eivät noudata mitään tunnettua jakaumaa ja niiden varianssien

mahdollinen suuri vaihtelu halutaan saada mahdollisimman pieneksi. (ks. esim. Tilastollinen analyysi, SAS-jatkokurssi, Helsingin yliopisto.)

Ennätysaikoja vertailtaessa osteokondroosiorien jälkeläiset olivat kaikilla matkoilla sekä ajo- että tasoituslähdoissä ennätysajoiltaan terveiden orien jälkeläisiä hitaampia lukuun ottamatta tasoituslähdon pitkää matkaa, jossa tosin vertailu jouduttiin tekemään ainoastaan muutaman tätä matkaa juosseen hevosen välillä. Kun tarkasteltiin suosituimmalla lähtötavalla ja matkalla (tasoituslähtö keskimatkalla, ks. Kuva 3) tehtyä ennätystä, joka oli tutkimuksen osteokondroosia sairastavien isäoriiden jälkeläisistä 163:lla ja terveiden orien jälkeläisryhmässä 280:lla, osteokondroosioriidien jälkeläiset olivat keskimäärin kolme sekunnin kymmenesosaa nopeampia kuin terveiden orien jälkeläiset.



Kuva 3. Keskimääräiset ennätysajat minuutin ylittävänä sekunteina kahdessa eniten osallistumisia sisältäneessä lähdoissä. Erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä. (Take = tasoituslähtö keskimatkalla; Ake = ajolähtö keskimatkalla)

Tässä vertailussa matkan nopeimmin juosnut hevonen (ajalla 1.24,6) kuului kuitenkin terveiden orien jälkeläisryhmään, jossa hajonta hevosten ennätysaikojen kesken oli osteokondroosiorien jälkeläisten aikoja suurempi. Kun verrattiin toiseksi suosituinta lähtöä (Ake eli autolähtö keskimatkalla, ks. Kuva 3), nopeimmin (1.24,3) juosnut hevonen löytyi jälleen terveiden orien jälkeläisryhmästä (jossa n=163) ja tässä

vertailussa osteokondroosiorien jälkeläiset (n=100) olivat vähän reilu kaksi sekunnin kymmenesosaa terveiden orien jälkeläisiä hitaampia. Mitkään ennätysaikoja koskevat erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä ja erot ennätysajoissa eri matkoilla kahden ryhmän välillä näyttäisivät pienenevän ryhmäkokojen suurentuessa.

Taulukko 5. Pöytäkirjamerkinnot (kpl, ryhmän keskiarvo) kilpailusuoristusten aikana.

	Osteokondroosiorien jälkeläiset	Terveiden orien jälkeläiset
Hylkäykset p=0,175	27	24
Keskeytykset p=0,308	6	8
Laukkamerkinnot p=0,955	38	38
Epäpuhdas ravi-merkinnät p=0,099	9	20

Kilpailumenestykseen ennätysajan tavoin käänteisesti verrannolliset hylkäysten, keskeytysten, laukkojen ja ep-merkintöjen määrät eivät myöskään tuoneet esille tilastollisesti merkitseviä eroja osteokondroosia sairastavien isäorien jälkeläisten ja terveiden orien jälkeläisten välille (Taulukko 5). Terveiden orien jälkeläisillä oli kilpailutiedoissaan vähemmän hylkäyksiä, mutta toisaalta niiden keskuudessa keskeytykset olivat jonkin verran yleisempiä. Laukkamerkintöjä saatiin molemmissa ryhmissä suunnilleen saman verran, mutta terveiden orien jälkeläisryhmässä oli yllättäen selvästi enemmän merkintöjä epäpuhtaasta ravista. Keskeytyksiä ja ep-merkintöjä verrattaessa ryhmäkoot jäivät muutamaa kymmeneen hevoseen, mutta hylkäyksiä ja laukkkamerkintöjä vertailtiin pöytäkirjamerkintöjen avulla 150–300 hevosella.

Koska mitattavissa ominaisuuksissa ei starttistatusta lukuun ottamatta saatu ryhmien välillä tilastollisesti merkitseviä eroja ja starttistatuksenkin kohdalla vaikutuksen suuruus ei ollut riittävä ($\geq 10\%$) nollahypoteesin hylkäämiseksi, ei saatujen tulosten avulla tutkimuksen alussa asetettua nollahypoteesia voida hylätä. Isäorin osteokondroosilla ei ole vaikutusta seuraavan sukupolven kilpailumenestykseen verrattaessa osteokondroosia sairastavien isäorien 435 hevosen jälkeläisjoukkoa 863 osteokondroosille isäorin kautta altistumattoman hevosen joukkoon.

