

Vihaiset ja kiltit hiiret – miten käyttäytymisen periytymistä voi tutkia?

Kari Lagerspetz

Helmikuun 2004 lopussa lähetettiin Åbo Akademiin eräät maailmalla varsin tunnetut turkulaiset Hollantiin jatkamaan sukuaan ja niiden edesmenneistä sukulaisista näytteet Lontooseen tutkittaviksi. Siihen päättyi TA (Turku Aggressive) ja TNA (Turku Non Aggressive) -hiirikantojen Suomessa alkanut ja 45 vuotta kestänyt elämä täällä. Niiden tarina on katkelma tutkimustyön historiaa ja sisältää erään ongelman ratkaisun.

Kirsti Lagerspetz (1932–2001) [1] on kirjassaan *Mitä tulee mieleen* (2000, s. 24-27) kuvannut hiiritutkimustensa alkua vuonna 1959:

”Tutkimusaiheeni, ‘Perinnöllisten ja ympäristötekijöiden vaikutus hiirten aggressiivisuuden kehittymiseen’, oli Suomessa uutta. Kukaan ei ollut tullut ajatelleeksi, että psykologi voisi tutkia mitään niin älytöntä. Eläinpsykologista tutkimusta ei Suomessa ollut aikaisemmin tehty. Maailmalla kyllä tehtiin paljonkin vastaavantapaista tutkimustyötä, mutta juuri oma aiheeni oli suureksi onnekseni silloin vielä tutkimaton aukko. Ei ollut aikaisemmin tehty tutkimusta, jossa jonkin nisäkäslajin aggressiivisuuden olisi osoitettu periytyvän. Menetelmänä käytin perinnöllisyystieteen tavallista menetelmää eli valintaristeytyksiä.”

Täydennän seuraavassa vaimoni Kirstin kertomusta työnsä alusta muutamalla sivustakatsojan huomiolla.

Hiirillä on eroja

Turun yliopiston hallinto ja kirjasto sekä humanististen tiedekunnan useimmat ja luonnontieteellisen tiedekunnan biologisten aineiden kaikki laitokset muuttivat syksyllä 1958 Yliopistonmäen (ent. Vesilinnanmäen, ent. Ryssänmäen) uusiin, Aarne Ervin suunnittelemiin rakennuksiin. Eläintieteen laitos sai Luonnontieteen talo I:n ensimmäisen kerroksen ja pohja- eli

kellarikerroksesta sen aikaisiksi erinomaiset tilat koe-eläimiä, altaita ja akvaarioita varten. Psykologian laitos muutti hallintorakennuksen toiseen kerrokseen, jo alunperin altaalle.

Psykologian opetuksen ensimmäiseen harjoituskurssiin päätettiin liittää myös eläinkokeita. Eläintieteen laitoksella oli albinohiiriä. Kirsti Lagerspetz huomasi pian, että eräät niistä olivat vihaisia, tappelivat keskenään ja yrittivät purra kokeen tekijääkin, eivät kaikki. Tässä oli selvästi havaittava emotionaalinen ominaisuus – oliko se periytyvä vai ympäristöstä johtuva? Perinnöllisyystiedettäkin opiskelleelle ja psykologiassa kaksostutkimuksesta pro gradu -työnsä tehneelle Kirsti Lagerspetzille tämä ongelma tuli helposti mieleen. Jälkeenpäin ajatellen tutkimusaihe tuntuu silloisiin oloihin nähden kovinkin kunnianhimoiselta, mutta se, että ongelma tuli todella niin hyvin ratkaistuksi, kuin se voi tulla, ja samalla tuotti paljon muuta tutkimusta, osoittaa aiheen osuvaa valintaa.

Tällainen työ on pakosta hidasta. Hiirten on kasvettava aikuisiksi, jotta niiden ominaisuudet ilmenisivät ja jotta ne voitaisiin risteyttää keskenään. Kantoaika on n. 20 vrk ja imetysaika 21-30 vrk. Eläimiä on hoidettava päivittäin, mutta valintoja ja risteytyksiä tehdään vain aika ajoin, suurin piirtein puolen vuoden välein. Hiiriä ei haluttu merkitä pysyvästi, esimerkiksi korvalehtiä loveamalla. Kokeissa, joissa yleensä oli vain kaksi hiirtä kerrallaan, toinen tunnistettiin pienestä tilapäisestä vesiväritäplästä turkissa. Mutta koska tarkkaa sukukirjaa oli pidettävä ja jokainen hiiri tunnistettava, ne oli aikuisina eristettävä kukin omaan astiaansa. Pian huomattiinkin, että vain tällä lailla muista eristyksissä eläneet hiiret tappelivat keskenään. Yhdessä asuneet hiiret eivät tapelleet.

Tämän laatuinen hidas tutkimus ei yleensä sovellu opiskelijoiden opinnäytetyöksi, eikä se ainakaan noina aikoina kiinnostanut maailman

huippuyksiköitäkään. Niissäkin työskentelevät tutkijat tarvitsivat nopeita tuloksia jatkuvan rahoituksensa varmistamiseksi.

