

Norsujen älykkyys ja sosiaalinen elämä:
evoluutioekologinen näkökulma

Kasper Keränen

LuK-tutkielma
Biologian tutkinto-ohjelma, ekologia
Oulun yliopisto
Elokuu 2023

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	3
1. Johdanto.....	4
2. Eläinten kognition tutkimus.....	5
2.1. Norsujen aivojen anatomian yhteydet kognitiivisiin toimintoihin.....	5
2.2. Mitä älykkyys on ja miten sitä voidaan arvioida ja tutkia?.....	8
3. Norsujen kognitiiviset toiminnot ja sosiaalinen toiminta.....	10
3.1. Muisti.....	10
3.2. Tietoisuus.....	10
3.3. Työkalujen valmistus ja käyttö.....	11
3.4. Ajattelu- ja ongelmanratkaisukyky.....	12
3.5. Viestintäjärjestelmä.....	13
3.6. Sosiaalisuus ja altruismi.....	14
3.7. Suru ja empatia norsuilla.....	16
4. Norsujen älykkyyden ja yhteisöelämän evoluutioekologia.....	17
4.1. Norsujen evoluutiohistoria lyhyesti.....	17
4.2. Älykkyyden evoluutio eläinkunnassa.....	18
5. Yhteenveto ja pohdinta.....	20
6. Lähdeluettelo.....	21

Tiivistelmä

Nykyisistä maaeläimistä kolmella norsulajilla on suurimmat aivot. Aivojen rakenteista aivokuori, ohimolohkot, pikkuaivot ja hajuepiteeli ovat norsuilla erityisen suuret ja kehittyneet. Norsujen aivojen hermosolujen kokonaismäärä on kolminkertainen ihmisen aivoihin nähden, mutta niiden jakautumisessa aivojen osien välillä on suuria eroja. Rakenteelliset yhtäläisyydet paremmin tutkittujen, älykkäinä pidettyjen nisäkkäiden välillä viittaavat myös älykkään käyttäytymisen konvergenttiin evoluutioon näissä toisilleen evoluutiivisesti kaukaisissa nisäkäsryhmissä.

Erilaiset älykkyyden määritelmät korostavat esimerkiksi eläinyksilön ongelmanratkaisukykyä, sen kykyä ymmärtää asioiden välisiä suhteita sekä kykyä käyttää omia vahvuuksiaan ja opittuja, monimutkaisia käyttäytymismalleja sopeutuakseen ympäristöön. Älykkyyttä ei voida mitata suoraan, mutta sen arvioimiseen on kehitetty useita mittareita, kuten enkefalisaatio-osamäärä. Eläinten älykkyyden tutkimus perustuu sekä luonnonvaraisten ja vankeudessa elävien eläinten käyttäytymisen havainnointiin että kokeellisten asetelmien käyttöön.

Norsuja pidetään isojen ihmisapinoiden ja valaiden tavoin erittäin älykkäinä nisäkkäinä, vaikka niiden älykkyydestä onkin kertynyt tutkimuksien tekniseen toteutukseen liittyvien vaikeuksien takia vähemmän tutkimustietoa. Tähänastisten tutkimusten perusteella ne ovat tietoisia itsestään, valmistavat ja käyttävät työkaluja, tekevät yhteistyötä toistensa kanssa, viestivät monipuolisesti keskenään ja elävät monimutkaisissa yhteiskunnissa. Erityisesti norsujen ajattelu- ja ongelmanratkaisukykyä koskevat tutkimustulokset viittaavat pitkälle erikoistuneeseen älyyn. Yleinen uskomus norsujen muistin erinomaisuudesta on saanut vahvistusta tieteellisestä tutkimuksesta. Poikkeuksellisia piirteitä norsujen sosiaalisessa käyttäytymisessä ovat monikerroksisin ihmisen ulkopuolelta tunnettu yhteiskuntarakente, kohdennetun auttamisen yleisyys sekä niin sanotut “kuolemanrituaalit”.

Norsueläinten alkukoti on sademetsissä, mikä on vaikuttanut nykyisten norsujen kognitiivisten toimintojen kehitykseen. Pitkälle erikoistuneen älyn arvellaan kehittyneen eräissä eläinkunnan kehityslinjoissa vasteena ympäristön haasteisiin, kuten ravinnon löytämiseen. Nykyisten norsujen ja ihmisen kantamuodot ovat levittäytyneet metsistä avoimille savanneille suunnilleen samaan aikaan, mikä lienee vaikuttanut samanlaisten käyttäytymispiirteiden, kuten työkalujen käytön ja monimutkaisen sosiaalisuuden ilmaantumiseen molemmissa kehityslinjoissa.

1. Johdanto

Norsut (Elephantidae), nykyisistä maaeläimistä suurimmat, elävät Saharan eteläpuolisessa Afrikassa ja Aasian eteläosissa Intiasta Indonesiaan ja Sri Lankasta Kiinan eteläosiin ulottuvalla alueella. Niitä pidetään ekosysteemi-insinööreinä, joilla on merkittävä rooli esimerkiksi sademetsien ja savannien kasvien siementen levittäjinä ja avoimen, harvapuustoisien savannibiomin ylläpitäjinä (Garstang 2015). Suuren kokonsa ohella ne ovat tunnettuja sosiaalisuudestaan ja älykkyydestään, vaikka aihetta on alettu tutkia vasta suhteellisen hiljattain (Plotnik ym., 2010).

Eläinten älykkyyden tutkimus on vuosikymmenten kuluessa kehittynyt omaksi tieteenalaksi ja tuottanut erityisesti viime vuosina runsaasti uutta tietoa. Eräs alan kehityssuunnista on ollut tutkimuksen laajentuminen isojen ihmisapinoiden (Hominoidea) ulkopuoliseen eläinkuntaan. Jo 1900-luvun alussa alkaneen ihmisapinoiden älykkyyden, tietoisuuden ja sosiaalisen elämän tutkimuksen on toivottu valottavan erityisesti ihmisen (*Homo sapiens*) kognitiivisten kykyjen ja sosiaalisuuden evoluutiota (Telkänranta 2015). Vuosikymmenten varrella niiden käyttäytymisestä onkin kertynyt enemmän tutkimustietoa kuin monista muista lajeista, minkä vuoksi niitä on myös perinteisesti pidetty kaikkein ”kehittyneimpinä” eläiminä ihmisen jälkeen (Telkänranta 2015).

Nykykäsityksen mukaan keskushermoston ja monimutkaisten, opittujen käyttäytymismallien evoluutio on edennyt eläinkunnassa erityisen pitkälle paitsi ihmisapinoissa, myös eräissä kookkaissa papukaijoissa, varislinnuissa (Corvidae), hammasvalaissa (Odontoceti) ja norsuissa. Tämän työn tavoitteena on selvittää, mitä norsujen kokemusmaailmasta, sosiaalisuudesta ja älykkyydestä tiedetään tällä hetkellä. Kuinka älykkäitä norsut ovat? Millaisia ovat niiden yhteiskunnat? Miten niiden älykkyys on kehittynyt? Norsujen sosiaalisen ja kognitiivisen toiminnan tutkimuksella on merkitystä paitsi ihmisen kognitioiden ja sosiaalisuuden ymmärtämisessä, myös esimerkiksi vankeudessa elävien norsujen hyvinvoinnin parantamisessa ja luonnonvaraisten populaatioiden suojelemisessa. Kaikkien kolmen norsulajin uhanalaisuus ja niiden merkitys Afrikan ja Aasian ekosysteemien hyvinvoinnille ja maiden talouksille lisää luonnonvaraisia norsuja koskevan tutkimustiedon tarvetta.

Suurin osa saatavilla olevasta luonnonvaraisia norsuja koskevasta tutkimustiedosta on kertynyt Afrikassa eläviä savanninorsuja (*Loxodonta africana*) tutkimalla. Vielä 2000-luvun alussa afrikkalaiset norsut luokiteltiin yhdeksi lajiksi, joka jaettiin kahteen alalajiin, savanni-

eli pensasnorsuksi (*L.africana africana*) ja metsänorsuksi (*L.africana cyclotis*). Sittemmin DNA-tutkimukset ovat osoittaneet kahden alalajin väliset geneettiset erot aiemmin oletettua suuremmiksi, minkä vuoksi metsänorsu (*L.cyclotis*) luokitellaan nykyisin omaksi lajikseen (Georgiadis ym.,2001; Roca ym.,2001). Koska Afrikan savannien norsuista tiedetään enemmän kuin muista norsulajeista, suurin osa tässä esitellyistä tutkimustuloksista koskee tarkasti ottaen niitä. Useat tutkimustulokset koskevat toisaalta norsuja yleisellä tasolla, minkä vuoksi tekstissä ei aina erotella eri norsulajeja. Näissä tilanteissa niihin viitataan “norsuina” tai “norsulajeina”.

