

## KATSAUS KÄÄPIÖSNAUTSEREIDEN GEENITESTAUKSEEN

Inka Vaskimo/SKSK ry jalostustoimikunta

**Erilaisten sairauksien tutkiminen koirien DNA:sta on viime vuosina kasvanut räjähdysmäisesti. Tutkimuksia on runsaasti tarjolla ja niitä markkinoidaan varsin aggressiivisesti etenkin kasvattajille sillä ajatuksella, että näillä testeillä voi nyt ratkaista suurin piirtein kaikki koiranjalostukseen liittyvät ongelmat.**

Koiran genomi, eli koiran koko DNA:n emäsjärjestys, on selvitetty jo vuonna 1997, mutta vieläkin tutkijat eivät varmuudella tiedä, mitä geenit tarkalleen ottaen tekevät ja aiheuttavat yhdessä, erikseen ja erilaisina yhdistelminä. Lisäksi vierekkäiset DNA-alueet saattavat linkittyä toisiinsa, ja tämä yhdistelmä saattaa periytyä (tai olla periytymättä) kokonaan tai osittain. Yhden DNA-alueen aiheuttama ominaisuus saattaa siis tätä kautta liittyä olennaisesti johonkin toiseen ominaisuuteen, jota säätelevät eri geenit, mutta jotka voivat periytyä ”samassa paketissa”. Ketuilla tehdyssä tutkimuksessa esim. kesy luonne ja luppakorvaisuus sekä valkoiset värimerkit lisääntyivät käsi kädessä.

Nisäkkäiden, kuten ihmisen ja koiran, DNA:ssa tapahtuu koko ajan mutaatioita, mutta vaikkapa varpaan lihassolussa tapahtuva mutaatio ei tietenkään vaikuta millään tavalla perinnöllisesti. Perinnöllisen vaikutuksen aikaansaamiseksi mutaation täytyy tapahtua sukusolussa.

Geenit voivat myös säädellä (syttyttää ja sammuttaa) toisten geenien toimintaa lukemattomin eri tavoin, joista ei vielä olla selvillä. Se tiedetään, että säätelijägeenin vaikutus toiseen geeniin riippuu mm. siitä, missä kohtaa genomia säätelijä sijaitsee. Esimerkiksi pentueen yksi sisarus sairastuu, mutta toinen ei. Yhdellä koiralla jokin sairaus vastaa hoitoon, toisella ei. Voisi siis kuvitella, että toisella koiralla on sairausgeeni ja toisella ei. Itse asiassa se voi olla molemmilla, mutta toisella vain on jossakin kohtaa genomiaan toinen geeni tai geenejä, jotka sammuttavat sairausgeenin toiminnan ja suojelevat koiraa sairastumiselta. **Täsmälleen samat geenit voivat aiheuttaa kahdessa koirassa aivan päinvastaisia ominaisuuksia. Pelkästään jonkin yksittäisen alleelin olemassaolon perusteella emme vielä voi päätellä, että koira tulee sairastumaan.** Säätelijägeenien olemassaolon ja sijainnin lisäksi ominaisuuden ilmentymiseen vaikuttaa myös koiran elinympäristö, esim. ravinto, myrkyt, liikunta jne.

### Käppänien geenitestit

**Pennsylvanian yliopiston tutkimusyksikkö PennGen pitää kattavaa listaa eri roduille saatavista geenitesteistä. Testit voi lajitella testin/sairauden, rodun ja laboratorion mukaan.**

(<http://research.vet.upenn.edu/penngen/AvailableTests/TestsAvailableatLabsWorldwide/tabid/7620/Default.aspx>)

Kääpiösnautsereille on PennGenin mukaan olemassa tällä hetkellä kuusi geenitestiä, joilla selvittää eri sairauksia. Seuraavassa on lyhyesti esitelty testattava sairaus ja kerrottu jalostustoimikunnan näkemys sairaustilanteesta Suomessa. On muistettava, että SKSK ry:llä ei ole tällä hetkellä terveystarkastusta, vaan sairauksista ilmoittaminen on omistajien ja kasvattajien omaehtoisuuden varassa, joten raportteja tulee harvakseltaan.

