

Käärmettä nopeampi? Pelottaviin ärsykekuviin reagoidaan nopeammin ja suuremmalla käden huippukiihtyvyydellä ainoastaan vetäytymistilanteessa

Jussi Santalahti

Pro Gradu -tutkielma

Psykologian ja logopedian laitos

Psykologia 2021

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu

Turnitin Originality Check -järjestelmällä.

TURUN YLIOPISTO

Psykologian ja logopedan laitos

Jussi Santalahti: Käärmettä nopeampi? Pelottaviin ärsykekuviin reagoidaan nopeammin ja suuremmalla käden huippukiihtyvyydellä ainoastaan vetäytymistilanteessa

Pro Gradu -tutkielma, (33 sivua)

Psykologia

(päivämäärä 11 / 2021)

Tutkimuksessa tarkasteltiin Lynne A. Isbellin esittämää käärmeenhavaitsemisteoriaa. Teorian mukaan varhaisten nisäkkäiden aivojen visuaalisen havaitsemisen mekanismit ovat herkistyneet havaitsemaan evolutiivisesti uhkaavia ärsykeitä ja nimenomaan käärmeillä vaikuttaisi olevan erityisasema uhkaavien ärsykkeiden joukossa. Isbellin teorian mukaan nämä samat visuaalisen havaitsemisen mekanismit vaikuttavat edelleen myös ihmisten visuaalisessa havaitsemisjärjestelmässä. Isbellin teoriaa on tutkittu aikaisemmin erilaisilla reaktionopeuteen perustuvilla visuaalisilla etsintätehtävillä, mutta nykyisessä tutkimuksessa tarkastelemme reaktionopeuden lisäksi kädenliikkeiden huippukiihtyvyyttä. Huippukiihtyvyyden tarkasteleminen aloittaa täysin uuden tutkimuslinjan käärmeenhavaitsemisteorian tarkastelussa. Nykyisessä koeasetelmassa koehenkilöiden reaktionopeutta sekä reaktioiden huippukiihtyvyyttä mitattiin ranteeseen kiinnitetyllä kiihtyvyyssanturilla. Koeasetelmassa tarkasteltiin reaktioita sekä lähestymistä että vetäytymistilanteessa. Kohdeärsykkeet esitettiin suurella kosketusnäytöllä siten, että koehenkilöt joko liikuttivat kättään kuvaa kohti tai vetivät kätensä pois esitetyn kuvan luota. Tulokset osoittivat, että pelkän reaktionopeuden tarkastelminen ei anna tarpeeksi kokonaisvaltaista kuvaa käärmeiden havaitsemiseen liittyvistä hermostollisista prosesseista. Käärmeiden havaitseminen vaikutti eri tavalla reaktionopeuteen kuin suoritettujen liikkeiden kiihtyvyyteen. Oleellinen tekijä mitattujen erojen osalta vaikuttaisi olevan se, minkälaisen liikkeen (*lähstymis- / vetäytymisliike*) koehenkilöt joutuivat tekemään. Käärmeisiin reagoitiin nopeammin kuin muihin ärsykkeisiin ainoastaan vedettäessä kättä poispäin esitetystä kuvasta. Käärmeiden havaitseminen kuitenkin lisää suoritettujen liikkeiden kiihtyvyyttä riippumatta suoritettujen liikkeiden suunnasta. Kiihtyvyys on suurinta tehdessä intuitiivisesti ja evolutiivisesti ”oikeanlainen” eli vetäytymisliike, jossa kättä viedään pois pelottavan ärsyksen luota. Saadut tulokset antavat osittaista tukea Isbellin teorialle, mutta nykyisessä koeasetelmassa ei havaittu eroa reagoidessa käärmeisiin tai muihin evolutiivisesti pelottaviin (*hämähäkkeihin*) eläimiin. Tulokset osoittivat, että reaktionopeuteen ja käden huippukiihtyvyyteen vaikuttavat hermostolliset mekanismit eivät ole identtisiä.

Asiasanat: käärmeenhavaitseminen, snake detection theory (SDT), reaktionopeus, huippukiihtyvyys

Sisällysluettelo

1. Johdanto	1
1.1 Käärmeiden erityisasema mytologiassa	1
1.2 Isbellin teoria käärmeiden havaitsemisesta	2
1.3 Ihmisen visuaalinen havaintojärjestelmä	4
1.4 Aikaisempia koeasetelmia ja tutkimustuloksia	5
1.5 Nykyinen tutkimus.....	7
1.6 Tutkimuskysymys ja hypoteesit	9
2. Menetelmät	10
2.1 Koehenkilöt.....	10
2.2 Kyselylomake	11
2.3 Laitteisto	12
2.4 Materiaalit.....	12
2.5 Tutkimuksen kulku.....	13
2.6 Mittarit.....	16
2.7 Tilastollinen analyysi	17
3. Tulokset	18
3.1 Pelottavuusarviointi.....	18
3.2 Reaktionopeus	20
3.2.1 Reaktionopeuden tarkastelua lähestymistilanteessa	21
3.2.2 Reaktionopeuden tarkastelua vetäytymistilanteessa	22
3.3 Käden huippukiihtyvyys.....	23
3.3.1 Käden huippukiihtyvyyden tarkastelua lähestymistilanteessa	25
3.3.2 Käden huippukiihtyvyyden tarkastelua vetäytymistilanteessa	26
4. Pohdinta	27
4.1 Keskeiset tulokset.....	27
4.2 Keskeisten tuloksien suhde aikaisempiin tutkimustuloksiin	28
4.3 Kriittinen tarkastelu ja jatkotutkimuksen tarve.....	30
4.4 Yhteenveto	32
5. Lähteet	34

1. Johdanto

1.1 Käärmeiden erityisasema mytologiassa

Käärmeitä pelätään ja kunnioitetaan. Runsaan mytologisen esiintyvyyden lisäksi tästä kertoo varsin konkreettisesti käärmeiden pelon eli ofidiofobian suuri esiintyvyys verrattuna muihin fobioihin (Taylor, 1999). Monilla nisäkkäillä vaikuttaisi olevan myös synnynnäinen valmius pelätä käärmeitä (Öhman & Mineka, 2001; Öhman & Mineka, 2003). Käärmeiden mahdollinen erityisasema evolutiivisesti tärkeänä uhkatekijänä on herättänyt mielenkiintoa monissa tutkijoissa. Lynne A. Isbell julkaisi vuonna 2006 artikkelinsa käärmeiden roolista evolutiivisena vaikuttajana nisäkkäiden aivojen ja erityisesti visuaalisesta havaitsemisesta vastaavien alueiden kehitykseen (Isbell, 2006,). Tämän tutkielman tarkoituksena on tarkastella Isbellin käärmeen havaitsemisteoriaa tai lyhyemmin SDT:tä (*Snake Detection Theory*) mittaamalla koehenkilöiden reaktionopeutta sekä käden huippukiihtyvyyttä visuaalisiin ärsykkeisiin reagoidessa. Kohdeärsykkeinä nykyisessä tutkimuksessa käytettiin kuvia eläimistä, mukaan lukien käärmeistä.

Harvoin eläimiin liittyy yhtä paljon ja yhtä voimakasta mytologiaa sekä uskomuksia kuin käärmeisiin. Länsimaalaisille ihmisille ehkäpä tutuin käärmetaru on vanhassa testamentissa esiintyvä kertomus Aatamin ja Eevan karkotuksesta paratiisista. Käärme viettelee Eevan ja houkuttelee tämän syömään omenan hyvän ja pahan tiedon puusta. Tämän rikkomuksen seurauksena jumala karkottaa ihmisen paratiisista. Vaikka kristinusko on sysännyt perisyynnin naisen harteille, käärmeellä on edelleen asema tuohon syntiin johdattelijana ja kavalana viettelijänä. Karkeasti tulkiten käärme edustaa luomiskertomuksessa paholaista. Minkä vuoksi kaikista eläimistä juuri käärmeelle varattiin tämä kyseenalainen kunnia edustaa itse sielunvihollista sekä syntiin lankeamista?

Kristinusko ei ole suinkaan yksin käärmetarinansa kanssa. Monien toisistaan riippumattomien kulttuurien mytologiassa käärmeillä on merkittävä rooli (Rosenberg, 1994). Käärmeisiin liittyy monenlaisia uskomuksia ja joissain kulttuureissa esiintyy jopa käärmeenpalvontaa, mutta vähintään yhtä monesti käärmeet yhdistetään vaikeuksiin ja ne esiintyvät osana vastoinkäymisiä sekä

koettelemuksia (McNamee, 2000). Skandinaavisessa sekä suomalaisessa mytologiassa käärmeet ovat vastuussa muun muassa onnettomuuksista sekä yleisesti vastoinkäymisistä. Käärmeet ovat esimerkiksi merkittävässä osassa norjalaisen mytologian maailmanlopun taistelussa eli Ragnarökissa (Rosenberg, 1994). Myös perisuomalaisessa Kalevalassa seppä-Ilmarinen joutuu osoittamaan kelpoisuutensa kosijana suorittamalla erilaisia ansiotöitä tavoitellessaan pohjan neitoa vaimokseen. Ensimmäinen näistä ansiotöistä on kyntää kyinen pelto (Kalevala, 1849).