Voima-analyysissä starttistatuksen mittaamisen voimaksi saatiin 50 %. Testin voimakkuutta voidaan parantaa kasvattamalla otoskoko (Metsämuuronen 2004). Mikäli testin voimakkuudeksi olisi haluttu tilastotieteissä yleisesti käytetyn suosituksen alarajoilla olevaa 80 %:n voimakkuutta, olisi otoskoon tullut olla sekä osteokondroosille altistuneiden että altistumattomien ryhmässä 1171.

Starttien lukumäärää koskevassa tarkastelussa testin voimakkuus oli vain 5 %. Tämä tarkoittaa 95 %:n todennäköisyyttä nollahypoteesin hyväksymiselle myös niissä tapauksissa, joissa vastahypoteesi pitääkin paikkaansa. Vastaavasti I-, II- ja III-sijojen, hylkäysten ja voittosummien tarkastelussa testien voimakkuus oli 34 %, ennätysaikojen testeissä voimakkuus vaihteli 3–32 % ja keskeytysten, laukka- sekä epäpuhdas ravi -merkintöjen testeissä 8–34 % välillä. Jälkeenpäin lasketuna 80 %:n voimakkuustason saavuttamiseksi olisi vaadittu vähintään 1571 hevosen otoskoko.

5 POHDINTA

Osteokondroosin yhteyttä hevosen kilpailumenestykseen koskeville tutkimuksille on ollut tyypillistä, että tutkimus on tehty sairaiksi tunnettujen hevosten ja niille valittujen verrokkihevosten välisenä vertailuna tapaus-verrokki -tutkimuksena. Tässä tutkimuksessa kyseinen asetelma ei ollut mahdollinen työn laajuuden, käytettävissä olevien resurssien sekä toisaalta pienikokoisen ennalta tiedossa olevan osteokondroosia sairastavan suomenhevospopulaation vuoksi. Vaikka osteokondroosi on luun kehityshäiriöistä useimmiten kirurgiaa vaativa sairaus ja sen prevalenssia yritetään pienentää monessa hevosrodussa jalostusohjelman avulla, ei sen vaikutusta hevosen suorituskykyyn voida pitää yksiselitteisesti aina negatiivisena. Joissain tutkimuksissa (esim. Torre & Motta 2000) osteokondroosia sairastavien on todettu olevan suorituskyvyltään jopa verrokkihevosiä parempia. Tätä on selitetty muun muassa osteokondroosin periytymisellä yhdessä erinomaiseen suorituskykyyn liittyvien rakenneominaisuuksien kanssa.

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella ei pystytty toteamaan isäorin osteokondroosilla olevan vaikutusta sen jälkeläisten kilpailumenestykseen. Eroja osteokondroosille isäorin kautta altistuneiden ja altistumattomien välillä oli, mutta ne eivät olleet tilastollisesti merkitseviä lukuun ottamatta sitä, että osteokondroosia sairastavien suomenhevosorien jälkeläiset starttaavat jaloistaan kantakirjauksen yhteydessä terveiksi todettujen isäorien jälkeläisiä todennäköisemmin. Jos ajatellaan näiden muutaman orin valintaa kantakirjaan poikkeuksellisen hyvän suorituskyvyn perusteella sairaustilasta huolimatta, voidaan kyseisen tutkimustuloksen kuvitella mahdollisesti johtuvan näiden orien jälkeläisiin kohdistuvista tavanomaista suuremmista odotuksista. Osteokondroosia sairastavien orien jälkeläiset starttasivat hieman enemmän ja voittivat rahaa enemmän startteja kohden, mutta toisaalta olivat kokonaisvoittosummien suhteen terveiden isäorien jälkeläisiä heikompia. Nämä tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, mutta herättävät silti kysymyksen, onko osteokondroosia sairastavien orien jälkeläisten kilpailu-ura terveiden isäorien jälkeläisten kilpailu-uriin verrattuna lyhyempi, mutta aktiivisempi ja menestyksekkäämpi? Koska osteokondroosia sairastavien isäorien jälkeläisten ennätysajat eivät kuitenkaan juuri poikenneet terveiden isäorien jälkeläisten ajoista, ja huomioiden osteokondroosin dynaamisen luonteen hevosen luuston kehittyessä,