Tämä tutkielma on aihetta käsittelevän kirjallisuuden pohjalta laadittu kirjallisuuskatsaus. Tutkielman alkupuoli keskittyy norsun aivojen anatomiaan ja siihen, miten aivojen eri rakenteet liittyvät eläimen ulospäin havaittavaan käyttäytymiseen. Lisäksi käydään läpi joitain esitettyjä määritelmiä älykkyydelle, sekä tapoja arvioida ja tutkia älykkyyttä. Pääosa tekstistä esittelee tähänastisia tutkimuksia ja niistä saatuja tuloksia, joita pidetään todisteina norsujen pitkälle erikoistuneesta älystä ja monimutkaisesta sosiaalisesta järjestelmästä. Teksti etenee “alemmista” kognitiivisista toiminnoista, muistista ja tietoisuudesta korkeampiin, kuten ajattelu- ja ongelmanratkaisukykyihin sekä viestintään. Samalla se etenee norsun sisäisestä kokemusmaailmasta ulkoapäin havaittavissa olevaan älykkääseen käyttäytymiseen, ja yksilötasolta norsuyhteisön sosiaaliseen vuorovaikutukseen. Älykkyyden, kuten minkä tahansa eläinten käyttäytymisen ja fysiologian piirteen ymmärtäminen edellyttää evoluutioekologista lähestymistapaa. Tämän vuoksi tekstin loppupuoli keskittyy norsueläinten ja niiden älykkyyden evoluutioon. Se esittelee lyhyesti norsujen evoluutiohistoriaa tarkastellen myös niiden älykkyyttä evoluutiobiologisessa kontekstissa. Lopuksi esitetään, kuinka nykyihmisen evoluutiohistorian tunteminen saattaa tarjota selityksen nykyisten norsujen älyn evoluutiolle. Vertailu toisiin, usein tarkemmin tutkittuihin lajeihin ja lajiryhmiin toimii punaisena lankana kautta tekstin.

2. Eläinten kognition tutkimus

2.1 Norsujen aivojen anatomian yhteydet kognitiivisiin toimintoihin

Kaikista nykyisistä maaeläimistä kolmella norsulajilla on suurimmat aivot. Aivojen massa on keskimäärin 4,77 kiloa, noin nelinkertaisesti ihmisen aivoihin verrattuna. Aivojen koossa on lajien- ja sukupuoltenvälistä vaihtelua. Savanninorsujen aivot ovat keskimäärin suuremmat kuin aasiannorsuilla, ja uroksilla on keskimääräisesti suuremmat aivot kuin naarailla (Holdrege 2001). Kokoon suhteutettuna aivot ovat kuitenkin varsin pienet, sillä niiden massa

on vain noin 0,08 prosenttia eläimen kokonaismassasta. Vertailun vuoksi ihmisen aivojen osuus kokonaismassasta on keskimäärin 2 prosenttia (Holdrege 2001).

Eräs suuntaa antava tapa arvioida yksilöllisen oppimisen merkitystä eläimen käyttäytymisessä on verrata vastasyntyneen aivojen massaa aikuisen yksilön aivoihin. Lisäksi voidaan tarkastella nuoren yksilön aivojen kypsyminen vaatimaa aikaa. Vastasyntyneen norsun aivot ovat noin $1/3$ - $1/2$ aikuisen aivojen massasta, ja aivot saavuttavat lopullisen kokonsa norsun ollessa noin 15-vuotias. Vastasyntyneen ihmisen aivot puolestaan ovat noin neljänneksen aikuisen aivojen koosta, ja aivot kasvavat noin 16-17-vuotiaiksi asti. Ihmisellä aivojen hitaan kypsyminen ja poikkeuksellisen pitkän lapsuuden arvellaan olevan yhteydessä opittujen käyttäytymismallien suureen merkitykseen yksilön elämässä. Vastasyntyneen norsun aivojen pieni koko ja hidaskypsyminen viittaavat siihen, että opituilla käyttäytymismalleilla on suuri merkitys myös norsujen käyttäytymisessä. (Garstang 2015; Hart ym., 2001).

Pelkkä aivojen absoluuttinen koko ei kuitenkaan vaikuttaisi olevan sinänsä ratkaisevaa eläimen käyttäytymisen monimutkaisuuden kannalta. Suuriaivoisten nisäkkäiden lisäksi jopa monilla hyönteisillä, kuten kimalaisilla (*Bombus sp.*), on vaatimattoman kokoisista aivoistaan huolimatta esimerkiksi kyky ylläpitää monimutkaisia sosiaalisia rakenteita sekä yllättävän kehittynyt oppimiskyky (Chittka ja Niven 2009; Loukola ym., 2017). Hyönteisten kognitiiviset kyvyt ja pienet aivot kyseenalaistavat ajatuksen, jonka mukaan aivojen absoluuttisen koon kasvaessa eläimen käyttäytymisestä tulisi monimutkaisempaa. Vaikuttaa siltä, että huomattavasti pienempikin aivojen kokonaismassa ja hermosolujen eli neuronien määrä mahdollistaa varsin monimutkaisetkin tiedonkäsittelyprosessit (Chittka ja Niven 2009). Myöskään aivojen suhteellinen koko ei vaikuttaisi korreloivan eläimen älykkyyden kanssa merkittävästi. Esimerkiksi papukaijalinnuilla (*Psittaciformes*) ja variksilla on sekä absoluuttisesti että suhteellisesti varsin pienet aivot, mutta silti niiden käyttäytyminen perustuu paljolti yksilölliseen, elinikäiseen oppimiseen (Valste 2012). Luonnollisesti nämä havainnot herättävät kysymyksen siitä, mihin eläin oikeastaan tarvitsee isoja aivoja. Suuret aivot vaikuttaisivat olevan ainakin osaltaan seurausta siitä, että biofyysisten rajoitteiden, kuten solun aineenvaihdunnan nopeuteen liittyvien vaatimusten, vuoksi norsujen ja valaiden kaltaisten suurten eläinten neuronien täytyy olla pienempien eläinten neuroneita suurempia. Tämä selittänee osaltaan, miksi suurilla eläimillä on tyypillisesti suuremmat aivot kuin pienemmällä eläimillä (Chittka ja Niven 2009; Valste 2012). Aivojen kokoa ratkaisevampaa

monimutkaisen käyttäytymisen kannalta vaikuttaisikin olevan esimerkiksi tiettyjen aivoalueiden kehittyneisyys ja niiden yhteistyö.

Norsuilla monet aivojen rakenteista ovat suurempia kuin muilla nisäkkäillä. Aasiannorsun (*Elephas maximus*) aivokuori on suurempi kuin millään muulla maaeläimellä. Erityisesti neokorteksi, joka yhdistetään ihmisen tietoiisiin päättely- ja ajatustoimintoihin, on suuri ja monimutkainen (Hart ym., 2001). Voimakkaasti poimuuntunut aivokuori on tyypillinen rakennepiirre älykkäinä pidettyjen nisäkkäiden aivoissa. Se mahdollistaa suuremman neuronien määrän mahtumisen aivokoppaan, minkä on havaittu jossain määrin korreloivan älykkyyden kanssa. Yleensä myös tietyn aivojenosan suuri koko korreloi positiivisesti sen sisältämien neuronien määrän kanssa. Suuri koko, neuronien määrä ja poimuuntuneisuus auttavat päättämään aivojen rakenteiden toiminnan merkitystä eläimen kognitioissa eli tiedonkäsittelyssä ja käyttäytymisessä. Esimerkiksi hajukäämin suuri koko on yhteydessä norsun kehittyneeseen hajuaistiin. Pikkuaivojen puolestaan tiedetään liittyvän ihmisillä liikkeiden hienomotoriikkaan, ja norsulla pikkuaivojen kehittyneisyys mahdollistaa kärsän kymmenien tuhansien lihasten tarkan koordinaation (Holdrege 2001). Myös hippokampus on norsujen aivoissa huomattavan suuri ja kehittynyt, käsittäen noin 0,7 % norsun aivojen keskiosien massasta. Ihmisellä vastaava luku on 0,5% (Hakeem ym. muut 2005).

Hippokampus on nisäkkäiden aivojen rakenne, joka liittyy etenkin spatiaalisten muistikuvien syntymiseen (Squire, 2004). Aivokuvantamistutkimuksien perusteella tiedetään, että lontoolaisilla taksikuskeilla, jotka työssään ovat riippuvaisia spatiaalisesta muististaan, on keskimääräistä suurempi hippokampus. Lisäksi hippokampuksen koko korreloi positiivisesti alalla vietettyjen työvuosien kanssa (Maquire ym., 2000). Ihmisen hippokampusta ja muistitoimintoja koskeva tutkimus sekä ihmisen ja norsujen aivojen vertailu viittaa siihen, että norsujen poikkeuksellisen kehittynyt spatiaaliseen muisti liittyy niiden suureen hippokampukseen.

Eläinten kognitiivisten toimintojen fysiologisen taustan päättely voi kohdistua aivojen rakenteiden lisäksi myös solutasolle. Sukkulasolut (eng. Von Economo neuron, spindle neuron) ovat suuria, kaksinapaisia ja soomaltaan värttinänmuotoisia hermosoluja, jotka on yhdistetty korkeisiin kognitiivisiin toimintoihin ja älykkyyteen sekä empatiakykyyn. Niitä pidettiin ihmisapinoiden aivojen erityisominaisuutena ennen kuin niitä löydettiin myös muun muassa belugojen eli maitovalaiden (*Delphinapterus leucas*), miekkavalaiden (*Orcinus orca*) ja ryhävalaiden (*Megaptera novaeangliae*) sekä aasian- ja savanninorsujen aivoista. Koska kädelliset, valaat ja norsut ovat varsin etäistä sukua toisilleen, sukkulasoluja pidetään

todisteena aivojen ja älykkyyden konvergentista evoluutiosta kyseisissä kehityslinjoissa (Hakeem ym.2008). Sittenkin sukkulasoluja on löydetty myös muun muassa virtahevon (*Hippopotamus amphibius*), hevosen (*Equus caballus caballus*), sian (*Sus scrofa domestica*) ja norsujen sukulaisen kalliotamaanin (*Procavia capensis*) aivoista. Empatian liittyminen niin voimakkaasti tiettyihin solutyyppeihin on myös kyseenalaistettu esimerkiksi Calargen ja työryhmän tutkimuksessa, jossa PET-kuvauksessa havaittiin useiden aivoalueiden aktivoitumista empatiakykyä vaativassa tehtävässä (Calarge ym., 2003)