### ***MPS VI (mukopolysakkaridoosi, tyyppi VI)***

Perinnöllinen aineenvaihduntasairaus, jonka syynä on elimistön puutteellinen kyky pilkkoa sokeryhdisteitä. Oireisiin kuuluvat mm. takajaloista alkava heikkous ja kävelyvaikeudet (ei-neurologisia), kasvun viivästyminen ja kääpiökasvuisuus, luuston epämuodostumat (rintalastassa, nikamissa ja etenkin lonkkanivelissä), nivelten löysyys ja sokereiden kertymisen aiheuttama silmän sarveiskalvon samentuminen. Oireet ovat näkyvissä jo noin neliviikkoisella pennulla. Ihmisillä MPS VI tunnetaan myös nimellä Maroteaux-Lamyn syndrooma; se aiheuttaa kehitysvammaisuutta ja sairauteen liittyy mm. isopäisyys ja vesipää.

Testattava geeni: ARSB

Testaava laboratorio: PennGen

**Jalostustoimikunnalle ei ole raportoitu yhtään vahvistettua MPS-tapausta, mutta pentuetiedustelulomakkeiden perusteella tapauksia on mahdollisesti ollut. On suositeltavaa toimittaa kuolleet ja lopetetut pennut ruumiinavaukseen ja mahdollisesti testata vanhemmat, jos pennulta löytyy MPS.**

### ***Myotonia Congenita(synnyynnäinen lihasjäykkyys)***

Myotoniassa tahdonalaisten lihasten rentoutuminen häiriintyy hieman samalla tavalla kuin ihmisten Parkinsonin taudissa. Lihakset kasvavat nopeasti, koska ne ovat jatkuvasti supistuneena ja ”töissä”. Liikkuminen on jäykkää, ja koira ottaa ns. pupuloikkia. Kieli on usein suurentunut, mikä vaikeuttaa syömistä. Alaleuan epänormaali rakenne on myös yleinen oire. Hengittäminen on äänekkästä. Oireet ilmestyvät muutaman viikon iässä.

Testattava geeni: CLCN1 (CIC1)

Testaavat laboratoriot: mm. PennGen (USA), Laboklin (GER), Optigen (USA)

**Tiedossa on, että sairautta esiintyy tietyistä kantakoirista lähteneissä linjoissa. Jalostustoimikunnalle on raportoitu yksi suomalainen sairas koira. Sen seurauksena perustettiin työryhmä seuraamaan myotoniatilannetta ja laadittiin lista avainkoirista, joiden geenitestausta SKSK ry tukee. Lista on nähtävillä kerhon kotisivuilla. Kahden vuoden jälkeen todettiin tilanteen olevan hallinnassa ja työryhmä lakkautettiin. On edelleen suositeltavaa testauttaa jalostuskoira, varsinkin jos sen suvussa on riskikoiria.**

### ***Perinnöllinen pankreatiitti (haimatulehdus)***

Tulehduksen aiheuttavat haiman valmistamat ruoansulatusentsyymit, jotka alkavat toimia ennenaikaisesti jo haimakudoksessa sen sijaan, että ne ehtisivät ruoansulatusjärjestelmään. Entsyymit tuhoavat haimakudosta, joka reagoi tulehduksella. Vaurio voi olla akuutti ja kivulias, mutta yleensä se pahenee salakavalasti oireettomana, kunnes niin suuri osa haimakudoksesta on tuhoutunut, että haima ei enää pysty toimimaan riittävästi. Tulehduksen aiheuttajia ovat mm. ylipaino, rasvainen ruokavalio tai yhtäkkinen suuri rasva-annos (esim. kinkkurasvan varastaminen jouluna), tietyt lääkkeet tai trauma. Geenitestillä etsitään trypsiiniestäjägeeni SPINK1 variantteja (trypsiini on valkuaisaineita pilkkova entsyymi). Kuitenkaan kaikki koirat, joilta näitä variantteja löytyy, eivät sairastu, joten sairautteen liittyy muitakin vaikuttavia tekijöitä.

Kääpiösnautsereilla haimatulehdusta aiheuttaa myös rodulle tyypillinen perinnöllinen rasva-aineenvaihdunnan häiriö idiopaattinen hyperlipidemia, jossa veren triglyseridipitoisuus tuntemattomasta syystä kasvaa. Idiopaattiseen hyperlipidemiaan ei ole geenitestiä, mutta sen kehittämistä tutkitaan. Pankreatiitti ja hyperlipidemia esiintyvät kääpiösnautsereilla usein yhdessä.

