

Sosiaalinen oppiminen eläinmallissa

Elina Niemi
Pro gradu -tutkielma
Psykologian laitos
Jyväskylän yliopisto
Lokakuu 2016

NIEMI, ELINA: Sosiaalinen oppiminen eläinmallissa
Pro gradu -tutkielma, 38 s.
Ohjaaja: Jarno Mikkonen
Psykologia
Lokakuu 2016

Tässä kokeellisessa tutkimuksessa tarkasteltiin sosiaalista oppimista eläinmallissa, jonka keskiössä olivat rotat ja niiden oppimisen sosiaalisuus. Tätä ilmiötä lähestyttiin pohtimalla kysymyksiä: (1) eroavatko rotat lajikannan (HCR - LCR) tai (2) oppimistyylin (itsenäinen - toiselta mallintava) suhteen, sekä (3) eroavatko viivästetyn ja viiveettömän sosiaalisen oppimisen ryhmät toisistaan. Toisin sanoen tutkimuksessa sosiaalinen oppiminen miellettiin rottien käyttäytymisessä tapahtuviksi muutoksiksi, joiden mahdollista ilmenemistä voitiin tarkastella useilla mittauskerroilla.

Tutkimuksen koeryhmä muodostui urosrotista ($N = 18$), joissa oli HCR-rottia ($n = 10$) ja LCR-rottia ($n = 8$). Koeasetelmana hyödynnettiin parillistamista, ja ennen koetta saman lajikannan rotat jaettiin satunnaistettuihin pareihin ($N = 9$). Näiden pariin sisällä rottien oppimistyyli valikoituivat niin ikään satunnaisesti. Varsinainen testaaminen tapahtui testialueella, joka oli jaettu kahteen osaan läpinäkyvällä seinämällä. Testialueen ”B-puolelle” sijoitettiin infrapunaportti sekä siihen kytketty herkkuautomaatti, kun taas ”A-puoli” jätettiin virikkeettömäksi. Oppimistehtävänä rottien piti ymmärtää, ja sitä myöden oppia kävelemään infrapunaportin läpi infrapunasäteen katkaisemiseksi, jotta saisivat automaatin vapauttamaan herkkupellettejä.

Tutkimusaineisto kerättiin kolmena päivänä. Ensimmäisenä päivänä pareja testattiin kertaalleen iltapäivällä, ja seuraavina päivinä kahdesti sekä aamupäivällä että iltapäivällä. Yhteensä 15 minuutin kestäneitä mittauskertoja kertyi viisi. Neljä ensimmäistä mittausjaksoa (T1 - T4) oli kaikkien menettelyjen suhteen identtisiä, kun rotat viettivät koko mittauksen ajan niiden ensimmäisen mittauksen mukaisilla testialueen puolilla. Viidennellä mittauksella käsittelyä muutettiin, jolloin osalla rotista ($n = 5$) testialueen sijoitus vaihdettiin päinvastaiseksi heti mittausjakson alussa (T5a), ja osalla ($n = 4$) viisi minuuttia mittausjakson alkamisesta (T5b - T5b2).

Aineiston analyysi toteutettiin toistomittausten varianssianalyysillä, sekä riippumattomien ja riippuvien otosten t-testeillä. Joidenkin muuttujien kohdalla turvaututtiin näiden parametrittomiin testivastineisiin. Selittävinä muuttujina olivat rottien lajikanta ja oppimistyyli, sekä varianssianalyysissä mittauskerta toistotekijänä. Selitettävänä muuttujana oli sosiaalinen oppiminen, jota tarkasteltiin kuudella eri ulottuvuudella: rottien aktiivisella liikkeellä, paikallaan ololla, väliseinän läheisyydessä vietetyllä ajalla, pyrkimyksillä päästä väliseinän toiselle puolelle, saatujen pellettien lukumäärällä, sekä infrapunaportilla käynneillä.

Tulosten mukaan rotat eivät oppineet sosiaalisesti, kun oppimista viivästettiin. Myöskään lajikanta ei vaikuttanut tulokseen sitä muuttavasti. Sitä vastoin rottien sosiaalisesta oppimisesta saatiin suuntaa-antavia viitteitä, kun oppimista ei viivästetty. Tätä tukevia viitteellisiä tuloksia saatiin myös tarkastelusta, jossa verrattiin viivästetyn ja viiveettömän oppimisen ryhmiä keskenään. Lisäksi tuloksista ilmeni, että lajikanta vaikutti rottien oppimiseen ja käyttäytymiseen.

Tutkimuksella saatiin tilastollisesti merkitsevää tietoa rottien sosiaalisesta oppimisesta ja siihen osallaan vaikuttavista tekijöistä. Vaikka tulokset eivät täysin todentaneet tutkittua ilmiötä, niillä vahvistettiin sosiaalisen oppimisen merkitys osana rottien oppimista. Tästä huolimatta jäi silti ilmeiseksi, että edelleen on tarve selvittää tarkemmin, kuinka rotat todella oppivat sosiaalisesti, ja mitkä tekijät siihen vaikuttavat.

Avainsanat: sosiaalinen oppiminen, rottien käyttäytyminen, eläinmalli, kokeellinen tutkimus, toistomittausten varianssianalyysi, t-testi

Sisältö

1 JOHDANTO	1
1.1 Sosiaalinen oppiminen eläintutkimuksissa.....	1
1.2 Traditionaalinen tutkimusasetelma.....	6
1.3 Tutkimuksen tarkoitus ja sille asetetut tutkimuskysymykset	8
2 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	9
2.1 Koe-eläimet ja olosuhteet.....	9
2.2 Testausalue ja sen tapahtumien taltiointi.....	9
2.3 Koeasetelma	10
2.4 Muuttujat ja analyysimenetelmät	12
2.5 Aineiston analysointi	13
3 TULOKSET	17
3.1 Sosiaalinen oppiminen viivästetysti	17
3.2 Ilman viivettä tapahtuva sosiaalinen oppiminen	23
3.3 Viiveen yhteys sosiaaliseen oppimiseen	25
4 POHDINTA	27
4.1 Sosiaalinen oppiminen eläinmallissa.....	27
4.2 Tutkimuksen haasteet ja vahvuudet	32
4.3 Lopuksi.....	33
LÄHTEET	35

1 JOHDANTO

1.1 Sosiaalinen oppiminen eläintutkimuksissa

Hoppitt ja Laland (2013) kirjoittavat eläinten oppimisen ja siihen vaikuttavien tekijöiden herättämän mielenkiinnon olevan peräisin antiikin Kreikan ajoista. Tosin heidän mukaansa tuolloin tutkimustraditiota väritti ensisijainen kiinnostus selventää ihmisyyttä, ja siihen kuuluvien mielen sekä kognition evolutiivista kehitystä, vaikka tarkastelun keskiössä olikin eri eläinlajien käyttäytyminen ja siihen vaikuttavat tapahtumat. Nykyisin tilannetta voi kuvailla päinvastaiseksi, sillä eläinten käyttäytymistutkimus on ensisijaisesti fokusoitunut eri eläinpopulaatioiden oppimisen ja sen mekanismien ymmärtämiseen, ja vasta sitten pyrkimykseen hyödyntää saatua informaatiota muilla tutkimusaloilla (esim. Galef, Dudley, & Whiskin, 2007; Heyes, 1994; Kendal, 2015; Nielsen, Subiaul, Galef, Zentall, & Whiten, 2012).

Kun tarkastellaan eläinten oppimista, ollaan kiinnostuneita niiden kyvyistä omaksua tietoa ja tuottaa sen mukaista käyttäytymistä (Aoki & Feldman, 2014). Tällöin tarkastelukohteena on joukko monimutkaisia ontogeneettisiä eli yksilön kokonaisvaltaiseen kehitykseen liittyviä prosesseja, joiden avulla eläimet hankkivat, tallentavat, sekä hyödyntävät oman selviytymisensä kannalta keskeistä tietoa (Galef & Laland, 2005; Nielsen ym., 2012). Galef ja Laland (2005) toteavat osan ontogeneettisistä prosesseista perustuvan voimakkaaseen geneettiseen koodaukseen, minkä vuoksi niiden on oltava myös yhteydessä luonnonvalintaan. Tämä yhteys heidän mukaansa on viittaus siitä eläinten oppimisen yhteydestä myös fylogeneettiseen eli polveutumisen kautta tapahtuvaan lajikehitykseen, vaikkakin tällaisen oppimisen vaikutukset ulottuvat vain käyttäytymistä laaja-alaisesti, koko elinkaaren aikana mukauttaviin prosesseihin. Elinikäinen oppiminen on kuitenkin aikaa vievää, joten Galef ja Laland (2005) jatkavatkin toteamalla opitun informaation olevan myös keskeinen vaikuttaja eläinten selviytymiseen sen mahdollistaessa lajiperäisen, geneettisen informaation täydentämisen.

Luonnonvalinta tai ontogeneettiset prosessitkaan eivät siis riitä selittämään eläinten oppimista, vaan selitykseen on lisättävä näkökulma muualta saadusta informaatiosta ja sen perusteella oppimisesta. Se, kuinka eläinten informaatiosta oppiminen määritellään, riippuu taasen siitä, miten oppimistapahtuman aikaansaanut informaatio uskotaan hankituksi (Aoki & Feldman,

2014). Useimmiten eläinten oppimista kuvataan yksilössä tapahtuvana muutoksena, joka on yhteydessä tiettyyn kokemukseen tiettyinä aikoina (Heyes, 1994; Rescorla, 1988; Zentall, 2002). Tällainen oppiminen mielletään usein asosiaaliseksi, koska tietyllä ajanjaksolla tapahtuvan oppimisen ajatellaan liittyvän yksilön kokemuksiin edistämällä käyttäytymismuutoksia esimerkiksi (i) yksittäiselle ärsykkeelle altistumisen (mm. paikallisen ärsykkeen korostumisen), (ii) kahden ulkoisen ärsykkeen vuorovaikutuksen tarkkailun (mm. klassisen ehdollistumisen) tai (iii) ärsyke-reaktiovuorovaikutuksen tarkkailun (mm. havainnoivan oppimisen) seurauksena (Heyes, 1994, 2012; Kendal, 2015; Rescorla, 1988). Näissä tilanteissa oppiminen tapahtuu omaksumalla itsenäisesti hankittua tietoa (Aoki & Feldman, 2014; Heyes, 1994), jota eläimet saavat esimerkiksi yrityksen ja erehdyksen kautta (Nielsen ym., 2012).

Vaikka geneettisyys ja asosiaaliset taidot määrittävät eläinten oppimista, ne eivät selitä tyhjentävästi, miten populaation naiivimmat ja nuorimmat oppivat milloin, missä, mitä ja kuinka tehdä jotakin (esim. Kendal, Coolen, van Bergen, & Laland, 2010; White, 2004) tai kuinka eläinpopulaatiot mukautuvat äkillisiin muutoksiin elinympäristöissään (esim. Galef & Laland, 2005). Näiden osittainen selittämättömyys viittaa siihen, että eläimet eivät aina luota ärsykkeen tai palkkion vahvistamaan yksilölliseen kokemukseen (Zentall, 2002) tai geneettiseen koodaukseen hienosäätäessään käyttäytymistään (Galef & Laland, 2005). Vaikuttaa pikemminkin siltä, että aika ajoin eläinten oppimiseen liittyy ulkoinen eli epäsuora informaatio (Aoki & Feldman, 2014), jota saadaan muuta tarkkailemalla (Heyes, 2012) tai olemalla vuorovaikutuksessa “itseään tietävämpien” kanssa (Nielsen ym., 2012).

Kun informaatiota siirtyy eläinten välillä, tapahtuu sosiaalista välittymistä (engl. social transmission), jossa välittyvä tieto omaksutaan erilaisten sosiaalisten vihjeiden, kuten visuaalisten tai akustisten ärsykkeiden kautta (Hoppitt & Laland, 2013; Masuda & Aou, 2009). Kun informaation siirtymiseen liitetään ajatus eläinten välisestä vuorovaikutuksesta, puhutaan usein sosiaalisesta oppimisesta (engl. social learning), jossa toisen (“havainnollistajan”) uskotaan käyttäytymisellään, sen lopputuloksilla tai molemmilla vaikuttavan toiseen (“havaitsiijaan”) lisäten tämän todennäköisyyksiä omaksua sekä soveltaa saatua tietoa (Hoppitt & Laland, 2008; Kendal, 2015; Mesoudi ym., 2016). Vaikka muilta oppimisen ajatellaan perustuvan vuorovaikutukseen, se ei ole yhteydessä kommunikointiin tai muuhun symboliseen viestintään, joka toimisi lähtökohtana opetukselle tai oppimiselle (Heyes, 2012). Pikemminkin sosiaalinen oppiminen liitetään havaitsiijan mahdollisuuksiin seurata mallinnettua käyttäytymistä, ja sittemmin tämän omiin kykyihin muokata käyttäytymistään toistamalla mallia joko välittömästi tai jonkin ajan kuluttua havainnointitilanteesta (Gariépy ym., 2014; Heyes, 1994; Lonsdorf & Bonnie, 2010; Mesoudi ym., 2016). Sosiaalinen oppiminen on siis asosiaalisen vastakohta, sillä oppimista edistävä informaatio on peräisin muiden

toiminnan ja sen lopputulosten havainnoinnista, eikä itsenäisestä tiedonhankinnasta (Hoppitt & Laland, 2008; Kendal, 2015; Mesoudi ym., 2016).

Sosiaalisen oppimisen ajatellaan tapahtuvan erilaisten mekanismien kautta (esim. Heyes, 1994; Hoppitt & Laland, 2008; Reader & Biro, 2010). Nämä mekanismit voidaan karkeasti jaotella kognitiivisesti verrattain helppoihin sekä kompleksisempiin riippuen siitä, miten havaitsijan ajatellaan oppivan, ja kuinka paljon vaaditaan informaatiosta oppimiseen (Galef, 2007). Yleisimmin näiksi mekanismeiksi nimetään paikallinen vahvistuminen (esim. ruokapaikan löytäminen muita seuraamalla), ärsykkeen vahvistaminen (esim. reaktioihin tai objekteihin liittyvien tietojen omaksuminen), emulointi (esim. muiden toiminnan loppuvaiheen tai lopputulosten kopiointi), sekä imitoiminen (esim. toisen motorisen toiminnan kokonaisvaltainen kopioiminen vain tarkkailemalla) (esim. Mesoudi ym., 2016; Zentall, 2002). Esimerkiksi Galef (2007) nimeää edellä mainituista mekanismeista paikallisen vahvistamisen kognitiivisesti verrattain helpoksi ja imitoimisen taasen haastavammaksi. Kritiikittömiä nämä luokitellut mekanismit eivät kuitenkaan ole. Esimerkiksi Heyes (2012) kritisoi niiden kuvaavan sosiaalisen oppimisen vaikutuksia vain “käyttäytymisen ulottuvuudessa” jättäen kokonaan “kognitiivisen ulottuvuuden” kuvaamisen. Myös näiden empiiristä todentamista on kritisoitu verrattain hankalaksi, sillä kuvatut mekanismit ovat osittain piileviä ja päällekkäisiä toistensa suhteen (Heyes, 1994).

Ongelmista huolimatta, useissa empiirisissä tutkimuksissa on osoitettu sosiaalista oppimista ilmenevän monilla eläinpopulaatioilla, kuten apinoilla, rotilla, sekä matelijoilla (esim. Galef, 2007; Galef & Whiskin, 2009; Heyes, 2012; Hoppitt & Laland, 2013; Terkel, 1995). Kun eri eläinlajien sosiaalisen tiedon varassa tapahtuvaa oppimista on tutkittu tarkemmin, on havaittu, että eläinten käyttäytyminen ja siihen liittyvät biologisesti merkitykselliset päätökset ovat usein yhteydessä sosiaaliseen informaatioon ja siitä oppimiseen (esim. Heyes, 2012; Hoppitt & Laland, 2013). Esimerkiksi on osoitettu, että lajitovereilta oppiminen liittyy eläinlajille kriittisten taitojen, kuten ravinnon hankintakeinojen (esim. Terkel, 1995) ja ravintoon liittyvien mieltymysten (esim. Galef, Dudley, & Whiskin, 2007; Galef & Whiskin, 2008; Lindeyer, Meaney, & Reader, 2013), sekä erilaisten lokaatioiden (esim. Brown ym., 2008) omaksumiseen. Lisäksi sosiaalisella oppimisella on havaittu yhteys parivalintaan (esim. White, 2004), sekä välttämiskäyttäytymiseen liittyvien varoitussignaalien (esim. Griffin, 2004; Masuda & Aou, 2009) ja pelkoreaktioiden (esim. Knapska, Mikosz, Werka, & Maren, 2010; Olsson & Phelps, 2007) oppimiseen. Nykyään ajatellaankin, että muilta oppimisella on eläimille hyvin keskeinen adaptiivinen merkitys useissa eri käyttäytymisen konteksteissa (Reader & Biro, 2010).