Professori Eino Kulonen (1921-84) on kertonut, mitä lääketieteen opiskelija yleensä toivoi tullessaan hakemaan väitöskirjatyön aihetta opettajalta: että työ olisi nopea, varma ja mullistava. Kirsti Lagerspetzin itse keksimä työaihe ei ollut ainakaan nopea. Mutta se sopi hyvin niin ajoittaisen opetuksen kuin perheenkin rajoittamaan työtahtiin.

Eläinten jatkuvaan hoitoon, ruoasta, vedestä, puhtaista kuivikkeista ja asuinpurkeista huolehtimiseen tarvittiin hyvä ja luotettava osa-aikainen eläintenhoitaja. Sellainen löytyikin pian. Hänelle oli saatava palkka, ja joskus se koottiin neljästäkin eri lähteestä: yliopiston siivousvaroista, laitosrahoista ja kahdesta eri apurahasta, mutta vuosikausia Suomen Akatemia osoitti ymmärtämystä maksamalla eläintenhoitajan palkan. Hiirten asuntoina käytettiin kauan halvinta vaihtoehtoa: litalan kolmen litran matalia hillopurkkeja, joihin oli peltisepällä teetetty metalliset verkkokannet.

Perittyä vai opittua?

Kirsti Lagerspetz väitteli tohtoriksi Turun yliopistossa 9.5.1964. Tutkimuksen alkuvaiheen tuloksista hän oli jo 1961 julkaissut lyhyen artikkelin (Lagerspetz, 1961, 1964). Risteytettäväksi valittiin ne hiiret jotka tappelivat eniten ja toisaalta ne, jotka tappelivat vähiten. Eniten tappelleiden jälkeläisistä risteytettiin seuraavassa sukupolvessa aggressiivisimmat ja vähiten tapelleiden jälkeläisistä epäaggressiivisimmat. Valintaa suoritettiin siis kahteen suuntaan, aggressiivisuuden ja epäaggressiivisuuden. Koska naarashiiret eivät koskaan tapelleet, naarat risteytyksiin oli valittava niiden veljien aggressiivisuuden mukaan. Veli-sisar-risteytyksiä pyrittiin kuitenkin välttämään, jotta ei kehityisi muiden ominaisuuksien suhteen erilaisia alalinjoja.

Tässä yhteydessä on paikallaan mainita, että maailman tieteellisissä laitoksissa on noin 400 sisäsiittoista hiirikantaa, jotka siis ovat lisääntyneet veli-sisar-risteytyksin vähintään 20 sukupolvea, niistä eräät jo parinsadan polven ajan. Nämä eläimet ovat tasalaatuisuutensa ja hyvin tunnettujen periytyvien erityispiirteittensä vuoksi tärkeitä lääketieteellisessä tutkimuksessa.

Aggressiivisuuden ja epäaggressiivisuuden suhteen valittujen kantojen eläimet erosivat jo

toisessa valintaristeytyksillä tuotetussa sukupolvessa merkittävästi toisistaan, ja ero kasvoi seuraavissa sukupolvissa. Se, että tällaisten kantojen kehittäminen oli mahdollista osoitti eron periytyvän. Mutta tämä oli oikeastaan vasta uusien tutkimusten alku. Linaan Kirstiä (Lagerspetz, 2000):

”Perinnöllisyystieteilijät eivät tavallisesti tutkineet ympäristön vaikutuksia niihin ominaisuuksiin, joiden periytyvyyden he olivat osoittaneet. Myöskään psykologisten ominaisuuksien periytymistä ei siihen aikaan ollut tavallista tutkia. Uutuutena väitöskirjassani (Lagerspetz, 1964) oli siis se, että tarkastelin myös ympäristövaikutusten merkitystä aggressiivisuuden tasoon samoilla eläimillä, jotka oli risteytetty perinnöllistä aggressiivisuutta ja epäaggressiivisuutta silmällä pitäen. Kävi ilmi, että aggressiiviset eläimet voitiin harjoittaa täysin epäaggressiiviseksi, tosin vain tilapäisesti, ja epäaggressiiviset voitiin kouluttaa jonkin verran aggressiivisemmiksi. Täten siis osoitin empiirisesti perinnöllisyyden ja ympäristön yhteisvaikutuksen aggressiivisuuden tason muotoutumisessa.”

Tässä on ongelman ratkaisu: aggressiivisuus on hiirillä jossain määrin periytyvä ominaisuus, mutta sen ilmeneminen voidaan peittää ympäristövaikutuksin. Tämä on vastaus asetettuun kysymykseen, mutta moni haluaa tarkempaa tietoa: mitä hiirten aggressiivisuus on, miten ja missä määrin se periytyy, ja mitkä ympäristövaikutukset sen peittävät. Näitäkin aiheita tutkittiin.

Mitä ovat ”ominaisuudet”?