Oireita ovat syömättömyys, oksentelu ja ripuli sekä heikko yleiskunto, masennus, kuume, verinen uloste ja jopa äkkikuolema.

Itse sairaudet eivät periydy, vaan taipumus sairastua niihin.

Testattava geeni: SPINK1

Testaava laboratorio: Tällä hetkellä geenitestiä ei tarjoa mikään laboratorio

**Jalostustoimikunnalle on raportoitu yksi pankreatiitti- ja hyperlipidemia tapaus. Jos geenitestistä saadaan tulevaisuudessa luotettava, ja se tulee jonkin laboratorion valikoimaan, kannattaa tutkimus tehdä, etenkin jos jalostuskoiran suvussa esiintyy sairautta.**

### ***Persistent Mullerian Duct Syndrome***

Pseudohermafroditismin muoto, jossa urokselta näyttävältä koiralta löytyykin kohtu. Uroksella on tyypillisesti laskeutumaton kives/kivekset, ja niissä voi olla kasvaimia.

Jalostustoimikunnalle ei ainakaan lähimenneisyydessä ole raportoitu yhtään tällaista koiraa. Kivesvikojen yleisyys ei liene korkeampi kuin muilla roduilla keskimäärin, joten jää kasvattajan harkintaan, haluaako tehdä testin.

Testattava geeni: AMHR2

Testaavat laboratoriot: Baker Institute for animal health (USA), Paw Print Genetics (USA)

### ***PRA, A-tyyppi (etenevä verkkokalvon surkastuma)***

Sokeuttava silmäsairaus, johon ei ole hoitoa. PRA:ta on ainakin A-, B- ja C-tyyppiä.

Geenitestin patenttija Optigen ilmoittaa verkkosivuillaan testanneensa vuosien kuluessa joitakin satoja kääpiösnautsereita, joista yksikään ei ole ollut A-tyyppin suhteen sairas tai edes kantaja, ja esittää että joko A-tyyppin PRA on saatu kitkettyä kääpiösnautserikannasta tai ainakin sitä esiintyy erittäin vähän. B- ja C-tyyppiä siis esiintyy edelleen, ja geenitestien kehitystyö niitä varten jatkuu. **A-tyyppiä ei jalostustoimikunnan mielestä kannata testata kuin kuriositeettimielessä.**

Testattava geeni: c.244C>G

Testaavat laboratoriot: mm. Optigen

### ***Renal dysplasia (munuaisten vajaatoiminta)***

Munuaiskudoksessa on muutoksia, jotka estävät munuaisten normaalin toiminnan. Oireina ovat mm. laihtuminen, ruokahaluttomuus, masennus, lisääntynyt juominen ja virtsaaminen.

**Jalostustoimikunnalle raportoidaan munuaisdysplasiatapauksia pari vuodessa. Ilmeisesti sairaus on Suomessa melko yleinen. Testiä voi suositella jalostuskoirille, jos suvussa on esiintynyt sairautta.**

Testattava geeni: PTGS2 (aka COX-2)

Testaavat laboratoriot: DOGenes (CAN)

### **Geenitestit Suomessa**

Koirien geenitutkimusmarkkinoilla on Suomessa kaksi suurta toimijaa, jotka saattavat yleisöltä mennä joskus sekaisin, vaikka toinen niistä, Koirien geenitutkimus, ei testaa kaupallisesti, vaan kehittää testejä.

### ***Helsingin yliopisto ja Folkhälsan: Koirien geenitutkimus***

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

Ei-kaupallinen tutkimusyksikkö, jota johtaa akatemiatutkija Hannes Lohi.

Geenitutkimuksen tavoitteena on tunnistaa geenivirheitä, jotka eri roduissa aiheuttavat erilaisia perinnöllisiä sairauksia ja muita ominaisuuksia, kehittää sairauksille geenitestejä jalostuksen apuvälineiksi ja

soveltaa saatua tietoa ihmissairauksien selvittämiseen. Koiran ja ihmisen geenit ovat pitkälti samat. Geenilöytö avaa aina myös mahdollisuuksia tautimekanismien ymmärtämiseen ja luo pohjaa diagnostiikan, hoitojen ja mahdollisten lääkkeiden kehittämiseen.