Yleisesti on pohdittu, että eläimet turvautuvat muilta saatavasta tiedosta oppimiseen sen haittoja suuremman hyödyllisyyden vuoksi (Galef & Laland, 2005). Hyödyllisyys sosiaalisessa

oppimisessa piilee muun muassa siinä, että adaptiivisena toimintana se vähentää vaadittujen taitojen omaksumiseen kuluvaan vaivaa, aikaa ja energiaa (Bacalu, 2013; Galef & Laland, 2005; Kendal ym., 2010). Koska sosiaalinen oppiminen minimoi itsenäisen ja työteliään oppimisen vaatimia kuluja, sekä vähentää vaadittujen toistojen ja mahdollisten kohtalokkaiden virheiden määrää (Galef ym., 2007; Rendell ym., 2011), se tarjoaa yksilölle rikkaan informaatiolähteen (Gariépy ym., 2014) niissäkin tilanteissa, joissa muilta saatava tieto ei ole täysin optimaalista suhteessa elinympäristön vaatimukseen (Laland, 2004).

Ajatellaankin, että eläimillä sosiaalisen informaation hyödyntäminen lisääntyy itsenäisesti hankittavan tiedon kulujen kasvaessa (Kendal ym., 2010). Kun muilta hankittu informaatio näyttäytyy “evolutiivisesti halpana” keinona oppia tarvittavia taitoja, itsenäisesti hankittu eli “evolutiivisesti kalliimpi” tieto menettää arvoaan (Bacalu, 2013; Galef & Laland, 2005; Kendal ym., 2010). Tosin näissä tilanteissa Galefin ja Lalandin (2005) mukaan sosiaalisen informaation arvo voi laskea nopeasti, jos omakohtaiseen tietoon perustuvien käyttäytymismallien ja niitä havainnollistavien yksilöiden määrä pienenee. Mikäli eläimet luottavat vain sosiaaliseen oppimiseen, ympäristöstä aktiivisesti kerättyä tietoa on aina vähemmän saatavilla (Laland, 2004). Tämän seurauksena opittavissa olevat käyttäytymismallit vanhentuvat virheellisiksi, eivätkä ne enää vastaa elinympäristön vaatimuksia (Kendal ym., 2010). Tällöin sosiaalisen oppimisen kautta siirtyykin epäsoviva informaatiota (Laland & Kendal, 2003), ja muilta saatava “halpa tieto” ei enää johda välittömään onnistumiseen tai pärjäävyyden kohentumiseen (Galef & Whiskin, 2009; Kendal ym., 2010). Jotta muilta oppimisen hyödyt ja riskit pysyisivät tasapainossa, Lalandin (2004) mukaan eläinten on tietyllä tasolla kyettävä toimimaan selektiivisesti sosiaalisen informaation ja siitä oppimisen suhteen. Vain tällöin hänen mukaansa eläimet voivat välttää maladaptiivisen eli epäsovikin informaation omaksumisen, ja ylläpitää sosiaalisen oppimisen adaptiivisuutta. Tosin Rendell ym. (2011) toteavat, että oppimishetkeen liittyvät selektiivisyys ja kriittisyys eivät ole välttämättömiä, mikäli muilta kopioivat eläimet voivat valita vähintään kahdesta käyttäytymismallista parhaimman. Tällöin heidän mukaansa sosiaalinen oppiminen säilyttää adaptiivisuutensa, ja eläinten käytös pysyy mukautuvana.

Lisäksi, että sosiaalisesti saatavassa tiedossa on eroja, myös sosiaalisessa oppimisessa on eroavaisuuksia sekä eläinlajien välillä että populaatioiden sisällä. Eräs selitys eroille on luonnonvalinta, jonka kautta useille, tosin valikoituneille eläinlajeille, on ajateltu kehittyneen kapasiteetti omaksua tietoa muilta (Galef & Laland, 2005). Samalla tietyille eläimille ajatellaan kehittyneen myös kyky mukauttaa käyttäytymistään hankitun informaation perusteella (Heyes, 1994). Lisäksi luonnonvalintaan pohjautuvan selityksen rinnalla on teoretisoitu eläinpopulaation sosiaalisen rakenteen ja dynamiikan vaikutuksia, joiden ajatellaan ulottuvan sekä lajitoverien

välisiin suhteisiin että eläinten taipumuksiin hankkia tietoa lajitovereilta (Galef & Laland, 2005; Galef & Whiskin, 2009; Lindeyer ym., 2013). On esimerkiksi havaittu sosiaalista oppimista tapahtuvan todennäköisimmin, kun havainnollistaja on menestyneempi tai vanhempi kuin havaitsija (Galef & Laland, 2005; Rendell ym., 2011) tai havainnollistajia on useampi, eikä sosiaalinen tieto ole ristiriidassa havaitsijan omiin kokemuksiin perustuvan tiedon kanssa (Gariépy ym., 2014; Galef & Whiskin, 2008). Toisaalta Lonsdorf ja Bonnie (2010) toteavat eroja löytyneen siitäkin, kuinka sosiaalista oppimista tapahtuu vertikaalisesti, esimerkiksi emon ja poikasen välillä (esim. Lindeyer ym., 2013) tai horisontaalisesti samaan kohorttiin kuuluvien, ei sukua olevien yksilöiden välillä (esim. Galef & Whiskin, 2008, 2009). Tässä yhteydessä on nostettu esiin myös havainnollistajan ”tuttuuden” vaikutus, sillä joidenkin eläinten on havaittu oppivan sosiaalisesti paremmin tutulta (esim. Gariépy ym., 2014) ja joidenkin taas vieraalta (esim. Saggerson & Honey, 2006). Tämä viittaa siihen, että luonnonvalinnan myötä kehittyneen oppimiskapasiteetin lisäksi, populaation sosiaalinen verkosto ja eläinten paikat sen hierarkiassa ovat kytköksissä siihen, kuinka kopioidaan tai ollaan kopioimatta muiden käyttäytymistä (Lonsdorf & Bonnie, 2010).

Edellä mainittujen lisäksi on pohdittu sitäkin, kuinka eläinpopulaatioiden, -lajien sekä yksilöiden erot sosiaalisessa oppimisessa voivat osittain selittyä yksilöllisillä eroilla (Lonsdorf & Bonnie, 2010). Esimerkiksi Mesoudi ym. (2016) kirjoittavat näitä eroja saavan aikaan perityt geneettiset erot (esim. Lindeyer ym., 2013), kehitykselliset stressitekijät, eläimen sen hetkinen fysiologinen tila, sekä aiempi assosiativinen oppimishistoria ja siihen liittyneet kokemukset (esim. Masuda & Aou, 2009). Vastaavasti Kendal ym. (2010) toteavat erojen selittyneen yksilöltä päätöksentekoa ohjaavan aiemman tiedon puuttumisella tai koetulla epävarmuudella siitä, mikä kahdesta tai useammasta käyttäytymismallista sopii tilanteeseen. Lisäksi hyvin systemaattisia eroja yksilöiden välille ajatellaan muodostuvan sosiaalisen oppimisen taipumusten ja mekanismien (Mesoudi ym., 2016), sekä sosiaalisen tiedon saannin, säilyttämisen ja suorittamisen suhteen (Lindeyer ym., 2013).

Toisaalta näihin havaittuihin yksilöeroihin on etsitty selitystä korkeatasoisempiin ongelmanratkaisumetodeihin lukeutuvista sosiaalisista oppimisstrategioista, joiden avulla joidenkin eläinlajien otaksutaan pystyvän arvioimaan sosiaalista oppimistaan suhteessa kysymyksiin: *keneltä* (mm. enemmistön tai menestyvämpien yksilöiden seuraaminen) ja *milloin* (mm. epävarmuuden ja epäonnistumisen hetket) (Laland, 2004; Mesoudi ym., 2016; Rendell ym., 2011). Näiden strategioiden ajatellaan auttavan myös hyödyntämään asosiaalista ja sosiaalista informaatiota riippuen käytettävän tiedon luotettavuudesta ja mahdollisista kuluista (Galef & Laland, 2005), sekä valitsemaan kannattavimman oppimistavan riippumatta siitä, onko kyse sosiaalisesta vai asosiaalisesta oppimiskeinosta (Laland, 2004). Pidetäänkin mahdollisena, että joillakin eläinlajeilla

on myös kykyjä käyttää joustavampia sekä kriittisempiä strategioita määritellesään oppimistavoille sopivat olosuhteet (Aoki & Feldman, 2014; Laland, 2004).

Vaikka eläinten sosiaalinen oppiminen on osoitettu tieteellisesti todelliseksi ilmiöksi, on yhä todentamatta, kuinka oppimisen sosiaalisuus vaikuttaa eläinten käyttäytymisen muutoksiin (Galef, 2007; Hoppitt & Laland, 2008). Esimerkiksi joidenkin taustamekanismien yhteys sosiaaliseen oppimiseen on jäänyt todentamatta niiden haastavaksi osoittautuneen havainnoinnin vuoksi (Heyes, 1994). Samoin Rendell ym. (2011) kirjoittavat edelleen olevan epäselvää, missä määrin eläinten käyttäytymiseen ja käyttäytymismallien oppimiseen vaikuttavat muut ilmiöt, kuten yhdenmukaisuus (esim. Galef & Whiskin, 2008), yksilöiden suhteet toisiinsa (esim. Galef & Whiskin, 2009) tai sosiaalisuuden kontekstisidonnaisuus (esim. Webster & Ward, 2011). Vielä siis löytyy tarkennettavaa siinä milloin, kuinka ja miksi eläimet oppivat toisilta. Toisaalta ollaan kaukana siitäkin hetkestä, jossa sosiaalisen oppimisen neuraaliset taustamekanismit (Nielsen ym., 2012) tai eläinten oppimiseen liittyvät kognitiiviset prosessit ovat täysin selvillä (Mesoudi ym., 2016). Tosin, vaikka eläinten sosiaalisessa oppimisessa on selvittämättömiä ulottuvuuksia, yleisesti näyttää vallitsevan konsensus, että sosiaalinen oppiminen on tärkeä osa joidenkin käyttäytymismallien ontogenetiikkaa (Londsdorf & Bonnie, 2010), ja sitä kautta todellinen osa eläinten oppimiskäyttäytymistä ja sen mekanismeja (esim. Heyes 2012; Hoppitt & Laland, 2013).

1.2 Traditionaalinen tutkimusasetelma

Hoppitt ja Laland (2013) kirjoittavat demonstroiva-observoiva -pariasetelman eli ”parillistamisen” (engl. pairing) olleen pitkään merkittävä osa sosiaalisen oppimisen kokeellista tutkimustraditiota (esim. Galef & Whiskin, 2008; Knapska ym., 2010; Lindeyer ym., 2013; Terkel, 1995). He toteavat asetelman taanneen kokeellisen täsmällisyyden ja tarkkuuden, sekä tarjonneen selkeän metodin tarkastella, miten eläimet osoittavat ja ilmentävät sosiaalista oppimista. Kokeellinen täsmällisyys taas on heistä varmistanut, sekä toisaalta auttanut muodostamaan kattavia taksonomioita eläimistä, jotka kykenevät sosiaaliseen oppimiseen.

Kun tutkimus hyödyntää parillistamista, valikoitu tutkimusjoukko jaetaan satunnaistettuihin pareihin (Hoppitt & Laland, 2013). Näissä pareissa havainnollistajaksi valikoitunut opettelee tietyn taidon tullen siinä kokeneemmaksi, kun taas toinen jää kyseisen taidon osalta harjaantumattomaksi, pariaan tarkkailevaksi osapuoleksi (Kendal, 2015). Kun tutkittavia pareja manipuloidaan kuvatulla tavalla, tarkkailtavat yksilöt voidaan altistaa mille tahansa halutulle käyttäytymiselle, ja sitä kautta saadaan avattua mahdollisuus tarkkailla tuon käyttäytymisen

mahdollista ilmenemistä (Reader & Biro, 2010). Eli muodostettaessa pareja kokemattomista ja kokeneemmista, voidaan arvioida tarkemmin eläinten toimintaa ja siinä tapahtuvia muutoksia (Hoppitt & Laland, 2013), ja näin saada tieteellisesti osoitettua sosiaalisen oppimisen kautta tapahtuva informaation välittyminen ja omaksuminen (Reader & Biro, 2010). Tarkastelua voidaan esimerkiksi keskittää tutkimusjoukossa ilmenevään oppimisnopeuteen (Kendal, 2015), jolloin arvioidaan, kykeneekö havaitsija nopeampaan ja tehokkaampaan käyttäytymismallien hankintaan kokeessa tapahtuneen observoinnin myötä (Hoppitt & Laland, 2013). Yksinkertaisimmillaan sosiaalisen oppimisen tarkastelu voikin Lonsdorfin ja Bonnien (2010) mukaan olla sitä, että aluksi tarkastellaan ennennäkemätöntä käyttäytymistä havainnollistajalla, ja sittemmin tarkastellaan samaisen käyttäytymisen mahdollista ilmenemistä havaitsijana olleella. Tällöin heidän mukaansa voidaan tehdä päätelmät tarkastellun käyttäytymisen yhteydestä sosiaaliseen vuorovaikutukseen kokeneemman yksilön ja/tai sen käyttäytymisen lopputulosten kanssa, sekä pyrkiä poissulkemaan mahdollisuus havaitun käyttäytymisen yhteydestä esimerkiksi geneettisiin tai ekologisiin tekijöihin.

Kritiikittömästä tutkimusasetelmasta ei ole kyse, sillä kokeellisten tutkimusten on monissa yhteyksissä pohdittu olevan yksinään riittämättömiä tarjoamaan selitystä sosiaalisen oppimisen syistä ja seurauksista (esim. Kendal ym., 2010). Toisaalta Lonsdorf ja Bonnie (2010) taasen kritisoivat laboratoriotutkimusten heikkoa ekologista validiteettia, sillä tutkimukset kontrolloivat eläinten käyttäytymistä ja vuorovaikutusta vaikuttaen sitä kautta eläinten oppimiseen. Sen sijaan Reader ja Biro (2010) kritisoivat parillistamista luonnottomuudesta, sillä tässä koeasetelmassa tutkittavilla eläimillä ei ole luonnollisten olosuhteiden mukaisesti useampaa havainnollistajaa seurattavana. Tämän vuoksi parillistavasta koeasetelmasta saadut tulokset eivät välttämättä kuvaakaan eläinten luonnollisesti tapahtuvaa oppimista (Lonsdorf & Bonnie, 2010), vaan köyhtyneiden ja epäluonnollisten laboratorio-olosuhteiden ja siinä käytetyn koeasetelman manipuloimaa käyttäytymistä (Hoppitt & Laland, 2013).

Kuitenkaan laboratorio-olosuhteissa toteutettuja, parillistamiseen perustuvia tutkimuksia ei tulisi mitätöidä (Hoppitt & Laland, 2013). Esimerkiksi Kendal (2015) toteaa näiden tutkimusten vahvistaneen eläinten oppivan useilla eri tavoilla, sekä tuoneen ilmi havaitsijan oppimiseen ja eläinten informaation välittymiseen liittyvät lukuisat muuttujat. Sen sijaan, että kiisteltäisiinkin laboratoriossa ja luontaisissa olosuhteissa toteutettujen tutkimusten paremmuudesta, tulisi mieluummin pohtia eri tavoin toteutettujen tutkimusten tulosten yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia. Lisäksi tarpeellisempaa olisi kiinnittää huomiota, miten menetelmiä voisi yhdistää ja käyttää samassa tutkimuksessa (Hoppitt & Laland 2013), sillä lähes fakta on, että selitys eläinten sosiaaliseen oppimiseen löytynee useammasta tekijästä, joista osa voi olla sosiaalisia tai osa jotain muuta (Kendal, 2015).

1.3 Tutkimuksen tarkoitus ja sille asetetut tutkimuskysymykset

Tässä tutkimuksessa nojaututaan siihen sosiaalisen oppimisen määritelmään, jossa sosiaalisten vihjeiden, toisten havainnoinnin, vuorovaikutustapahtuman tai kaikkien näiden tarjoama tieto välittyy eläimeltä toiselle, ja näin havaitsijana olleen oppiminen eli käyttäytymisen muutos suhteessa ympäristöön ja lajitovereihin helpottuu (Bacalu, 2013; Heyes, 1994; Kendal, 2015). Lisäksi tarkastelussa nojaututaan ennemminkin behavioraaliseen kuin neuraaliseen tai biologiseen oppimisen tarkasteluun, sillä tutkimuksessa tarkastellaan valikoidun käyttäytymismallin siirtymistä rotalta toiselle, eli selvitetään havainnoivan oppimisen yhteyttä rottien käyttäytymisen vahvistajana. Tutkimuksen tavoitteena on siis selvittää rotilla ilmenevää sosiaalista oppimista ja tarkastella, millä ehdoilla oppiminen siirtyy mallia antavalta, havainnollistaja-rotalta, sosiaalisesti oppivalle, observeivalle havaitsijana-rotalle, vai siirtyykö se lainkaan. Näistä tavoitteista tutkimusta ohjaavaksi tutkimuskysymykseksi muodostettiin: ”*Tapahtuuko rotilla sosiaalista oppimista?*”. Sittemmin tätä tutkimuskysymystä tarkennettiin kolmen fokuoivan kysymyksen ja niistä muodostettujen hypoteesien avulla. Eli tutkimuksella on tarkoitus vastata seuraaviin kysymyksiin ja niistä johdettuihin hypoteeseihin:

1. Eroavatko rotat oppimistyylin suhteen eli vaikuttaako toiselta saatu malli rotan käyttäytymiseen testialueen B-puolella?
H₀: Oppimistyyli ei vaikuta rottien käyttäytymiseen.
H₁: Oppimistyyli vaikuttaa, ja lajitoveriaan tarkkaillut rotta oppii mm. aktivoimaan herkkuautomaatin nopeammin kuin itseoppinut. Eli sosiaalista oppimista tapahtuu.
2. Eroavatko HCR-kannan (high capacity runner) ja LCR-kannan (low capacity runner) rotat toisistaan eli vaikuttaako rotan lajikanta sosiaaliseen oppimiseen?
H₀: Lajikanta ei vaikuta rottien oppimiseen.
H₂: Lajikanta vaikuttaa, ja HCR-rotat oppivat LCR-rottia nopeammin.
3. Eroavatko viiveettömän ja viivästetyn sosiaalisen oppimisen ryhmät toisistaan eli vaikuttaako viive rottien sosiaaliseen oppimiseen?
H₀: Ryhmien välillä ei havaita eroavaisuuksia.
H₃: Viive vaikuttaa, ja viiveettömässä ryhmässä ilmenee sosiaalista oppimista toisin kuin viivästetyssä sosiaalisen oppimisen ryhmässä.