Esimerkiksi vanha aforismi ”Hankitut ominaisuudet eivät periydy” sanoo oikeastaan vain sen, että eliöissä ilmenee kahdenlaisia ominaisuuksia, periytyviä ja ei-periytyviä. Sekin on kovin epätarkkaa puhetta, sillä tällaista jyrkkää kahtiajakoa ei voida tehdä. Ja mitä ”hankkiminen” on? Opetuksen, sairauden tai onnettomuuden seurausta, oppimista, harjoittelua, ympäristön vaikutusta?

Ongelmia tulee myös jo ominaisuuksien määrittelystä. Sellaisten ominaisuuksien määrittely kuin kukkien terälehtien väri, eläimen turkin pääväri tai banaanikärpäsen siivettömyys tai siivellisyys voi olla suhteellisen helppoa, jos niiden muuntelu on yksinkertaista, esimerkiksi vain pari päätyyppiä tunnetaan. Tämä on perinnöllisyystieteen perustana olevaa Gregor Mendelin alullepanemaa ja muun muassa T.H. Morganin edelleen kehittämää formaalista genetiikkaa.

Eri ominaisuuksien periytymistä koskevat tietomme ovat etupäässä peräisin viljelykasveista sekä käyttö-, koti- ja koe-eläimistä, hevosta banaani-kärpäsiin. Monet kuitenkin tärkeät ominaisuudet niiden koosta alkaen eivät ole joko-tai -ominaisuuksia, vaan kvantitatiivisia, mittauksiin perustuvia ominaisuuksia. Niiden periytymisen tutkiminen kuuluu kvantitatiivisen genetiikan alaan. Monissa tapauksissa joudutaan oikeastaan rakentamaan ominaisuudet joittenkin muiden mittausten avulla. On helppoa puhua esimerkiksi älykkyydestä, mutta vaikeaa mitata sitä.

Hiirten aggressiivisuus tuntuu aika selkeältä ominaisuudelta. Hiiri ei teeskentele (kuten esimerkiksi koira), tai vaikka teeskentelisikin, tutkimme nyt sitä tappeleeko hiiri toisen kanssa vai ei. Vastapuolet valitaan samaa sukupuolta oleva, ja suunnilleen samankokoinen "standardihiiri". Jos aggressiota yritetään tutkia, olisi hyvä käyttää aina samanlaisia vastustajia. Standardihiiriksi käyvät epäaggressiiviset hiiret, jotka eivät tappele tai ainakaan aloita tappele.

"Joko tappelu tai ei" on kovin vähän tietoa antava luokittelu. Ainakin on päätettävä jokin aina käytetty kokeen kestoaika. Samalla voi mitata sekuntikellolla sen ajan, joka kuluu koehiiren ja standardipartnerin samaan häkkiin panemisesta tappelun alkuun, siihen kun koehiiri hyökkää rauhallisen hiiren kimppuun. Tätä tappelun alkamisen latenssiaikaa on paljon käytetty sen alkajan aggressiivisuuden mittana. Nopeimmin tappelun alkaneita pidetään siis tällöin aggressiivisimpina. Se, mitä hiirten kesken tapahtuu ennen tappelun mahdollista alkamista on myös mielenkiintoista. Eläimet liikkuvat eri tavoin, nuuskivat toisiaan, seuraavat toisiaan, ja lyövät hännällään alustaan. Tappelu on yleensä näykkimistä ja takaa-ajoa, mutta pahimmissa tapauksissa voi vähän vertakin vuotaa. Eri käyttäytymismuotojen esiintymistä suoraan tai videonauhoista tarkkailemalla voi tehdä tarkkoja yhteenoton kuvauksia ja laatia aggressiivisuuden mittaustasteikon (*Lagerspetz, 1961, 1964*). Tällä asteikolla tehdyt aggressiivisuuden mittaukset osoittautuivat havainnoijasta riippumattomiksi ja hyvin toistettaviksi. Niiden luotettavuutta tutkittiin monin tavoin. Hänen oppilaansa tutkivat muun muassa aggressiota laukaisevia ärsykeitä ja seksuaalisen ja aggressiivisen käyttäytymisen vuorovaikutuksia.

Vaikka valintariisteytyksin voitaisiinkin kehittää kaksi jonkin ominaisuuden suhteen toi-

sistaan poikkeavaa eläinkantaa, ei se vielä ole ehdoton todiste tämän ominaisuuden periytymisen puolesta. Voidaanhan ajatella, että aggressiivisen tai vastaavasti epäaggressiivisen kannan naarashiiret, siis aggressiivisiksi ja epäaggressiivisiksi luokiteltujen koiraiden sisaret (ja siis toisten samankaltaisten hiirten pariutumiskumppanit) hoitavat poikasiaan eri tavoin ja täten aiheuttavat jälkeläisissään aikuisiässä ilmeneviä käyttäytymisominaisuuksia. Olisikin siis kysymyksessä emon syntymänjälkeinen vaikutus.