voidaan myös pohtia, ovatko osteokondroosia sairastavat hevoset kehityksessään kenties nopeampia ja pärjäävät uransa alkuvaiheessa muita paremmin esimerkiksi nopeamman kasvun tai suuremman koon takia. Tämä tukisi myös aiempia tutkimustuloksia, joissa osteokondroosia sairastavien hevosten suorituskyky oli verrokkihevosten luokkaa ellei jopa parempaa. Tämän tasoinen tarkastelu suomenhevospopulaatiossa vaatisi kuitenkin suurempaa aineistoa ja tietoa siitä, kuinka moni osteokondroosia sairastavien isäorien jälkeläisistä on sairastunut itse osteokondroosiin. Myös altistumattomien hevosten ryhmä tulisi valita siten, ettei joukossa todella ole osteokondroosiin muuta kautta sairastuneita hevosia tai hevosia, joiden jalkojen rakenne on muuten heikentynyt.

Tilastollisen analyysin kannalta jatkotutkimuksessa kannattaisi kiinnittää erityistä huomiota menetelmävalintaan ja tutkimuksen voimaan. Koska tutkimukseen valittujen kilpailumenestystä kuvaavien muuttujien arvojen ei voida olettaa noudattavan mitään tiettyä jakaumaa tietyillä mittareilla, tutkimusmenetelmät olisi hyvä valita ei-parametrisista eli ”jakaumista vapaiden” menetelmien joukosta muidenkin muuttujien kuin vain starttistatuksen mittaamisessa. Käytetty varianssianalyysi on parametrinen menetelmä, jonka taustaoletuksena on suurehko tai suuri otoskoko (> 30 hevosta) silloin, kun populaatio ei noudata normaalijakaumaa. Lisäksi parametriset testit olettavat havaintoyksiköiden noudattavan normaalijakaumaa, mitä tutkimuksen aineiston ei voida olettaa noudattavan. Jälkikäteen tehty voima-analyysi osoitti, että parhaimmillaankin tutkimuksessa päästiin testien voimakkuudessa vain 50 %:n voiman tasolle eli tällä tutkimuksella ei ollut voimaa todeta haluttuja eroja. Vaikka voima-analyysiä ei tulisi tehdä jälkikäteen (ks. esim. Steidl & Thomas 2001), saatiin tässä tutkimuksessa sen avulla kuitenkin käsitys siitä, kuinka suurta aineistoa vastaavassa uudessa tutkimuksessa tulisi käsitellä luotettavampien tutkimustulosten saavuttamiseksi.

Kaikkiaan tutkimusaineiston analyysi osoitti, että suomenhevosten ravikilpailutulokset muodostavat hyvin heterogeenisen ja hajanaisen aineiston vain hyvin harvan hevosen pystyessä aktiiviseen, vuosia kestäväan kilpailu-uraan. Yli puolet J-suuntaan kantakirjattujen suomenhevosorien jälkeläisistä ei ikinä osallistu varsinaiseen ravikilpailulähtöön. Suuremmalla aineistolla olisi ollut mahdollista ja mielenkiintoista tutkia, kuinka paljon tulokset vaihtelevat, kun joidenkin orien suuret jälkeläismäärät otetaan tai jätetään ottamatta huomioon. Myös ikävuosien perusteella tehty vertailu olisi voinut tuoda suuremmalla otoskoolla tietoa, millainen vaikutus mahdollisesti periytyneellä osteokondroosilla on hevosen kilpailu-uran eri vaiheissa.

Tutkimuksen luotettavuutta voidaan parantaa myös ottamalla tilastollisten analyysien avulla huomioon mahdolliset sekoittavat tekijät (esim. rakenne, emä, emän osteokondroosi, kasvattaja, ruokinta, valmentaja).