Mitkä siis ovat keskeiset yhtäläisyydet ja erot ihmisen ja norsun aivojen rakenteen välillä? Yhteisiä rakennepiirteitä ovat suuri kokonaismassa, pikkuaivojen ja ohimolohkojen suuri koko, isoavokuoren poimuuntuneisuus sekä sukkulasolujen esiintyminen. Molemmilla lajeilla nuorten yksilöiden aivot ovat varsin pienet, ja saavuttavat lopullisen kokonsa vuosien kuluessa, mikä viittaa opittujen käyttäytymismallien suureen merkitykseen yksilön käyttäytymisessä. Eroja on erityisesti sekä hermosolujen kokonaismäärässä että niiden jakautumisessa eri aivojen osien välillä. Norsun aivojen arvioidaan sisältävän noin 257 miljardia hermosolua, mikä on noin kolme kertaa niin paljon kuin ihmisen aivoissa. 97,5 prosenttia näistä sijaitsee pikkuaivoissa, kun taas aivokuorella neuroneita on vain noin kolmasosa ihmisen aivokuoren neuronimäärästä (Herculano-Houzel ym.2014). Norsun aivokuoren kokonaismassa on noin kaksinkertainen ihmisen aivokuoreen verrattuna. Herculano-Houzel esitti havainnon tukevan hypoteesia, jonka mukaan ihmisen älykkyyden kehityksessä ratkaisevaa on ollut nimenomaan neuronien keskittyminen aivokuorelle, ei niinkään aivojen hermosolujen kokonaismäärän kasvu (Herculano-Houzel ym.2014). On luultavaa, että juuri nämä erot ja yhtäläisyydet aivojen rakenteissa selittävät sekä määrälliset erot että laadulliset yhtäläisyydet norsujen ja ihmisen älykkyydessä ja sosiaalisuudessa (Garstang 2015).

2.2 Mitä älykkyys on ja miten sitä voidaan arvioida ja tutkia?

American Psychology Association (APA) määrittelee älykkyyden yksilöiden väliseksi eroiksi “korkeammassa kognitiivisissa kyvyissä”, joita ovat esimerkiksi monimutkaisien ideoiden ymmärtäminen, ympäristöön sopeutuminen sekä järkeily-, oppimis- ja ongelmanratkaisukyky. Kansainvälisen älykkyydsjärjestön Mensan sivuilla älykkyyttä luonnehditaan niin ikään yksilön kykyä oppia ja ratkaista ongelmia opitun tiedon avulla. Älykkyyden piiriin voidaan luokitella myös kyky hahmottaa asioiden välisiä suhteita ja muita abstrakteja aiheita, sekä yksilön kyky tunnistaa, käyttää ja kehittää omia kykyjään. Shoshanin ja Eisenbergin esittämä määritelmä puolestaan korostaa yksilön kykyä kohdata uusia ja

ennakoimattomia tilanteita ja sopeutua niihin tehokkaasti (Shoshani ja Eisenberg 1982; Holdredge 2001). Voidaan sanoa, että eri älykkyyden määritelmät korostavat yhteneväisesti samoja älykkyyteen liittyviä kognitiivisia toimintoja ja havaittavia käyttäytymismalleja.

Älykkyyttä ei voida suoraan mitata, mutta arvioida kyllä. Koska WAIS:n (Weschler Adult Intelligence Scale) kaltaisilla älykkyytstesteillä ja niistä saatavalla yksilön älykkyyttä arvioivalla älykkyydosamäärällä (eng.intelligence quotient, lyh.IQ) ei voida arvioida muiden lajien älykkyyttä, tutkijoiden on täytynyt kehittää uusia indikaattoreita muiden eläinlajien tutkimiseksi. Esimerkiksi enkefalisaatio-osamäärä (eng.ecephalization quotient, lyh.EQ) on lukuarvo, joka lasketaan jakamalla eläimen aivojen havaittu massa eläimen ruumiinkoon perusteella lasketun aivojen massan odotusarvolla, joka puolestaan perustuu verrokkilajin aivojen massan lineaariseen regressioon. EQ-arvo 1 tarkoittaa sitä, että eläimen aivojen massa ei poikkea ruumiin koon perusteella lasketusta arvosta. Vastaavasti $<EQ1$ tarkoittaa odotettua pienempiä aivoja, ja $>EQ1$ odotettua kookkaampia aivoja. Yleistäen voidaan todeta, että lukua 1 suuremmat EQ-arvot korreloivat monimutkaisen, yksilöllisen oppimiseen perustuvan käyttäytymisen, toisin sanoen älykkyyden, kanssa. Esimerkiksi älykkäinä pidettyjen norsujen EQ-luku vaihtelee välillä 1,13-2,36, savanninorsun keskimääräisen EQ:n ollessa 1,88 ja aasiannorsun 2,14. (Garstang 2015).

Eläinten älykkyyttä tutkittaessa voidaan hyödyntää sekä observointia, eli luonnonvaraisina tai vankeudessa elävien eläinten havainnointia tilanteisiin puuttumatta, että kokeellista asetelmaa. Klassisia koeasetelmia ovat esimerkiksi narunvetotehtävät, joilla tutkitaan eläinten ongelmanratkaisu- ja yhteistyökykyä, sekä peilitestit, joilla selvitetään eläinten tietoisuutta. Molempia näistä on hyödynnetty myös norsujen älykkyyttä tutkittaessa. Esimerkiksi suuri koko ja sosiaalisuus kuitenkin hankaloittavat norsujen hoitoa vankeudessa ja niiden käsittelyä koetilanteissa, minkä vuoksi norsuja on tutkittu kokeellisten asetelmien kautta vähemmän kuin monia muita eläimiä (Irie ja Hasegawa, 2009; Plotnik ym., 2010). Norsujen käyttäytymistä koskevaa tutkimustietoa on karttunut myös luonnonvaraisten populaatioiden pitkäaikaisseurannoista, joista tunnetuin ja pisimpään jatkunut lienee Cynthia Mossin vuonna 1975 käynnistämä Kenian Amboselin kansallispuiston savanninorsupopulaation seuranta (Telkänranta 2015; Telkänranta 2016).

3. Norsujen kognitiiviset toiminnot ja sosiaalinen toiminta

Antiikin kreikkalainen filosofi ja luonnontieteilijä Aristoteles (384-322 eaa.) piti norsuja poikkeuksellisen älykkäinä eläiminä, ja nykyisin myös useimmat eläintieteilijät pitävät niitä eräinä maailman älykkäimmistä eläinlajeista. Seuraavaksi esitellään norsujen älykkyyttä koskevia tutkimuksia ja niistä saatuja tuloksia, jotka kertovat näiden eläinten kognitiivisista kyvyistä.

3.1. Muisti

Norsujen erinomainen muisti lienee tunnetuimpia eläimiä koskevista uskomuksista länsimaissa. Sittemmin se on saanut myös tieteellistä tukea. Bates työryhmineen selvitti norsujen kykyä tunnistaa lajitovereitaan virtsan hajusta. Norsujen todettiin kykenevän tunnistamaan tällä tavalla jopa 30 norsuyskilöä. Hajuaistimusten ohella myös äänillä näyttäisi olevan merkitystä yksilöiden tunnistamisessa. McCombin ja työryhmän tutkimus osoitti savanninorsujen kykenevän erottamaan tutut ja tuntemattomat norsut äänten perusteella, sekä tunnistamaan laumaan aiemmin kuuluneet mutta sittemmin siitä lähteneet yksilöt niiden tuottamien äänten perusteella jopa 12 vuoden erossaolon jälkeen (McComb ym 2000). Norsujen pitkäaikainen muisti näyttäisi ulottuvan tätäkin pidemmälle. Kun Yhdysvaltain Tennesseessä sijaitsevassa norsujen turvakodissa asunut Jenny-norsu kohtasi Shirley-nimisen aasiannorsun, molemmat rupesivat äänтелеämään ja koskettelemaan toisiaan kärsillään. Kumpikaan ei vaikuttanut tilanteessa aggressiiviselta, ja ääntely ja kärsien hellät kosketukset ovat tyypillistä luonnonvaraisten norsujen käyttäytymistä niiden kohdatessa tuttuja lajitovereita. Norsujen historian läpikäynti osoitti niiden viettäneen muutaman kuukauden samassa sirkuksessa 23 vuotta aiemmin (Garstang 2015). Tutkimukset viittaavat siihen, että norsujen muisti on paitsi pitkä, myös laaja: ne muistavat suuren määrän yksilöitä pitkältä ajalta.