1.2 Isbellin teoria käärmeiden havaitsemisesta

Monet matelijat saalistavat nisäkkäitä ja Isbellin teorian mukaan erityisesti käärmeet ovat olleet yksi ensimmäisistä kädellisiä saalistaneista pedoista. Käärmeillä ja kädellisiin lukeutuvilla lajeilla on tämän vuoksi pitkä yhteinen historia. Isbellin teorian mukaan yhteinen evolutiivinen historia sekä käärmeiden kädellisiin kohdistama valintapaine on saattanut vaikuttaa kädellisten visuaalisen havaintojärjestelmän kehittymiseen (Isbell, 2006, 2009). Monet käärmelajit käyttävät naamioitumis- ja väijymistekniikoita saalistaessaan, minkä vuoksi käärmeiden havaitseminen on ollut erityisen haastavaa (Headland & Greene, 2011; Scharf, Nulman, Ovadia & Bouskila, 2006).

Isbellin teorian mukaan käärmeiden nopea ja tarkka havaitseminen on lisännyt yksilön mahdollisuuksia välttää näitä mahdollisesti myrkyllisiä saalistajia ja oleellisesti lisännyt yksilön selviytymismahdollisuuksia. Isbellin teoria esittää, että varhaisiin kädellisiin kohdistui suuri käärmeiden aiheuttama valintapaine. Tämän valintapaineen seurauksena varhaisten kädellisten lajien visuaalisen havaitsemisen mekanismit kehittyivät siten, että nämä lajit herkistyivät havaitsemaan ja välttämään käärmeitä. Varhaiset kädelliset lajit olivat kokonsa ja elinympäristönsä vuoksi käärmeille otollisia saaliseläimiä. Ihmiset puolestaan ovat kehittyneet näistä varhaisista kädellisistä lajeista, minkä vuoksi myös ihmisillä on havaittavissa kyseinen käärmeiden havaitsemiseen ja välttämiseen erikoistunut visuaalisen havaitsemisen mekanismi. Kyseinen mekanismi vaikuttaa ihmisten visuaaliseen havaitsemiseen, vaikka käärmeet eivät olekaan ihmisille luontaisia saalistajia.

Isbellin teorian mukaan kyseinen mekanismi vaikuttaa siten, että ihmiset havaitsevat käärmeitä nopeammin kuin muita eläimiä.

Isbell esittää aiheesta kirjoittamassaan kirjassa (Isbell, 2009), että kaikilla nykyään olemassa olevilla nisäkäslajeilla on olemassa samat aivojen rakenteelliset mekanismit, jotka osallistuvat saalistajien havaitsemiseen. Nämä rakenteelliset yhtäläisyydet saattavat muodostaa neurologisen perustan Arne Öhmanin ja Susan Minekan kuvailemalle pelkomoduulille (Öhman & Mineka, 2001, 2003). SDT periaatteessa ehdottaa, että käärmeillä olisi oma erikoistunut pelkomoduulinsa, tai ainakin käärmeiden visuaaliset ominaisuudet olisivat voimakkaasti edustettuina yleisessä pelkomoduulissa.

Öhman ja Mineka keskittyivät tarkastelemaan uhkaavien ärsykkeiden havaitsemista ja pelkoreaktion syntymistä ihmisillä (Öhman, 1999; Öhman & Mineka, 2001). He esittivät väitteen, jonka mukaan ihmiset ovat kehittyneet evoluution saatossa siten, että olemme herkistyneet havaitsemaan uhkaavia visuaalisia ärsykeitä lähiympäristössämme. Tämän taipumuksen vuoksi ihmisille on kehittynyt niin sanottu pelkojärjestelmä. Pelkojärjestelmä tai *pelkomoduuli*, kuten siihen toisinaan viitataan, saa aikaan ihmisissä pelkotuntemuksen tiettyjä ärsykeitä havaitessa. Pelkomoduuli vastaa tämän vuoksi myös pelon ”oppimisesta” uusia mahdollisesti vaarallisia ärsykeitä kohdattaessa (Öhman & Mineka, 2001). Pelkomoduulin aktivoituminen käynnistää ihmisissä puolustus- tai välttämismekanismia, sekä herättää vaarasta tai uhasta kertovan pelon tunteen. Pelkomoduulin toimintaan liitetään myös niin sanottu pelkovastehypoteesi (*fear response hypothesis*). Pelkovastehypoteesi tarkoittaa olettamusta, että pelkomoduuli saa aktivoituessaan aikaan hyvin aikaisessa vaiheessa visuaalista havaitsemisprosessia heräävän automaattisen varoitussignaalin. Tämä aikaisin heräävä varoitussignaali ohjaa tarkkaavaisuutta ja mahdollistaa vaarallisten ärsykkeiden nopean havainnoinnin.

Isbellin teoria käärmeiden havaitsemisesta on käytännössä Öhmanin ja Minekan pelkomoduuliteorian tarkennus. Isbell esittää, että Öhmanin ja Minekan kuvaileman pelkomoduulin sisällä olisi vielä hienojakoisempi järjestelmä uhkaavien ärsykkeiden ominaisuuksien suhteen. Isbell esittää, että käärmeisiin liittyisi joitakin sellaisia piirteitä, jotka vielä pelkomoduulin sisälläkin saisivat ihmiset havaitsemaan

nimenomaan käärmeitä nopeammin kuin muita pelkomoduulin tarkoittamia uhkia. Pelkomoduulin olemassaoloa ja toimintaa on tutkittu erityisesti visuaalisen havaitsemisen koeasetelmien avulla. Tutkimuksissa on esimerkiksi havaittu, että ihmiset todella havaitsevat käärmeitä nopeammin kuin muita luontoaiheisia ärsykeitä (Öhman, Flykt, & Esteves, 2001; Öhman & Mineka, 2001). Myös Isbellin teoriaa tarkasteleva tutkimus on pääsääntöisesti keskittynyt koeasetelmiin, joissa voidaan seurata ja mitata ihmisen visuaalisen havaintojärjestelmän toimintaa ja nopeutta.

1.3 Ihmisen visuaalinen havaintojärjestelmä

On ehdotettu, että evolutiivisesti uhkaavien ja vaarallisten ärsykkeiden visuaalisessa havainnoinnissa aivoissa olisi käytössä erilaiset hermostolliset yhteydet kuin neutraalien ärsykkeiden havaitsemisessa. Manteliumake on lähestymis- ja vetäytymiskäyttäytymisen kannalta oleellinen aivojen osa, sillä sen ajatellaan liittyvän siihen, miten henkilö päättää reagoida mahdollisesti uhkaaviin ärsykkeisiin (Öhman & Mineka, 2002). Manteliumakkeeseen liittyvä aivojen ”nopea visuaalisen havaitsemisen reitti” saattaisi selittää uhkaavien ja pelottavien ärsykkeiden nopeaa ja automatisoitunutta havaitsemista (Morris, Öhman, & Dolan, 1999; Tamietto & de Gelder, 2010). Tämä itsessään ei kuitenkaan selitä, miksi käärmeitä havaittaisiin vielä nopeammin kuin muita uhkaavia tai pelottavia ärsykeitä. Aivojen nopean visuaalisen havaitsemisen reittiin viitattaessa tarkoitetaan subkortikaalista polkua, jossa hermoimpulssi kulkee manteliumakkeeseen ylemmän nelikukkulan (*superior colliculus*) ja talamuksen osien (*pulvinar nucleus*) kautta sivuuttaen aivokuorella tapahtuvan tietoisin prosessoinnin (LeDoux, 1994). Visuaalisen havaitsemisen nopean tai hitaan reitin osallisuus sekä vaikutus uhkaavien ärsykkeiden havaitsemiseen on edelleen kiistelty aihe (Pessoa & Adolphs, 2010).

Aikaisemmat tutkimustulokset ovat antaneet viitteitä siitä, että käärmeitä havaittaessa visuaalisen informaation käsittely saattaisi toimia niin sanotulla *bottom-up* mekanismilla. Muita uhkaavia ärsykeitä havainnoidessa käytössä vaikuttaisi olevan *top-down* mekanismi (Van Le ym., 2013). Tämä tarkoittaa, että

käärmeitä havaittaessa yksittäisiä ominaisuuksia ja piirteitä prosessoidaan ennen kuin kohde tunnistetaan käärmeeksi. Muita uhkaavia ärsykejä havainnoidessa kohde tunnistetaan ensin ja prosessointi jatkuu vasta tämän jälkeen.