2 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

2.1 Koe-eläimet ja olosuhteet

Tutkimuksen koe-eläimet olivat rottauroksia, joissa oli HCR- ja LCR-kantaa. Muutama viikko ennen tutkimuksen aloittamista nämä rotat saapuivat Jyväskylään Tampereelta, jossa niitä oli käytetty myös tutkimustarkoitukseen. Jyväskylässä näitä rottia hyödynnettiin hautomossa ennen tätä tutkimusta, ja tämän tutkimuksen jälkeen niitä käytettiin vielä eräässä toisessa tutkimuksessa.

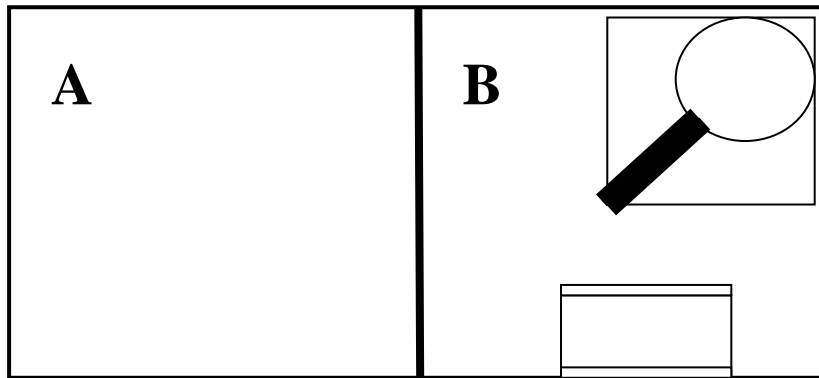
Koko tutkimuksen ajan rottauroksia pidettiin niille varatussa huoneessa, joka sijaitsi Jyväskylän yliopiston eläinlaboratorion tiloissa. Tähän huoneeseen rotat siirrettiin hautomosta ensimmäisen tutkimuspäivän aamuna, jolloin ne ehtivät aamupäivän totutella muuttuneisiin olosuhteisiin. Rottien huoneessa valoisin ja pimeän vaihtelu toteutettiin 12-tuntisissa jaksoissa, sekä huoneen lämpötila ja ilmankosteus olivat kontrolloituja. Rottien testaus ajoitettiin huoneen valoisalle ajanjaksolle. Rotat asutettiin omiin häkkeihin, jossa oli tarjolla pesäntekoon sopivaa materiaalia, vettä, sekä ruokaa. Tutkimusjakson ajan rottien ruokinta oli rajoitettua, eli rottia ruokittiin vain tutkimuspäivän päätteeksi (n. 10 grammaa R36-pellettejä per päivä). Rajoitetun ravinnonsaannin tarkoitus oli pitää rotat sopivan motivoituneita etsimään ruokaa tutkimusalueella testauksen aikana. Vastaavasti vedensaantia ei rajoitettu.

2.2 Testausalue ja sen tapahtumien taltiointi

Testausalueena käytettiin vanerista, suorakulmaista laatikkoa (110 x 50 x 41 cm), jonka yläosa oli avoin ja lattiapinta päällystetty kumimatolla. Laatikko oli jaettu kahteen yhtä suureen alueeseen (55 x 50 cm) läpinäkyvällä muoviseinällä, jossa oli kaksi puolipyöreää aukkoa. Väliseinä oli kiinnitetty laatikon lattiaan sekä seinämiin, jotta rotat eivät päässeet kulkemaan testialueen toiselle puolelle. Myös väliseinän aukot olivat sen verran pienet, että rotat eivät päässeet niiden lävitse.

Väliseinä siis jakoi testausalue kahteen toisistaan poikkeavaan alueeseen (kuva 1). Testausalueen A-puolelle ei asetettu minkäänlaista välineistöä tai muitakaan virikkeitä, kun taas B-puolelle laitettiin puiselle alustalle, metallisten jalkojen päälle rakennettu muovinen ”herkkuautomaatti” ja siihen kytketty infrapunaportti. Nämä aseteltiin alueen vastakkaisille

seinämille, ja herkkuautomaatista lähtenyt kumiputki suunnattiin kohti infrapunaporttia. Asettelulla pyrittiin jättämään rotalle tarpeeksi tilaa liikkua laitteiden välillä, sekä ohjaamaan rotta kulkemaan infrapunaportin lävitse. B-puolella rotan tehtävänä siis oli saada pellettejä herkkuautomaatista, jonka aktivoiminen tapahtui katkaisemalla testausalueen portin seinämien välinen infrapunasäde. Infrapunäsäteen katkaisemiseksi ei riittänyt vain pelkkä astuminen portin päälle tai hetkellisesti sen sisäpuolelle, vaan rotan oli vietettävä pidempi aika portin sisäpuolella joko paikallaan tai liikkumalla sen lävitse.



KUVA 1. Testausalue

Testausalueen ulkopuolelle sijoitettiin laitteiston virtalähde, neljän IR-vaihtokeskus, sekä herkkuautomaatin manuaalilaukaisin mahdollisia häiriötilanteita varten. Lisäksi testausalueen yläpuolelle sijoitettiin standardi HD-webkamera, joka kuvasi sekä välitti testauksesta taltioitua videomateriaalin Windows XP käyttöjärjestelmän tietokoneelle. Haasteeksi tässä toteutuksessa osoittautui videotallenteiden tekniikka, sillä osassa tallenteissa ilmeni ajoittaisia, tosin lyhyitä tallennushäiriöitä (1-10s). Häiriöistä huolimatta, jokainen tallenne analysoitiin 900 sekunnin mittaisena. Häiriöiden aiheuttamat puutokset määriteltiin keskiarvon kautta, jonka avulla analysoitavaan tallenteeseen lisättiin sekä puuttuvat sekunnit että niiden aikana arvioitu toiminta.

2.3 Koeasetelma

Kokeessa käytettiin urosrottia ($N = 18$), joista kymmenen oli HCR-rottia ja kahdeksan LCR-rottia. Ennen testien aloittamista nämä rotat jaettiin sattumanvaraisesti, samaa lajikantaa edustaneisiin pareihin. Näin saatiin muodostettua yhdeksän paria (HCR, $n = 5$; LCR, $n = 4$), joiden sisäinen roolijako oppimistyylin suhteen valikoitui satunnaisesti (itseoppiva, $n = 9$; toiselta oppiva, $n = 9$).

Kaikki testauskerrat valmisteltiin sekä toteutettiin samalla tavalla kaikille rottapareille. Ennen testiä testausalue desinfioitiin ja B-puolen infrapunaportin sisäpuolelle asetettiin herkkupelletti. Kun esivalmistelut oli tehty, testattava pari tuotiin niille varatusta huoneesta, omissa häkeissään samoissa tiloissa sijainneeseen, erilliseen tutkimuhuoneeseen. Tutkimuhuoneessa rotat nostettiin yhtäaikaaisesti testausalueen eri puolille, joissa ne viettivät koko mittausjakson ajan videokuvan tallentuessa tietokoneelle myöhempää tarkastelua varten. Kun ennalta määritelty mittausjakso päättyi, rotat nostettiin takaisin häkkeihinsä, joissa ne kuljetettiin omaan huoneeseen odottamaan seuraavaa testikertaa. Ensimmäisellä mittauskerralla rottaparien testijärjestys valikoitui sattumanvaraisesti, mutta tämän jälkeen järjestys pidettiin samana. Testijärjestyksen säilyttämisellä varmistettiin, että kaikille pareille oppimisen väliaika pysyi samana.

Testaukset toteutettiin kolmena päivänä, aikavälillä 24.–26. helmikuuta 2015. Jokaisena tutkimuspäivänä rottaparit (R1-R9) testattiin. Ensimmäisenä päivänä oli yksi testikerta iltapäivällä (T1), jolloin jokainen pari testattiin kertaalleen. Toisena päivänä kaikille pareille tehtiin kaksi testikertaa, joista toinen oli aamulla (T2) ja toinen iltapäivällä (T3). Myös viimeisenä päivänä parit testattiin kahdesti, niin ikään aamulla (T4) ja iltapäivällä (T5a, T5b, T5b2). Viisi mittausjaksoa (T1-T5a) kesti 15 minuuttia (900 sekuntia), kun taas viimeisessä ensimmäinen osa (T5b) kesti viisi minuuttia (300 sekuntia) ja toinen (T5b2) kymmenen minuuttia (600 sekuntia).

Neljä mittauskertaa (T1-T4) oli kaikkien menettelyjen suhteen identtisiä. Jokaisella kerralla parit testattiin pitämällä rotat koko mittausjakson ajan sillä testausalueen puolella, jolle ne asetettiin mittauksen alkaessa. Viimeisellä testikerralla (T5) menettelyjä muutettiin. Mittauskerralla (T5a) menettelyt vastasivat muutoin aiempia kertoja, mutta rottaparien (R1-R5) aloituspuolet vaihdettiin mittauksen alussa, eli aiemmin A-puolella ollut rotta laitettiin B-puolelle ja päinvastoin. Viimeisen neljän rottaparin (R6-R9) osalta menettelyt taas poikkesivat siinä mielessä aiemmista, että niiden kohdalla testauspuolien vaihto toteutettiin mittausjakson aikana. Eli näiden parien testi aloitettiin kuten aiemmissa, kunnes viisi minuuttia mittausjakson alkamisesta rottien puolia vaihdettiin viimeisen kymmenen minuutin ajaksi. Viimeisen neljän parin (R6-R9) poikkeavaan menettelyyn päädyttiin, koska mittausjakson (T5a) aikana heräsi kysymys viivästetyn sosiaalisen oppimisen hankaluudesta. Näin mittauskertojen (T5b ja T5b2) menettelymuutoksella haluttiin tarkastella, tosin hyvin pienellä otoksella, ilmeneekö sosiaalista oppimista ilman viivettä.

Näin lopuksi on vielä hyvä huomauttaa, että kaikki tässä tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät olivat EU-parlamentin direktiivin 2010/63/EU ja Euroopan neuvoston kokeellisiin ja muihin tieteellisiin tarkoituksiin käytettävien selkärankaisten eläinten suojelemiseksi laaditun yleissopimuksen mukaisia.

2.4 Muuttujat ja analyysimenetelmät

Riippumattomia eli selittäviä muuttujia olivat mittauskerta sekä oppimisen viive, riippuen valitusta analyysimenetelmästä ja tutkimushypoteesista. Ryhmittelevinä muuttujina olivat rottien lajikanta (LK) ja oppimistyyli (OPT). Riippuvana eli selitettävänä muuttujana käsiteltiin sosiaalista oppimista, jonka toteutumista tarkasteltiin useammalla ulottuvuudella. Molemmilta rotilta havainnoitiin neljää ulottuvuutta, joita olivat rottien käyttämä aika aktiiviseen liikkumiseen (aktli), paikallaan olemiseen (paolo) ja väliseinän läheisyydessä liikkumiseen (luukku), sekä yritykset päästä väliseinän toisella puolelle (pyrit). Lisäksi B-alueen rotan oppimista tarkasteltiin saatujen herkkupellettien (pellet) sekä infrapunaportilla käyntien (portk) lukumäärien avulla. Näin ollen tarkasteltavia muuttujan ulottuvuuksia muodostui yhteensä kuusi.

Aineiston analysoinnissa käytettiin useampaa menetelmää johtuen tutkimukselle asetetuista tavoitteista ja kysymyksistä. Koska yksi tavoite oli tarkastella ajan suhteen tapahtuneita muutoksia rottien käyttäytymisessä, analyysimenetelmäksi valikoitui otosten keskiarvoja testaava toistettujen mittausten varianssianalyysi (engl. analysis of variance with repeated measures, rANOVA). Tällä pyrittiin tarkastelemaan muuttujien ja niiden ulottuvuuksien pää- sekä yhdysvaikutuksia, ja sitä kautta niiden yhteyttä rottien viivästettyyn sosiaaliseen oppimiseen.

Koska varianssianalyysille on asetettu tiettyjä käyttöehtoja (Metsämuuronen, 2009), tutkimusaineistolle sekä muuttujille tehtiin alustava tarkastelu ennen varsinaista analyysia. Ensimmäiset varianssianalyysin käyttöehdot liittyvät tutkittavien määrään, niiden ryhmiin jakautumisen satunnaisuuteen, havaintojen riippumattomuuteen, sekä muuttujien luonteeseen ja mitta-asteikoihin (Metsämuuronen, 2009). Käytetyssä tutkimusaineistossa riippumattomuus sekä satunnaisuus noudattavat ennakko-oletusta, sillä havainnot on tehty satunnaisesti ryhmitellyistä yksilöistä, eivätkä ryhmät tai havainnot olleet yhteydessä toisiinsa. Myös oletukset muuttujista todentuvat, sillä selittävät muuttujat ovat kategorisia sekä laadullisia, ja selitettävät muuttujat vähintään välimatka-asteikollisia sekä määrällisiä. Sen sijaan aineistokoko ei vastaa oletusta vähintään kahdestakymmenestä havaintokohteesta, mutta eron ollessa pieni ($N = 18$) varianssianalyysin toteuttamista ei pidetty ongelmallisena. Edellä mainittujen lisäksi varianssianalyysiin sisältyy oletukset testimuuttujien symmetrisyydestä eli normaalijakautuneisuudesta eri ryhmissä, sekä homogeenisyydestä eli varianssien yhtäsuuruudesta ja sfäärisyydestä (Metsämuuronen, 2009). Molempien käyttöehtojen toteutumista tarkasteltaessa havaittiin, että osa käytetyistä muuttujista ei todentanut niitä.

Kun normaalijakautuneisuuden ehtoa rikkoneiden muuttujien jakaumia silmäiltiin tarkemmin, ilmeni, että niiden vinouteen vaikuttivat yksittäiset, harvinaisesti poikkeavat havainnot. Kun nämä poistettiin ja jakaumien normaaliutta arvioitiin uudelleen, normaalijakautuneisuus todentui sekä kuvaajien että laskennallisten tulosten osalta. Mutta käytettävän tutkimusaineiston pienuuden ja muuttujien jakaumien vinoutta aiheuttavien havaintojen yksittäisyyden vuoksi, päädyttiin ratkaisuun olla poistamatta havaintoja analyysistä. Niiden läsnäolo pidettiin kuitenkin mielessä, ja tuloksista tehtävissä päätelmissä käytettiin tukena parametritonta testivastinetta. Riippuvan muuttujan homogeenisyysoletuksen osalta taasen voidaan huomauttaa, että F-testi ja sitä kautta varianssianalyysi ovat vakaita tämän oletusten rikkoutumista vastaan, ja näin ollen mahdollisesta rikkoutumisesta huolimatta kuvailtavien tulosten paikkansapitävyyteen voidaan kohtuudella luottaa (Metsämuuronen, 2009). Eli homogeenisyysehdon rikkoutuminen tässä aineistossa ei muodostunut varianssianalyysin esteeksi.

Toisena analyysimenetelmänä käytettiin t-testiä, jonka avulla tarkasteltiin kahden mittauskerran eroavaisuuksia, eli viiveettömän sosiaalisen oppimisen ilmenemistä, sekä viiveettömän ja viiveellisen sosiaalisen oppimisen eroja. Koska myös t-testin käytölle on asetettu omat ehtonsa (Metsämuuronen, 2009), niidenkin tarkastelu toteutettiin aineistolle ennen analyysien toteuttamista. T-testin ehto muuttujien välimatka-asteikollisuudesta toteutuu tässä aineistossa. Myös muuttujien normaalijakautuneisuusehto pitää paikkaansa, paitsi väliseinän toiselle puolelle yrityksiin liittyvän (pyrit) muuttujan osalta. Lisäksi t-testin ehdoista toteumatta jää oletus aineiston koosta, sillä tutkimuksessa käytetty aineisto jää reilusti vaaditusta vähintään kolmestakymmenestä havaintoyksiköstä ($N = 18$). Kuitenkaan tätä ei pidetty ongelmallisena analyysin toteuttamisen kannalta, sillä pienestä otoskoosta huolimatta, t-testin on todettu antavan luotettavia tuloksia, mikäli muut ehdot eli normaalius ja muuttujien luonne todentuvat (Metsämuuronen, 2009). Näin ollen kaikkien muiden muuttujien osalta päädyttiin käyttämään analyysissä t-testiä, mutta pyrit-muuttujan osalta t-testin parametritonta testivastinetta.