3.2. Tietoisuus

Tässä tutkielmassa tietoisuudella viitataan nimenomaan itsetietoisuuteen, eli yksilön kykyyn ymmärtää itsensä muista yksilöistä ja ympäristöstä erilliseksi entiteetiksi, jolla on oma, itsenäinen kokemusmaailmansa. Eläinten tietoisuutta itsestään on tutkittu erityisesti Gordon Gallupin kehittämällä peilitestillä. Siinä eläimen annetaan ensin tottua ja tutustua peiliin, minkä jälkeen se nukutetaan ja sen ihoon maalataan täplä tai muu selvästi erottuva ja eläimeen kuulumaton kuvio. Mikäli eläin pyrkii koskettamaan peilin edessä itseensä maalattua vierasta merkkiä, sen tulkitaan pystyvän ymmärtämään näkyvänsä itse peilissä sen

sijaan, että se tulkitseisi kyseessä olevan esimerkiksi joku toinen saman lajin yksilö. Tähänastisissa tutkimuksissa on havaittu eri eläinlajien suhtautuvan peiliin hyvin vaihtelevasti. Useimmat käyttäytyvät tilanteessa samoin kuin kohdatessaan lajitoverin. Esimerkiksi taistelukalakoiras (*Betta splendens*) reagoi ensin lajityypillisin uhkauselkein ja lopulta hyökkäämällä peilikuvansa kimppuun toistuvasti, kunnes peili otetaan pois akvaariosta tai kunnes kala väsyä (Telkänranta 2015). Sen sijaan osa eläimistä, kuten koira (*Canis lupus familiaris*), kykenee yrityksen ja erehdyksen kautta oppimaan, ettei peilikuva olekaan todellinen. Nekin käyttäytyvät aluksi ikään kuin toisen saman lajin edustajan kohdatessaan. Melko harvat tutkituista eläinlajeista näyttäisivät ymmärtävän peilikuvan liittyvän jotenkin niihin itseensä. Tällöin eläin pyrkii koskettamaan vierasta merkkiä ihossaan, turkissaan tai höyhenissään. Lisäksi se saattaa käyttäytyä kokeilevasti peilin edessä, esimerkiksi käänällä päätään, taivuttaa kärsäänsä tai sukia itseään. Osa eläimistä käyttää myös peiliä esimerkiksi tarkastellakseen normaalisti näkymättömiä ruumiinosiaan. Tähän joukkoon kuuluvat muun muassa isot ihmisapinat, pullokuonodelfiini (*Tursiops truncatus*), harakka (*Pica pica*) ja aasiannorsu (Telkänranta 2015). Norsujen kyky tunnistaa itsensä peilistä havaittiin ensi kertaa newyorkilaisessa Bronxin eläintarhassa toteutetussa tutkimuksessa. Kokeessa Happy-nimisen aasiannorsun havaittiin toistuvasti koskettavan kärsällään maalattua valkoista X-kirjainta ohimollaan. Tulos oli merkittävä, sillä aiemmin toteutettujen kokeiden perusteella norsuja oli pidetty kyvyttöminä tunnistamaan itsensä peilistä ihmisapinoiden tavoin. Tässä kokeessa ratkaisevaa oli nimenomaan tätä tarkoitusta varten teetetyn hyvin suuren, 2,5 m x 2,5 m kokovartalopeilin käyttö. Lisäksi eläimet saivat ennen varsinaista koetta tutustua peilin toimintaan. Tutkimuksessa mukana ollut Frans de Waal pitää tulosta todisteena konvergentista evoluutiosta norsujen ja kädellisten sosiaalisessa älykkyydessä, joka lienee yhteydessä molempien lajien monimutkaisiin yhteisöihin, joissa esiintyy laumanjäsenten välistä yhteistyötä (Plotnik ym., 2010; Telkänranta 2015)

3.3. Työkalujen valmistus ja käyttö

Norsujen tiedetään käyttävän luonnosta löytyviä objekteja sellaisenaan esimerkiksi rikkossaan sähköaitoja sekä lajinsisäisissä yhteenotoissa. Ne voivat esimerkiksi pudottaa puunrunkoja tai kiviä sähkölankojen päälle tai heittää oksia, luita ja muita esineitä toisiaan ja jopa ihmisiä kohti yllättävän tarkasti (Garstang 2015; Holdrege 2001). Sekä aasiannorsujen että savanninorsujen on havaittu myös valmistavan työvälineitä vankeudessa ja/tai luonnossa. Aasiannorsujen tyypillisin työkalu on eräänlainen kärpäslätkä, jota norsu käyttää karkottaakseen hyönteisiä niistä ruumiinosistaan, joihin se ei muuten yltäisi. Aluksi norsu

valitsee puusta pitkän, lehtevän oksan. Liian pitkän oksan se katkaisee kärsänsä ja jalkojensa avulla vääntämällä. Tarvittaessa se karsii oksasta vielä turhat sivuhaarat. Sitten norsu ottaa tyvenpuoleisesta päästä kiinni kärsällään ja alkaa huiskia sillä karpäsiä iholtaan (Hart ym., 2001). Savanninorsun on puolestaan havaittu valmistavan puunkaarnasta tulpan, jolla se peitti kaivamansa juomapaikan estääkseen veden haihtumisen ja toisten eläinten vierailut juomapaikalla. Norsu irrotti puusta palan kaarnaa, jonka se muotoili poskihampaillaan pyöreäksi, asetti sen kuoppaan ja peitti tulpan hiekalla. Palatessaan kuopalle juomaan norsu kaapi ensin hiekan pois kärsällään ja irrotti tulpan (Holdrege 2001).

Norsujen työkalujen valmistaminen ja käyttö perustuvat geneettiseen perimään ohjautuneiden synnynäisten käyttäytymismallien sijasta opittuun taitoon. Tämän vuoksi jopa samassa perheryhmässä vain osa norsuista valmistaa karpäslätkiä ja osa ei. Esimerkiksi Hartin ja työryhmän tutkimassa 34 norsun luonnonvaraisessa laumassa kahdeksan yksilön havaittiin käyttävän ja valmistavan karpäslätkiä (Hart ym., 2001). Työkalujen käyttö mahdollistaa osaltaan norsujen kehittyneen ongelmanratkaisukyvyyn, jota käsitellään seuraavaksi.

3.4. Ajattelu- ja ongelmanratkaisukyky

Kenian Amboselin kansallispuistossa elävien savanninorsujen on havaittu kykenevän luokittelemaan paikalliset ihmisväestöt erilaisiin alakategorioihin eri ryhmien norsuille aiheuttaman vaaran perusteella. Bates työryhmineen käytti kokeessaan kolmea vaatekappaletta, jotka erosivat toisistaan ainoastaan hajun perusteella. Näistä yksi oli hajuton verrokkikappale, kahdesta muusta toinen käsiteltiin maasai-kansaan kuuluneen henkilön ominaishajulla ja toinen kamba-kansaan kuuluneen henkilön ominaishajulla. Kukin näistä vaatekappaleista esiteltiin norsuille, ja ainoastaan maasain tuoksuisen vaateen havaittiin herättävän norsuissa pelkoa ja aggressiota. Maasait ovat paimentolaisia, jotka päätyvät etenkin kuivien kausien aikana toisinaan väkivaltaisiin yhteenottoihin norsujen kanssa, mistä johtuen paikalliset norsut pelkäävät heitä ja reagoivat heidän läsnäoloonsa useimmiten piiloutumalla tai toisinaan aggressiivisesti. Kambat puolestaan ovat maanviljelijöitä, joista ei ole suurta vaaraa norsuille (Bates ym., 2007; Garstang 2015).

Plotnik työryhmineen (2010) tutki aasiannorsujen yhteistyökykyä koeasetelmalla, joka alun perin kehitettiin kädellisten tutkimusta varten 1930-luvulla. Kokeessa kaksi eläintä tavoittelee ruokapalkintoa kannattelevaa koria tai muuta alustaa, jonka ympäri kulkee köysi, joka on viritetty niin, että eläimet pääsevät herkkuihin käsiksi vain, jos kumpikin niistä vetää omasta köydenpäästään samaan aikaan. Tällaisella asetelmalla on tutkittu muun muassa mustavaristen (*Corvus frugilegus*), kea-papukaijojen (*Nestor notabilis*), simpanssien (*Pan*

trogodytes) ja aasiannorsujen kykyä ymmärtää tavoitteellisen yhteistyön merkitys ongelmatilanteessa (Heaney ym., 2017; Seed ym., 2008). Plotnikin ja työryhmän kokeessa kaikki tutkituista kahdestatoista norsusta oivalsivat ruokapalkinnon saamisen edellyttävän yhteistyötä lajitoverin kanssa. Lisäksi ne oppivat yrityksen ja erehdyksen kautta, että myöhässä tulevaa kumppania kannattaa odottaa ja että mikäli toinen köydenpäistä on niiden ulottumattomissa, kummankaan ei kannata vetää köydestä, vaikka se olisi aiemmin tuottanutkin tulosta. Kaksi norsua yllättivät Plotnikin työryhmineen keksiessään köydenvetotehtävään ratkaisuja, joita edes tutkijat itse eivät olleet ottaneet huomioon suunnitteluvaiheessa. Toinen niistä keksi painaa omaa köydenpäätänsä jalallaan ja antaa kumppanin tehdä fyysinen työ herkkujen saamiseksi. Toinen puolestaan keksi odottaa kumppanin vapauttamista ennen köysien luokse menemistä. Koe osoitti norsujen pystyvän simpanssien tavoin oppimaan toimimaan yhteistyössä tehtävässä, jossa ruokapalkinnon saaminen edellyttää kahden norsun tarkasti koordinoitua yhteistyötä. Lisäksi koe osoitti norsujen kykenevän oppimaan ymmärtämään, miten tällainen niille luonnostaan täysin vieras koeasetelma toimii, mitä voidaan pitää eräänä selkeimmistä osoituksista näiden eläinten älykkyydestä.