Mikäli käärmeillä on Isbellin kuvailema erityisasema ihmisten visuaalisessa havaitsemisjärjestelmässä, niiden tulisi erottua myös muista evolutiivisesti uhkaavista ärsykeistä kuten hämähäkeistä. Yhdessä aikaisemmassa apinoilla suoritetussa tutkimuksessa (Kawai & Koda, 2016) on havaittu, että käärmeillä tosiaan vaikuttaisi olevan jonkinlainen erityisasema. Tutkimuksessa todettiin, että nopea havaitseminen ja pelon oppiminen vaikuttaisi pätevän ainoastaan käärmeisiin eikä esimerkiksi hämähäkkeihin. Tämä tutkimustulos tukisi Isbellin teoriaa käärmeiden erityisasemasta evolutiivisesti uhkaavien ärsykkeiden joukossa. Seuraavaksi esittelen nopeasti aikaisempia koeasetelmia ja tutkimustuloksia liittyen käärmeiden visuaaliseen havaitsemiseen.

1.4 Aikaisempia koeasetelmia ja tutkimustuloksia

Käärmeiden havaitsemista on tutkittu muun muassa erilaisilla visuaalisilla etsintätehtävillä, joissa kohdeärsyke on löydettävä muiden samaan aikaan esitettyjen kontrolliärsykkeiden joukosta. Visuaalisessa etsintätehtävässä kuvat käärmeistä vaikuttavat olevan helpommin havaittavia kuin kuvat muista eläimistä (Soares, Lindström, Esteves & Öhman, 2014). Tämä saattaa johtua siitä, että ihmiset ovat herkistyneitä havaitsemaan vaarallisia ärsykejä (Flykt, 2005; Öhman, Flykt, & Esteves, 2001). Visuaalisissa etsintätehtävissä on kuitenkin osoitettu useita metodologisia ongelmia (Quinlan, 2013). Visuaalisissa etsintätehtävissä on käytetty kuvamatriiseja, joissa joko on tai ei ole ollut mukana kohdeärsykettä. Koehenkilön on pitänyt mahdollisimman nopeasti etsiä matriisista kohdeärsyke ja painaa nappia, mikäli he ovat löytäneet kohdeärsyksen. Koehenkilöiden reaktioajat näissä etsintätehtävissä ovat olleet verrattain pitkiä (*tyypillisesti noin 10s tai hieman pidempiä*) hieman kohdeärsykkeiden esitysjan pituudesta riippuen. Reaktioaikojen pituus kertoo siitä että koehenkilöt eivät ole suoraan pystyneet havaitsemaan käärmettä, vaan ovat todellakin joutuneet etsimään sitä muiden kuvien seasta.

Käärmeiden havaitsemista on tutkittu myös tarkastelemalla lähemmin käärmeiden fyysisiä ominaisuuksia. Käärmeiden osalta havaitseminen saattaa liittyä käärmeiden muotoon ja liikkumistyyliin sekä käärmeiden suomuihin. Mutkitttelevat linjat, kuten iskemään valmistautuva tai mateleva käärme, ovat helpommin tunnistettavia kuin suorat linjat (LoBue, 2014). Kawai & He (2016) tutkivat käärmeiden tunnistamista visuaalisesti haastavassa tilanteessa käyttämällä visuaalisilta ominaisuuksiltaan heikennettyjä kuvia. Kuvat käärmeistä tunnistettiin paremmin kuin kuvat muista eläimistä. Käärmeiden suomut saattavat itsessään toimia tarkkaavuuden kiinnittävänä vihjeenä visuaalisesti haastavissa ympäristöissä ja tilanteissa, joissa käärme on vain osittain näkyvässä (Isbell & Etting, 2016; Van Strien & Isbell, 2017). Samoin on havaittu, että erityisesti fobiasta kärsivät henkilöt reagoivat fobian kohteeseen (*esimerkiksi käärmeeseen*) herkästi. Nopeasti esitetyt ärsykkeet, joiden jälkeen esitettiin visuaalinen maskiärsyke, saivat aikaan muutoksia ihon sähköjohtavuudessa fobiasta kärsivillä koehenkilöillä, vaikka ärsyke oli vaikeasti havaittavissa (Öhman & Soares, 1993, 1994). Vaikuttaisi siltä, että käärmeisiin todella liittyy jokin visuaalinen ominaisuus, joka asettaa ne erityiseen asemaan havaitsemisen suhteen.

Käärmeitä on verrattu muihin potentiaalisesti vaarallisiin ja pelottaviin eläimiin. On pyritty selvittämään, liittyykö nopea havaitseminen yleisesti ärsykkeen vaarallisuuteen tai pelottavuuteen vai spesifimmin johonkin käärmeiden ominaisuuteen. Hämähäkkejä on tyypillisesti käytetty vertailuryhmänä käärmeille, sillä evolutiivisen valintapaineen kannalta niiden asema visuaalisessa havaitsemisessa vastaa monelta osin käärmeiden asemaa. Sekä käärmeitä että hämähäkkejä voidaan pitää pelkoa herättävinä eläiminä (Öhman, Flykt, & Esteves, 2001). Hämähäkkejä ja käärmeitä on kumpiakin ollut mahdollista kohdata samankaltaisissa ympäristöissä, ja kokonsa puolesta niiden havaitseminen on voinut olla haastavaa. Kummatkin lajit saattavat käyttää myrkyä ja väijymistä saalistusstrategioina. Sekä käärmeen puremat että hämähäkin puremat voivat olla kohtalokkaita ihmiselle. Näiden piirteiden vuoksi voitaisiin hyvin kuvitella, että hämähäkkien ja käärmeiden aiheuttama valintapaine olisi yhtä suuri tai ainakin ne olisivat hyvin lähellä toisiaan.

Viime aikoina käärmeiden havaitsemista on tutkittu suuremmissa määrin mittaamalla tapahtumasidonnaisia herätevasteita (*event related potential, ERP*). On havaittu, että kuvat käärmeistä saavat aikaan voimakkaamman EPN-vasteen (*Early Posterior Negativity*) kuin muut eläinkuvat (Van Strien, Franken, & Huijding, 2014). EPN-vasteen esiintymisen ajatellaan heijastelevan tarkkaavuuden suuntaamista uhkaavaan ärsykkeeseen (Grassini, Holm, Railo & Koivisto, 2016; Schupp, Junghofer, Weike, & Hamm, 2003). Käärmeiden aikaansaama EPN-vaste on myös suurempi kuin hämähäkkien, vaikkakin ero ei ollut yhtä suuri kuin muihin eläinryhmiin verrattaessa (Van Strien, Franken, & Huijding, 2014). Saman suuntaisen tuloksen saivat He, Kubo ja Kawai (2014). Kyseisessä tutkimuksessa käärmeet eivät tosin eronneet muista ryhmistä yhtä merkittävästi, eivätkä he havainneet eroa hämähäkkien ja muiden eläinryhmien (*paitsi käärmeiden*) välillä. Käärmeiden aiheuttama EPN-vaste ei liity laajemmin matelijoihin eikä se ole yhteydessä ärsykkeen herättämiin pelon tai inhon tunteisiin (Van Strien, Eijlers, Franken & Huijding, 2014; Van Strien, Franken & Huijding, 2014). Verrattaessa kuvia käärmeistä ja madoista havaittiin, että kohdeärsykkeen mutkitteleva muoto ei ole suoraan yhteydessä suurempaan EPN-vasteeseen (Van Strien, Christiaans, Franken & Huijding, 2016).

1.5 Nykyinen tutkimus

Aikaisemmat koeasetelmat ovat olleet monien yksityiskohtien osalta harmillisen keinotekoisia (Shamay-Tsoory & Mendelsohn, 2019). Esimerkiksi tietyn ärsykekuvan etsiminen monien muiden kuvien joukosta ei ole kovin luonnollinen asetelma. Lisäksi esitettäessä samaan aikaan sekä kohdeärsykeitä että neutraaleja ärsykeitä, ei voida olla täysin varmoja siitä, minkä kuvien prosessointi sisältyy mitattuun reaktioaikaan. Monien ärsykkeiden samanaikainen esittäminen lisää tämän takia mittaustuloksien virhevaihtelua. Tämän lisäksi vastausnopeuden mittaaminen nappia painamalla on erityisen ongelmallista. Vaikka ihmisten aivoihin olisi todella kehittynyt rata, joka aktivoi välttämiskäyttäytymisen evolutiivisesti uhkaavien ärsykkeiden kohdalla, ei ole mitään takeita, että tuo kyseinen rata nopeuttaisi reagointia kun tehtävänä on painaa nappia. Napin painamiseen ei liity

minkäänlaista lähestymis- tai vetäytymisliikettä, eikä sitä voida näin ollen pitää luonnollisena reagoititapana uhkaavaan ärsykkeeseen.