2.5 Aineiston analysointi

Tilastanalyysiin käytettiin IBM SPSS Statistic 22.0 ohjelmaa (Armonk, USA). Kaikille muuttujille laskettiin keskiarvot ja -hajonnat, jotka on esitetty ryhmittelevien tekijöiden mukaisesti taulukoissa 1 ja 2. Muuttujien normaalijakautuneisuutta tarkasteltiin silmämääräisesti histogrammeista ja box plot -kuvioista, sekä laskennallisesti Kolmogorov-Smirnovin testin, ja

vinousluvun sekä sen keskihajonnan osamäärien avulla. Varianssien yhtäsuuruuden tarkastelussa huomioitiin sekä Levenen riippuvan muuttujan varianssien virheellisyyttä tarkastelevan testin että toistotekijään liittyvän Mauchlyn sfäärisyystestin tulokset. Mikäli sfäärisyystesti muodostui tilastollisesti merkitseväksi, tuotiin tämä ilmi ja tuloksissa käytettiin joko Greenhouse-Geisserin tai Huyhn-Feldtin korjattuja F-arvoja riippuen epsilonin (ϵ) estimaattiarvoista. Mikäli taas Levenen virhevarienssit osoittivat oletuksen varianssien yhtäsuuruudesta rikotuksi, tuotiin se ilmi, mutta F-testin vakauteen luottaen saadut tulokset raportoitiin sellaisinaan.

Eri muuttujan ulottuvuuksien yhteyttä rottien viivästettyyn sosiaaliseen oppimiseen analysoitiin siis toistettujen mittausten varianssianalyysillä, josta aiemmin mainituilla muuttujilla ja tekijöillä saatiin muodostettua varianssianalyysiasetelma *rotan lajikanta x rotan oppimistyyli x mittauskerta*. Post hoc -testeissä käytettiin Bonferroni-korjausta. Mikäli varianssianalyysille asetetut käyttöedellytykset eivät jonkin muuttujan kohdalla toteutuneet, analyysituloksista tehtävien päätelmien tukena käytettiin varianssianalyysin parametritonta vastinetta, Friedmanin testiä. Mikäli Friedmanin testi osoitti merkitseviä yhteyksiä ajan suhteen, niiden havaitsemisessa käytettiin Wilcoxonin merkittyjen järjestyslukujen testiä.

Viiveettömän sosiaalisen oppimisen ilmenemisen analysointi toteutettiin riippumattomien otosten t-testillä, kun ryhmittelevänä tekijänä oli rotan lajikanta. Vastaavasti rottien ryhmittelevän tekijän ollessa oppimistyyli, käytettiin riippuvien otosten t-testiä, koska itseoppivat rotat olivat ikään kuin kontrolliryhmä toisilta oppivien rottien oppimisen tarkastelussa. Tällöin ryhmät muodostuivat toisistaan riippuviksi, ja analyysimenetelmä valittiin olosuhteiden mukaisesti. Vastaavasti mittauskerralta toiselle tapahtunutta muutosta ryhmän sisällä tarkasteltiin riippuvalla t-testillä. Koska yksi tarkastelluista muuttujista ei täyttänyt normaalijakautuneisuuden ehtoa, analyysissä käytettiin parametritonta testivastinetta, joka riippumattomalle t-testille on Mann-Whitneyn U-testi ja riippuvalle t-testille Wilcoxonin testi. Vastaavasti viiveettömän ja viiveellisen sosiaalisen oppimisen eroavaisuuksien tarkastelussa käytettiin riippumattomien otosten t-testiä ja sen parametritonta vastinetta Mann-Whitneyn U-testiä.

Varianssianalyysin tuloksista raportoitiin vain tilastollisesti merkitsevät havainnot eli ne, joiden rajaksi asetettiin 95 % riskitaso ($p < .05$). Mikäli tilastollista merkitsevyyttä ei jossakin yhteydessä ilmennyt ja se oli ainoa havainto, tuotiin tämä esille. T-testien tuloksista raportoitiin tilastollisesti merkitsevien havaintojen lisäksi myös tilastollisesti suuntaa-antavat havainnot eli ne, joiden riskitasoksi asetettiin 90 % ($p > .10$). Lisäksi on hyvä huomauttaa, että normaalijakautuneisuuden ja varianssien yhtäsuuruuden testeissä testioletusten hyväksymiseksi merkitsevyys tulkittiin rajalla $p > .05$.

TAULUKKO 1. Käytettyjen muuttujien keskiarvot ja (keskihajonnat) oppimistyylin mukaan

	Aktli (s)		Luukku (s)		Paolo (s)		Pyrit (lkm.)		Portk (lkm.)		Pellet (lkm.)	
	itse	toiselta	itse	toiselta	itse	toiselta	itse	toiselta	itse	toiselta	itse	toiselta
T	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
1	483.6 (82.9)	359.9 (67.8)	286.6 (81.1)	431.2 (71.7)	129.9 (42.8)	109.0 (30.0)	10.3 (4.90)	14.3 (6.32)	15.3 (6.58)	-	16.9 (15.8)	-
2	527.7 (103.8)	331.7 (131.3)	266.2 (102.1)	482.3 (139.6)	105.4 (47.90)	86.7 (57.9)	14.6 (6.82)	20.3 (8.31)	18.1 (5.16)	-	28.1 (23.2)	-
3	499.3 (1497)	233.4 (114.1)	291.7 (130.7)	555.3 (103.3)	109.0 (44.21)	111.2 (45.1)	16.3 (9.11)	23.8 (10.8)	22.0 (9.87)	-	32.3 (16.5)	-
4	599.9 (180.5)	270.4 (146.1)	227.8 (179.4)	526.7 (120.1)	72.33 (30.3)	102.9 (66.1)	14.1 (6.33)	31.2 (20.4)	37.3 (26.4)	-	60.8 (39.0)	-
5a	214.6 (57.5)	644.6 (76.4)	484.6 (88.4)	169.2 (79.8)	209.2 (83.9)	77.8 (20.2)	28.2 (17.9)	23.0 (12.2)	-	21.6 (8.39)	-	24.2 (13.5)
5b	218.3 (14.5)	77.3 (48.8)	63.8 (14.9)	187.8 (53.8)	18.0 (5.23)	35.0 (26.3)	3.75 (1.26)	9.00 (4.08)	16.0 (7.62)	-	25,8 (13.5)	-
5b2	202.5 (101.4)	324.3 (158.2)	340.5 (110.9)	213.5 (163.7)	57.0 (26.4)	31.0 (21.3)	19.0 (10.0)	11.3 (2.06)	-	13.8 (8.38)	-	18.8 (20.6)

HUOM. T1 - T4: $n = 9$; T5a: $n = 5$; T5b - T5b2: $n = 4$ (pellet ja portk, $n = 2$)
(s) kesto sekunneissa; (lkm.) käyntikertojen tai saatujen pellettien kokonaislukumäärä

TAULUKKO 2. Käytettyjen muuttujien keskiarvot ja (keskihajonnat) lajikannan mukaan

	Aktli (s)		Luukku (s)		Paolo (s)		Pyrit (lkm.)		Portk (lkm.)		Pellet (lkm.)	
	HCR	LCR	HCR	LCR	HCR	LCR	HCR	LCR	HCR	LCR	HCR	LCR
T	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
1	439.5 (77.9)	399.5 (118.3)	334.9 (105.3)	388.9 (103.6)	125.7 (39.0)	111.6 (36.5)	13.5 (5.28)	10.9 (6.58)	16.6 (7.02)	13.8 (6.60)	11.2 (8.70)	24.0 (21.0)
2	480.6 (100.9)	366.0 (187.9)	334.4 (127.2)	424.1 (195.6)	85.6 (55.2)	109.1 (49.1)	20.4 (8.40)	13.8 (5.90)	19.4 (4.39)	16.50 (6.25)	29.80 (32.32)	26.0 (5.83)
3	407.5 (192.0)	315.0 (182.0)	381.6 (179.9)	475.9 (170.7)	110.9 (55.9)	109.1 (23.0)	22.8 (11.5)	16.6 (8.37)	27.4 (9.61)	15.3 (5.25)	37.8 (19.3)	25.5 (10.8)
4	480.5 (251.7)	378.5 (208.2)	345.6 (244.6)	416.8 (174.8)	73.9 (38.8)	104.8 (64.0)	27.9 (21.5)	16.1 (5.36)	54.4 (22.8)	16.0 (8.25)	89.2 (25.1)	25.3 (13.9)
5a	444.0 (275.4)	408.0 (197.1)	304.0 (207.8)	361.3 (165.0)	152.0 (108.4)	130.8 (66.1)	31.3 (15.6)	17.0 (8.80)	25.3 (8.5)	16.0 (5.70)	29.0 (15.6)	17.0 (8.49)
5b	156.5 (90.7)	139.0 (86.1)	125.8 (89.5)	125.8 (73.2)	17.8 (9.43)	35.3 (24.9)	7.30 (5.38)	5.50 (2.38)	22.5 (0.71)	9.50 (2.12)	35.5 (0.70)	16.0 (12.7)
5b2	327.8 (166.1)	199.0 (81.1)	191.3 (159.5)	362.5 (70.2)	49.5 (13.5)	38.5 (15.7)	17.0 (11.5)	13.3 (1.71)	21.5 (0.71)	6.50 (0.71)	35.5 (12.02)	2.00 (1.41)

HUOM. T1 - T4: $n = 9$; T5a: $n = 5$; T5b - T5b2: $n = 4$ (pellet ja portk, $n = 2$)
(s) kesto sekunneissa; (lkm.) käyntikertojen tai saatujen pellettien kokonaislukumäärä

3 TULOKSET

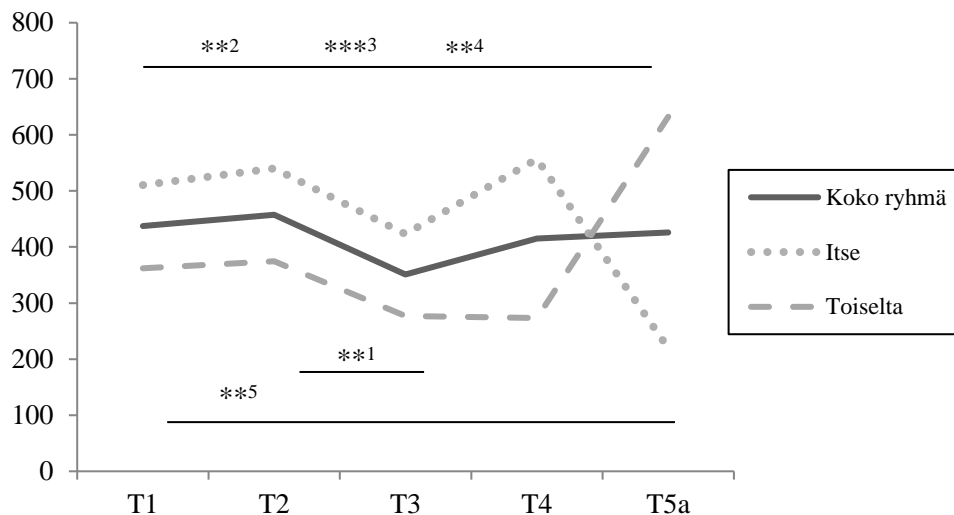
3.1 Sosiaalinen oppiminen viivästetysti

Vastoin ennakko-oletuksia toiselta oppiva ei näyttänyt kykenevän itsenäisesti oppivaa nopeampaan tehtäväoppimiseen. Rotat eivät siis oppineet toisiltaan viivästetysti, vaikka eroavaisuuksia mittausten T1 ja T5a välillä ilmeni sekä rottien oppimistyylin että lajikannan suhteen. Seuraavaksi käydään läpi näitä eroja ja niiden tilastollisia merkitsevyyksiä muuttujakohtaisesti.

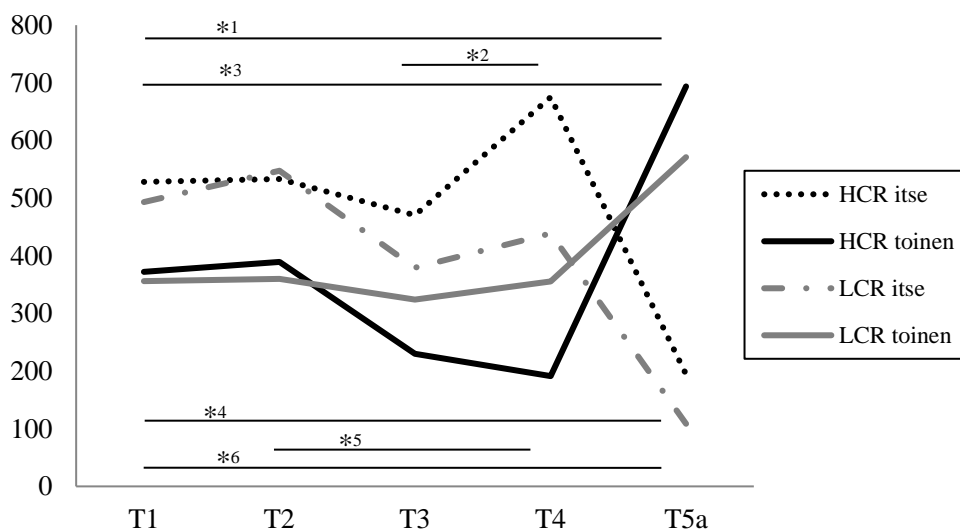
Aktiivinen liike. Mittauskertojen sfäärisysoletus jäi voimaan ($W = .209$, $\chi^2(9) = 6.911$, $p > .05$), kun taas virhevariانسit osoittautuivat kaikissa muuttujan mittauskerroissa merkitseviksi. Tästä huolimatta rANOVAsta tulkittiin mittauskerralle tilastollisesti merkitsevä omavaikutus ($F(4, 24) = 4.371$, $p = .009$, $\eta_p^2 = .421$), joka post hoc -testissä näkyi rottien huomattavana aktiivisen liikkeen vähenemisenä mittausten T2 - T3 välillä ($p = .045$) (kuvio 1). Vastaavasti rANOVAsta ilmeni erittäin merkitsevä yhdysvaikutus *mittaus x oppimistyyli* ($F(4, 24) = 50.304$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .893$), jonka post hoc -testistä havaittiin tilastollisesti merkitseviä muutoksia sekä itsenäisesti että muilta oppineilla rotilla (kuvio 1). Tarkemmin kuvattuna itseoppineilla muutokset osoittivat aktiivisen liikkeen vähentyneen mittaukselta toiselle (T1 - T5a, $p = .001$; T2 - T5a, $p < .001$; T3 - T5a, $p = .040$; T4 - T5a, $p = .007$), kun vastaavasti toisilta oppineilta aktiivinen liike oli lisääntynyt (T1 - T5a, $p = .001$; T2 - T5a, $p = .001$; T3 - T5a, $p = .002$; T4 - T5a, $p = .005$).

Näiden lisäksi rANOVAsta kävi ilmi tilastollisesti erittäin merkitsevä yhdysvaikutus *mittauskerta x oppimistyyli x lajikanta* ($F(4, 24) = 8.27$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .580$). Tämän post hoc -testi osoitti tilastollisesti merkitseviä sekä erittäin merkitseviä muutoksia kaikissa yhdysvaikutuksen kuvaamissa ryhmissä. Itseoppineilla HCR-rotilla havaittiin aktiivisen liikkeen huomattava väheneminen aiemmilta mittauksilta viimeiselle (T1 - T5a, $p = .001$; T2 - T5a, $p = .001$; T3 - T5a, $p = .030$; T4 - T5, $p = .004$), ja toisaalta aktiivisen liikkeen lisääntyminen mittausten T3 - T4 välillä ($p = .038$). Vastaavasti itseoppineiden LCR-rottien merkitsevistä muutoksista havaittiin, että niiden aktiivinen liike oli vähentynyt tilastollisesti merkitsevästi mittausten T1 - T5a ($p = .017$) ja T2 - T5a ($p = .005$) välillä. Kun taas tarkasteltiin toiselta oppineiden HCR-rottien aktiivisen liikkeen muutoksia, havaittiin niiden aktiivisen liikkeen lisääntyneen merkitsevästi aiemmista mittauksista viimeiselle (T1 - T5a, $p = .001$; T2 - T5a, $p = .002$; T3 - T5a, $p = .002$; T4 - T5a, $p = .003$), ja toisaalta

liikkeen vähentyneen merkittävästi mittausten T2 - T4 ($p = .002$) välillä. Vastaavasti toisilta oppineilla LCR-rotilla havaittiin aktiivisen liikkeen lisääntyneen merkittävästi mittausten T1 - T5a ($p = .034$) sekä T2 - T5a ($p = .034$) välillä. Kuviossa 2 näkyvät näiden ryhmien keskiarvot ja niiden muutokset, sekä tilastolliset merkitsevyydet aktiivisessa liikkeessä eri mittauskerroilla.