3.5. Viestintäjärjestelmä

Norsujen kuuloalue on laajimpia tutkituista nisäkkäistä. Heffnereiden tutkima aasiannorsunaaras pystyi kuulemaan voimakkuudeltaan 60 desibelin ääniä, joiden taajuus vaihteli 17 hertsistä 10500 hertsiin (Heffner ja Hefner 1982; Heffner ja Heffner 1984). Matalimmat näistä äänistä alittavat ihmisen kuuloalueen, jonka alaraja on 20 hertsiä (Soltis 2010). Näillä infraäänillä on suuri merkitys norsujen viestinnässä (Garstang 2015; Telkänranta 2015). Äänten lisäksi norsujen viestintä perustuu erilaisiin hajusignaaleihin ja elekieleen, jossa norsu ilmaisee tunnetilojaan esimerkiksi kärsän, pään ja korvien asennoilla (Garstang 2015). Norsujen viestintäjärjestelmää pidetään yhtenä eläinkunnan monimutkaisimmista, ja osa tutkijoista pitää sitä jopa alkeellisena kielenä tai kielen esiasteena (Garstang 2015).

Aasian- ja savanninorsut kuuluvat esimerkiksi harmaapapukaijan (*Psittacus erithacus*), lyyrypyrstön (*Menura novaehollandiae*) ja maitovalaan ohella niihin eläimiin, jotka osaavat matkia ääniä (Cruickshank ym., 1993; Dalziel ym., 2012; Ridgway ym., 2012).

Matkimiskykynsä ja älyllisen joustavuutensa ansiosta ne voivat oppia oman viestintäjärjestelmänsä lisäksi myös muiden lajien käyttämiä viestintäjärjestelmiä.

Sveitsiläisessä eläintarhassa on raportoitu samassa aitauksessa aasiannorsujen kanssa eläneen

savanninorsun oppineen matkimaan aasiannorsujen lajityypillisiä sirkuttavia ääniä ja käyttäneen niitä viestiessään aasiannorsujen kanssa (Garstang 2015). Eteläkorealaisessa Everland-teemapuistossa elävä Kosik-niminen aasiannorsu puolestaan on oppinut matkimaan hoitajiensa yksittäisiä koreankielisiä sanoja, kuten sanat “hyvä”, “kyllä”, “ei” ja “istu”. Kosik tuottaa äänet työntämällä kärsänsä suuhunsa ja heiluttamalla sitä hengittäessään samalla ulos. Äänet syntyvät siis samoin kuin ihmisen viheltäessä (Stoeger ym., 2012).

Edellä kuvatut esimerkit osoittavat, että norsujen viestinnässä ei ole kyse ainoastaan tiedostamattomista, geneettiseen informaatioon koodatuista toimintatavoista, vaan se sisältää ongelmanratkaisun ja työkalujen käytön tavoin myös paljon sellaista, joka on seurausta yksilöllisestä oppimisesta. Monimutkainen viestintäjärjestelmä on paitsi todiste norsujen erikoistuneesta älystä, myös merkittävä tekijä niiden monikerroksisessa sosiaalisessa järjestelmässä, jota käsitellään seuraavaksi.

3.6. Sosiaalisuus ja altruismi

Kaikki norsulajit ovat ihmisapinoiden tavoin erittäin sosiaalisia. Ne elävät lähisukuisten naaraiden ja niiden poikasten muodostamissa laumoissa, joiden koko vaihtelee muutamasta jopa sataan yksilöön. Laumaa johtaa iäkkäin ja kokoinein naarasnorsu, matriarkka.

Norsulaumassa poikasista huolehtiminen perustuu emon ja poikasen naaraspuolisten sukulaisten, kuten isoäitien, tätien ja serkkujen, yhteistyöhön (eng.allo-mothering). Naaraat pysyvät samassa laumassa usein koko ikänsä, kun taas urokset jättävät lauman tultuaan sukukypsiksi noin 12-15-vuotiaina. Nuoret urokset muodostavat usein pieniä, muutaman yksilön ryhmiä, joihin voi kuulua myös vanhempia uroksia (Irie ja Hasegawa, 2009).

Älykkäimmät nisäkäslajit elävät usein niin sanotuissa fissio-fuusio-yhteiskunnissa. Ne koostuvat lukuisista pienistä ydinryhmistä, kuten perheistä, jotka ajoittain liittyvät yhteen toisten samanlaisten ryhmien kanssa, muodostavat yhä suurempia ryhmiä yhdistymällä muiden yhdistyneiden ryhmien kanssa, ja niin edelleen. Ryhmät myös hajoavat pienempien osaryhmien erotessa toisistaan. Yhteisöt pitävät usein erossa ollessaankin yhteyttä toisiinsa esimerkiksi (infra)äänten avulla. Fissio-fuusioyhteiskunnissa eläviä lajeja ovat muun muassa molemmat simpanssilajit, pullokuonodelfiini ja kaskelotti. Eläinkunnan monimutkaisimpana sosiaalisena rakenteena ihmisen yhteiskuntien jälkeen pidetään kuitenkin savanninorsujen fissio-fuusio-yhteiskuntia, joissa on neljä organisaatiotasoa. Savanninorsujen laumat siis jakautuvat alaryhmiin, jotka jakautuvat edelleen alaryhmiin, jotka vielä kerran jakautuvat alaryhmiin. Ryhmät viettävät suurimman osan ajasta hajaantuneina erilleen savanneille, mutta liittyvät silloin tällöin yhteen. Kuivakauden aikainen ravinnon ja veden niukkuus

hajottaa ryhmiä, matriarkan kuoleman kaltaiset vastoinkäymiset puolestaan saavat aikaan ryhmien kerääntymistä yhteen (Telkänranta 2016)

On hyvin mielenkiintoista, että eläminen fissio- ja fuusioyhteiskunnissa on ilmaantunut useassa nisäkkäiden kehityslinjassa toisistaan riippumatta, ja vieläpä suhteellisen samankaltaisena. Erityisen kiehtovaa on norsujen ja kaskelottien yhteiskuntien samanlainen rakenne. Molempien yhteiskunnat ovat monikerroksisia, naaraiden alenevan polven mukaisesti rakentuvia järjestelmiä. Molempien lajien urokset elävät yksin tai pienissä ryhmissä, jotka pitävät yhteyttä naaraiden ryhmiin paitsi kiima-aikana, myös sen ulkopuolella. Erojakin luonnollisesti on. Norsuilla organisaatiotasoa on enemmän kuin kaskeloteilla, ja norsu-urokset ja niiden ryhmät pitävät yhteyttä myös keskenään, eivät siis ainoastaan naaraisiin (Telkänranta 2016). Suurimpana erona simpanssien (*P. troglodytes*) ja norsujen laumojen välillä voitaneen pitää norsujen keskinäisten suhteiden rauhallisuutta ja yksilöiden välisen väkivallan rajoittumista lähes täysin urosten välisiin kamppailuihin lisääntymisvalmiista naaraista. Simpansseilla puolestaan laumahierarkia on monien muiden eläinten hierarkiaa selvästi tiukempi, ja yksilöiden välinen väkivaltainenkin kilpailu on suhteellisen yleistä. Voidaan sanoa, että norsujen perheyhteisöt muistuttavat enemmän bonobojen eli kongonsimpanssien (*P. piniscus*) rauhallisia yhteisöjä (Telkänranta 2016).

Monimutkainen yhteiskuntarakente ei ole ainoa poikkeuksellinen piirre norsujen sosiaalisuudessa muihin eläinlajeihin verrattuna. Monilla eläinlajeilla, esimerkiksi isorotilla (*Rattus rattus*), ruskohyeeenoilla (*Hyaena brunnea*), vampyyrilepakoilla (*Desmodus rotundus*) ja korpeilla (*Corvus corax*), esiintyy lajitovereiden auttamista esimerkiksi loukkuun jääneen yksilön vapauttamisen tai ruuanjakamisen muodossa (Bartal ym., 2014; Carter ja Wilkinson 2013; Telkänranta 2016). Pulassa olevan yksilön auttamista juuri kyseiseen ongelmatilanteeseen sopivin keinoin sanotaan kohdennetuksi auttamiseksi. Tällainen käyttäytyminen ei rajoitu norsuihin, mutta luonnonvaraisilla norsuilla on dokumentoitu tällaista käyttäytymistä enemmän kuin muilla lajeilla yhteensä. Luonnossa norsujen on havaittu muun muassa irrottavan mutalammikoihin juuttuneita poikasia mudasta, vievän eksyneitä poikasia takaisin emoilleen, kannattelevan sairaita tai loukkaantuneita norsuja pystyssä ja hoitavan metsästäjien haavoittamia kumppaneitaan. Kohdennettu auttaminen ylittää joskus lajirajatkin (Telkänranta 2015 ja 2016). Holdrege (2001) kirjoittaa intialaisesta työnorsusta, joka oli auttamassa paikallisen juhlan valmisteluissa asettamalla paaluja valmiiksi kaivettuihin kuoppiin mahoutin eli norsunajajan ja –kouluttajan ohjauksessa. Erään kuopan reunalla norsu ei laskenutkaan parrua. Kuoppaa tarkastelemaan mennyt mahout

huomasi pohjalla nukkuneen koiran. Norsu suostui laskemaan paalun kuoppaan vasta sitten kun koira oli ajettu pois. Afrikasta puolestaan tiedetään tapaus, jossa kenialaiseen turkana-kansaan kuulunut nainen eksyi kotimatallaan savannilla ja asettui yöksi nukkumaan puun juurelle. Samana yönä paikalle saapui savanninorsulauma, joka peitteli naisen lehdillä ja irtaimella maa-aineksella, pysytellen sitten hänen lähellä koko yön. Seuraavana aamuna nainen löydettiin elossa ja vahingoittumattomana (Garstang 2015).