Tämä tarkistettiin ristiinadoptiokokeilla, joissa aggressiivisen kannan emot saivat kasvatettavakseen epäaggressiivisen kannan poikasja ja päinvastoin. Vaihto tehtiin jo poikasten syntymän päivänä. Emojen käyttäytymistä poikasia kohtaan tutkittiin ennen vieroitusaikaa. Lopulta poikasten ollessa jo 4 1/2 kuukauden ikäisiä voitiin todeta, että aggressiivisen kannan hiiret olivat, niin omien kuin epäaggressiivisen kannan emojen kasvattamat, selvästi aggressiivisempia kuin epäaggressiivisen kannan jälkeläiset (*Lagerspetz & Wuorinen, 1965*). Emon hoidon tai imetyksen vaikutuksista ei siis ollut kysymys.

Mitä aggressiivisuuteen kuuluu?

Edessä oli muitakin tutkimuksen teitä. Ensinnäkin saattoi selvittää mitä muita eroja aggressiivisten ja epäaggressiivisten kantojen (TA ja TNA) hiirien välillä oli. Tätä Kirsti Lagerspetz selvitti jo väitöskirjassaan ja totesi silloin, että aggressiiviset, siis TA -hiiret, liikkuvat yleensä enemmän ja ulostivat vähemmän joutuessaan epätavallisiin olosuhteisiin, aktiivisuusmittauslaitteeseen, avoimelle pöytäpinnalle tai vieraan hiiren kanssa vieraaseen purkkiin kuin TNA -hiiret. Tämä osoittaa niiden vähäisempää pelkoa vieraassa paikassa. TA -hiiret oppivat labyrintinkin hiukan nopeammin kuin TNA-hiiret.

Risteytettävät hiirethän oli valittu vain aggressiivisuutensa perusteella, joten nämä siihen liittyvät ominaisuudet olivat tulleet ikäänkuin kaupanpäällisinä. Jälkeenpäin voi ajatella näiden toisiinsa tässä korreloituvien ominaisuuksien ryvästä jonkinlaisen aktiivisemmän temperamenttityypin ilmauksena.

Teimme tutkimuksen TA- ja TNA-kantojen hiirten aivojen osien noradreliini- ja serotoniinipitoisuuksista, lisämunaisten adrenaliinipitoisuuksista sekä kivesten ja siemenrakkuloiden painosta (*Lagerspetz, Tirri & Lagerspetz,*

1968). Aggressiivisen kannan eläimillä oli vähemmän serotoniinia etuaivoissaan ja enemmän noradrenaliinia aivorungossaan ja adrenaliinia lisämunuaisissaan. Siemenrakkuloiden koosta ja kivesten Leydigin solujen määrästä päätellen ei hiirikantojen koiraiden välillä ollut eroja testosteronin tasossa. Pelkkä jonkin aineen määrä jossain kudoksessa ei tietenkään kuvasta sen aineenvaihdunnan tasoa, eikä siis esimerkiksi sitä sisältävien hermosolujen aktiivisuutta. Biologiset osoittimet koirashormonin tason samanlaisuudesta olivat tosin selkeämmät. Muiden tutkijoiden saamat tulokset sopivat yhteen silloin saamiemme kanssa ja ovat selvittäneet niiden tulkintaa.

Ehkä tärkein TA- ja TNA-hiirikantojen kehittämisen tarjoama mahdollisuus perustui siihen, että nyt oli käytettävissä perinnöllisesti epäaggressiivisiä hiiriä ja perinnöllisesti aggressiivisiä hiiriä, jotka oli kouluttu epäaggressiivisiksi. Voitiin siis tutkia eroja perityn ja opitun epäaggressiivisuuden välillä sekä toisaalta permältäään aggressiivisiä hiiriä, joista osa oli fenotyyppisesti aggressiivisiä, osa taas opetettu epäaggressiivisiksi.

Tämä teki monet mielenkiintoiset kokeet mahdollisiksi. Voitiin esimerkiksi osoittaa, että alkoholi ei lisännyt geneettisesti epäaggressiivisten eikä opettamallaan epäaggressiivisiksi tulleiden hiirten aggressiivisuutta eikä myöskään fenotyyppiltään aggressiivisten hiirten tapeluiden kiihkeyttä (*Lagerspetz, 1980*). Alkoholi näyttää usein lisäävän ihmisten aggressiivista käyttäytymistä, mutta hiiriin se ei siis niin vaikuta. Alkoholin aiheuttaman ihmisten väkivaltaisen käyttäytymisen tutkimisessa ei eläinkokeista ilmeisesti ole apua.

Kuten edellä on mainittu, kysymyksessä olevien kantojen hiirinaaraat eivät yleensä koskaan tappele. Kantavatko TA-naaraat kuitenkin aggressiivisuuden geenejä? Vai ovatko ne ehkä vain koirilla, ainoastaan Y-kromosomissa?