KUVIO 1. Aktiivisen liikkeen (s) keskiarvojen muutokset mittausten suhteen, sekä mittauksen (koko ryhmä¹) sekä yhdysvaikutuksen *mittaus x oppimistyyli* (itse^{2,3,4} ja toiselta⁵) tilastollisesti merkitsevät yhteydet ajassa tapahtuneisiin muutoksiin aktiivisessa liikkeessä (s), rANOVA (* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$)



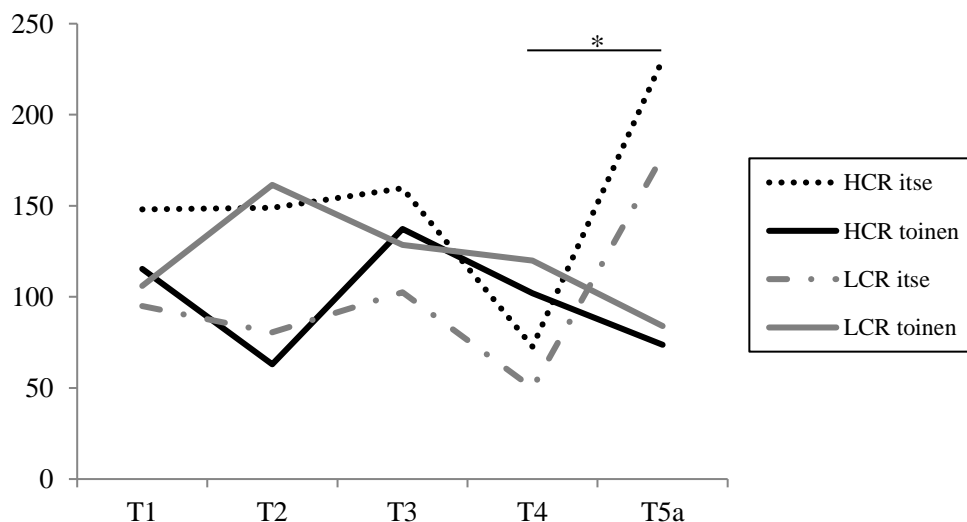
KUVIO 2. Aktiivisen liikkeen (s) keskiarvojen muutokset mittausten suhteen, jossa yhdysvaikutus *mittaus x oppimistyyli x lajikanta* ilmentää tilastollisesti merkitseviä muutoksia itseoppivilla HCR-rotilla^{1,2} ja toiselta oppivilla HCR-rotilla^{4,5} sekä itseoppivilla LCR-rotilla³ ja toiselta oppivilla LCR-rotilla⁶, rANOVA

Koska riippuvan muuttujan ryhmissä varianssien yhtäsuuruusoletus ei toteutunut (rANOVA), aktiivista liikettä tarkasteltiin Friedmanin testillä. Tämän tulokset poikkesivat osittain rANOVA:n vastaavista, sillä Friedmanin testissä aktiivisessa liikkeessä tilastollisesti merkitseviä muutoksia oli vain itseoppivilla HCR-rottilla ($\chi^2(4) = 11.467, p = .022$) sekä toiselta oppivilla HCR-

rotilla ($\chi^2 (4) = 9.600, p = .048$). Kun näitä tarkasteltiin Wilcoxonin testillä, merkitsevät muutokset tapahtuivat itseoppivilla HCR-rotilla mittausten T4 - T3 välillä ($Z = -2.023, p = .043$) ja toisilta oppivilla HCR-rotilla mittausten T3 - T2 välillä ($Z = -2.023, p = .043$).

Liikkumaton aika. Mittauskertojen varianssien sfäärisyys jäi voimaan ($W = .036, \chi^2 (9) = 14.628, p > .05$), kun taas virhevariassitestissä ensimmäinen mittaus ilmeni tilastollisesti merkitsevänä muiden todentaessa oletuksen varianssien yhtäsuuruudesta. rANOVA osoitti tilastollisesti erittäin merkitsevän, suhteellisen suuren selitysosuuden omaavan yhdysvaikutuksen *mittauskerta x oppimistyyli* ($F (4, 24) = 5.18, p = .004, \eta_p^2 = .463$). Kun tätä tutkittiin post hoc -testissä, havaittiin, että itseoppivilla rotilla liikkumaton aika oli lisääntynyt merkitsevästi mittausten T4 - T5a välillä ($p = .015$). Tapahtuneet muutokset paikallaan oloon käytetyssä ajassa on kuvattu kuviossa 3.

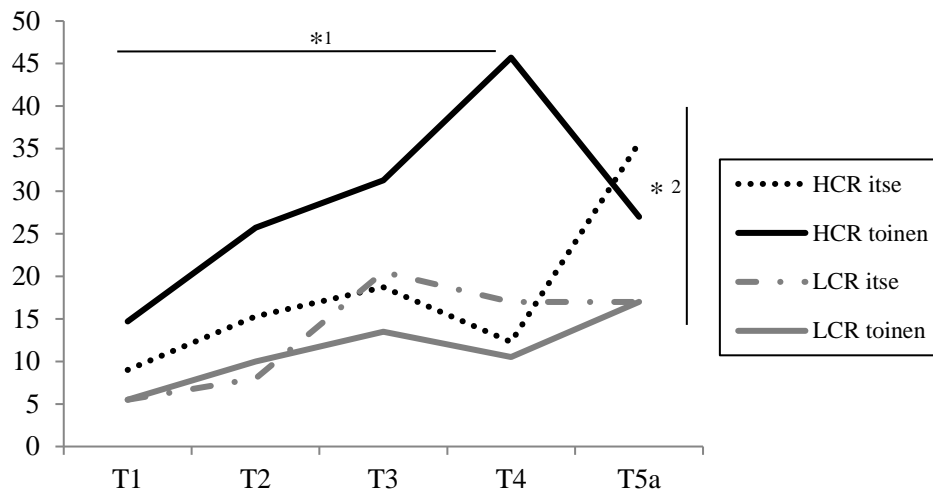
Koska varianssien yhtäsuuruusoletus rikkoutui, muuttujaa tarkasteltiin lisäksi Friedmanin testillä. Tästä saadut tulokset tukivat rANOVA:n havaintoja, kun Friedmanin testissä itseoppivien rottien muutokset osoittautuivat tilastollisesti merkitseviksi ($\chi^2 (4) = 11.520, p = .021$). Kun tätä merkitsevyyttä selvitettiin tarkemmin Wilcoxonin testillä, ilmeni, että tuo merkitsevä muutos oli tapahtunut juurikin mittausten T4 - T5a välillä ($Z = -2.023, p = .043$).



KUVIO 3. Paikallaan oloon käytetyn ajan (s) keskiarvot eri osatekijöiden jakamissa ryhmässä ja niiden muutokset ajan suhteen, sekä yhdysvaikutuksen *mittaus x oppimistyyli* merkitsevyys itseoppineilla rotilla * ilmenneeseen muutoksen mittausten T4 ja T5 välillä, rANOVA/Friedman

Yritykset päästä väliseinän toiselle puolelle. Sekä mittauskertojen sfäärisyysoletus ($W = .031, \chi^2 (9) = 15.410, p > .05$) että riippuvan muuttujan ryhmien virhevariassissa oletus yhtäsuuruudesta jäi voimaan kaikilla mittauksilla. Mittauskerralla oli rANOVA:n mukaan tilastollisesti merkitsevä omavaikutus ($F (4, 24) = 6.185, p = .001, \eta_p^2 = .508$), vaikka sen post hoc -testissä ei havaittukaan merkitseviä muutoksia ajan suhteen. Kuitenkin keskiarvojen tarkastelun perusteella voi sanoa

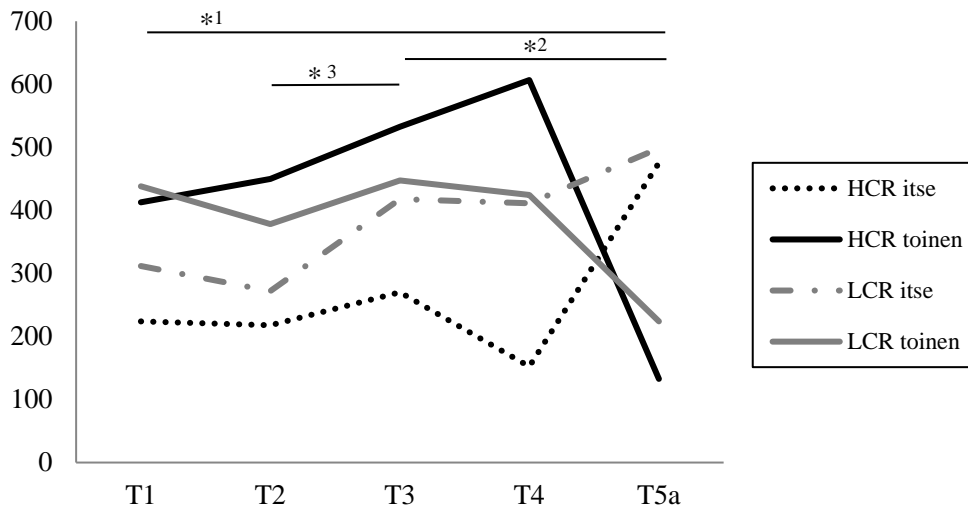
muutoksia olleen eri mittausten välillä. rANOVA:ssa lajikannalla havaittiin merkitsevä omavaikutus ($F(1, 6) = 6.649, p = .042, \eta_p^2 = .526$), minkä post hoc -tarkastelussa ilmeni HCR-rottien yrittäneen LCR-rottia useammin väliseinän toiselle puolelle ($MD 11.08, SD 4.3$). Lisäksi rANOVA:ssa ilmeni yhdysvaikutus *mittauskertta x oppimistyyli x lajikanta* ($F(4, 24) = 3.23, p = .029, \eta_p^2 = .351$), jonka post hoc -testi osoitti toiselta oppivilla HCR-rotilla merkitsevän yritysten lisääntymisen mittausten T1 - T4 välillä ($p = .023$) (kuvio 4).



KUVIO 4. Väliseinän toiselle puolelle yritysten (lkm.) keskiarvot ja niiden muutokset ajan suhteen eri osatekijöiden mukaisissa ryhmissä, sekä lajikannan (HCR-rotat²) merkitys yritysten lukumäärissä, ja yhdysvaikutuksen *mittaus x oppimistyyli x lajikanta* merkitsevyys (toiselta oppivat HCR-rotat¹) tapahtuneisiin muutoksiin mittausten välillä, rANOVA

Väliseinän läheisyydessä vietetty aika. Mittauskertojen varianssien sfäärisyysoletus jäi voimaan ($W = .071, \chi^2(9) = 11.663, p > .05$), kun taas virhevariassitesteissä havaittiin riippuvan muuttujan ryhmissä varianssien yhtäsuuruusoletuksen toteutuvan vain viimeisellä mittauksella. Tästä huolimatta rANOVA:n mukaisesti tulkittiin, että mittauskerralla oli merkitsevä omavaikutus ($F(4, 24) = 2.805, p = .048, \eta_p^2 = .319$). Post hoc -testissä ei kuitenkaan löytynyt tilastollisesti merkitseviä muutoksia mittauskertojen välillä, vaikka keskiarvoissa muutosta olikin havaittavissa. rANOVA:ssa ilmeni myös yhdysvaikutus *mittauskertta x oppimistyyli* ($F(4, 24) = 20.826, p < .001, \eta_p^2 = .776$), jonka post hoc -testi osoitti toisilta oppineilla tapahtuneen merkittävää vähentymistä väliseinän läheisyydessä vietetyssä ajassa mittausten T1 - T5a ($p = .031$), T3 - T5a ($p = .015$), sekä T4 - T5a ($p = .032$) välillä. Lisäksi rANOVA:ssa ilmeni tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus *mittauskertta x oppimistyyli x lajikanta* ($F(4, 24) = 3.97, p = .013, \eta_p^2 = .398$), jonka post hoc -tarkastelussa toiselta oppineiden HCR-rottien ajan väliseinällä havaittiin vähentyneen merkitsevästi mittausten T3 - T5a ($p = .014$) sekä T4 - T5a ($p = .019$) välillä (kuvio 5).

Koska rANOVA:n oletus varianssien yhtäsuuruudesta rikkoutui, väliseinän läheisyydessä vietetyn ajan muuttujaa testattiin Friedmanin testillä. Myös tässä toiselta oppivien HCR-rottien muutos osoittautui tilastollisesti merkitseväksi ($\chi^2(4) = 11.467, p = .022$), mutta toisin kuin rANOVA:ssa Wilcoxonin testin mukaan merkitsevä muutos näillä rotilla ilmeni mittausten T3 - T2 välillä ($Z = -2.023, p = .043$) (kuvio 5).

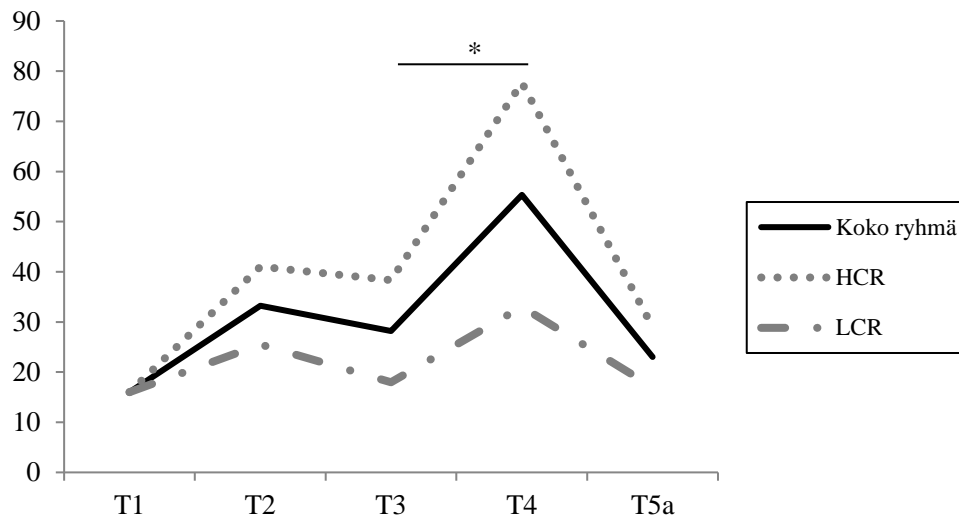


KUVIO 5. Väliseinän läheisyydessä vietetyn ajan (s) keskiarvot ja niiden muutokset eri osatekijöiden jakamissa ryhmissä, sekä yhdysvaikutuksen *mittauskerta x oppimistyyli* (toiselta oppineet¹) ja *mittauskerta x oppimistyyli x lajikanta* (toiselta oppineet HCR-rotat^{2, 3}) tilastolliset merkitsevyydet näissä ryhmissä tapahtuneissa muutoksissa, rANOVA/Friedman

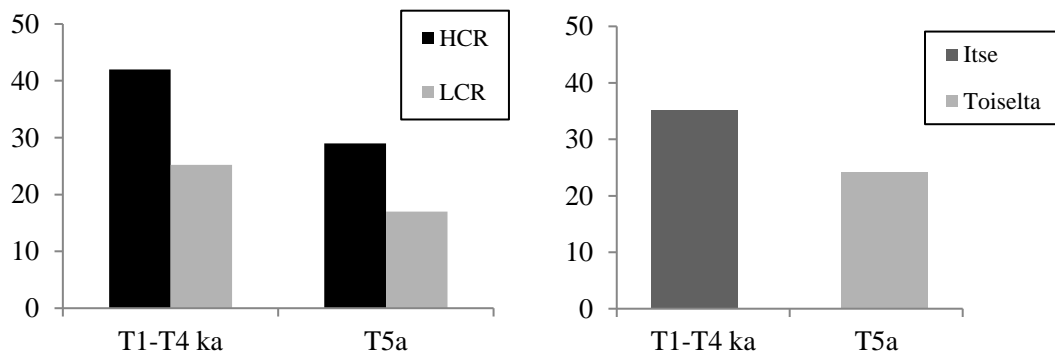
Pelletit. Virhevarianssitestissä oletus yhtäsuuruudesta jäi voimaan kaikissa mittauksissa. Sen sijaan mittauskertojen varianssien sfäärisysoletus rikkoutui ($W = .000, \chi^2(9) = 0.00, p < .05, \epsilon = .382$), eli tuloksia tulkitessa käytettiin Huynh-Feldtin korjattuja F-arvoja. rANOVA osoitti mittauskerralle tilastollisesti merkitsevän omavaikutuksen pellettien lukumäärään ($F(4, 11) = 4.701, p = .018, \eta_p^2 = .610$). Post hoc -testi ei kuitenkaan osoittanut merkitseviä muutoksia ajan suhteen, vaikka pellettimäärien keskiarvot olivat pääsääntöisesti kasvaneet mittaukselta toiselle (kuvio 6). Oppimistyylin suhteen vertailua ei tehty rANOVA:lla, sillä toisilta oppiville toteutettiin vain yksi mittaus. Koska riippuvan muuttujan ryhmissä rANOVA:n oletus varianssien yhtäsuuruudesta rikkoontui, testattiin saatujen pellettien muuttujaa Friedmanin testillä. Poiketen rANOVA:sta, tämä osoitti saatujen pellettien määrän muutoksen tilastollisesti merkitseväksi ($\chi^2(5) = 9.510, p = .05$) koko ryhmän tasolla, ja Wilcoxonin testissä ilmenikin tilastollisesti merkitsevä muutos mittausten T4 - T3 välillä ($Z = -2.075, p = .038$) (kuvio 6).