Nykyisessä koeasetelmassa on pyritty huomioimaan mahdollisimman tarkasti luonnolliset lähestymis- ja vetäytymisliikkeisiin sisältyvät käden liikekaaret. Keinotekoinen vastausstrategia, eli napin painaminen, on jätetty kokonaan pois. Nykyisessä koeasetelmassa koehenkilöille näytetään vain yksi ärsykekuva kerrallaan, joten mittauksien ei pitäisi sisältää ylimääräistä ärsykekuvaan liittymätöntä vaihtelua. Reaktioiden mittaaminen tapahtuu kiihtyvyyssanturin avulla samalla kun koehenkilöt käyttävät kosketusnäyttöä. Nykyisessä koeasetelmassa, riippuen koetilanteesta, koehenkilöt joutuvat todella joko koskettamaan esitettyä ärsykekuva tai vetämään kätensä pois ärsykekuvan luota. Tämän kaltainen vastausstrategia jäljittelee luonnollista reagoitintapaa uhkaavaan tai neutraaliin ärsykkeeseen paljon paremmin kuin napin painaminen. Kyseisellä vastausstrategialla voidaan myös selvittää, sisältyykö reaktionopeuteen vaihtelua sen mukaan, onko kyseessä lähestymis- vai vetäytymisliike.

Aikaisemmissa koeasetelmissa ei ole keskitytty tarkastelemaan eroja lähestymis- ja vetäytymisliikkeissä. Näiden erojen arvioiminen on kuitenkin äärimmäisen oleellista, sillä luonnonmukaisessa tilanteessa uhan tai vaaran välttämiseksi on nopean reagoinnin lisäksi tärkeää, että reagoitintapa on oikeanlainen. Esimerkiksi kohdatessamme käärmeen on tärkeää, että reagoimme nopeasti, mutta yhtä tärkeää on, että liikutamme kättämme poispäin eikä kohti käärmettä. On täysin mahdollista, että reaktionopeus saattaa vaihdella sen mukaan, onko kyseessä intuitiivisesti luonteva vai luonnoton vastausstrategia. Nykyisellä koeasetelmalla pystymme tarkastelemaan, miten lähestymis- tai vetäytymisliike vaikuttaa reaktionopeuteen kohdatessamme uhkaavia ärsykeitä. Tavoitteenamme on ollut luoda aikaisempia koeasetelmia ekologisesti validimpi paradigma.

Reaktionopeuden lisäksi nykyisessä koeasetelmassa tarkastellaan myös käden huippukiihtyvyyttä. Käden huippukiihtyvyyttä mittaamalla pystymme vielä tarkemmin arvioimaan koehenkilöiden reagoitintapaa pelkän reaktionopeuden sijaan. On mahdollista, että aivomekanismit, jotka määrittävät reaktionopeuden vaikuttavat myös siihen miten reagoidaan. Nykyisellä koeasetelmalla pystymme selvittämään vaikuttaako havaittu ärsyke ainoastaan reaktionopeuteen vaiko myös suoritettun

reaktion laatuun. Olisi luonnollisesti järkevää olettaa, että havaitessamme uhkaavaan ärsykkeen yrittäisimme nopean reagoinnin lisäksi liikuttaa kättämme mahdollisimman suurella vauhdilla pois päin. Saattaa olla mahdollista, että havaitsemamme uhka vaikuttaa ainoastaan reaktionopeuteen, mutta ei suoritettun liikkeen kiihtyvyyteen. Toisaalta on aivan yhtä mahdollista, että tietyn kynnyksen jälkeen havaitun uhkan laatu ei enää oleellisesti vaikuta reaktionopeuteen, mutta uhkan välttämiseksi reaktioiden kiihtyvyys on suurempaa.

Nykyisen tutkimuksen suorittamisajankohtana emme löytäneet muita tutkimuksia tai koeasetelmia, joissa olisi tarkasteltu Isbellin käärmeenhavaitsemisteoriaa mittaamalla reaktionopeuden lisäksi käden huippukiihtyvyyttä. Käsittääksemme nykyinen koeasetelma on ensimmäinen, jossa tarkastellaan reaktionopeuden lisäksi reaktioiden suuntaa ja kiihtyvyyttä. Nykyinen koeasetelma aloittaa näin ollen uuden tutkimuslinjan Isbellin käärmeenhavaitsemisteorian tarkastelussa.

1.6 Tutkimuskysymys ja hypoteesit

Edeltävien tutkimuksien ja omien olettamustemme pohjalta teimme neljä hypoteesia koskien koeasetelman tuloksia. Ensimmäinen hypoteesimme (*H1*) on: reaktioajat pelottavia eläimiä (*hämähäkit ja käärmeet*) havaittaessa ovat lyhyempiä kuin neutraaleja eläimiä (*linnut ja perhoset*) havaittaessa. Toinen hypoteesimme (*H2*) on: käden huippukiihtyvyys on suurempi reagoidessa pelottaviin eläimiin verrattuna neutraaleihin eläimiin.

Näiden perushypoteesien lisäksi oletimme, että tulokset riippuvat myös siitä, onko kyseessä lähestymis- vai vetäytymistilanne. Oletettavasti vetäytymistilanteessa reagoidessa pelottaviin eläimiin reaktioajat ovat lyhyempiä sekä käden huippukiihtyvyys suurempaa. Tämä oletamus kuitenkin kääntyy päinvastaiseksi lähestymistilanteessa. Oletimme, että lähestymistilanteessa intuitiivinen kokemus ärsykekuvan potentiaalisesta vaarallisuudesta (*pelottavuus*) saattaisi pidentää reaktioaikaa. Tämä johtuisi siitä, että vaikka ärsyke tunnistettaisiin nopeasti siihen liittyvä uhkasignaali saattaa hidastaa käden liikettä kohti pelottavaa ärsykettä. Tämän vuoksi kolmas hypoteesimme (*H3*) on: lähestymistilanteessa pelottaviin eläimiin reagoidessa reaktioajat ovat pidempiä kuin neutraaleihin eläimiin

reagoidessa. Samalla tavoin on mahdollista, että kohdeärsyksen pelottavuus voi vaikuttaa käden huippukiihtyvyyteen lähestyttäessä pelottavaa kohdetta. Neljäs hypoteesimme (*H4*) on: lähestymistilanteessa pelottaviin eläimiin reagoidessa käden huippukiihtyvyys on vähäisempää kuin neutraaleihin eläimiin reagoidessa.

Neutraalien ja pelottavien eläimien vertailun lisäksi olemme kiinnostuneita käärmeiden oletettavasta erityisasemasta pelottavien eläimien kategoriassa. Tästä syystä haluamme myös verrata tuloksia käärmeiden ja hämähäkkien välillä. Viides hypoteesimme (*H5*) on: käärmeisiin reagoidessa lähestymistilanteessa reaktioajat ovat pidempiä ja käden huippukiihtyvyys pienempää kuin hämähäkkeihin reagoidessa. Kuudes ja viimeinen hypoteesimme (*H6*) on: käärmeisiin reagoidessa vetäytymistilanteessa reaktioajat ovat lyhyempiä ja käden huippukiihtyvyys suurempaa kuin hämähäkkeihin reagoidessa.

2. Menetelmät

2.1 Koehenkilöt

Koehenkilöitä testattiin yhteensä 42 kappaletta. Ensimmäiset kymmenen koehenkilöä osallistuivat pilottivaiheeseen, jossa tarkasteltiin koeasetelman toimivuutta. Pilottivaiheen koehenkilöitä ei ole otettu mukaan seuraavaksi esitettyihin tunnuslukuihin, eikä pilottivaiheen koehenkilöiden dataa ole käytetty tilastollisissa analyyseissä. Pilottivaiheessa varmistettiin, että koeasetelmassa kerätty data tallentui oikein ja että koehenkilöille saatiin annettua tarpeeksi selkeät toimintaohjeet. Pilottivaiheen aikana muun muassa huomattiin ongelmia kiihtyvyyssanturin ja ärsykkeiden esittämisestä vastaavan ohjelman välisessä yhteydessä. Jouduimme kiinnittämään erityistä huomiota koehenkilöiden etäisyyteen ja sijaintiin suhteessa kosketusnäyttöön, jotta saimme kiihtyvyyssanturin kalibroitipisteen vakioitua. Sujuvan testaamisen takaamiseksi koehenkilöiden

optimaalinen sijainti kosketusnäytön edessä sekä kiihtyvyyssanturin kalibroitipisteen paikka merkittiin lattiaan käyttäen teippiä.