Koirista on kuvattu yli 500 erilaista perinnöllistä sairautta, jotka yleistyvät nopeasti roduissa sisäsiitoksen ja matadorijalostuksen ansiosta. Sairauksien yleistyessä koirien pitäminen vaikeutuu ja koirista aiheutuu enemmän huolta ja kustannuksia. Perinnöllisiä sairauksia voidaan vastustaa tehokkaasti vain geenitutkimuksella.

Geenitutkimuksella voidaan tutkia kaikkea, mikä on perinnöllistä: sairauksia, väriä, kokoa, luonnetta, käyttäytymistä... Eri roduille on rakennettu tutkimusprojekteja mm. näiden teemojen ympärille.

Tutkimuskuluista vastaa pääasiallisesti tutkimusryhmä. Rahoitusta hankitaan eri lähteistä, ja tutkimus etenee resurssien mukaan. Omistajat yleensä itse kustantavat koiriensa verinäytteiden toimittamisen tutkimusryhmälle. Toisinaan rotujärjestöt avustavat kuluissa. Joukkonäytteenotoissa näytteenotto on usein ilmaista. Tutkimusryhmällä on yhteistyöeläinlääkäreitä, jotka ottavat näytteitä tutkimukseen edullisesti.

**Suomen Kääpiösnautserikerho kannustaa näytteiden toimittamiseen etenkin silmäsaираiden koirien osalta.** Kerho on järjestänyt joukkonäytteenottoja mm. näyttelyiden ja jalostustarkastusten yhteydessä. Perinnöllisen harmaakaihin ja PRA:n B- ja C- tyyppien geenitestit tulisivat tarpeeseen. 24.7.2013 mennessä kääpiösnautsereista on toimitettu 533 näytettä. Näytteet kannattaa jatkoa ajatellen otattaa Kennelliiton virallisten ohjeiden mukaan: "Näytteen on ottanut Kennelliiton hyväksymä näytteenottaja, koiran tunnistusmerkintä on tarkastettu sekä näytelomakkeeseen on merkitty tunnistusmerkinnän oikeellisuus. Lisäksi näytelomakkeessa tulee olla näytteenottajan allekirjoitus sekä nimenselvennys. Jos näytteen on ottanut eläinlääkäri, myös eläinlääkärin numero tulee olla näytelomakkeessa."

Sairauden geneettisen taustan selvittämiseen ja mahdollisen geenitestin kehittämiseen tarvittavien näytteiden määrä vaihtelee. Määrä riippuu pitkälti sairauden tai ominaisuuden periytymistavasta, joka sekin pitää selvittää ennen kuin geenitestin kehittäminen on mahdollista. Periytymistapoja selvitetään mm. sukutauluanalyysillä, joten on ensisijaisen tärkeää, että sukutaulut pitävät paikkansa. Jos taustalla on vain yksi geeni, tavallisesti riittää muutama kymmenen näytettä sairaista koirista. Moniperintäisen eli polygeneettisesti periytyvän sairauden ollessa kyseessä sairauden puhkeamiseen vaikuttavat myös ravinto, ympäristö ym., ja tällöin tarvitaan satoja näytteitä. Lisäksi tarvitaan terveiden verokkien näytteitä.

Geenitutkimuksen varsinaiset hyödyt näkyvät vasta lähitulevaisuudessa. Menestyksenkäs tutkimus on mullistavaa omistajille, kasvattajille ja eri roduille, sillä tutkimuksen tarkoituksena on löytää perinnöllisten sairauksien syytä, siis geenivirheitä, ja kehittää niihin DNA-testejä. DNA-testillä kasvattaja ja rotuyhdistys voivat ryhtyä järjestelmällisesti vastustamaan sairauksia ja jopa pystyä hävittämään ne rodusta kokonaan. Geenitestin perusteella astutukseen voidaan valita koirat niin, että sairaus häviää, ja samalla voidaan huolehtia rodun perimän monimuotoisuudesta. Terveitä kantajakoiriakin voidaan käyttää hyvillä mielin, kun astutuspartnerit on testattu. Tässä muutamia hyötyjä:

- Päästään järjestelmällisesti vastustamaan sairautta rodussa; tavoitteena rodun terveempi tulevaisuus.
- Kasvattaja voi testata pentueensa ennen rekisteröintiä, ja siten tietää, mitä myy ostajalle.
- Ostaja voi hyvillä mielin hankkia pennun, joka on testattu ja jonka sairastumisriski tiedetään.
- DNA-testaus mahdollistaa kantajakoirienkin käytön, linjoja ei tarvitse sulkea turhaan: tämä laajentaa jalostuspopulaatiota ja turvaa paremmin rodun perimän monimuotoisuutta.
- Kasvattaja voi testata tuontikoiraansa ennen kuin tekee osto- tai astutus päätöksiä, ei enää "sika säkissä" ulkomailta.