Tarkastelua saatujen pellettimäärien muuttujassa tehtiin myös t-testeillä, sillä tietoa haluttiin myös ryhmien välisten erojen merkitsevyydestä. Riippumattomalla t-testillä tarkasteltiin HCR- ja LCR-rottien saamien pellettimäärien eroja, kun taas riippuvalla t-testillä toteutettiin vastaava

tarkastelu itsenäisesti ja muilta oppineiden ryhmille. Näissä testeissä mittausten T1-T4 pellettimääristä laskettiin yksi keskiarvo, jota verrattiin mittauksen T5a keskiarvoon. Kummassakaan t-testissä ryhmien erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, vaikka keskiarvojen mukaan HCR-rotat sekä itsenäisesti oppineet olivat saaneet enemmän pellettejä kuin LCR-rotat tai toiselta oppineet (kuvio 7).



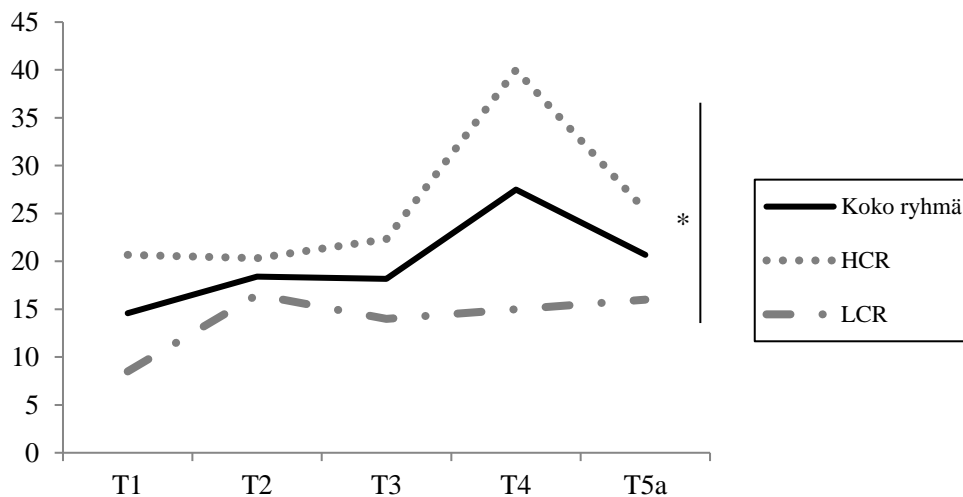
KUVIO 6. Saatu pellettien (lkm.) keskiarvot ja niiden muutokset mittausten välillä, sekä mittauksen tilastollinen merkitsevyys tapahtuneissa muutoksissa (koko ryhmä *), Friedman



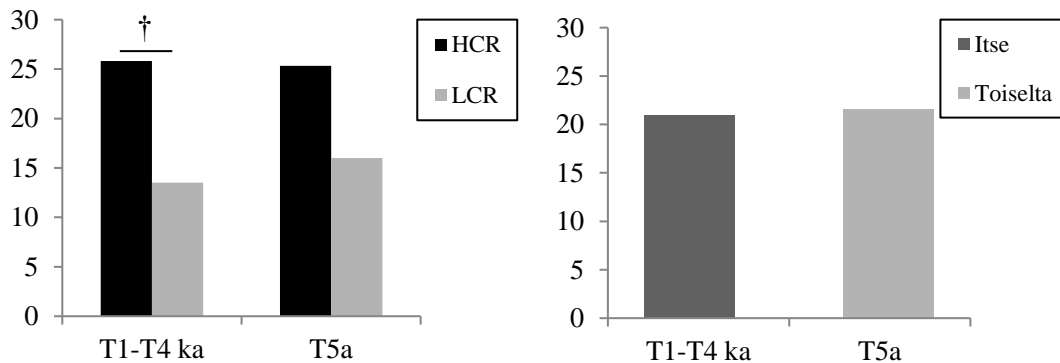
KUVIO 7. Saatu pellettien (lkm.) keskiarvot lajikannan ja oppimistyylin mukaisissa ryhmissä, t-testit

Infrapunaportilla käynnit. Virhevarianssitestin oletus yhtäsuuruudesta jäi voimaan kaikissa mittauksissa. Sen sijaan sfäärisyysoletus osoittautui rikotuksi ($W = .000$, $\chi^2(9) = 0.00$, $p < .05$, $\varepsilon = .569$), joten F-ärvot korjattiin tarvittaessa Huynh-Feldt estimaateilla. rANOVAssa mittauskerralla tai sen yhdysvaikutuksilla lajikannan kanssa ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä infrapunaportilla käynteihin. Sen sijaan rANOVAssa lajikannalla havaittiin tilastollisesti merkitsevä omavaikutus ($F(1, 3) = 12.74$, $p = .038$, $\eta_p^2 = .809$), jonka post hoc -tarkastelusta ilmeni HCR-rottien käyneen LCR-rottia useammin infrapunaportilla ($p = .038$) (kuvio 8).

Koska myös tässä muuttujassa haluttiin tietoa ryhmien välisistä eroista, tarkasteltiin riippumattomalla t-testillä HCR- ja LCR-rottien, ja riippuvalla t-testillä itsenäisesti ja muilta oppineiden käyntejä infrapunaportilla. Myös tässä mittausten T1 - T4 arvoista laskettiin keskiarvo, jota verrattiin mittauksen T5a vastaaviin (kuvio 9). Riippumattomassa t-testissä ilmeni, että HCR-rottien LCR-rottia useammat käynnit mittausten T1 - T4 keskiarvossa olivat tilastollisesti suuntaantava havainto ($t(3) = 3.082, p = .054$). Sen sijaan riippuvan t-testin tuloksissa oppimistyyllillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä portilla käynteihin.



KUVIO 8. Rottien infrapunaportilla käyntien (lkm.) keskiarvot ja niissä tapahtuneet muutokset ajan suhteen, sekä lajikannan (HCR-rotat *) merkitsevyys käyntimäärissä, rANOVA



KUVIO 9. Infrapunaportilla käyntien (lkm.) keskiarvot eri osatekijöiden mukaisissa ryhmissä eri mittaauksilla, t-testit († $p < .10$)

3.2 Ilman viivettä tapahtuva sosiaalinen oppiminen

Tässä mittausten T5b ja T5b2 tarkastelussa oletus rottien sosiaalisesta oppimisesta sai viitteellistä tukea, kun toiselta oppivat ilmensivät itseoppivien mallintamaa käyttäytymistä, sekä osoittivat hieman nopeampaa tehtäväoppimista. Eroja siis ilmeni oppimistyylin sekä lajikannan suhteen, kun

tarkasteltiin muuttujien keskiarvoja ja niiden eroavaisuuksia (taulukot 1 ja 2). Seuraavaksi käydään läpi tarkemmin näitä eroja ja niiden tilastollisia merkitsevyyksiä muuttujakohtaisesti.

Aktiivinen liike. Vaikka keskiarvojen perusteella HCR-rotat olivat LCR-rottia aktiivisempia kummallakin mittauksella, riippumattomassa t-testissä erot eivät muodostuneet tilastollisesti merkitseviksi. Sen sijaan riippumattomassa t-testissä itsenäisesti ja muilta oppineiden aktiivisuusero oli tilastollisesti merkitsevä T5b-mittauksella ($t(4) = 5.54, p = .007$). Tämä osoitti itseoppineiden olleen toiselta oppineita huomattavasti aktiivisempia (korjatut vapausasteet, $F = 32.86, p = .001$). Näiden lisäksi riippuvassa t-testissä toisilta oppivien rottien lisääntynyt aktiivinen liike oli tilastollisesti merkitsevä muutos tarkasteltujen mittausten välillä ($t(3) = -3.203, p = .049$).

Liikkumaton aika. Keskiarvojen havaittiin eroavan toisistaan HCR- ja LCR-rottien, sekä itsenäisesti ja toiselta oppivien osalta, mutta riippumattomassa t-testissä erot eivät näyttäneet tilastollisesti merkitsevinä. Sen sijaan riippuvassa t-testissä itseoppivien paikallaan vietetyn ajan lisääntyminen mittausten välillä oli tilastollisesti suuntaa-antava havainto ($t(3) = -3.010, p = .057$).

Pyrkimykset väliseinän toiselle puolelle. Keskiarvojen mukaan molemmilla mittauskerroilla HCR-rotat olivat pyrkineet LCR-rottia useammin väliseinän toiselle puolelle. Havaituille eroille Mann-Whitney U-testissä ei kuitenkaan ilmennyt tilastollista merkitsevyyttä. Sen sijaan Wilcoxonin testissä havaittiin, että LCR-rottien mittaukselta toiselle lisääntyneet yritykset olivat tilastollisesti suuntaa-antava havainto ($Z = -1.095, p = .068$). Kun vertailtiin itsenäisesti ja toiselta oppineiden keskiarvoja, todettiin, että mittauksella T5b toiselta oppivat ja mittauksella T5b2 itseoppivat olivat pyrkineet useammin väliseinän toiselle puolelle. Mann-Whitney U-testissä ryhmien erot ilmenivät tilastollisesti suuntaa-antavina sekä mittauksella T5b ($U = 2.00, p = .074$) että mittauksella T5b2 ($U = 1.50, p = .058$). Lisäksi Wilcoxonin testistä ilmeni, että itseoppineiden lisääntyneet yritykset olivat tilastollisesti suuntaa-antava ero tarkasteltujen mittausten välillä ($Z = -1.826, p = .068$).

Väliseinän läheisyydessä vietetty aika. Keskiarvallisesti HCR-rotat ja LCR-rotat viettivät yhtä kauan väliseinän läheisyydessä mittauksella T5b, kun taas mittauksella T5b2 LCR-rotat olivat viettäneen siinä enemmän aikaa. Riippumattomassa t-testissä näistä jälkimmäinen osoittautui tilastollisesti suuntaa-antavaksi eroksi ryhmien välillä ($t(6) = -1.966, p = .097$). Vastaavasti riippuvan t-testin tuloksista ilmeni, että itseoppineilla väliseinän läheisyydessä vietetyn ajan lisääntyminen mittausten välillä oli havaintona tilastollisesti merkitsevä ($t(3) = -5.027, p = .015$).

Saadut pelletit. Molemmilla mittauskerroilla HCR-rotat saivat keskiarvollisesti enemmän pellettejä kuin LCR-rotat. Riippumattomassa t-testissä ryhmien välisistä eroista tilastollisesti suuntaantavaksi osoittautui kuitenkin vain jälkimmäinen eli mittaus T5b2 ($t(2) = 3.914, p = .060$). Oppimistyylin mukaan jaettujen ryhmien erojen tarkastelussa ei riippuvan t-testin mukaan ollut tilastollista merkitsevyyttä, vaikka keskiarvojen perusteella voitiin todeta, että itsenäisesti oppineet olivat saaneet enemmän pellettejä kuin toisilta oppineet.

Infrapunaportilla käynnit. HCR-rotat olivat käyneet molemmilla mittauskerroilla LCR-rottia useammin infrapunaportilla, kun tarkasteltiin ryhmien keskiarvoja. Riippumattoman t-testin mukaan havaitut erot sekä mittauksella T5b ($t(2) = 8.22, p = .014$) että mittauksella T5b2 ($t(2) = 21.21, p = .002$) olivat tilastollisesti merkitseviä. Myös itseoppineiden useammat käynnit infrapunaportilla olivat riippuvan t-testin tuloksissa tilastollisesti merkitsevä havainto ($t(3) = 3.576, p = .037$).

3.3 Viiveen yhteys sosiaaliseen oppimiseen

Koska viivästetyn ja viiveettömän sosiaalisen oppimisen välillä ilmeni eroja, haluttiin niitä tarkastella erikseen mittausten T5a ja T5b2 keskiarvojen osalta (taulukot 1 ja 2). Tässä tarkastelussa löydettiin eroavaisuuksia sekä rottien oppimistyylin että lajikannan suhteen eri muuttujissa. Seuraavaksi näitä eroja ja niiden merkitsevyyksiä käsitellään muuttujakohtaisesti tarkemmin.

Aktiivinen liike. Molemmissa mittauksissa HCR-rotat olivat LCR-rottia aktiivisempia. Kuitenkaan riippumattomassa t-testissä nämä erot ei tulleet esiin tilastollisesti merkitsevinä. Vaikka molemmat sekä HCR- että LCR-rotat olivat aktiivisempia mittauksella T5a kuin T5b, nämäkään erot eivät muodostuneet merkitseviksi riippumattomassa t-testissä. Kun verrattiin rottia oppimistyylin suhteen, havaittiin toiselta oppineiden olleen itsenäisesti oppineita aktiivisempia kummallakin mittauksella. Riippumattomassa t-testissä ero rottien aktiivisuudessa oli tilastollisesti merkitsevä vain mittauksella T5a ($t(8) = -10.058, p < .001$). Kun tarkasteltiin tilannetta toiselta oppineilla näiden mittausten välillä, todettiin aktiivisuuden olleen korkeampi mittauksella T5a kuin T5b2. Riippumattomassa t-testissä tämä ero näyttäytyi merkitseväksi ($t(7) = 4.027, p = .005$).

Liikkumaton aika. Vaikka molemmilla mittauksilla LCR-rotat olivat viettäneet enemmän aikaa liikkumatta, riippumattomassa t-testissä erot HCR-rottiin eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Vastaavasti molemmilla mittauksilla itseoppineet olivat viettäneet enemmän aikaa paikallaan, mutta vain mittauksen T5a ero oli riippumattomassa t-testissä tilastollisesti merkitsevä ($t(8) = 3.403, p$

=.009). Kun tarkasteltiin toisilta oppineiden viettämän ajan suhdetta mittausten välillä, ne olivat olleet enemmän paikallaan mittauksella T5a kuin T5b2. Riippumattomassa t-testissä tämä ero näyttäytyi merkitsevänä ($t(7) = 3.371, p = .012$).

Pyrkimykset väliseinän toiselle puolelle. Vaikka kummallakin mittauksella HCR-rotat olivat yrittäneet useammin väliseinän toiselle puolelle, havaitut erot rottien välillä eivät Mann-Whitney U-testissä osoittautuneet tilastollisesti merkitseviksi. Vastaavasti verrattaessa eroja oppimistyyliissä, havaittiin itseoppineiden olleen molemmilla mittauksilla aktiivisempia pyrkimyksissä päästä väliseinän toiselle puolelle. Tosin U-testissä vain mittauksen T5b2 ero oli tilastollisesti suuntaa-antavana ($U = 1.50, p = .057$). Vaikka keskiarvoissa toiselta oppineet olivat useammin yrittäneet väliseinän toiselle puolelle mittauksella T5a kuin T5b2, ero ei ollut U-testissä merkitsevä.

Väliseinän läheisyydessä vietetty aika. Molempien mittausten osalta LCR-rotat olivat viettäneet pidempiä aikoja väliseinän läheisyydessä, vaikkakaan riippumattomassa t-testissä eroille LCR- ja HCR-rottien välillä ei muodostunut tilastollista merkitsevyyttä. Vastaavassa tarkastelussa oppimistyylin suhteen ilmeni, että molemmilla mittauksilla itseoppineet olivat viettäneet pidempiä aikoja väliseinällä. Tosin riippumattoman t-testin mukaan vain mittauksen T5a erot nousivat esille tilastollisesti merkitsevinä ($t(8) = 5.922, p < .001$). Kun tarkasteltiin tilannetta mittausten välillä toiselta oppineilla rotilla, havaittiin niiden viettäneen enemmän aikaa väliseinällä mittauksella T5b2 kuin T5a. Riippumattomassa t-testissä tämä ero ei ilmennyt tilastollisesti merkitsevänä.

Saadut pelletit. HCR-rotat saivat enemmän pellettejä molemmilla mittauskerroilla kuin LCR-rotat. Riippumattomassa t-testissä vain mittauksella T5b2 havaitut ryhmien erot olivat tilastollisesti suuntaa-antavia ($t(2) = 1.028, p = .060$). Oppimistyylin suhteen tätä vertailua ei tehty, sillä mittauksissa oli edustettuna vain toiselta oppineita. Sen sijaan vertailussa mittausten välillä huomattiin pellettien kokonaismäärän olleen suurempi mittauksella T5a, mutta tuo ero mittausten välillä ei muodostunut tilastollisesti merkitseväksi riippumattomassa t-testissä.

Infrapunaportilla käynnit. Molemmilla mittauksilla HCR-rotat olivat käyneet portilla LCR-rottia useammin. Riippumaton t-testin mukaan mittauksen T5a ero oli tilastollisesti suuntaa-antava ($t(8) = 2.176, p = .061$), kun taas mittauksella T5b2 ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($t(2) = 29.00, p < .001$). Myöskään tässä muuttujassa oppimistyylin suhteen vertailua ei toteutettu, sillä mittauksissa oli edustettuna vain toiselta oppivien ryhmä. Sen sijaan vertailussa mittausten välillä huomattiin toisilla oppineilla porttikäyntien olleen suuremmat mittauksella T5a, mutta riippumattomassa t-testissä tuo ero ei muodostunut merkitseväksi.