Tilastollista analyysia varten testattiin 32 koehenkilöä. Koehenkilöistä 7 oli miehiä, 24 naisia sekä yksi koehenkilö ilmoitti sukupuoli-identiteettinsä olevan muu kuin mies tai nainen. Koehenkilöiden ikä vaihteli välillä 18–36 vuotta, keskiarvon ollessa 23,5 vuotta ja keskihajonta 4,2 vuotta. Koehenkilöistä 27 oli Turun yliopiston opiskelijoita, jotka osallistuivat kokeeseen saadakseen suoritettua pakollista koehenkilövelvollisuutta. Turun yliopiston ulkopuolelta osallistui 5 koehenkilöä. Kaikki koehenkilöt olivat oikeakätisiä. Kaikkien koehenkilöiden näkö oli normaali tai laseilla normaaliksi korjattu. Kaksi koehenkilöä ilmoitti värinäön heikkoudesta. Lisäksi kolmella koehenkilöllä oli diagnosoitu migreeni. Koehenkilöt allekirjoittivat kirjallisen suostumuslomakkeen kokeeseen osallistumisesta. Turun yliopiston eettinen toimikunta on antanut tutkimukselle puoltavan lausunnon.

Lopulliseen tilastolliseen analyysiin pystyttiin käyttämään 30 koehenkilön dataa. Kahden koehenkilön dataa ei teknisistä ja eettisistä syistä voitu ottaa mukaan tilastolliseen analyysiin. Toisen koehenkilön kohdalla kyseessä oli laitevika ja toinen koehenkilö halusi keskeyttää kokeen. Luonnollisesti kokeen keskeyttäneen koehenkilön dataa tai puutteellisesti tallentunutta dataa ei käytetty tilastollisessa analyysissä. Kokeen keskeyttänyt koehenkilö ilmoitti omasta tahdostaan keskeyttämisen syyksi huimauksen, jonka mahdollisesti aiheutti huono ilmanvaihto koetilassa. Koetilana käytettiin ikkunatonta huonetta Turun yliopiston kellarissa.

2.2 Kyselylomake

Ennen kokeeseen osallistumista koehenkilöt täyttivät kyselylomakkeen, jossa selvitettiin kätisyys, näkökyky sekä mahdolliset neurologiset poikkeamat. Lisäksi koehenkilöitä pyydettiin arvioimaan Likert -asteikolla (0–4) kuinka paljon he pelkäävät käärmeitä, hämähäkkejä, perhosia ja lintuja. Kyseiset eläimet olivat koeasetelman kohdeärsykeitä. Likert -asteikon arvot oli järjestetty siten, että 0 = ei lainkaan ja 4 = erittäin paljon. Äärimmäisiä arvoja (4) antaneet koehenkilöt saattavat olla herkistyneitä havaitsemaan pelkonsa kohteita, minkä vuoksi heidän

testituloksensa kyseisiin ärsykkeisiin voivat olla poikkeavia (Öhman & Soares, 1993, 1994). Kolme koehenkilöä ilmoitti pelkäävänsä hämähäkkejä erittäin paljon. Yksikään koehenkilö ei ilmoittanut pelkäävänsä käärmeitä, lintuja tai perhosia erittäin paljon. Yksi koehenkilö tosin ilmoitti pelkäävänsä lintuja ja antoi linnuille pelkokyselyssä arvon 3, mikä oli poikkeuksellisen korkea lintujen pelkokyselyn moodin ollessa 0.

2.3 Laitteisto

Kuvat ilmestyivät Phillips Signage Solutions Multi-Touch Full HD (55BDL4051T) kosketusnäytölle. Näytön koko oli 55 tuumaa (138,8 cm) ja resoluutio 1920 x 1080p ja virkistystaajuus 60 Hz. Kuvat esitettiin Presentation -ohjelmalla (v.22.0/05.10.20). Koehenkilöt käyttivät kokeen aikana kiihtyvyyssanturia (MPU 6050), joka kiinnitettiin ranteeseen tarranauhalla. Kiihtyvyyssanturin näytteenottotaajuus oli 100Hz ja kiihtyvyyttä mitattiin kolmessa ulottuvuudessa. Painovoiman vaikutus kalibroitiin siten, että kiihtyvyys oli $0 \text{ m} / \text{s}^2$ kun kättä pidettiin paikoillaan. Painovoiman vaikutus kalibroitiin, sillä kiihtyvyyssanturi mittaa jatkuvasti maan painovoiman aiheuttaman kiihtyvyyden $9,81 \text{ m} / \text{s}^2$. Painovoiman aiheuttaman kiihtyvyyden kalibrointi nollaan tekee tuloksien ymmärtämisestä ja tarkastelusta helpompaa koeasetelman tavoitteiden kannalta.

Kiihtyvyyssanturin toimintaa ohjasi kaksi Arduino Uno (ATmega328P Arduino Uno R3 AVR® ATmega AVR MCU) ohjausyksikköä. Toinen ohjausyksiköistä oli yhteydessä tietokoneeseen- (Dell Latitude E5540), joka vastasi Presentation -ohjelman toiminnasta ja toinen tietokoneeseen, joka vastasi Cool Term win -ohjelman toiminnasta. Ohjausyksiköt olivat myös yhteydessä toisiinsa, jotta koeasetelman kohdeärsykkeet saatiin tallennettua oikein. Cool Term win -ohjelmaa käytettiin muuttamaan kiihtyvyyssanturin keräämä data tekstitiedostoksi.

2.4 Materiaalit

Materiaalina käytettiin kuvia käärmeistä, hämähäkeistä, linnuista ja perhosista. Nämä olivat kohdeärsykeitä, joihin koehenkilöitä ohjeistettiin reagoimaan.

Kontrolliärsykkeinä, joihin koehenkilöiden ei tarvinnut reagoida, esitettiin kuvia sienistä, kävyistä, lehdistä ja kukista. Yhteensä koeasetelmassa oli siis 8 kategoriaa, joissa jokaisessa oli 28 kuvaa. Kaiken kaikkiaan koehenkilöt näkivät koeasetelman aikana 224 luontoaiheista kuvaa. Kuvat olivat vertaistettu luminanssin, tarkkuuden, koon ja väriominaisuuksien suhteen käyttäen SHINE toolbox -ohjelmaa (Willenbockel ym., 2010). Kuvien koko oli 37,5cm x 28cm (*leveys x korkeus*) ja tarkkuus 600 x 450p.

Käytetyt kuvat oli jaettu kahteen kuvasarjaan (A ja B). Kummatkin kuvasarjat sisälsivät 4 x 14 kohdeärsykekuvaa (käärmeet, hämähäkit, linnut ja perhoset) sekä 4 x 14 kontrollikuvaa (*sienet, kävyt, lehdet ja kukat*). Kuvien esitysjärjestys oli satunnaistettu kummassakin kuvasarjassa. Koeasetelma koostui kahdesta koetilanteesta (*lähestymis- ja vetäytymistilanne*). Toinen kuvasarja näytettiin lähestymistilanteessa ja toinen vetäytymistilanteessa. Lähestymis- ja vetäytymistilanteiden esitysjärjestys oli vastabalansoitu koehenkilöiden yli.

2.5 Tutkimuksen kulku

Kuvat ilmestyivät kosketusnäytölle, jonka edessä koehenkilö seiso. Kosketusnäyttö oli aina valmiustilassa ennen kuvan ilmestymistä ja palasi valmiustilaan kuvan esittämisen jälkeen. Valmiustilassa näytöllä oli ohjeistus koskettaa näyttöä, minkä seurauksena seuraava kuva ilmestyisi näytölle. Kuvat ilmestyivät näytölle yhden sekunnin kuluttua valmiustilan pyytämän kosketuksen jälkeen. Näyttö pysyi valmiustilassa niin kauan kunnes koehenkilö kosketti näyttöä ohjeen mukaisesti. Koehenkilön etäisyys näytöstä oli vakioitu siten, että koehenkilön suoristaessa kätensä eteenpäin koehenkiö yletyi juuri sormellaan koskettamaan näyttöä. Näytön ja koehenkilön välissä oli taso, jota käytettiin kiihtyvyyssanturin kalibroimiseen. Kiihtyvyyssanturin käytön kannalta oli oleellista, että koehenkilön käsi oli täysin paikallaan kalibroinnin aikana. Koehenkilöitä pyydettiin laittamaan kätensä tasolle kalibroinnin ajaksi aina ennen koetilanteen alkua. Kiihtyvyyssanturi kalibroitettiin jokaisen koetilanteen (*harjoitusosiot / lähestymistilanne / vetäytymistilanne*) alussa uudelleen. Lisätäksemme mittaustarkkuutta kalibroitipiste oli merkitty kiinteästi ja sen paikka pidettiin kaikille koehenkilöille samana.