3.7.Suru ja empatia norsuilla

Sekä ihmiset että muutkin eläimet voivat osoittaa empatiaa. Empatia on kykyä ymmärtää toisen yksilön tuntemuksia. Se vaatii paitsi kykyä kokea tunteita eli emootioita ja ylläpitää kiintymyssuhteita muihin yksilöihin, myös kykyä ajatella yksilön tunteita ja ajatuksia. Empatiaa onkin kuvailtu “järjen ja tunteen liitoksi”. Ymmärrystä siitä, että toisella yksilöllä voi olla erilaiset tiedot, ajatukset ja tunteet kuin itsellä, sanotaan mielen teoriaksi. Mielen teoriaa on tähän mennessä tutkittu esimerkiksi ihmislapsilla, jotka luovat mielen teorian keskimäärin nelivuotiaina, ja korpeilla (*Corvus corax*). Bugnyar tutki, vaikuttaako korppien käyttäytymiseen se, mitä ne uskovat lajitovereiden tietävän. Tutkimuksen perusteella tällä on merkitystä niiden käyttäytymisessä, mikä viittaa korppien kykenevän ajattelemaan toisen yksilön ajatuksia (Bugnyar 2011).

Norsut näyttävät olevan tietoisia toisten yksilöiden tunnetiloista, jotka ne havaitsevat esimerkiksi haju-,kuulo- ja näköaistiensa avulla. Tämä tietoisuus mahdollistaa niille kyvyn lohduttaa kärsivää yksilöä, osallistua tavoitteelliseen yhteistyöhön ja elää sosiaalisessa yhteisössä kymmenien, jopa satojen lajitovereiden kanssa (de Waal 2008; kts. 3.4.Ajattelu- ja ongelmanratkaisukyky). Empatiakykyä pidetään keskeisenä piirteenä norsujen kaltaisten erittäin sosiaalisten eläinten käyttäytymisessä (Byrne ja Bates 2010; Garstang 2015).

Norsujen ohella lajitovereihin kohdistuvaa lohdutuskäyttäytymistä tavataan myös muun muassa kädellisillä, korpeilla, susilla (*Canis lupus*) ja preeriakoirilla (*Cynomys ludovicianus*) (Telkänranta 2015). Norsujen harvinaislaatuinen piirre näyttäisi olevan se, että ne kykenevät tuntemaan empatiaa ja auttamaan jopa toisiin lajeihin kuuluvia yksilöitä (Garstang 2015; Holdrege 2001; Telkänranta 2016).

Mielen teoria ja yleisesti kehittynyt ajattelu- ja empatiakyky mahdollistavat vielä erään norsujen käyttäytymisen poikkeuksellisen piirteen. Monet muutkin eläimet kuin ihmiset ovat kiinnostuneita kuolleista lajitovereistaan, ja eräiden älykkäimpinä pidettyjen lajien käyttäytymismallit kuolleita yksilöitä kohdattaessa ovat hyvin monimutkaisia (Goldenberg ja Wittemyer 2020). Muun muassa norsujen käyttäytymiseen erikoistunut ekologi Cynthia Moss

on havainnoinut norsujen käyttäytymistä laumanjäsenen kuollessa. Eräs Mossin seuraama lauma joutui salametsästäjien kohteeksi. Metsästäjät ampuivat kahta lauman jäsentä, joista toinen kuoli heti ja toinen haavoittui vakavasti. Kaksi norsua, joista toinen oli haavoittuneen yksilön emo, kannatteli sitä pystyssä, kunnes sekin kuoli. Yksilön kuoltuakin muut norsut yrittivät turhaan nostaa sitä pystyyn ja laittaa heinää sen suuhun. Lopulta ne peittivät kuolleen laumanjäsenen lehdillä ja irtaimella maa-aineksella, ja viettivät seuraavan yön kuolleen norsun ruumiin ääressä. Kun lauma jatkoi matkaansa seuraavana aamuna, viimeisenä ruumiin luota poistui kuolleen yksilön emo (Moss 2001).

Norsujen reaktiot niiden kohdatessa kuolleiden lajitovereidensa luita ovat nekin poikkeuksellisia eläinkunnassa. Ne lähestyvät kuolleiden norsujen luita, haistelevat ja koskettelevat niitä. Usein ne nostavat luita ilmaan, pitelevät niitä kärsässä tai jopa astuvat niiden päälle. Norsut vaikuttaisivat keskittyvän erityisesti kalloihin ja syöksyhampaisiin. Sekä tuoreita että kuukausia, jopa vuosia vanhoja jäännöksiä tutkitaan yhtä tarkoin. Koska norsujen tiedetään palaavan samojen luukasojen luokse suorittamaan näitä rituaaleja, voidaan sulkea pois se mahdollisuus, että niiden käyttäytymisessä olisi kyse ainoastaan uusien asioiden löytämisen ilosta. Lisäksi tiedetään, että ainoastaan toisten norsujen luiden kohtaaminen saa aikaan tällaista käyttäytymistä (McComb ym., 2006). Näiden lajitovereiden kuolemaan liittyvien käyttäytymismallien merkitystä ei täysin tunneta, mutta osa tutkijoista pitää norsujen käyttäytymistä ainoana ihmisen suvun (*Homo sp.*) ulkopuolisena esimerkkinä kuolemaan liittyvää ritualistisesta käyttäytymisestä ja kuolleiden lajitovereidensä suremisesta.

4. Norsujen älykkyyden ja yhteisöelämän evoluutioekologia

4.1. Norsujen evoluutiohistoria lyhyesti

Norsueläinten (lahko Proboscidae) alkukoti on Afrikassa, ja ne luokitellaan molekulaaristen todisteiden perusteella Afrotheria- ylälahkoon muiden Afrikassa kehittyneiden nisäkäsluokkien kanssa (Stanhope ym., 1998). Läheisimpien sukulaistensa tamaanien (Hyracoidae) ja seireenieläinten (Sirenia) kanssa ne muodostavat Paenungulata-nimisen ryhmän. Kaukaisempia sukulaisia ovat termiittikaivajat (Tubulidentata), hyppypäästäiset eli sengit (Macroscelididae), tanrekit (Tenrecidae) ja kultakontiaiset (Chrysocloridae) (Tabuce ym., 2008). Fossiiliaineiston perusteella norsueläimet kehittyivät Afrikan trooppisissa ja subtrooppisissa sademetsissä yli 35 miljoonaa vuotta sitten varhaisella eoseenikaudella. Norsueläinten varhais historian aikana Afrikka oli muusta maailmasta eristynyt saarimanner, jonne pohjoisilla mantereilla kehittyneet nisäkäsryhmät eivät kyenneet levittäytymään. Tämän vuoksi norsut voidaan nähdä eräänlaisena afrikkalaisena vastineena pohjoisten

mantereiden kavia- ja sorkkaeläimille, kun taas niiden sukulaisissa on morfologisia ja ekologisia yhtäläisyyksiä esimerkiksi päästäisten (Soricidae), kontiaisten (Talpidae) ja jopa valaiden (Cetacea) kanssa. Afrikan mannerlaatan törmäminen Euraasian kanssa mioseenikaudella noin 20 miljoonaa vuotta sitten mahdollisti norsujen levittäytymisen myös Afrikan ulkopuolelle. Afrikkalaiset norsut erkaantuivat aasialaisista sukulaisistaan noin 7,6 miljoonaa vuotta sitten, savanni- ja metsänorsut toisistaan noin 4 miljoonaa vuotta sitten (Rohland ym. 2007). Norsueläinten evoluution aikana ryhmän edustajien ruumiinkoko on kasvanut alle metrin korkuisista ja 5-6 kilon painoisista varhaisista muodoista 2,4-4-metriisiin ja 3-10-tonnisiin mammutteihin (*Mammuthus sp.*), deinotheriumeihin (Deinotheriidae) ja nykyisiin norsuihin. Ravinnonkäytössä puolestaan havaitaan siirtyminen lehtiin ja muuhun pehmeään, runsasravinteiseen kasviainekseen painottuvasta ravinnonkäytöstä huomattavasti kuluttavampaan ja ravinneköyhempään, mutta generalistisempaan ravinnonkäyttöön, jossa erityisen suuri rooli on ravintoköyhillä heinäkasveilla. Myös keskushermoston ja erityisesti aivojen tiettyjen rakenteiden, kuten aivokuoren, erikoistuminen on merkittävä evolutiivinen trendi norsueläinten kehityslinjassa: norsueläinten EQ-luku on kasvanut 35 miljoonan vuoden kuluessa noin kymmenkertaiseksi (Shoshani ym., 2006). Aistitiedon käsittely sitä vastoin on muuttunut hyvin vähän norsujen sopeutuessa avoimiin habitaatteihin. Tiheissä, hämärissä sademetsissä elävä eläin saattaa saada enemmän ympäristöä koskevaa informaatiota muiden aistiensa kuin näköaistinsa kautta, minkä vuoksi luonnonvalinta suosii toisinaan muiden aistien erikoistumista näön kustannuksella tällaisessa ympäristössä. Tästä syystä nykyistenkin norsujen näköaisti on verrattain heikko varsinkin kirkkaassa päivänvalossa, kun taas kuulo- ja hajuaisti ovat erinomaiset (Garstang 2015).

4.2. Älykkyyden evoluutio eläinkunnassa

Aivot ovat energisesti kallis elin. Esimerkiksi ihmisen aivokuoren solujen aineenvaihdunta kuluttaa 20 prosenttia keuhkojen ottamasta hapesta, vaikka aivot kokonaisuudessaan vastaavat noin kahta prosenttia yksilön kokonaismassasta (Vakharia ym., 2018). Tästä huolimatta metabolisesti vaativiksi ja monimutkaisiksi kehittyneet aivot ovat suhteellisen laajalle levinnyt sopeuma eläinkunnassa, ja muutamassa kehityslinjassa ne ovat erikoistuneet vielä pidemmälle toisistaan riippumatta konvergentin eli samankaltaistuvan evoluution kautta. Useimmiten kirjallisuudessa tällaisiksi mainitaan ihmisapinat, norsut, valaat, papukaijat ja varikset (Telkänranta 2015; Telkänranta 2016).