Tässä tutkimuksessa ei ollut tiedossa, kuinka monella aineiston hevosella todellisuudessa on osteokondroosi eikä myöskään terveiden isäorien jälkeläisten jalkojen terveydestä ollut tietoa. Tutkimusasetelma perustui olettamukseen suuresta jälkeläisjoukosta, joka oli isäorin kautta altistettu perinnölliselle osteokondroosille. Luotettavuuden lisäämiseksi osteokondroosin vaikutusta kilpailumenestykseen tulisi tämän tutkimuksen perusteella tutkia nimenomaan hevosilla, joiden jalkojen terveydellinen tila on varmistettu esimerkiksi perusteellisin kliinisin ja riittävin radiologisin tutkimuksin. Tällöin myös erilaisten perinnöllisyyteen liittyvien tunnuslukujen laskeminen tulisi mielekkääksi ja kannanotot osteokondroosia sairastavien isäorien kantakirjaan valitsemisen järkevyydestä saisivat merkityksellisempää painoarvoa. Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksen antamat viitteet osteokondroosin luonteesta epävarmasti diagnosoitavana ja usein kliinisesti merkityksettömänä sairautena antavat kuitenkin aihetta pohtia, kuinka tarkoituksenmukaista nykymuotoinen osteokondroosimuutosten seulominen suomenhevosten kantakirjauksen yhteydessä oikein onkaan.

6 KIITOKSET

Kiitos työni johtajalle Riitta-Mari Tulamolle ja ohjaajalle Anna-Maija Virtalalle kommentteista, ohjeista, tuesta ja kannustuksesta. Kiitos Anna Valrosille neuvoista SPSS-ohjelman käytössä ja Heli Ritalle tilastollisesta konsultaatiosta. Jani Soinille kiitos tekstin oikoluvusta. Erityiskiitos Virve Korhoselle oponoinnista ja tutkielmatyöskentelyssä myötäelämisessä. Kiitos rakkaalle perheelleni hännällisten asuinkumppanieni hyvästä hoidosta opiskelukiireideni keskellä ja ystäväilleni kaikesta saamastani tuesta.

LÄHDELUETTELO

Beard WL, Bramlage LR, Schneider RK, Embertson RM. Postoperative racing performance in Standardbreds and Thoroughbreds with osteochondrosis of the tarsocrural joint: 109 cases (1984-1990). *J Am Vet Med Ass* 1994; 204: 1655-1664.

Brehm W, Staecker W. Osteochondrosis (OCD) in the Tarsocrural Joint of Standardbred Trotters - Correlation between Radiographic Findings and Racing Performance. *Proceedings of the Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*, 1999; 45: 164-166.

Clayton HM. Performance in Equine Sports. Teoksessa: Back W, Clayton H (toim.) *Equine Locomotion*. 1p. Saunders, Philadelphia 2001:193-226.

Dik KJ, Enzerink EE, van Weeren PR. Radiographic development of osteochondral abnormalities in the hock and stifle of Dutch Warmblood foals. *Equine Vet J Suppl* 1999; 31: 9.

Dolvik NI, Klemetsdal G. The effect of arthritis in the carpal joint on performance in Norwegian cold-blooded trotters. *Vet Res Comm* 1996; 20: 505-512.

Douglas J. Pathogenesis of Osteochondrosis. Teoksessa: Ross MW, Dyson SJ (toim.) *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. 1p. Saunders, Philadelphia 2003: 534-543.

Dyson SJ. Poor Performance and Lameness. Teoksessa: Ross MW, Dyson SJ (toim.) *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. Saunders, Philadelphia 2003: 828-832.

Dyson SJ. Radiography and radiology. Teoksessa: Ross MW, Dyson SJ (toim.) *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. 1p. Saunders, Philadelphia 2003: 153-166.

Ertola K, Houttu J. The Finnish Horse and Other Scandinavian Cold-Blooded Trotters. Teoksessa: Ross MW, Dyson SJ (toim.) *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. 1p. Saunders, Philadelphia 2003: 946-950.

Foerner JJ. Osteochondrosis in the Horse. *J Equine Vet Sci* 2003; 23: 142-145.

Grøndahl AM, Engeland A. Influence of radiographically detectable orthopedic changes on racing performance in Standardbred trotters. *J Amer Vet Med Assoc* 1995; 206: 1013-1017.

Henson FMD, Davies ME, Jeffcott LB. Equine Dyschondroplasia (Osteochondrosis) – Histological Findings and Type VI Collagen Localization. *Vet J* 1997, 154: 53-62.