Koehenkilöitä ohjeistettiin reagoimaan vain kohdeärsykkeisiin ja olemaan reagoimatta muihin kuviin. Lähestymistilanteessa koehenkilöitä ohjeistettiin toimimaan siten, että he pitivät kätensä valmiusetäisyydellä näytöstä siten, että koeasetelmassa käytössä olevan käden kyynerpää koskettaa kylkeä ja käsi on ilmassa heidän edessään. Valmiusetäisyys pyrittiin pitämään mahdollisimman lähellä kiihtyvyyssanturin kalibrointipistettä. Luonnollisesti koehenkilöiden fyysiset eroavaisuudet täytyi huomioida siten, että lyhyemmät koehenkilöt seisoivat hieman lähempänä ylettyäkseen koskettamaan näyttöä. Koehenkilöitä ohjeistettiin palauttamaan kätensä tälle valmiusetäisyydelle aina kosketettuaan näyttöä. Vetäytymistilanteessa koehenkilöitä ohjeistettiin vetämään kätensä pois näytöltä siten, että he vetävät käden ainakin edellä mainitulle valmiusetäisyydelle. Näin halusimme varmistaa tarpeeksi suuren liikekaaren kädelle, jotta pystyimme mittaamaan käden kiihtyvyyttä ranteessa olevalla kiihtyvyyssanturilla.

Koehenkilöt suorittivat harjoitusosion sekä lähestymis- että vetäytymistilanteesta ennen varsinaista koesuoritusta. Harjoitusosion dataa ei tallennettu ja koehenkilöitä avustettiin toimimaan koetilanteessa halutulla tavalla. Koehenkilöt saivat myös tässä kohtaa kysyä neuvoa, mikäli jokin asia oli heille epäselvä. Harjoitusosioiden aikana varmistimme myös, että koehenkilöt liikuttivat kättään koeasetelman kannalta oikealla tavalla. Halusimme tarkastella koko käden kiihtyvyyttä lähestymis- ja vetäytymistilanteissa. Monelle koehenkilölle näytti olevan luonnollista käyttää kosketusnäyttöä liikuttamalla vain yhtä sormeaa muun käden pysyessä vakioetäisyydellä lähellä näyttöä.

Koeasetelma jaettiin lähestymis- ja vetäytymistilanteeseen. Lähestymis- ja vetäytymistilanteiden kuvien esitysjärjestys satunnaistettiin ja tilanteiden esitysjärjestys tasapainotettiin siten, että puolet koehenkilöistä suorittivat ensin lähestymistilanteen ja puolet vetäytymistilanteen. Lähestymistilanteessa koehenkilöä ohjeistettiin koskettamaan television kosketusnäytölle ilmestyvää kuvaa mahdollisimman nopeasti jos koehenkilö tunnisti kuvan kohdeärsykkeeksi. Vetäytymistilanteessa koehenkilö ohjeistettiin pitämään sormeaan kosketusnäytöllä ja kuvan ilmestymisen jälkeen vetämään sormensa pois näytöltä mahdollisimman nopeasti, mikäli kuva oli kohdeärsyke.

Vetäytymistilanteessa kuvien esittäminen tapahtui siten, että valmiustilassa olevalle näytölle ilmestyi kehoitus koskettaa näyttöä ja pitää sormi painettuna näyttöä vasten. Koehenkilön koskettaessa näyttöä kehoituksen mukaisesti, kuva ilmestyi näytölle yhden sekunnin kuluttua. Ohjeistettu kosketuspiste oli keskellä näyttöä. Kuva ilmestyi näytölle samaan kohtaan, mihin valmistilassa annettu kehoitus pyysi koehenkilöä asettamaan sormensa. Koehenkilön sormi jäi tästä syystä kuvan päälle kuvan ilmestyessä näytölle. Vetäytymistilanteessa koehenkilöiden tuli reagoida kohdeärsykkeisiin ja vetää kätensä pois näytöltä, mikäli he tunnistivat kuvan kohdeärsykkeeksi. Muissa tilanteissa koehenkilöiden tuli jättää sormensa näytölle. Mikäli koehenkilö ei vetänyt sormeaan pois näytöltä, ilmestynyt kuva pysyi näytöllä yhden sekunnin ajan ja katosi. Tämän jälkeen näyttö siirtyi uudelleen valmiustilaan. Kuvan katoamisen jälkeen koehenkilöt saattoivat irroittaa sormensa näytöltä ilman, että liikettä rekisteröitiin reaktioksi kuvaan. Koehenkilöt saattoivat myös pitää sormeaan näytöllä niin kauan, että näyttö siirtyi uudelleen valmiustilaan. Valmiustilassa koehenkilöä pyydettiin jälleen koskettamaan ja jättämään sormensa näytölle, jotta seuraava kuva ilmestyisi. Näissä tilanteissa koehenkilöiden oli kuitenkin irroitettava sormensa ja kosketettava näyttöä uudelleen saadakseen seuraavan kuvan ilmestymään. Koehenkilöt joutuivat aina irrottamaan sormensa näytöltä kuvien esittämisen välissä.

Lähestymis- ja vetäytymiskoetilanteiden jälkeen koehenkilöt vastasivat vielä likertasteikolliseen pelottavuusarviointiin. Tämä koeosio suoritettiin aina viimeisenä mahdollisten oppimisvaikutuksien kontrolloimiseksi. Koehenkilöille näytettiin kaikki kohdeärsykkeet uudelleen kosketusnäytöllä. Jokaisen kuvan kohdalla koehenkilön tuli arvioida, kuinka pelottava kyseinen kuva heidän mielestään oli. Asteikkona käytettiin viisiportaista (0 – 4) likertasteikkoa, 0 = ei lainkaan pelottava ja 4 = erittäin pelottava.

Yksittäisten eläinkuvien pelottavuuden arvioiminen oli haastavaa monelle koehenkilöille. Tästä syystä pelottavuuden arvioimiseksi koehenkilöitä kehoitettiin arvioimaan pelottavuutta siten kuinka helposti he voisivat koskettaa kuvassa esitettyä eläintä. Käytännössä tiedustelimme koehenkilöiltä yksittäisten kohdeärsykkeiden lähestyttävyyttä pelottavuuden sijasta. Olettamuksemme on, että pelottavia eläimiä kosketettiin vähemmän mielellään kuin neutraaleja eläimiä.

Arviointiasteikon suunta pidettiin samana, jolloin 0 = ei mitään ongelmaa koskettaa ja 4 = ei missään nimessä haluaisi koskettaa. Tämänkaltainen asteikko helpotti huomattavasti koehenkilöiden arviointinopeutta ja oli koeasetelman kannalta järkeenkäypä.

2.6 Mittarit

Koetilanteesta mitattavina suureina keskityimme reaktionopeuteen, käden huippukiihtyvyyteen sekä subjektiiviseen arvioon kohdeärsykkeiden pelottavuudesta. Reaktioaika mitattiin millisekunteina aikana kohdeärsykkeen esittämisestä siihen hetkeen, jolloin koehenkilön käsi alkoi liikkua. Käytännössä käden liikkuminen mitattiin etsimällä hetki, jolloin käden kiihtyvyys (eteen-taakse-suunnassa) alkoi nousta (tai laskea riippuen siitä, oliko kyseessä lähestymis- vai välttämistilanne) kohti huippukiihtyvyyttä.

Reaktioajat laskettiin käyttäen kiihtyvyyssanturidataa, sillä kosketusnäytön rekisteröimien kosketuksien käyttö olisi johtanut epätasa-arvoiseen tilanteeseen lähestymis- ja vetäytymistilanteiden välillä. Lähestymistilanteessa olisi johdonmukaisesti reagoitu hitaammin johtuen siitä, että koehenkilöiden täytyy ensin liikuttaa kätensä kosketusnäytön luokse ennen reaktioajan rekisteröimistä. Vetäytymistilanteessa koehenkilöiden käsi puolestaan on jo valmiiksi painettuna näyttöä vasten, eikä käden liikuttamiseen kuluva aikaa tule näin ollen mukaan mitattuun reaktioaikaan. Tämän kaltainen menettely olisi ollut ongelmallista koeasetelman tarkoituksien ja tuloksien analysoinnin kannalta.