Miksi aivojen ja älykkyyden evoluutio on edennyt erityisen pitkälle juuri näissä kehityslinjoissa? Älykkyyden kehitystä on pyritty selittämään esimerkiksi morfologisten

piirteiden, kuten tarttumiseen soveltuvien lihaksikkaiden ruumiinosien, avulla. Norsun kärsä ja kädellisten kädet ovat tästä hyviä esimerkkejä. Molemmissa kehityslinjoissa havaittava pikkuaivojen koon ja poimuuntuneisuuden kasvu lienee yhteydessä juuri kärsän ja käden kehitykseen. Pikkuaivojen kehitys mahdollistaa tarttumaelimen paremman hallinnan, minkä ansiosta eläin kykenee muokkaamaan ympäristönsä objekteja esimerkiksi ravinnon saamiseksi ja loisista eroon pääsemiseksi. Mitä enemmän eläin kykenee käyttämään aivojensa muita osia suunnitteluun ja kokeilemisen kautta tapahtuvaan oppimiseen, sitä monimutkaisempia ja “älykkäämpiä” näistä käyttäytymismalleista syntyy (Telkänranta 2016).

Morfologisia piirteitä yleispätevämpi selitys saattaa liittyä yhtäläisyyksiin lajien ekologiassa ja elinkierrossa. Useimmat näistä lajeista ovat kookkaita, verrattain pitkäikäisiä, sosiaalisia ja hitaita lisääntymään. Pitkä sukupolvenväli mahdollistaa osaltaan yksilölliseen kokemukseen perustuvan oppimisen ja opittujen käyttäytymismallien paljouden. Lisäksi ne elävät elinympäristöissä, joissa niiden tarvitsemat resurssit ovat jakautuneet laajalle alueelle epätasaisesti. Norsujen tapauksessa esimerkiksi vesi, suolayhdisteet ja heinäkasveja ravintopitoisemmat hedelmät (muun muassa *Balamites wilsonian* hedelmät) ovat jakautuneet niiden elinympäristössä tällä tavoin (Cochrane 2003; Telkänranta 2016). Luonnonvalinta onkin suosinut erityisesti yksilöitä, joilla on ollut kehittynyt spatiaalinen muisti, ja ajan myötä tämä ominaisuus on yleistynyt norsupopulaatioissa, kun tällaiset yksilöt ovat saaneet keskimäärin enemmän jälkeläisiä kuin huonomuistisemmat yksilöt. Tutkimusten perusteella tiedetään, että kokeneet matriarkat ja niiden johtamat laumat selviytyvät todennäköisimmin kuivakausien yli, jolloin vettä ja ravintoa on niukasti (Foley ym., 2008). Matriarkoilla on myös keskimäärin lauman naaraista suurin lisääntymismenestys eli fitness (McComb ym., 2001). Toinen norsujen poikkeuksellisen muistin evoluutiossa ratkaiseva tekijä on ollut niiden sosiaalisuus ja varsinkin dynaamiset yhteiskunnat, joissa eläminen vaatii niin ikään pitkälle erikoistunutta muistia (Garstang 2015).

Ihmisen älykkyyden evoluutio on eräs kiinnostavimmista kysymyksistä evoluutiobiologiassa ja ihmisen biologiassa. Yhtä lailla kiehtova kysymys on se, kuinka älykkyys on ilmaantunut norsueläinten kehityslinjassa, ja milloin se on tapahtunut. Ihmisen kognitiivisten kykyjen evoluution tutkimuksesta voidaan saada viitteitä siitä, miten älykkyyden evoluutio on saattanut saada alkunsa myös norsujen kehityslinjassa.

Ihmisen evoluutiolinja on erikoistunut liikkumaan kahdella jalalla pystyasennossa, mikä erottaa sen muista kädellisten kehityslinjoista. Fossiiliaineiston perusteella tämä on

tapahtunut noin 5-7 miljoonaa vuotta sitten, kun avoimet ruohotasangot levisivät Afrikassa sademetsien vähentyessä. Potts(1998a;1998b) mukaan juuri tämä ajallisen vaihtelun lisääntyminen on ollut merkittävä ympäristötekijä ihmisen evoluutiossa. Potts esitti, että koska ihminen on varhaisen evoluutiohistoriansa aikana elänyt hyvin erilaisissa ympäristöissä, luonnonvalinta on suosinut adaptiivista joustavuutta, mikä ilmenee ihmisen evoluution tyypillisinä piirteinä, kuten aivojen koon kasvuna, monipuolisena sosiaalisena käyttäytymisenä ja työkalujen käyttönä (Hanski 2007; Potts 1998a;1998b)

Suunnilleen samaan aikaan kun ihmisten sekä simpanssien ja gorillojen kehityslinjat erosivat toisistaan, nykyisten norsujen kehityslinjassa asiannorsut erkaantuivat afrikkalaisista kantamuodoistaan, ja savanni- ja metsänorsut jakoutuivat erillisiksi kehityslinjoiksi. Onkin ehdotettu, että Afrikassa tapahtuneet kasvillisuusmuutokset olisivat aiheuttaneet runsaasti lajiutumisia näissä linjoissa (Rohland ym.2007). Kuten aiemmin on mainittu, näiden muutosten on arveltu olleen merkittävä tekijä ihmisen älykkyyden ja sosiaalisen elämän piirteiden evoluutiossa. Samalla tavalla tietyt nykyisten norsujen neurologiset, kognitiiviset ja sosiaaliset piirteet, kuten esimerkiksi EQ-arvon kasvu (Shoshani ym.2006), muistiin ja tietoihin ajattelu- ja päättelytoimintoihin liittyvien aivoalueiden kehitys, työkalujen valmistus ja monipuolinen sosiaalinen käyttäytyminen, saattavat olla tulosta sopeutumisesta savannielämän haasteisiin, kuten vedensaannin niukkuuteen, ravintokilpailuun Afrikkaan pohjoisilta mantereilta levinneiden sorkka- ja karioeläinten kanssa sekä poikasia saalistavien petojen uhkaan. Niin sanottu savanniteoria (Klein 2009; Potts 1998a;Potts 1998b; Wolpoff 1980; Vrba 1995) saattaa siksi tarjota selitysmallin pitkälle erikoistuneen älykkyyden evoluutiolle myös muissakin kehityslinjoissa kuin omassamme.

5.Yhteenveto ja pohdinta

Älykkyyden evoluutio ihmisessä ja muualla eläinkunnassa on yksi monista evoluutioekologian kysymyksistä, joka kiehtoo yhtä lailla tiedeyhteisöä kuin maallikoitakin. Muiden lajien kognitiivisten kykyjen tutkimus alkoi tutkijoiden halusta ymmärtää ihmisen älykkyyttä ja sen kehityshistoriaa paremmin. Aluksi läheisimpiin evoluutiosukulaisiimme keskittyneen alan tutkimus on sittemmin paljastanut konvergentin ja rinnakkaisen evoluution johtaneen yllättävän samankaltaisiin kognitiivisiin kykyihin ja sosiaalisiin järjestelmiin useissa eläinkunnan kehityslinjoissa, joista monet ovat melko etäistä sukua ihmisapinoille. Esimerkiksi norsujen kyky ratkaista ongelmia, toimia tavoitteellisesti sosiaalisessa yhteisössä ja ymmärtää toisten yksilöiden sisäisen kokemusmaailman ja kuoleman kaltaisia abstrakteja ilmiöitä vaikuttaisi tutkimusten perusteella yltävän suunnilleen samalle tasolle läheisimpien

sukulaistemme kanssa. Ei liene järkevää epäilyä siitä, etteivätkö ne todella olisi itsestään tietoisia älykkäitä eläimiä, joiden kognitiivisissa kyvyissä ja sosiaalisuudessa on enemmän yhtäläisyyksiä kuin eroja omiimme verrattuna. Erotkin ovat lähinnä määrällisiä, eivät niinkään laadullisia (Garstang 2015; Telkänranta 2015).

Norsujen erityispiirteinä eläinmaailmassa voidaan pitää juuri pitkälle erikoistuneen älyn ja poikkeuksellisen myötäelämisen kyvyn yhteistyötä, mikä selittää niiden käyttäytymisen poikkeukselliset piirteet, kuten toisiin lajeihin kohdistuvan empatian, harkittujen auttamisyritysten paljouden ja lajitoverin kuoleman herättämät reaktiot. Vaikka norsut voivat olla ihmisellekin vaarallisia kokiessaan itsensä tai läheisen norsuyskilön uhatuksi, useimmiten ne suhtautuvat ihmisiin varovaisesti tai suorastaan hyväntahtoisesti, mikä ilmenee esimerkiksi niissä tapauksissa, joissa norsut ovat auttaneet pulaan joutuneita ihmisiä (Garstang 2015). Onkin erittäin valitettavaa, että norsupopulaatiot ovat kärsineet lähes kaikkialla elinalueellaan paitsi elinympäristöjen menettämisestä, myös tuhoisasta salametsästyksestä erityisesti norsunluun vuoksi. Kaikki kolme norsulajia ovat uhanalaisia. Savanni- ja aasiannorsut on luokiteltu erittäin uhanalaisiksi (EN), metsänorsu puolestaan äärimmäisen uhanalaiseksi (CR) (IUCN 2022). Ilman välittömiä, tehokkaita suojelutoimia norsujen kehityslinja tuskin selviää ihmisen hallitsemassa maailmassa. Juuri tässä piilee kenties tärkein syy tutkia norsujen ja muidenkin eläinten älykkyyttä. Eläinten käyttäytymistä koskeva tutkimustieto voi auttaa paitsi ihmistä ymmärtämään itseään paremmin, myös auttaa suojelemaan uhanalaisia lajeja, mukaan lukien norsuja, näitä kiehtovia ja älykkäitä jättiläisiä, jotka ilmentävät monia niistä ominaisuuksista, joita eniten arvostamme omassa lajissamme.