Hoppe F, Philipsson J. A Genetic Study of Osteochondrosis Dissecans in Swedish Horses. *Equine Pract* 1985; 7: 7-15.

Jeffcott LB. Osteochondrosis in the horse – searching for the key to pathogenesis. *Equine Vet J* 1991; 23: 331-338.

Jeffcott LB, Henson FMD. Studies on Growth Cartilage in the Horse and their Application to Aetiopathogenesis of Dyschondroplasia (Osteochondrosis). *Vet J* 1998; 156: 177-192.

Langlois B, Vrijenhoek T. Qualification status and estimation of breeding value in French trotters. *Live Prod Sci* 2004; 89: 187-194.

Laws EG, Richardson DW, Ross MW, Moyer W. Racing performance of Standardbreds after conservative and surgical treatment for tarsocrural osteochondrosis. *Equine Vet J* 1993; 25: 199-202.

Leleu C, Cotrel C, Barrey E. Relationships between biomechanical variables and race performance in French Standardbred trotters. *Live Prod Sci* 2005; 92:39-46.

McIlwraith CW. Clinical aspects of osteochondrosis dissecans. Teoksessa: McIlwraith CW, Trotter GW (toim.) *Joint Disease in the Horse*. 1p. Saunders, Philadelphia 1992: 362-383.

McIlwraith CW, Foerner JJ, Davis DM. Osteochondritis dissecans of the tarsocrural joint: results of treatment with arthroscopic surgery. *Equine Vet J* 1991; 23: 151-152.

Metsämuuronen J. Pienten aineistojen analyysi. Parametrittomien menetelmien perusteet ihmistieteissä. *Metodologia-sarja 9*. 1p. International Methelp, Helsinki 2004: 22-23.

Ojala M, Peltonen T, Saastamoinen M. Suomenhevosen jalostus. Teoksessa: Saastamoinen M. (toim.) *Suomenhevonen*. Suomen Hippos ry, Jyväskylä 2007: 127-162.

Olsson SE, Reiland S. The nature of osteochondrosis in animals. Summary and conclusions with comparative aspects on osteochondritis dissecans in man. *Acta Radiol. Suppl* 1978; 358: 299-306.

Olstad K, Cnudde V, Masschaele B, Thomassen R, Dolvik NI. Micro-computed tomography of early lesions of osteochondrosis in the tarsus of foals. *Bone* 2008; 43: 574-583.

Perttunen E. Suomenhevosen värit. Teoksessa: Saastamoinen M. (toim.) *Suomenhevonen*. Suomen Hippos ry, Jyväskylä 2007: 108-124.

Pieramati C, Pepe M, Silvestrelli M, Bolla A. Heritability estimation of osteochondrosis dissecans in Maremmano horses. *Live Prod Sci* 2003; 79:249-255.

Pieramati C, Fusaioli L, Scacco L, Buttazzoni L, Silvestrelli M. On the use of Elo rating on harness racing results in the genetic evaluation of trotter. *Italian J Animal Sci* 2007; 6(1 Suppl.): 189-191.

Pool RR. Difficulties in definition of equine osteochondrosis; differentiation of developmental and acquired lesions. *Equine Vet J Suppl* 1993; 16: 5-12.

Ricard A. Breeding evaluations and breeding programmes in France. Proceedings in the 48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Wien, Itävalta, 1997: 9.

Richardson DW. Diagnosis and Management of Osteochondrosis and Osseous Cyst-like Lesions. Teoksessa: Ross MW, Dyson SJ (toim.) *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. 1p. Saunders, Philadelphia 2003: 549-554.

Robert C, Valette J-P, Denoix J-M. Correlation between routine radiographic findings and early racing career in French Trotters. *Equine Vet J Suppl* 2006; 36:473-478.

Rooney JR, Square K. Osteochondrosis in the horse. *Mod Vet Pract* 1975; 56: 113-116.

Ross MW. Lameness in Horses: Basic Facts before Starting. Teoksessa: Ross MW, Dyson SJ (toim.) *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. 1p. Saunders, Philadelphia 2003: 3-8.

Saastamoinen M, Nylander A. Genetic and phenotypic parameters for age at starting to race and racing performance during early career in trotters. *Live Prod Sci* 1996; 45: 63-68.