Tätä tutkittiin ruiskuttamalla 2 päivän ikäisiin naaraspoikasiin pieni annos koirashormonia (testosteronia). Tämä varhainen vaikutus tuli aiheuttamaan niissä aivojen muuttumisen jossain määrin koirasmaisiksi. Koirashiirten Y-kromosomihan aiheuttaa niiden sukupuolielinten kehittymisen koiraan elimiksi ja sen seurauksena jo varhaisen testosteronin erityksen alkamisen. Osa naarashiiristä sai myös aikuisena pieniä määriä testosteronia päivittäin 1-2 viikon ajan. Tulos oli se, että koirashormonia sekä nuorena että aikuisena saaneet aggressiivisen kannan naaraat tulivat yhtä aggressiivi-

siksi kuin veljensä, kun taas epäaggressiivisen kannan naarasiin tämä käsittely ei vaikuttanut (*Lagerspetz & Lagerspetz, 1975*).

Toisin sanoen, aggressiivisen kannan naarailakin oli aggressiivisuuden geenit. Ne olivat siis autosomeissa, eivätkä ainakaan pelkästään koirilla olevassa Y-kromosomissa. Mutta tämä kromosomi tai sen vaikutusta osaksi vastaava sekä varhainen että aikuisena saatu koirashormoniannos oli välttämätön aggression ilmenemiselle aggressiivisen kannan naaraisissa. Koe on toistettu myöhemmin samoin tuloksin ja lisäksi osoitettu, ettei koirashormonin lisääntynyt lisää epäaggressiivisen kannan koiraiden aggressiivisuutta (*Sandnabba, Lagerspetz & Jensen, 1994*).

Åbo Akademiassa nykyään psykologian professorina toimivan Kenneth Sandnabban väitöskirja (1986) käsittelee hiirten aggression vaikuttavia tekijöitä: paitsi perinnöllisyyttä (käytössä olivat TA- ja TNA-kannat), myös hiirten aikaisempia tappelukokemuksia ja eri määrässä aggressiivisten hiirten virtsaustapoja ja virtsan kautta välittyvien hajuviestien vaikutuksia aggression.

Miksi yhdessä kasvaneet koirashiiret eivät tappele – eivät keskenään eivätkä yleensä vieraidenkaan hiirien kanssa? Johtuuko tämä niistä lievista rangaistuksista, joita ne ovat saaneet yhteenotoissa häkkitovereidensa kanssa? Vaiko siitä, että ne, toisin kuin aikuisina yksin kasvatetut hiiret, ovat kokeneet muiden hiirten hajuviestejä? Sandnabba osoitti, että pelkät hajuviestit eivät riittäneet, vaan niiden tuli ainakin alunperin liittyä tappeluissa koettuihin häviöihin.

Lisäksi aggressiiviset koirashiiret virtsasiivat uuteen häkkiin jouduttuaan sen koko alueelle monta pientä virtsalaikkuja, epäaggressiiviset taas harvoja, isompia laikkuja. Mielenkiintoista oli erityisesti se, että niin permältäään kuin harjoituksen kautta epäaggressiiviset koirashiiret käyttäytyivät tällä tavalla (*Sandnabba, 1986*). Virtsaamisen tapa, ja jopa sen välittämät hajuviestit eivät siis olleet välttämättä perimän määräämää vaan yhtä lailla opittua, sosiaalisen ympäristön vaikutusta. Tällaisiinkin perin biologisilta vaikuttaviin ilmiöihin kuin virtsaamistapaan ja virtsassa erittyvien hajuviestien laatuun voi siis ainakin hiirillä sosiaalinen oppiminen vaikuttaa.

Miten periytyvyyttä voi yrittää mitata?

Eräänä tutkimuksen tienä oli tietysti aggressiivisuuden aiheuttavan perimän osuuden tar-

kempi mittausta ja luonnehdintaa.

Perinnöllisyystiedettä vähän tuntevalle olisi ehkä ensin mieleen tuleva ajatus ollut löytää ”aggressiivisuuden geeni”. Noin suoraviivaisesti on yleisöä ja jopa tutkijoitakin opetettu ajattelemaan ainakin viime aikoina. Vaikka aggressiivisuus näytti hiirillä jonkin verran periytyvän, valintaristeytysten tuloksia ei voitu selittää yksinkertaisen formaalisen genetiikan avulla.

Nytemmin tiedämme sitä paitsi, että hiirellä on (vuonna 2003 julkaistujen tutkimustulosten mukaan 22 000 geeniä (tai oikeastaan geenin paikkaa). Näistä ehkä 3-4 pitäisi löytää, ja niihin kuhunkin sopivat vaihtoehdotiset geenit (alleelit) saada selville.

Tietyn populaation hiiriyksilöiden välillä jossain ominaisuudessa ilmenevät erot ovat jossain määrin periytyviä, jossain määrin ympäristöstä johtuvia. Sekä perimää että ympäristöä on tarvittu – muutenhan ei olisi hiiriäkään. Mutta miten niiden suhteellista osuutta voi arvioida? Tietyn yksilön osalta sitä ei voida tehdä, mutta oikeastaanhan meitä kiinnostavatkin yksilöiden välisen erojen syyt tiettyssä populaatiossa. Haluamme siis tietää, missä määrin yksilöiden väliset erot jossain populaatiossa johtuvat niiden perimän eroista, missä määrin ympäristön eroista.