## **Genoscooper: Polveutumismääritykset ja MyDogDNA**

[www.genoscooper.com](http://www.genoscooper.com)

Kaupallinen yritys

Genoscooper on ainoa suomalainen lemmikkien geenitestausta tarjoava tutkimuslaboratorio, kun Finnzymes lopetti ko. testaustoimintansa vuonna 2011. Genoscooper puolestaan lopetti yksittäisten geenitestien tarjoamisen kesäkuussa 2013, ja valikoimassa on nykyään polveutumismääritys sekä MyDogDNA-terveyspassi (MDD-terveyspassi), joka sisältää yksilön ja rodun monimuotoisuuskartoituksen sekä yli 100 tunnettua perinnöllistä sairautta. Yksittäisten testien lopettaminen sai aikaan protestimyrskyn, joten niitä mahdollisesti tulee takaisin markkinoille. Genoscooper on myös lopettanut näytevaihdon Koirien geenitutkimustyöryhmän kanssa, joten kumpaankin tarvitaan omat näytteensä. Hannes Lohi on Genoscooperin hallituksen puheenjohtaja, mikä saattaa aiheuttaa sekaannusta Genoscooperin ja Koirien geenitutkimuksen erottamisessa toisistaan.

MDD-terveyspassin pilottivaihe on vasta päättynyt. Osallistujien palautteesta päätellen on saattanut käydä niin, että markkinointiosasto on ainakin ensi alkuun luvannut enemmän kuin mihin laboratorion resurssit riittävät. Huomattava osa näytteistä on ”epäonnistunut”. Millä tavalla, sitä ei laboratorion ole kerrottua. Nyt vallitseekin epätietoisuus siitä, kuka maksaa tarvittavat uusintanäytteet. Pilottiin osallistuneiden tulokset ovat muuttuneet tiuhaan tahtiin, ja myös tulosten julkaisussa on ollut ongelmia.

Moni koiran omistaja, kasvattaja ja rotujärjestö panosti muutamia vuosia sitten haplotyyppikartoitukseen selvittääkseen koiriensa ja rotunsa geneettisen monimuotoisuuden sekä saadakseen apua jalostuspäätöksiinsä. MDD-terveyspassiin kuuluva monimuotoisuuskartoitus on monipuolisempi ja tarkempi, mutta koska sen perusteena ei ilmeisesti käytetä haplotyyppijä, ei tuloksia voida vertailla keskenään.

Ilmeisesti kaikkia terveyspassiin sisältyviä testejä ei voida tehdä samalla kertaa, joten veri-, tai poskisolunäytteen pitää olla riittävän suuri. Useimmilla roduilla on vain yksi tai muutama tiedossa oleva vakava perinnöllinen sairaus, johon on kehitetty geenitesti. Jos MDD:hen kuuluu useita näistä rodun sairauksista, kannattaa tietenkin testauttaa ne pakettina, jolloin hinta on halvempi. Jos taas rodussa esiintyviä ja testattavia sairauksia ei löydy testipatterista, kannattaa terveyspassin hankkimista miettiä.

Toistaiseksi voidaan testata vain yksittäisen geenimuutoksen aiheuttamia sairauksia, joten monitekijäiset eli polygeenisesti periytyvät sairaudet, kuten lonkkavika, ovat testin ulottumattomissa. Passiin tulee kuitenkin tiedot myös niistä sairauksista, joita rodulla ei ollenkaan ole – eikä edes voi olla. **Toivottavasti tämä ei johda siihen, että kääpiösnautsereilta testillaan sairauksia, joita niiden perimässä ei edes voi olla, ja sitten ilmoitetaan pentujen olevan ”tutkitusti terveistä vanhemmista”.** Testistä syntyy hirvittävä määrä dataa, jonka tulkitseminen on vaikeaa tai mahdotonta geneetikollekin. Tiedonhankinta ei siis ole ongelma, vaan sen tulkitseminen tavallista koiranomistajaa tai kasvattajaa hyödyttävällä tavalla.