4 POHDINTA

4.1 Sosiaalinen oppiminen eläinmallissa

Tutkimuksessa tarkasteltiin rottien sosiaalista oppimista, sekä selvitettiin vaikuttavatko rottien mahdolliseen sosiaaliseen oppimiseen niiden lajikanta tai oppimisen viive. Näitä mukailten tutkimushypoteeseja asetettiin kolme. Ensimmäinen liittyi oppimistyyliin, joka oletti toiselta oppivan kykenevän itsenäisesti oppivaa nopeampaan tehtäväoppimiseen. Mikäli tämä osoittautui todeksi, voitiin päätellä sosiaalista oppimista tapahtuneen. Toinen hypoteesi oli lajikannasta olettaen, että HCR-rotat oppivat LCR-rottia vikkelämmin annetun oppimistehtävän. Kolmas hypoteesi käsitteli sosiaaliseen oppimiseen liittyvää viivettä olettaen, että viiveettömän oppimisen ryhmässä ilmeni enemmän sosiaalista oppimista kuin viiveellisessä ryhmässä.

Tutkimuksessa käytettiin 18 rottaurosta, jotka jaettiin satunnaisesti HCR- ja LCR-pareihin. Parien sisällä rottien oppimistyyli valikoitui sattumanvaraisesti, kun toinen toimi havainnollistajana eli itsenäisenä oppijana ja toinen havaitsijana eli toiselta oppijana. Parillistamisen jälkeen rotat testattiin erillisellä testausalueella, joka oli jaettu kahtia läpinäkyvällä muoviseinällä. Toiselle puolelle sijoitettiin oppimistehtävän laitteisto eli herkkuautomaatti sekä sen laukaiseva infrapunaportti, kun taas toinen puoli oli täysin virikkeetön. Tutkimuksessa rottaparien käyttäytymistä ja sen muutoksia havainnoitiin 15 minuuttia kerrallaan, useammalla mittauskerralla. Tutkimus toteutettiin siis toistomittausasetelmana, jossa selvitettiin ajan suhteen tapahtuneita muutoksia rottien käyttäytymisessä. Lisäksi tutkimuksessa toteutettiin ryhmien vertailua yksittäisellä mittauksella, sekä kahden mittauksen välillä. Rottien käyttäytymisestä tarkasteltuja ulottuvuuksia, ja näin ollen analyysissä käsiteltäviä muuttujia olivat rottien aktiivinen liike, paikallaan olo, väliseinän läheisyydessä vietetty aika, yritykset päästä testialueen toiselle puolelle, sekä oppivan rotan käynnit infrapunaportilla ja saatujen herkkupellettien lukumäärä.

Tutkimustulosten perusteella rotat eivät oppineet sosiaalisesti, mikäli niiden oppimista viivästettiin. Vaikka toiselta oppineiden rottien käyttäytymisessä havaittiin muutoksia aiempien ja viimeisen mittauskerran välillä, ne jäivät vain käyttäytymisen tasolla tapahtuneiksi muutoksiksi, kun aktiivinen liikkuminen lisääntyi, sekä väliseinän läheisyydessä vietetty aika ja yritykset päästä väliseinän toiselle puolelle vähentyivät. Sen sijaan toiselta oppivien rottien tehtäväoppiminen ei

ollut nopeampaa kuin havainnollistajina olleiden itsenäisesti oppineiden lajitoverien, kun tarkasteltiin saatujen pellettien määriä ja käyntejä infrapunaportilla.

Vaikka viivästettyä sosiaalista oppimista ei tutkimuksessa ilmennyt, se ei tarkoita, etteikö vuorovaikutuksen kautta tapahtuvalla oppimisella olisi yhteyttä rottien oppimiseen ja käyttäytymisen muutoksiin (esim. Heyes, 2012; Olsson & Phelps, 2007; Terkel, 1995). Syitä, miksi sosiaalista oppimista ei tässä yhteydessä havaittu, voi olla useita. Sosiaalisessa oppimisessa on sentään kyse monisyisestä oppimisprosessista (Lindeyer ym., 2013), johon liittyvät useat eri tekijät.

Esimerkiksi on mahdollista, että tästä tutkimuksesta esitettäviin tuloksiin on vaikuttanut otokseen valikoituneiden rottien yksilöllinen vaihtelu tehtäväsuoriutumisessa (Mesoudi ym., 2016) tai erot saatavilla olevan tiedon hankinnassa, hyödyntämisessä ja/tai muistamisessa (Lindeyer ym., 2013). Koska tutkittujen rottien elinkaaren tapahtumia, kuten aiempia kokemuksia oppimisesta tai mahdollisia stressitekijöitä ei tarkoin tiedetty, eikä niitä täten ollut mahdollista kontrolloida, näiden tekijöiden vaikutusta rottien sosiaaliseen oppimiseen ei voida arvioida. Kysymykset yksilöllisten piirteiden ja aiempien oppimiskokemusten vaikutuksista rottien sosiaaliseen oppimiseen jäävät siis tässä tutkimuksessa vaille vastauksia, ja osoittavat tarvetta jatkotutkimukselle.

On myös mahdollista, että saatuihin tuloksiin ovat vaikuttaneet rottien väliset vuorovaikutussuhteet. Galef ja Whiskin (2008) arvioivat, että eläinlajien vuorovaikutusmallit ja niihin liittyvät lajiyypilliset aspektit voivat huomattavastikin määritellä sosiaaliselle informaatiolle altistumista. Heidän mukaansa esimerkiksi potentiaalisten havaitsijoiden ja havainnollistajien vuorovaikutussuhteiden luonne (esim. sukulainen/ei-sukulainen tai tuttu/vieras) voi ohjata sitä, kuinka paljon informaatiota kokemattomammatt voivat hankkia itseään tietävämmiltä. Esimerkiksi heidän tutkimuksessaan rotat oppivat tehokkaammin tuntemattomilta kuin tutuilta, sillä rotat näyttivät olevan useammin vuorovaikutuksessa tuntemattomien havainnollistajien kanssa. Sinällään tämän havainnollistajan ”tuttuuden” ei pitäisi tässä tutkimuksessa vaikuttaa, sillä tutkitut rotat olivat oletetusti toisilleen tuntemattomia. Toisaalta täyttä varmuutta tälle ei voida taata, koska näillä rotilla oli tehty tutkimuksia jo aiemmin, ja niitä oli käytetty hautomossa. Ei siis voida täysin poissulkea sitä mahdollisuutta, että rotat olisivatkin olleet ”liian tuttuja” toisilleen, mikä sittemmin on vaikuttanut niiden sosiaaliseen oppimiseen tai sen puuttumiseen.

Toisaalta tässä yhteydessä on pohdittava, kuinka koeasetelman muokkaamat olosuhteet ja niiden yhteys eläinten käyttäytymismalleihin ovat voineet vaikuttaa tutkimuksesta saatuihin tuloksiin. Voidaan vain pohtia, millainen vaikutus esimerkiksi rotille laaditulla oppimistehtävällä on ollut saatuihin tuloksiin. Muun muassa Kendal ym. (2010) ovat pohtineet tätä siitä näkökulmasta, että eläimet saattavat turvautua itsenäisesti hankittavaan informaatioon, mikäli

tiedonhankinnan ajalliset ja energiset kulut näyttävät pieninä. Vastaavasti he toteavat monimutkaisemmissa tehtävissä eläinten tukeutuvan informaationhankinnassa sosiaaliseen oppimiseen ja sen adaptiivisuuteen. Toisaalta Reader ja Biro (2010) huomauttavat eläinten saattavan tukeutua laboratorio-olosuhteissa itsenäiseen oppimiseen, vaikka vastaavissa tilanteissa luonnossa ne hyödyntäisivät sosiaalista oppimista. He toteavatkin sosiaalisesti sekä fyysisesti rajoitetumman laboratorioympäristön ohjaavan eläinten käyttäytymistä eri tavalla kuin niiden luontaisten elinympäristöjen, joissa Hoppitt ja Laland (2013) huomauttavat jo havainnollistavien lajitoverien lukumäärän ja sosiaalisen oppimisen vaikutusten olevan usein suuremmat kuin laboratorioskokeissa. Voikin siis olla, että tässä tutkimuksessa rotille asetettu tehtävä on näyttäytynyt helpohkona ja kuluiltaan vähäisenä, jolloin rotat ovat turvautuneet itsenäiseen tiedonhankintaan tarjotusta sosiaalisesta oppimismahdollisuudesta huolimatta. Samoin on yhtä mahdollista, että testauksen aikaiset olosuhteet ja siinä toteutetut menettelyt ovat ohjanneet rottien käyttäytymistä itsenäisempään suuntaan. Tästä johtuen olisikin mielenkiintoista, ja toisaalta tarpeellista tarkastella rottien sosiaalista oppimista uudelleen vastaavanlaisessa koasetelmassa, jossa testausalue muistuttaisi enemmän rottien luontaista elinympäristöä käyttäytymismalleineen ja useampine havainnollistajineen.

Vaikka viivästettyä sosiaalista oppimista ei havaittu, tutkimus ei kumoa, etteivätkö rotat kykenisi oppimaan sosiaalisesti. Tutkimuksessa saatiin suuntaa-antavia viitteitä sosiaalisesta oppimisesta silloin, kun rottien oppimisessa ei ollut viivettä. Osittain nopeampaa tehtäväoppimista siis havaittiin, kun rottien testausalueen puolia vaihdettiin kesken kaiken, ja havaintojana ollut rotta sai yrittää tarkkailemaansa oppimistehtävää välittömästi. Vaikka nämä havainnot on syytä tulkita vain suuntaa-antavina, ne omalla osallaan tukevat ajatusta, että muiden käyttäytymisen havainnointi sekä rottien vuorovaikutusmahdollisuudet lajitoverien kanssa tukevat oppimista, ja helpottavat sitä mahdollistaessaan käyttäytymisen muokkaamisen olosuhteisiin vaaditulla tavalla. Tässä mielessä tehty tutkimus voidaan asettaa samaan linjaan kaikkien niiden tutkimusten kanssa, joissa rottien sosiaalinen oppiminen on voitu osoittaa todeksi (esim. Gariépy ym., 2014; Olsson & Phelps, 2007).

Täysin yksiselitteisistä tuloksista ja havainnoista ei silti ole kyse. Vaikka sosiaalisesta oppimisesta saatiin viitteitä, havaintoihin liittyvän tutkimusasetelmaa ja sen menettelyitä on syytä tarkastella lähemmin. Tässä asetelmassahan rottien testausalueen puolia vaihdettiin kesken mittausjakson, jolloin testausalueita ei desinfioitu ennen rottien asettamista "uusille alueille". Koska rottien tiedetään jättävän hajuja eli olfaktorisia vihjeitä eri paikkoihin lajitoveriensä ohjaamiseksi esimerkiksi hyvälle ravinnonlähteille tai tiettyjen ruokien luokse (Galef & Whiskin, 2008; Gariépy ym., 2014), voi olla, että tuloksissa ilmenneet viitteet sosiaalisesta oppimisesta ovat vain rottien jättämien hajuvihjeiden aikaansaamaa käyttäytymistä. Esimerkiksi Galef (2007) on pohtinut

yhteyttä olfaktoristen vihjeiden ja nuorten rottien oppimisen välillä todeten, että hajuärsykkeet voivat merkittävästi hyödyttää nuoria rottia antamalla näille tarpeellista informaatiota ruoasta ja sen lähteistä ilman omakohtaista tiedonhankintaa. Myös Olsson ja Phelps (2007) toteavat rottien pelkoreaktioiden oppimista käsittelevässä tutkimuksessaan, että sosiaalinen ympäristö ja sen tapahtumien aikaansaamat erilaiset sensoriset, kuten juuri olfaktoriset ärsykkeet ovat tärkeässä roolissa rottien oppimisessa. On siis mahdollista, että tässäkin koeasetelmassa erilaiset hajuvihjeet ovat antaneet havaittajoina olleille rotille oleellista informaatiota oppimistehtävästä, kuten esimerkiksi siitä, kuinka ja mihin testialueella on kuljettava herkkupellettien saamiseksi. Tosin olfaktoristen ärsykkeiden mahdollinen läsnäolo testausalueella ei kumoa sitä, että toisilta oppineilla on ollut myös visuaalisten ärsykkeiden tarjoama informaatiota oppimistehtävästä. Näin ollen ongelmallisimmaksi tässä yhteydessä muodostuu sen arvioiminen, kumpi sensorisista ärsykkeistä vaiko molemmat vaikuttivat tehtyihin havaintoihin sosiaalisesta oppimisesta.

Olfaktoristen ärsykkeiden yhteyttä rottien sosiaaliseen oppimiseen voi jatkaa pohtimalla lyhyesti viivästetyn ja viiveettömän sosiaalisen oppimisen tulosten eroavaisuuksia. Ensiksi mainitussa sosiaalista oppimista ei havaittu toisin kuin jälkimmäisessä, joissa oletettavasti on ollut mukana toisen rotan jättämät hajuvihjeet. Herääkin kysymys siitä, millaisessa roolissa hajuvihjeet ovat rottien oppimisessa. Sinällään tämä herättelee kysymyksen siitäkin, voiko olettaakaan rottien sosiaalisen oppimisen liittyvän vain visuaalisiin tai auditorisiin ärsykkeisiin, kun rottien kuitenkin tiedetään jättävän olfaktorisia vihjeitä. Sen sijaan siis, että pitäisi viiveettömässä asetelmassa hajuvihjeiden mahdollista vaikutusta rottien käyttäytymismuutokseen sosiaalisen oppimisen poissulkevana havaintona, voisi sitä ajatella alleviivaavana havaintona sosiaalisen oppimisen selittävien tekijöiden moninaisuudesta. Tästä pohdinnasta johtaen voikin todeta, että olisi tärkeää pyrkiä jatkotutkimuksissa selvittämään tarkemmin, kuinka erilaiset sensoriset kuten visuaaliset, auditoriset, sekä olfaktoriset ärsykkeet, ja näiden mahdolliset yhdysvaikutukset ovat yhteydessä sosiaaliseen oppimiseen eri eläinlajeilla, ja erityisesti rotilla.

Toisaalta rottien oppimisen tai sen sosiaalisen ulottuvuuden selittäminen yksinomaan erilaisilla sensorisilla ärsykkeillä on oppimisprosessien liiallista yksinkertaistamista, sillä tässäkin tutkimuksessa havaittiin rotan lajikannan olevan yhteydessä niiden käyttäytymiseen ja sen muutoksiin. Lajikannan yhteyttä ilmensi se, kuinka selkeästi aktiivisemmin liikkuneet ja testausaluetta tutkineet HCR-rotat olivat asetetussa oppimistehtävässä ja siinä suoriutumisessa vikkelämpiä kuin vähemmän liikkuneet LCR-rotat. Todennäköisimmin tämä ero selittyy rottien eri tavoin jalostetulla aerobisella kapasiteetilla eli fyysisellä kunnolla, jolla useimmissa tutkimuksissa on havaittu olevan positiivinen yhteys eläimen kognitiivisiin kykyihin, kuten esimerkiksi oppimiseen (esim. Gomes da Silva ym., 2012; Wikgren ym., 2012). Koska hyvän aerobisen

kapasiteetin on havaittu mahdollisesti edistävän esimerkiksi hermoston aktiivisuutta, sekä hapenottokykyä ja hapen käyttöä aivoissa (Wikgren ym., 2012), lähtökohtaisesti hyväkuntoisilla HCR-rotilla on saattanut olla heikkokuntoisempia LCR-rottia paremmat edellytykset hankkia ja omaksua tarvittavat tiedot, sekä ratkaista annettu oppimistehtävä. Toisaalta tässä kohdin on syytä tuoda esiin sekin mahdollisuus, että HCR-rottien LCR-rottia runsaammat pellettimäärät eri mittauksilla saattoivat johtua vain yksinkertaisesti HCR-rottien selvästi aktiivisemmasta liikkumisesta mittausjakson aikana, eikä niiden paremmista oppimiskyvyistä. Koska sen sijaan, että HCR-rotat olisivat viettäneet aikaansa paikallaan, ne tutkivat testausaluetta kokonaisvaltaisesti ja runsaasti. Tästä näkökulmasta katsottuna voi toisaalta pitää myös varsin todennäköisenä, että testausalueen tutkiminen väistämättä johtaa suhteellisen pienellä alueella tehtävän kannalta oleellisten paikkojen ja tilojen hahmottamiseen, sekä infrapunaportilla ja sen läheisyydessä toimimiseen.

Edellä esitettyyn pohdintaan voisi etsiä selityksestä testaamalla, kykenisivätkö huonokuntoisemmat LCR-rotat HCR-rottien tasoiseen oppimiseen eri lajikannan havainnollistajan eli HCR-rotan avustamana. Tämä pohdinta heräsi Saggersonin ja Honeyn (2006) tutkimuksesta, jossa tutkittavien rottien todettiin kopioivan havainnollistajan toiminnan, mikäli havaitsija ja havainnollistaja olivat eri lajikantaa, mutta ei silloin, jos ne olivat samaa lajikantaa. Tosin Saggersonin ja Honeyn (2006) tutkimuksessa kyseessä olivat eri rottalajit, eikä saman lajin eri kannat. Tästä eroavaisuudesta huolimatta, voisi olla antoisaa selvittää esimerkiksi aerobisen kapasiteetin ja toisaalta vain liikkumisen määrän osalta, millaiseksi sosiaalisesti värityneet oppimistulokset muodostuisivat eri lajikannan sisältävillä rottapareilla.