Populaation koko vaihtelun laajuus jonkin ominaisuuden suhteen voidaan mitata ja jakaa osiin. Periytyvyyden osuutta koskevaa arvoa kutsutaan heritabiliteetiksi. Se ei siis tarkoita sitä, miten suuri osa minkään yksilön jostain ominaisuudesta johtuu perinnöllisyydestä ja miten suuri osa ympäristöstä, vaan koskee populaation koko muuntelun laajuutta. Heritabiliteetti on siis tietyn populaation ominaisuus eikä tutkitun piirteen yleinen ominaisuus. Jos ympäristö muuttuu tai tutkitun ominaisuuden suhteen tapahtuu valintaa, heritabiliteetti muuttuu. Siksi ei voi puhua tietyn ominaisuuden heritabiliteetista ikäänkuin kerran määritettynä pysyvänä suureena (katso esimerkiksi *Jinks & Broadhurst, 1974*).

Kvantitatiivisessa genetiikassa on kehitetty eri menetelmiä heritabiliteetin laskemiseen. Vanhempien ja jälkeläisten ominaisuuksien vertailu on niistä ehkä tavallisin. McClearn ja DeFries (1973) laskivat Kirsti Lagerspetzin väitöskirjassa (1964) olleiden valintaristeytysten tulosten perusteella hiirten aggressiivisuudelle heritabiliteetti-arvon 0.36.

Täyssisarusten välisen erojen ja sisaruspuolien välisen erojen vertailu, kun vanhempien

ominaisuudet tunnetaan, on eräs mahdollinen menetelmä. Identtisten kaksosparikkien välisen korrelaation ja epäidenttisten samaa sukupuolta olevien kaksosparikkien välisen korrelaation ero jonkin ominaisuuden suhteen antaa myös arvion sen heritabiliteetista.

Esimerkiksi älykkyystesteissä saatujen pistemäärien heritabiliteetti on länsimaista kotoisissa aineistoissa toisaalta identtisten ja toisaalta epäidenttisten kaksosten pistemäärien välisen korrelaatioiden vertailusta laskien ollut 0.34-0.64 (vuosina 1932-1968 tehdyissä luotettaviksi katsottavissa tutkimuksissa) (*McClearn & DeFries, 1973*).

Heritabiliteetin arvioimiseen käytetään usein eri eläinkantojen välisen risteytysten tuloksena saatujen ensimmäisen ja toisen sukupolven ja näiden sekä alkuperäisten kantojen välisistä takaisinristeytyksistä saatujen jälkeläisten ominaisuuksien mittausta saatuja tuloksia. Näitä menetelmiä mekin käytimme työläästi 1977-79. Saimme heritabiliteetti-arvoja väliltä 0.42 ja 0.65, mutta tulkitsimme ne jo silloin ylikorkeiksi (*Lagerspetz & Lagerspetz, 1983*). Vaikuttavien eri geenipaikkojen (lokusten) minimimäärää emme voineet luotettavasti arvioida, mutta vastaavissa tapauksissa se on usein 3-4.

Tutkittujen käyttäytymisilmiöiden heritabiliteetille saadut arvot ovat usein noin 0.3-0.5. Tällä on tietty, ehkä yllättäväkin merkityksensä. Evoluutiossa tärkeimmillä ominaisuuksilla, niillä jotka siis vaikuttavat kelpoisuuteen eniten, on *matala heritabiliteetti*. Tämä perustuu siihen, että periytyvä muuntelu niiden osalta on populaatiossa melko vähäistä, onhan luonnon valinta jo tehnyt tehtävänsä ja pienentänyt tämän tärkeän ominaisuuden periytyvää vaihtelua populaatiossa. Tässä mielessä sopeutuminen on vähentänyt monimuotoisuutta. Se, että eräillä tutkituilla käyttäytymisominaisuuksilla on verraten korkea heritabiliteetti, voi tarkoittaa sitä, että esimerkiksi älykkyystetit ihmisillä ja hiirikoiraiden keskinäiset tappelut eivät mitata evoluution ja yksilön kelpoisuuden kannalta tärkeitä ominaisuuksia.

Eläinpopulaatioissa esimerkiksi hedelmällisyys ja poikasista huolehtiminen ovat matalan heritabiliteetin omaavia ominaisuuksia, kun taas lehmien maidon rasvapitoisuudella tai banaanikärpästen sukasten määrällä, joilla ei näyttäisi olevan suoraa vaikutusta kelpoisuuteen, on yleensä paljon korkeampi heritabiliteetti (*Roberts, 1967*).

Psykogenetiikka ja eläimiäkin koskevaksi laajennettu käyttäytymisen genetiikka on mo-

nissa suhteissa mielenkiintoinen tieteenala. Siltä onkin jo toistasataa vuotta, oikeastaan jo ennen alan syntyäkin, odotettu paljon tärkeitä tuloksia, ehkä ainakin Francis Galtonin 1869 ilmestyneestä tutkielmakoosteesta *Hereditary Genius* alkaen. Edelleenkin alaan kohdistuu suuria odotuksia, joita tieteen julkistamisessa usein lietsotaan. Aina ei tuoda selvästi esille alan perusteiden mutkikkuutta ja sen työläyttä ja rajoituksia.