6.Lähdeluettelo

Ben-Ami Bartal, I., Rodgers, D. A., Bernardez Sarria, M. S., Decety, J., & Mason, P. (2014). Pro-social behaviour in rats is modulated by social experience. *Elife*, 3, e01385.

Bugnyar, T. (2011). Knower-guesser differentiation in ravens: others' view-points matter. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278 (1705), 634-640.

Byrne, R. W., & Bates, L. A. (2010). Primate social cognition: uniquely primate, uniquely social, or just unique? *Neuron*, 65 (6), 815-830

Calarge, C., Andreasen, N. C., & O'Leary, D. S. (2003). Visualizing how one brain understands another: a PET-study of theory of mind. *American Journal of Psychiatry*, 160 (11), 1954-1964

- Carter, G. G., & Wilkinson, G. S. (2013). Food sharing in vampire bats: reciprocal help predicts predicts donations more than relatedness or harassment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280 (1753), 20122573.
- Chittka, L., & Niven, J. (2009) Are bigger brains better? *Current biology* 19 (21), R995-R1008
- Cochrane, E.P. (2003). The need to be eaten: *Balamites wilsoniana* with and without elephant seed-dispersal. *Journal of Tropical Ecology*, 19(5), 579-589.
- Cruikshank, A.J., Gautier, J.P., & Chappuis, C. (1993). Vocal mimicry in wild African grey parrots *Psittacus erithacus*. *Ibis* 135(3), 293-299.
- Dalziell, A.H., & Magrath, R.D. (2012). Fooling the experts: accurate vocal mimimcry in the song of the superb lyrebird *Menura novaehollandiae*. *Animal behaviour* 83(6), 1401-1410.
- de Waal, F. B. (2008) Putting the altruism back into altruism: The evolution of empathy. *Annu.Rev.Psychol.*, 59, 279-300
- Foley, C., Pettorelli, N., & Foley, L.(2008). Severe drought and calf survival in elephants. *Biology letters*, 4(5), 541-544
- Garstang, M. (2015). *Elephant sense and sensibility:behaviour and cognition*. Academic Press. <https://doi-org.pc124152.oulu.fi:9443/10.1016/C2014-0-02215-0>
- Goldenberg, S.Z, & Wittemyer, G. (2020). Elephant behaviour toward the dead: A review and insights from field observations. *Primates*, 61 (1), 119-128.
- Hakeem, A.Y., Sherwood, C.C., Bonar, C.J., Butti, C., Hof, P.R. & Allman, J.M. (2009). Von Economo neurons in the elephant brain. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 292 (2), 242-248
- Hanski, I. (2007). *Kutistuva maailma: elinympäristöjen häviämisen populaatioekologiset seuraukset*. Gaudeamus Helsinki University press.
- Hart, B.L., Hart, L.A., McCoy, M., & Sarath, C.R. (2001). Cognitive behaviour in Asian elephants: use and modification of branches for fly switching. *Animal Behaviour*, 62 (5), 839-847
- Heaney, M., Gray, R.D., & Taylor, A.H., (2017). Keas perform similarly to chimpanzees and elephants when solving collaborative tasks. *PloS One*, 12(2), e0169799

Heffner, R.S., & Heffner, H.E. (1982). Hearing in the elephant (*Elephas maximus*): absolute sensitivity, frequency discrimination and sound localization. *Journal of comparative and physiological psychology*, 96(6), 926

Herculano-Houzel, S., Avelino-de-Souza, K., Neves, K., Porfirio, J., Messeder, D., Mattos, Feijo, L., ... & Manger, P.R., (2014). *The elephant brain in numbers. Frontiers in neuroanatomy*, 8 (46).

Holdrege, C.(2001). Elephantine intelligence. *The Nature Institute: In Context*, 5(4).

Irie, N., & Hasegawa, T. (2009). Elephant psychology: What we know and what we would like to know. *Japanese Psychological Research*, 51(3), 177-181.

IUCN. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2.

<https://www.iucnredlist.org> . 16.8.2023

Klein, R. G.(2009). *The human career: Human biological and cultural origins*. University of Chigago Press.

Loukola, O. J., Solvi, C., Coscos, L. & Chittka, L. (2017). Bumblebees show cognitive flexibility by improving on an observed complex behaviour. *Science* 355 (6327), 833-836

Maguire, E.A., Gadian, D.G., Johnsrude, I. S., Good, C. D., Ashburner, J., Frackowiak, R.S., & Frith, C. D. (2000). *Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(8), 4398-4403

McComb, K., Baker, L., & Moss, C. (2006). African elephants show high levels of interest in the skulls and ivory of their own species. *Biology Letters*, 2 (1), 26-28

McComb, K., Moss, C., Durant, S.M., Baker, L., & Sayialel, S.(2001). Matriarch as repositories of social knowledge in African elephants. *Science*, 292 (5516), 491-494

McComb, K., Moss, C., Sayialel, S. & Baker, L. (2000). Unusually extensive networks of social recognition in African elephants. *Animal behaviour*, 59 (6), 1103-1109.

Plotnik J.M., Lair R., Suphachoksahakun W, de Waal F. B. M. (2011). Elephants know when they need a helping trunk in a cooperative task. *Proceedings of the National Academy of Science* 19: 3-8

- Plotnik, J.M., de Waal, F.B, Moore III, D., & Reiss, D. (2010). Self-recognition in the Asian elephant and future directions for cognitive research with elephants in zoological settings. *Zoo Biology*, 29 (2), 179- 191.
- Potts, R.(1998). Environmental hypotheses of hominin evolution. *American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists*, 107(S27), 93-106.
- Potts, R.(1998). Variability selection in hominid evolution. *Evolutionary Anthropology: Issues, News and Reviews*, 7(3), 81-96
- Ridgway, S., Carder, D., Jeffries, M., & Todd, M. (2012). Spontaneous human speech mimicry by a cetacean. *Current Biology*, 22(20), R860-R861.
- Roca, A. L; Georgiadis, N.; Pecon-Slattery, J., O'Brien. S. J. (2001) Genetic evidence for two species of elephant in Africa. *Science*. 293 (5534): 1473-1477. [doi:10.1126/science.1059936](https://doi.org/10.1126/science.1059936)
- Rohland, N., Malaspinas, A. S., Pollack, J. L., Slatkin, M., Matheus, P., & Hofreiter, M. (2007). Proboscidean mitogenomics: chronology and mode of elephant evolution using mastodon as outgroup. *PloS biology*, 5(8), e207.
- Seed, A. M., Clayton, N. S., & Emery, N. J. (2008). Cooperative problem solving in rooks (*Corvus frugilegus*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275 (1641), 1421-1429
- Shoshani, J., & Eisenberg, J.F., (1982). *Elephas maximus*. *Mammalian species*, (182), 1-8.
- Shoshani, J., Kupsky, W. J., & Marchant, G.H. (2006). Elephant brain: Part I: Gross morphology, functions, comparative anatomy, and evolution. *Brain research bulletin*, 70(2), 124-157.
- Soltis, J. (2010). Vocal communication in African elephants (*Loxodonta africana*). *Zoo Biology* 29 (2), 192-209.
- Squire, L.R., (2004). Memory systems of the brain: a brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82 (3), 171-177.
- Stanhope, M. J., Waddell, V. G., Madsen, O., De Jong, W., Hedges, S. B., Cleven, G. C., ... & Springer, M. S (1998). Molecular evidence for multiple origins of Insectivora and for a new

order endemic African insectivore mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(17), 9967-9972.

Stoeger, A.S., Mietchen, D., Oh, S., de Silva, S., S, Herbst., C.T., Kwon, S., & Fitch, W.T. (2012). An Asian elephant imitates human speech. *Current Biology* 22 (22), 2144- 2148.

Tabuce, R., Asher, R. J., & Lehmann, T. (2008). Afrotherian mammals: review of the current data. *Mammalia* 72 (1)

Telkänranta, H. (2017). *Millaista on olla eläin?* Suomalaisen kirjallisuuden seura, Helsinki.

Telkänranta, H. (2016). *Eläin ja ihminen-mikä meitä yhdistää?* Suomalaisen kirjallisuuden seura, Helsinki.

Vakharia, K., Shallwani, H., Beecher, J.S., Jowdy, P. K., Levy, E.I. (2018). Endovascular treatment of acute stroke and occlusive cerebrovascular disease. *Principles of Neurological Surgery*, 4, 343-354.

Valste, J. (2012). *Ihmislajin synty*. Suomalaisen kirjallisuuden seura, Helsinki.

Vrba, E. S.(1995). The fossil record of African antelopes (Mammalia, Bovidae) in relation to human evolution and paleoclimate. *Paleoclimate and Evolution, with Emphasis on Human Origins*. Yale University Press, 385-424

Wolpoff, M.H. (1980). *Paleoanthropology*. New York: Knopf