Huippukiihtyvyyttä mitattiin ranteeseen kiinnitetyllä kiihtyvyyssanturilla muodossa m/s^2 . Laskimme huippukiihtyvyyden, emmekä huomioineet kiihtyvyyden kehittymistä tai muutoksia liikekaarien aikana. Reaktioajoista ja käden huippukiihtyvyydestä laskettiin keskiarvot jokaiselle analysoitavalle koetilanteelle (*kohdeärsykekatgoria / lähestymis- tai vetäytymistilanne*). Subjektiivista arvioita kohdeärsykkeiden pelottavuudesta arvioitiin viisiportaisella likert-asteikolla. Olimme kiinnostuneita subjektiivisista pelkoarvioista, sillä halusimme tarkastella, ovatko mahdolliset eroavaisuudet mitatuissa muuttujissa (*reaktionopeus / käden huippukiihtyvyys*) yhteydessä subjektiiviseen arvioon kohteen pelottavuudesta.

2.7 Tilastollinen analyysi

Ensimmäiseksi suoritimme yksisuuntaisen varianssianalyysin (ANOVA), jossa tarkastelimme, onko pelottavuusarvioissa eroja kohdeärsykkeiden välillä. Varianssianalyysillä halusimme varmistaa, että kohdeärsykekategorioiden välillä todella on eroa koehenkilöiden raportoimassa pelottavuudessa. Arvioimme jokaisen esitetyn kohdeärsykkeen pelottavuutta erikseen. Haluamme näin varmistua siitä, että otoksemme ei ole poikkeava aikaisempiin tutkimuksiin nähden. Alla kaikkien varianssianalyysien tulosten raportoinnissa käytetään Greenhouse-Geisser-korjattuja p-arvoja sekä vapausasteita niissä tilanteissa, joissa aineiston sfäärisyysoletus ei toteudu.

Varianssianalyysin jälkeen suoritimme jatkovertailuja. Jatkovertailut suoritettiin toistettujen mittausten t-testeillä. Ensimmäisessä vertailussa käärmeiden ja hämähäkkien tulokset olivat yhdistetty yhdeksi ryhmäksi (*pelottavat*) sekä lintujen ja perhosten toiseksi (*neutraalit*). Tämän lisäksi vertasimme vielä käärmeiden ja hämähäkkien pelottavuusarvioita keskenään.

Seuraavaksi tilastollisten analyysien kohteena olivat mitatut reaktioajat sekä käden huippukiihtyvyys. Tulosten vertailu suoritettiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä (*kohdeärsykekategoria x lähestymis-/vetäytymistilanne*, ANOVA). Hypoteeseja 1–4 tarkastellaksemme suoritimme kaksisuuntaisen (4×2) varianssianalyysin, jossa luokkina olivat käärmeet, hämähäkit, linnut ja perhoset sekä koetilanteista lähestymis- ja vetäytymistilanne. Varianssianalyysin tarkoituksena oli selvittää eroavuuksia ärsykeluokkien sekä koetilanteiden välillä ja löytää mahdollisia jatkovertailukohteita. Varianssianalyysin lisäksi suoritettiin jatkovertailuja, joissa keskityttiin tiettyjen kohdeärsykeluokkien välisiin eroihin. Hypoteeseja 5 ja 6 tarkasteltiin vertaamalla kohdeärsykeluokista käärmeitä ja hämähäkkejä toisiinsa.

Jatkovertailut suoritettiin toistettujen mittausten t-testeillä. Teimme parittaiset vertailut pelottavien (*käärmeet + hämähäkit*) ja neutraalien (*linnut + perhoset*) ärsykkeiden välillä reaktionopeuden ja käden huippukiihtyvyyden suhteen kummassakin koetilanteessa (*lähestymis- ja vetäytymistilanne*). Olimme myös erityisesti kiinnostuneita käärmeiden ja hämähäkkien välisistä mahdollisista eroista.

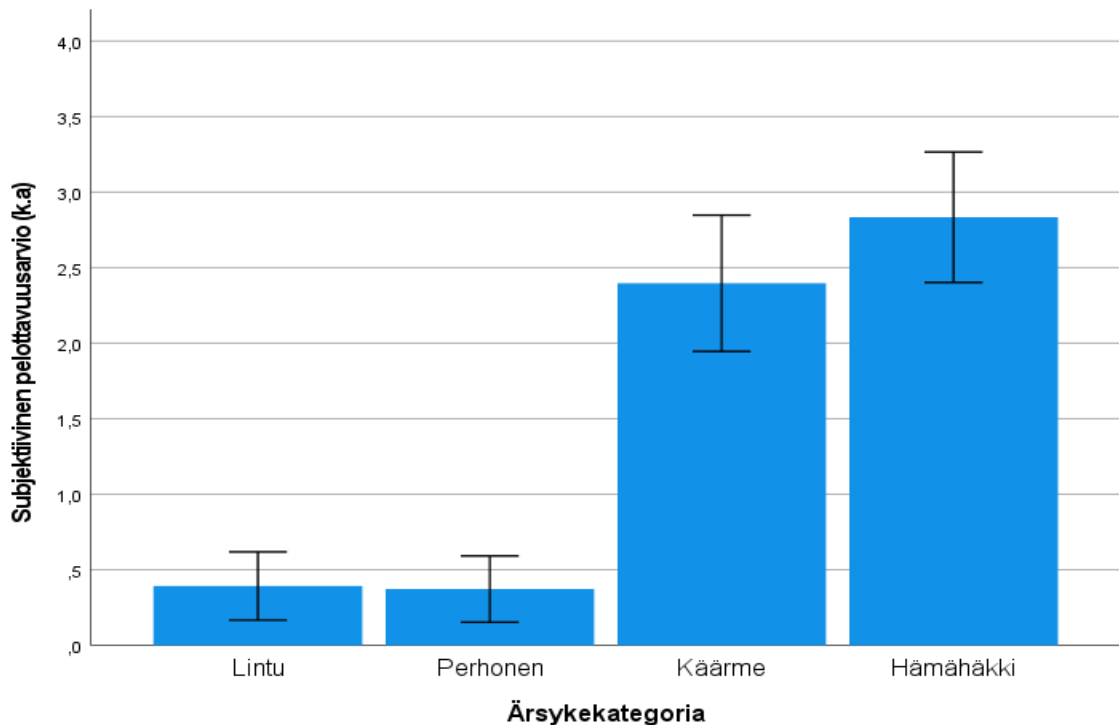
Teimme samoin parittaiset vertailut käärmeiden ja hämähäkkien välillä reaktionopeuden ja käden huippukiihtyvyyden suhteen kummassakin koetilanteessa (*lähestymis- ja vetäytymistilanne*). Ennalta päätettyjä kontrasteja suoritettiin näin ollen yhteensä kahdeksan kappaletta.

3. Tulokset

3.1 *Pelottavuusarviointi*

Tarkasteltaessa koehenkilöiden arvioita yksittäisten kohdeärsykkeiden pelottavuudesta saimme selvän tuloksen. Varianssianalyysi osoittaa, että esitetyt ärsykekategoriat eroavat raportoidun pelottavuuden suhteen toisistaan, $F(3, 116) = 57.92$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .60$. Kuvassa 1 on esitettyä kohdeärsykkeiden saamien pelottavuusarvioiden keskiarvot sekä 95% luottamusvälit näille keskiarvoille. Arviot perustuvat viisiportaiseen likert-asteikkoon, jossa 0 on vähiten pelottava ja 4 eniten pelottava. Kuvaa 1 tulkitsemalla voidaan päätellä, että koehenkilöt pitivät kuvia hämähäkeistä ja käärmeistä selvästi pelottavampina kuin perhosia ja lintuja.

Tulkitsemalla kuvaa 1 voidaan päätellä, että olettamustemme mukaisesti käärmeet ja hämähäkit muodostivat pelottavien eläimien ryhmän ja linnut ja perhoset neutraalien eläimien ryhmän. Muodostimme käärmeistä ja hämähäkeistä yhdistetyn kohdeärsykkeiden ryhmän ja linnuista sekä perhosista toisen ryhmän. Käärmeiden ja hämähäkkien ryhmä sai tilastollisesti merkitsevästi korkeammat pelottavuusarviot kuin lintujen ja perhosten muodostama ryhmä, $t(59) = 16.45$, $p < .001$, $95\%CI = [1.96, 2.50]$, $d = 2.18$. Käärmeitä ja hämähäkkejä voidaan siis perustellusti pitää tässä koeasetelmassa "*pelottavina*" kohdeärsykkeinä ja lintuja sekä perhosia "*neutraaleina*" kohdeärsykkeinä.