Jälkeenpäin

Eläinten käyttäytymisen genetiikan tutkimusta alettiin pian tehdä toisessakin paikassa meillä. Olimme kertoneet Kirstin työstä ystävällemme Henrik Wallgrenille, joka silloin toimi Alkon fysiologisessa laboratoriossa. Kalervo Eriksson oli Alkon laboratoriossa ryhtynyt 1962 kehittämään valintariisteytysten avulla alkoholia vähän ja paljon juovaa rottakantaa. Hän kävi Turussa keskustelemassa kanssamme, ja olin hänen vastaväittäjänään 2.6.1969 Helsingissä. Nämä ANA- ja AA- nimillä tunnetut rottakannat ovat maailmankuuluja ja niitä tutkitaan edelleen sekä Kansanterveyslaitoksessa että muualla meilläkin. Vapaavalintaisen alkoholinjuomisen heritabiliteetti oli koirasrotissa 0.26, naarasrotissa 0.37, mikä osoittaa myös jonkinlaista sukupuoleen liittymistä näin mitatussa näiden kahden kannan muodostaman populaation periytyvyysarvossa (Eriksson, 1968, 1969). Alkon laboratoriossa (myöhemmin Kansanterveyslaitoksessa) on sittemmin valintariisteyksillä kehitetty myös alkoholia erityisesti sietävä ja sille herkkä rottakanta.

Oli rohkeaa ottaa 1958-59 psykologian opiskelijoiden harjoituskurssille eläinten käyttäytymiskokeita, ensi kertaa Suomessa. Voi olla, että se vaatisi vielä suurempaa rohkeutta nykyään. Hiirten aggressiivisuuden valitseminen tutkimuskohteeksi vaaransi ehkä myös oman uran psykologina, mutta jos oli ammattiaan jo siihen mennessä harjoittanut, teoreettinen väitöskirja ei tuntunut muillakaan haittaavan. Selkeä ongelma, tutkittavan ominaisuuden tarkka määrittely ja saatu hyvä ratkaisu tekivät tutkimuksesta alan kansainvälisen klassikon, ja siihen liittyvät Kirsti Lagerspetzin oppilaineen tekemät tutkimukset täydensivät sen aiheensa hyvin peittäväksi tutkimussarjaksi. Lisäksi on usein niin, että alunperin teoreettisen luonteiset tutkimukset tuottavat lopulta, vaikkapa vain alan tutkijoiden ajattelutapoja muuttamalla,

käytännönkin kannalta merkittäviä tuloksia.

On selvää, että Suomen yliopistoissa pitää kouluttaa nimenomaan käytännön psykologeja yhteiskunnan tarpeisiin ja ihmisiä auttamaan. Kaikki Kirsti Lagerspetzin oppilaat, hiiriäkin tutkineet, siirtyivätkin tekemään ihmisen psykologiaa koskevia tutkimuksia, kuten Kirsti itsekin. Mutta hän piti hiirten aggressiivisuutta koskevaa tutkimustaan aina ikäänkuin ”puhtaimpana” työnään, ja sillä oli suuri merkitys psykologien tieteelliselle peruskoulutukselle Turussa lähes 50 vuoden ajan.

VIITE

- [1] Kirsti Lagerspetz (s. Ahlman) toimi aluksi käytännön psykologin tehtävissä, sitten Turun yliopiston assistenttina 1957-62, Valtion humanistisen toimikunnan (Suomen Akatemian) tutkimusassistenttina 1962-69, Åbo Akademin psykologian professorina 1969-85 ja Turun yliopiston psykologian professorina 1985-95.

KIRJALLISUUTTA

- Eriksson, K. (1968): Genetic selection for voluntary alcohol consumption in the albino rat. *Science* 159, 739-741.
- Eriksson, K. (1969): Factors affecting voluntary alcohol consumption in the albino rat. *Annales Zoologici Fennici* 6, 227-265.
- Jinks, J.L. & Broadhurst, P.L. (1974): How to analyse the inheritance of behaviour in animals – the biometrical approach. S. 1-41. Teoksessa *The Genetics of Behaviour*. Toim. J.H.F. van Abeelen. North-Holland, Amsterdam.
- Lagerspetz, Kirsti (1961): Genetic and social causes of aggressive behaviour in mice. *Scand. J. Psychol.* 2, 167-173.
- Lagerspetz, Kirsti (1964): Studies on the aggressive behaviour of mice. *Ann. Acad. Sci. Fenn. B* 131:3, 1-131.
- Lagerspetz, K.M.J. (1980): Failure to induce aggression in mice with ethyl alcohol. S. 329-335. Teoksessa *Animal Models in Alcohol Research*. Toim. K. Eriksson, J.D. Sinclair & K. Kiianmaa. Academic Press, London.
- Lagerspetz, Kirsti (2000): *Mitä tulee mieleen. Psykologin esseitä*. Tammi, Helsinki. 180 s.
- Lagerspetz, K.M.J. & Lagerspetz, K.Y.H. (1975): The expression of the genes of aggressiveness in mice: The effect of androgen on aggression and sexual behavior in females. *Aggressive Behavior* 1, 291-296.
- Lagerspetz, K.M.J. & Lagerspetz, K.Y.H. (1983): Genes and aggression. S. 89-101. Teoksessa *Aggressive Behavior: Genetic and neural approaches*. Toim. E.C. Simmel, M.E. Hahn & J.K. Walters. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, N.J.
- Lagerspetz, K.M.J. & Wuorinen, K. (1965): A cross fostering experiment with mice selectively bred for