Ilmeisesti edes sairaustestejä ei MDD:ta varten tutkita ihan koko genomista, oletettavasti se olisi huomattavasti kalliimpaa kuin testin nykyinen hinta on. Luultavampaa on, että testataan tiedettyjä geenialueita, joilta sairauksien aiheuttajia on löytynyt. Otetaan esimerkiksi Suomen kartta: Sanotaan että Helsingissä esiintyy sairautta X, Turussa sairautta Y ja Oulussa sairautta Z. Sitten löydetään Sysmästä sairaus Å, mutta koska Sysmä ei ole tutkimuskartalla, ei sairauttakaan todeta geenitestissä. Lisäksi eri rotujen näennäisesti samat sairaudet eivät välttämättä ole geneettisesti samankaltaisia. Tämä tarkoittaa sitä, että jos rodussa puhkeaa jokin uusi perinnöllinen sairaus, joka on jo jollain toisella rodulla tiedossa ja testattavissa, ei testiä silti välttämättä voida soveltaa toiseen rotuun.

### **Yhteenveto**

Genetiikan osaaminen ja tietämys lisääntyvät koko ajan. Myös koirankasvattajien on syytä perehtyä ainakin genetiikan perusteisiin, varsinkin jos yhtään aikovat käyttää geenitestejä kasvatustyönsä tukena ja

mahdollisina kriteereinä. Geenitestauksen mahdollisuudet ovat rajattomat, mutta tällä hetkellä geenien toiminnasta ei tiedetä riittävästi, jotta testejä voitaisiin käyttää ensisijaisina jalostuskriteereinä.

**Jalostustoimikunta suosittelee tekemään jalostuspäätökset ensisijassa yhdistelmän osapuolten itsensä sekä niiden suvuista tiedettyjen seikkojen perusteella. Monimuotoisuuskartoitusta ja geenitestejä kannattaa katsoa vasta viimeisenä jos jäljelle on jäänyt muuten yhtä hyviä kandidaatteja.**

Geenitestauksen kentällä kotimaassa on kaksi suurta toimijaa, joista Koirien geenitutkimusryhmä tekee perustutkimusta geenitestien kehittämistä varten. Tutkimusta varten tehdään pitkällistä taustatyötä, eikä geenitestejä kehitetä hetkessä. Genoscooper puolestaan hyödyntää kaupallisesti jo kehitettyjä ja lisensoituja testejä MyDogDNA-terveyspassissa, joka on mittava kokoelma erilaisia testattavia asioita. Testipatteri tuottaa suuren määrän tietoa, josta läheskään kaikki ei ole vielä hyödynnettävissä, eikä edes kaikille roduille relevanttia.

**Kääpiösnautserikerho seuraa MDD-terveyspassin kehittymistä työkaluna. Rotukoirien suurimmat ongelmat eivät ole yksittäisten geenimuutosten aiheuttamat perinnölliset sairaudet, vaan ne liittyvät mm. luonteeseen, luustoon ja geneettiseen monimuotoisuuteen. Yksittäisiä geenitestejä tekee maailmalla useampi laboratorio. Kääpiösnautsereiden kulloistakin testitarjontaa on helppo seurata PennGenin kotisivujen avulla.**

Koirien geenitestausta on jo tätä päivää, ja sen merkitys tulee epäilemättä korostumaan tulevaisuudessa, kun ostajat vaativat testattuja pentuja. Se päivä on kuitenkin vielä kaukana, kun pelkän geenitestipatterin avulla voidaan oikeasti tehdä päteviä jalostuspäätöksiä. Ennen sitä täytyy tutkijoiden selvittää paljon lisää asioita geenien todellisesta toiminnasta. Saattaa olla niinkin, että suurimpia koirankasvatuksen ongelmia ei kaikesta yrityksestä huolimatta voidakaan ratkaista geenitesteillä. **DNA-pankkiin kannattaa kuitenkin aina sijoittaa ja otattaa viralliset näytteet koiristaan. Tulevaisuudessa niistä tulee varmasti olemaan jotain hyötyä.**

Lähteet:

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

[www.genoscooper.com](http://www.genoscooper.com)

Facebookissa toimiva MyDogDNACrew-ryhmä