Kun tarkasteltiin oppimisen viiveen yhteyttä rottien sosiaaliseen oppimiseen, havaittiin eroja ryhmien välillä. Viivästetyssä koeasetelmassa toiselta oppineet ilmensivät itsenäisesti oppineiden käyttäytymistä, mutta viiveettömässä tuo käyttäytymisen mallintaminen näyttäytyi selkeämmin ja voimakkaammin. Vaikka viivästetyn koeasetelman toiselta oppineiden voitiin todeta määrällisesti päihittäneen viiveettömän koeasetelman toiselta oppineet lähes kaikissa muuttujissa, on huomioitava, että vertailtavat mittausjaksot olivat eri mittaiset. Mikäli tämä seikka otetaan huomioon ja arvioidaan tuloksia tässä valossa, viiveettömän koeasetelman toiselta oppineiden keskiarvot näyttäytyvät paremmassa valossa osoittaen niiden tehokkaampaa ja nopeampaa tehtäväoppimista. Syy havaituille eroille saattaa löytyä rottien kognitiivisesta kapasiteetista ja sen rajallisuudesta. Voi olla, että viivästettyä sosiaalista oppimista ei havaittu, koska viive oppimisessa oli liian pitkä suhteessa rottien kognitiivisiin kykyihin, kuten muistikapasiteettiin. Kuitenkaan tähän kysymykseen ei tässä tutkimuksessa saada selvyyttä, sillä kognitiivisten mekanismien yhteys rottien sosiaaliseen oppimiseen jäi selvittämättä. Näin ollen

yhtenä jatkotutkimuksellisenä kysymyksenä olisi selvittää, kuinka kognitiiviset mekanismit, ja toisaalta niiden neuraaliset taustatekijät vaikuttavat rottien sosiaaliseen oppimiseen.

Koska tässäkin tutkimuksessa useammalla tekijällä, kuten rotan aerobisella kapasiteetilla ja oppimiseen liittyvällä viiveellä, havaittiin vaikutuksia rottien käyttäytymisen muutoksiin, useamman selittävän tekijän tarkastelu saattaisi tuoda paljon uutta tietoa rottien, ja miksi ei muidenkin eläinlajien sosiaalisesta oppimisesta. Esimerkiksi Gariépy'n ym. (2014) mukaan monitekijäisessä tarkastelussa voisi avautua myös mahdollisuus selvittää, kuinka erilaiset neuraaliset mekanismit tai yksilöiden tiedon hyödyntämisen tavat vaikuttavat sosiaalisesta informaatiosta omaksumiseen, ja onko niillä mahdollisesti yhteyttä erilaisten ärsykkeiden vaikutukseen eläinlajien sosiaalisessa oppimisessa. Toisin sanoen heidän mukaansa sosiaalisen oppimisen tutkimuksen seuraava haaste onkin kehittää monipuolisia eläinmallinnuksia, joissa kokeellisesti voidaan manipuloida erilaisia selittäviä tekijöitä, kuten sensorisia ärsykeitä, sekä tarkastella eri aivoalueiden ja niiden prosessien roolia sosiaalisessa oppimisessa. Näiden lisäksi olisi hyvä toteuttaa enemmänkin kokeellisia tutkimusasetelmia, joissa tiettyä sosiaalisen oppimisen ilmiötä tarkastellaan sekä laboratoriossa että eläimen luonnollisissa elinympäristöissä. Toisaalta voisikin olla hyvin hedelmällistä liikkua pois päin parillistamisesta, ja yrittää sen sijaan selvittää ryhmien välistä sosiaalisen oppimista (Reader & Biro, 2010).

4.2 Tutkimuksen haasteet ja vahvuudet

Tehty tutkimus on validi sekä reliaabeli, mutta siitä raportoidut havainnot ja tulokset eivät edusta absoluuttista totuutta rottien sosiaalisesta oppimisesta tai siihen vaikuttaneesta oppimisen viiveestä tai rottien lajikannasta. Esitettyihin tuloksiin ja niistä tehtyihin tulkintoihin on syytä suhtautua suuntaa-antavina ja ilmiötä kuvaavina, sillä tällä tutkimuksella oli omat haasteensa.

Yksi haasteista oli tutkimuksen koeasetelma traditionaalisuudestaan huolimatta. Tässä yhteydessä voi esimerkiksi spekuloida, olisiko saatu erilaiset tutkimustulokset, mikäli päätökset koeasetelmasta ja tutkimuksen toteuttamisesta olisivat olleet toisenlaiset. Esimerkiksi tämä tutkimus ei voi ottaa kantaa, kuinka useamman havainnollistavan rotan malli, rottien yhteinen häkkiasutus tai erilainen oppimistehtävä vaikuttavat rottien sosiaalisen oppimisen ilmenemiseen. Toisaalta tässä jää vastauksetta sekin, millaiseksi tulokset olisivat muotoutuneet, mikäli rottia olisi testattu luontaisemmissa ympäristöissä useamman havainnollistajan läsnä ollessa tai isommissa ryhmissä.

Tutkimuksen toiseksi haasteeksi voidaan osoittaa tutkimuksen aineisto. Koska tutkimuksessa käytettiin varsin pientä otosta, tutkimustuloksia ei voida yleistää kuvaamaan kaikkia

rottapopulaatioita ja niiden sosiaalisesti värittyä käyttäytymistä. Toisaalta myös aineiston heterogeenisyys eli yksinomaan urosrottia sisältävä otos heikentää tulosten yleistettävyyttä, sillä on mahdoton sanoa, miten tässä saadut tulokset kuvaavat esimerkiksi naarasrottien tai sekakoosteisten ryhmien sosiaalista oppimista. Lisäksi otokseen valikoituneiden rottien ikäkaala oli suppea jättäessään nuoremmat sekä vanhemmat yksilöt otoksen ulkopuolelle, minkä vuoksi tulosten yleistettävyys rajautuu entisestään.

Kolmantena haasteena tutkimukselle voidaan nimetä toteutettujen mittauskertojen vähäisyys. Vaikka mittauksia tutkimuksessa toteutettiin useampia, ei voida täysin poissulkea sitä, että muutaman mittauskerran lisäämisellä olisi saatu erilaiset tulokset molempien sosiaalisen oppimisen tapojen suhteen. Erityisesti viiveetön sosiaalinen oppiminen ansaitsisi suurempaa huomiota kuin mitä se tässä tutkimuksessa sai osakseen.

Edellä esitetyistä haasteista huolimatta, tutkimuksella on vahvuutensa. Yhtenä voidaan pitää tutkimuksen antamaa tietoa rottien sosiaalisesta oppimisesta ja sen tekijöistä. Toisaalta vahvuus on myös sen esille nostamat uudet kysymykset ja pohdinnat sosiaalisesta oppimisesta. Lisäksi yhtenä vahvuutena voidaan mainita tutkimuksen asettuminen samaan linjaan muiden vastaavien tutkimusten kanssa, sillä tämäkin antoi osviittaa siitä, kuinka rotat oppivat lajitoverinsa mallintamasta käyttäytymisestä ja sen lopputuloksista. Samalla tehty tutkimus antaa vahvistuksensa sille, minkä vuoksi parillistamista hyödyntävä koeasetelma on saanut traditionaalisen aseman eläinten sosiaalisen oppimisen tutkimuksessa. Toisaalta tutkimus toi esille muiden tavoin, kuinka kokeellisissa sosiaalisen oppimisen tutkimuksissa voisi hyödyntää muita, traditionaalisemmasta asetelmasta poikkeavampia asetelmia.

4.3 Lopuksi

Eläinten sosiaalista oppimista on tutkittu jo pidemmän aikaa. Vaikka tänä aikana tutkimusfokus sekä mielenkiinnonkohteet ovat vaihdelleet, tiedon välittyminen eläinten välillä havainnoinnin tai vuorovaikutuksen kautta on pystytty osoittamaan todelliseksi ilmiöksi (esim. Heyes, 1994; Kendal, 2015). Sosiaalinen oppiminen ei ole siis yksinomaan ihmisen tapa oppia ja muokata käyttäytymistä, vaan myös useat eläinlajit oppivat toisilta saadusta tiedosta. Tiedosta, jonka hyödyntämisen taito on yhteydessä eri tekijöihin, kuten esimerkiksi luonnonvalintaan, sekä yksilöiden väliseen sosiaaliseen dynamiikkaan ja eri vuorovaikutustekijöihin.

Tämän tutkimuksen anti sosiaalista oppimista selittävien tekijöiden joukkoon on se, että oppimiseen liitetty viive sekä aerobinen kapasiteetti ovat ainakin suuntaa-antavasti yhteydessä

rottien sosiaaliseen oppimiseen. Näistä tehdyt havainnot, sekä toisaalta niiden varjolla avoimeksi jääneet kysymyksetkin ovat osaltaan alleviivaus sille, että sosiaalinen oppiminen on monimutkainen ilmiö, myös rotilla. Ja jotta tätä sosiaalisten vaikutteiden värittämää oppimista olisi mahdollista ymmärtää kokonaisvaltaisemmin, tämän tutkimuksen loppusanoina rohkaistaan tekemään eläinten sosiaalisen oppimisen tutkimusta vieläkin monipuolisemmin ja useista eri näkökulmista.

LÄHTEET

- Aoki, K., & Feldman, M. W. (2014). Evolution of learning strategies in temporally and spatially variable environments: A review of theory. *Theoretical Population Biology*, *91*, 3-19. doi: 10.1016/j.tpb.2013.10.004
- Bacalu, F. (2013). The Mechanisms of Social Learning. *Contemporary Readings in Law and Social Justice*, *5*(2), 195-200.
- Brown, M. F., Knight-Green, M. B., Lorek, E. J. jr., Packard, C., Shallcross, W. L., Wifall, T., Price, T., & Schumann, E. (2008). Social working memory: Memory for another rat's spatial choices can increase or decrease choice tendencies. *Learning and Behavior*, *36*(4), 327-340. doi: 10.3758/LB.36.4.327
- Galef, B. G., & Laland, K. N. (2005). Social Learning in Animals: Empirical Studies and Theoretical Models. *BioScience*, *55*(6), 489-499. doi: [http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0489:SLIAES\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0489:SLIAES]2.0.CO;2)
- Galef, B. G. (2007). Social Learning by Rodents. Teoksessa: J. Wolff & P. W. Sherman. *Rodent Societies: An Ecological & Evolutionary Perspective* (s. 207-215). Chicago: University of Chicago Press.
- Galef, B. G., Dudley, K. E., & Whiskin, E. E. (2007). Social learning of food preferences in 'dissatisfied' and 'uncertain' Norway rats. *Animal Behavior*, *75*, 631-637. doi: 10.1016/j.anbehav.2007.06.024
- Galef, G. G., & Whiskin, E. E. (2008). 'Conformity' in Norway rats?. *Animal Behavior*, *75*, 2035-2039. doi: 10.1016/j.anbehav.2007.11.012
- Galef, G. G., & Whiskin, E. E. (2009). Effectiveness of familiar kin and unfamiliar nonkin demonstrator rats in altering food choices of their observers. *Animal Behavior*, *76*, 1381-1388. doi: 10.1016/j.anbehav.2008.07.004

- Gariépy, J-F., Watson, K. K., Du, E., Xie, D. L., Erb, J., Amasino, D., & Platt, M. L. (2014). Social learning in humans and other animals. *Frontiers in Neuroscience*, 8(58). doi: 10.3389/fnins.2014.00058
- Griffin, A. S. (2004). Social learning about predators: A review and prospectus. *Learning & Behavior*, 32, 31-140. [viitattu: 9.5.2016]. Saatavissa: <http://link.springer.com/article/10.3758/BF03196014>
- Gomes da Silva, S., Unsain, N., Masco, D. H., Toscano-Silva, M., de Amorim, H. A., Silva Araujo, B. H., Simoes, P. S., da Graça Naffah-Mazzacoratti, M., Mortara, R. A., Scorza, F. A., Cavaleiro, E. A., & Arida, R. M. (2012). Early exercise promotes positive hippocampal plasticity and improves spatial memory in the adult life of rats. *Hippocampus*, 22(2), 347-358. doi: 10.1002/hipo.20903
- Heyes C. M. (1994). Social learning in animals: Categories and mechanisms. *Biological Reviews*, 69, 207-231. doi: 10.1111/j.1469-185X.1994.tb01506.x
- Heyes, C. M. (2012). What's Social About Social Learning?. *Journal of Comparative Psychology*, 126(2), 193-202. doi: 10.1037/a0025180
- Hoppitt, W. J. E., & Laland, K. N. (2008). Social Processes Influencing Learning in Animals: A Review of the Evidence. *Advances in the Study of Behavior*, 38, 105-165. doi: 10.1016/S0065-3454(08)00003-X
- Hoppitt, W., & Laland K. N. (2013). *Social Learning: An introduction to mechanisms, methods, and models*. Princeton: Princeton University Press.
- Kendal, R. L., Coolen, I., van Berken, Y., & Laland, K. N. (2010). Trade-Offs in the Adaptive Use of Social and Asocial Learning. *Advances in the Study of Behavior*, 35, 333-379. doi: 10.1016/S0065-3454(05)35008-X
- Kendal, R. L. (2015). Social Learning and Culture in Nonhuman Organisms. *International Encyclopedia of the Social & Behavioural Sciences (Second Edition)*, 22, 401-408. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.81043-0>
- Knapska, E., Mikosz, M., Werka, T., & Maren, S. (2010). Social modulation of learning in rats. *Learning & Memory*, 17, 35-42. doi: 10.1101/lm.1670910

- Laland, K. N. (2004). Social Learning Strategies. *Learning & Behavior*, 32(1), 4-14. doi: 10.3758/BF03196002
- Lindeyer, C. M., Meaney, M. J., & Reader, S. M. (2013). Early Maternal Care Predicts Reliance on Social Learning About Food in Adult Rats. *Developmental Psychobiology*, 55(2), 168-175. doi: 10.1002/dev.21009
- Lonsdorf, E. V., & Bonnie, K. E. (2010). Capturing Social Learning in Natural Contexts: Opportunities and constraints when studying social learning: Developmental approaches and social factors. *Learning & Behavior*, 38(3), 195-205. doi: 10.3758/LB.38.3.195
- Masuda, A., & Aou, S. (2009). Social Transmission of Avoidance Behavior under Situational Change in Learned and Unlearned Rats. *Plos One*, 4(8), 1-7. doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0006794>
- Mesoudi, A., Chang, L., Dall, S. R. X., & Thornton, A. (2016). The Evolution of Individual and Cultural Variation in Social Learning. *Trends in Ecology & Evolution*, 31(3), 215-225. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2015.12.012>
- Metsämuuronen, J. (2009). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä: Tutkijalaitos*, 4. laitos. Helsinki: International Methelp.
- Nielsen, M., Subiaul, F., Galef, B., Zentall, T., & Whiten, A. (2012). Social Learning in Humans and Nonhuman Animals: Theoretical and Empirical Dissections. *Journal of Comparative Psychology*, 126(2), 109-113. doi: 10.1037/a0027758
- Olsson, A., & Phelps, E. A. (2007). Social learning of fear. *Nature Neuroscience*, 10(9), 1095-1102. doi: 10.1038/nn1968
- Reader, S. M., & Biro, D. (2010). Experimental identification of social learning in wild animals. *Learning & Behavior*, 38(3), 265-283. doi: 10.3758/LB.38.3.265
- Rendell, L., Fogarty, L., Hoppitt, W. J. E., Morgan, T. J. H., Webster, M. M., & Laland, K. N. (2011). Cognitive culture: theoretical and empirical insights into social learning strategies. *Trends in Cognitive Science*, 15, 68–76. doi: 10.1016/j.tics.2010.12.002
- Rescorla, R. A. (1988). Behavioral studies of Pavlovian conditioning. *Annual Review of Neuroscience*, XI, 329-352. doi: 10.1146/annurev.ne.11.030188.001553

- Saggerson, A. L., & Honey, R. C. (2006). Observational learning of instrumental discriminations in the rat: The role of demonstrator type. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(11), 1909-1920. doi: 10.1080/17470210600705032
- Terkel, J. (1995). Cultural Transmission in the Black Rat: Pine Cone Feeding. *Advances in the Study of Behaviour*, 24, 119-154.
- Webster, M. M., & Ward, A. J. (2011) Personality and social context. *Biological Reviews*, 86, 759-773. doi: 10.1111/j.1469-185X.2010.00169.x
- White, D. J. (2004). Influences of social learning on mate-choice decisions. *Learning & Behavior*, 32, 105-113. doi: 10.3758/BF03196011
- Wikgren, J., Mertikas, G. G., Raussi, P., Tirkkonen, R., Äyräväinen, L., Pelto-Huikko, M., Koch, L. G., Britton, S. L., Kainulainen, H. (2012). Selective breeding for endurance running capacity affects cognitive but not motor learning in rats. *Physiology & Behavior*, 106(2), 95-100. doi: 10.1016/j.physbeh.2012.01.011
- Zentall, T. R. (2002). A Cognitive Behaviorist Approach to the Study of Animal Behavior. *The Journal of General Psychology*, 129(4), 328-363. doi: 10.1080/00221300209602102