- aggressiveness and non-aggressiveness. Reports from the Institute of Psychology, University of Turku 17, 1-6.
- Lagerspetz, K.Y.H., Tirri, R. & Lagerspetz, K.M.J. (1968): Neurochemical and endocrinological studies of mice selectively bred for aggressiveness. *Scand. J. Psychol.* 9, 157-160.
- McClearn, G.E. & DeFries, J.C. (1973): *Introduction to Behavioral Genetics*. W.H. Freeman, San Francisco. 349 s.
- Roberts, R.C. (1967): Some concepts and methods in quantitative genetics. S. 214-257. Teoksessa *Behavior-Genetic Analysis*. Toim. J. Hirsch. McGraw-Hill, New York.
- Sandnabba, N.K. (1986): Heredity, fighting experience and odour cues: Factors determining the aggressive interaction in mice. Reports from the Department of Psychology at Åbo Akademi, Monograph Suppl. 3, 33 s. + 6 artikkelia.
- Sandnabba, N.K., Lagerspetz, K.M.J. & Jensen, E. (1990): Effects of testosterone exposure and fighting experience on the aggressive behavior of female and male mice selectively bred for intermale aggression. *Hormones and Behavior* 28, 219-231.

Kirjoittaja on Turun yliopiston fysiologisen eläintieteen emeritusprofessori.

VUODEN
2005
APURAHAT

Apurahat myönnetään pääasiassa yksityis-henkilöille, työryhmille ja yhteisöille suomalaisen kulttuurin edistämiseen. Apurahat on tarkoitettu jatko-opintoihin ja tutkimustyöhön kaikilla tieteen aloilla sekä taiteelliseen työskentelyyn, myös koko vuodeksi. Kokovuotista apurahaa on mahdollista hakea myös kolmeksi vuodeksi.

Eryteisesti tuetaan hankkeita, jotka etsivät uusia yhteyksiä tieteen ja taiteen eri alojen välille. Lisäksi tuetaan kulttuuripoliittisesti merkittäviä hankkeita, jotka edellyttävät tavanomaista suurempaa rahoitusta.

Uutena tukimuotona jaetaan hakemusten perusteella yksi tai useampi 20.000 euron **Eminentia-apuraha**. Se on tarkoitettu varttuneille tieteenharjoittajille ja taiteilijoille käytettäväksi esimerkiksi tieteellisen tai taiteellisen elämäntyön ja siitä saadun kokemuksen pohdiskelemaan kirjoittamiseen. Tarkemmat ohjeet hakuoppaassa ja kotisivuilla www.skr.fi

Henkilökohtaisen kokovuotisen apurahan saaneille voidaan myöntää lisäapurahana n. 400 euroa henkilövakuutuksen järjestämiseksi.

Haku aika on 1.-29.10.2004. Apurahoja haetaan Kulttuuri-rahaston lomakkeella. Hakemukset liitteineen toimitetaan osoitteella Suomen Kulttuurirahasto, PL 203, 00121 Helsinki. Viimeisen hakupäivän kotimaan postileima hyväksytään. Ulkomailta lähetettyjen hakemusten tulee olla rahaston toimistossa 29.10.2004. Käsiteltäväksi ei oteta faksilla tai sähköpostilla lähetettyjä eikä myöskään myöhästyneitä hakemuksia.

Lisätietoja apurahoista saa rahaston kotisivuilta www.skr.fi, sähköpostitse info@skr.fi tai puhelimitse (09) 612 810 klo 10-15 sekä nimikkorahastojen erityistarkoituksista hakulomakkeen mukana jaettavasta hakuoppaasta.

Hakulomakkeita voi noutaa kotisivuilta www.skr.fi, Suomen Kulttuurirahaston toimistosta, Bulevardi 5 A, 00120 Helsinki, arkisin klo 8.30-15.30, yliopistoista ja korkeakouluista tai tilata sähköpostitse info@skr.fi, faksilla (09) 640 474 tai puhelimitse (09) 612 810.

Myönnettyistä apurahoista ilmoitetaan apurahan saajille helmikuun puolivälin jälkeen 2005. Apurahat julkistetaan Suomen Kulttuurirahaston vuosijuhlissa 27.2.2005. Tämän jälkeen ne ovat nähtävissä rahaston kotisivuilla www.skr.fi.