Sandgren B, Dalin G, Carlsten J et al. Development of osteochondrosis in the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints of Standardbred trotters. II. Body measurements and clinical findings. *Equine Vet J Suppl* 1993; 16: 48.

Sarna S. Kliinisen biostatistiikan peruskurssin verkkomateriaali. Syksy 2010. Kansanterveystieteen osasto: Helsingin yliopisto.
<<http://www.kttl.helsinki.fi/sarna/osa1.pdf>>, haettu 22.3.2011.

Steidl RJ, Thomas L. Power Analysis and Experimental Design. Teoksessa: Scheiner S., Gurevitch, J (toim.) Design and Analysis of Ecological Experiments. 2p. Oxford University Press, Oxford 2001: 14-36.

Storgaard Jørgensen H, Proschowsky H, Falk-Rønne J, Willeberg P, Hesselholt M. The significance of routine radiographic findings with respect to subsequent racing performance and longevity in Standardbred trotters. Equine Vet J 1997; 29: 55-59.

Suomenhevosen jalostusohjesääntö.

<http://www.hippos.fi/hippos/jalostus_ja_kasvatus/jalostusohjesaannot/jalostusohjesaannotpdf/jalohje_sh_net.pdf>, haettu 27.8.2008.

Suomenhevosen rakenne ja terveystvaatimukset. LIITE 2. maa- ja metsätalousministeriön 9. joulukuuta 2004 vahvistamaan suomenhevosen jalostusohjesääntöön.

<http://www.hippos.fi/hippos/jalostus_ja_kasvatus/jalostusohjesaannot/jalostusohjesaannotpdf/terveysvaat_net.pdf>, haettu 27.8.2008.

Suomenhevosen rekisteröinti, kantakirjaus, palkitseminen ja siitokseen käyttö. LIITE 1. maa- ja metsätalousministeriön 9. joulukuuta 2004 vahvistamaan suomenhevosen jalostusohjesääntöön.

<http://www.hippos.fi/hippos/jalostus_ja_kasvatus/jalostusohjesaannot/jalostusohjesaannotpdf/kantakirjaus_sh_net.pdf>, haettu 27.8.2008.

Thuneberg-Selonen T, Pösö J, Mäntysaari E, Ojala M. Use of individual race results in the estimation of genetic parameters of trotting performance for Finnhorse and Standardbred trotters. Agric Food Sci 1999; 8:353-363.

Tilastollinen analyysi. SAS-jatkokurssin verkkomateriaali. Helsingin yliopisto.

<www.helsinki.fi/atk/tilasto/sasopas/residls.htm>, haettu 22.3.2011.

Torre F, Motta M. Osteochondrosis of the Tarsocrural Joint and Osteochondral Fragments in the Fetlock Joints: Incidence and Influence on Racing Performance in a

Selected Group of Standardbred Trotters. Proceedings, 46th American Association of Equine Practitioners Convention, San Antonio, Texas, 2000: 287-294.

van de Lest CHA, Brama PAJ, van El B, DeGroot J, van Weeren PR. Extracellular matrix changes in early osteochondrotic defects in foals: a key role for collagen? *Biochim Biophys Acta* 2004; 1690: 54-62.

van Weeren PR. Etiology, Diagnosis, and Treatment of OC(D). *Clin Tech Equine Pract* 2006b; 5: 248-258.

van Weeren PR. Osteochondrosis. Teoksessa: Auer JA, Stick JA (toim.) *Equine Surgery*. 3.p. Saunders Elsevier, St. Louis MO 2006a: 1166-1178.

van Weeren PR, Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan MM, Barneveld A: The influence of birth weight, rate of weight gain and final achieved height and sex on the development of osteochondrotic lesions in a population of genetically predisposed Warmblood foals. *Equine Vet J Suppl* 1999; 31: 26.

Valentino LW, Lillich JD, Gaughan EM, Biller DR, Raub RH. Radiographic prevalence of osteochondrosis in yearling feral horses. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1999; 12: 151-155.

Voute LC, Henson FMD, Platt D. Lesions of the lateral trochlear ridge of the distal femur in ponies with histological features of equine dyschondroplasia. Proceedings of the 36th Congress of the British Equine Veterinary Association, Harrogate, UK, 1997: 153-154.

Watkins JP. Osteochondrosis. Teoksessa: Auer JA (toim.) *Equine Surgery*. Saunders, Philadelphia 1992: 971-984.