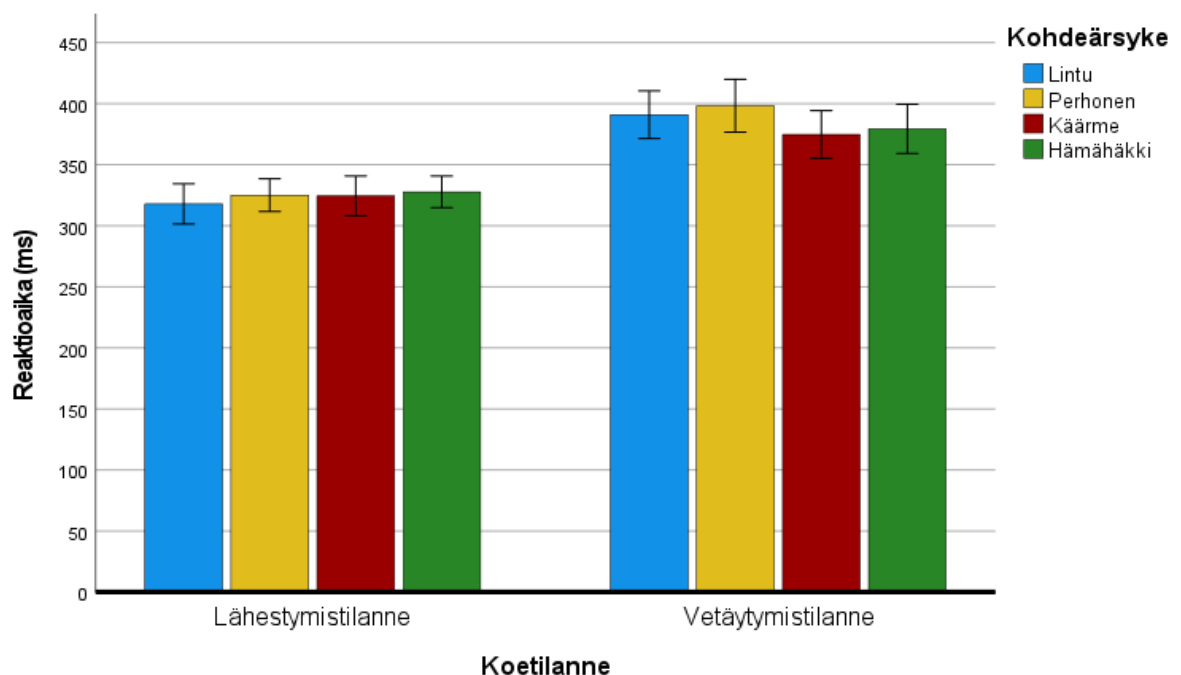
Kuva 1. Likert-asteikolla (0-4) arvioitujen kohdeärsykekuvien keskiarvot eri kategorioiden suhteen. Virhepalkit edustavat 95% luottamusvälejä.

Arvioimme vielä tarkemmin eri ärsykekategorioiden eroja pelottavuusarvioiden suhteen. Neutraalit kohdeärsykkeet eli linnut ja perhoset eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan pelottavuusarvioiden suhteen, $t(29) = .15$, $p = .88$, 95%CI = [-.26, .30], $d = .03$. Pelottavien kohdeärsykkeiden ryhmän sisällä ilmeni kuitenkin tilastollisesti merkitsevää vaihtelua. Käärmeitä pidettiin tilastollisesti merkitsevästi vähemmän pelottavina kuin hämähäkkejä, $t(29) = 2.90$, $p = .007$, 95%CI = [-.75, -.13], $d = .37$.

Ero kohdeärsykkeiden välillä oli odotettavan kaltainen, sillä ennen koetilannetta täytetyssä yleisessä pelkokyselyssä (*kuinka paljon pelkääät käärmeitä / hämähäkkejä / lintuja / perhosia*) saatiin jo viitteitä tämän suuntaisesta tuloksesta. Ennen koetilannetta täytetyn pelkokyselyn arvot olivat hämähäkeille (M = 1.81; SD = 1.23), käärmeille (M = 1.75; SD = 1.02), linnuille (M = 0.44; SD = 0.72) ja perhosille (M = 0.13; SD = 0.34). Kohdeärsykkeiden pelottavuusjärjestys pysyi samana sekä yleisesti lajeja että yksittäisiä ärsykekuvia arvioidessa siten, että perhoset koettiin vähiten pelottaviksi ja hämähäkit kaikkein pelottavimmiksi.

3.2 Reaktionsopeus

Tulosten analysointiin käytettiin toistettujen mittausten varianssianalyysia (2 x 4), jossa selittävinä tekijöinä olivat koetilanne sekä kohdeärsykeluokka. Suoritetun varianssianalyysin mukaan kohdeärsykeluokalla (*linnut / perhoset / käärmeet / hämähäkit*) ei ole tilastollisesti merkitsevää päävaikutusta reaktionopeuteen nykyisessä koeasetelmassa, $F(3,87) = 2.06$, $p = .112$, $\eta_p^2 = .07$. Koetilanteella (*lähestymis- / vetäytymistilanne*) sen sijaan on tilastollisesti merkitsevä päävaikutus reaktionopeuteen siten, että reaktioajat olivat merkitsevästi nopeampia lähestymistilanteessa, $F(1,29) = 51.59$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .64$. Kohdeärsykeluokan ja koetilanteen yhdysvaikutus reaktionopeuteen on samoin tilastollisesti merkitsevä, $F(3,87) = 5.63$, $p = .001$, $\eta_p^2 = .16$. Keskimääräiset reaktioajat eri ärsykeluokille kummassakin koetilanteessa ovat esitettyinä kuvassa 2.



Kuva 2. Reaktioaikojen keskiarvot eri kohdeärsykkeisiin lähestymis- ja vetäytymistilanteessa. Virhepalkit kuvaavat 95% luottamusvälejä.

Kuvasta 2 voidaan päätellä, että koehenkilöt reagoivat nopeammin lähestymistilanteessa kuin vetäytymistilanteessa. Erot reaktionopeudessa eri kohdeärsykeluokkien suhteen näyttäisivät tulevan kuitenkin voimakkaammin esille vetäytymistilanteessa. Lähestymistilanteessa yhtä selkeää vaikutusta ei näyttäisi muodostuvan. Kuvan 2 perusteella havaittu yhdysvaikutus näyttäisi liittyvän siihen, että eläimiin reagoidaan eri tavalla vetäytymis- ja lähestymistilanteissa. Tämän vuoksi tarkastelimme vielä erikseen lähestymis- ja vetäytymistilanteen reaktioaikoja yksisuuntaisilla varianssianalyysillä. Vertasimme myös kaikkia mahdollisia kohdeärsykeluokkia toisiinsa toistettujen mittausten t-testeillä.

3.2.1 Reaktionopeuden tarkastelua lähestymistilanteessa

Lähestymistilanteen tuloksille suoritettu yksisuuntainen varianssianalyysi, jossa selittävänä tekijänä käytettiin pelkästään kohdeärsykeluokkaa osoitti, että linnut, perhoset, käärmeet ja hämähäkit eivät eronneet toisistaan reaktionopeuden suhteen, $F(3, 116) = .33$, $p = .80$, $\eta_p^2 = .01$.

Vaikka yksisuuntainen varianssianalyysi osoitti, etteivät reaktioajat eronneet lähestymistilanteessa suoritimme parittaiset vertailut kaikkien kohdeärsykeluokkien välillä. Yhtenä vertailtava parina käytettiin pelottavia ja neutraaleja ärsykejä. Pelottavien ärsykkeiden ryhmä muodostettiin laskemalla keskiarvot käärmeiden ja hämähäkkien yli ja neutraalien ärsykkeiden ryhmä laskemalla keskiarvot lintujen ja perhosten yli. Parittaisissa vertailuissa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja minkään vertailtavien ryhmien välillä. Parittaisten vertailujen tunnusluvut ovat esitettyinä Taulukossa 1.

Taulukko 1. Parittaiset vertailut reaktioaikojen suhteen eri kohdeärsykeluokkien välillä lähestymistilanteessa

Vertailtavat ryhmät	Vapausasteet	t	P-arvo	95%CI	Cohenin d
neutraalit vs. pelottavat	29	-.97	.342	[-14.42, 5.17]	.13
lintu vs. perhonen	29	- 1.31	.202	[-18.42, 4.06]	.17
lintu vs. käärme	29	-.92	.365	[-21.22, 8.06]	.15
lintu vs. hämähäkki	29	- 1.75	.091	[-21.38, 1.69]	.24
perhonen vs. käärme	29	.08	.936	[-14.59, 15.78]	.02
perhonen vs. hämähäkki	29	-.44	.664	[-15.11, 9.77]	.08
käärme vs. hämähäkki	29	-.45	.657	[-18.18, 11.64]	.08

3.2.2 Reaktionopeuden tarkastelua vetäytymistilanteessa

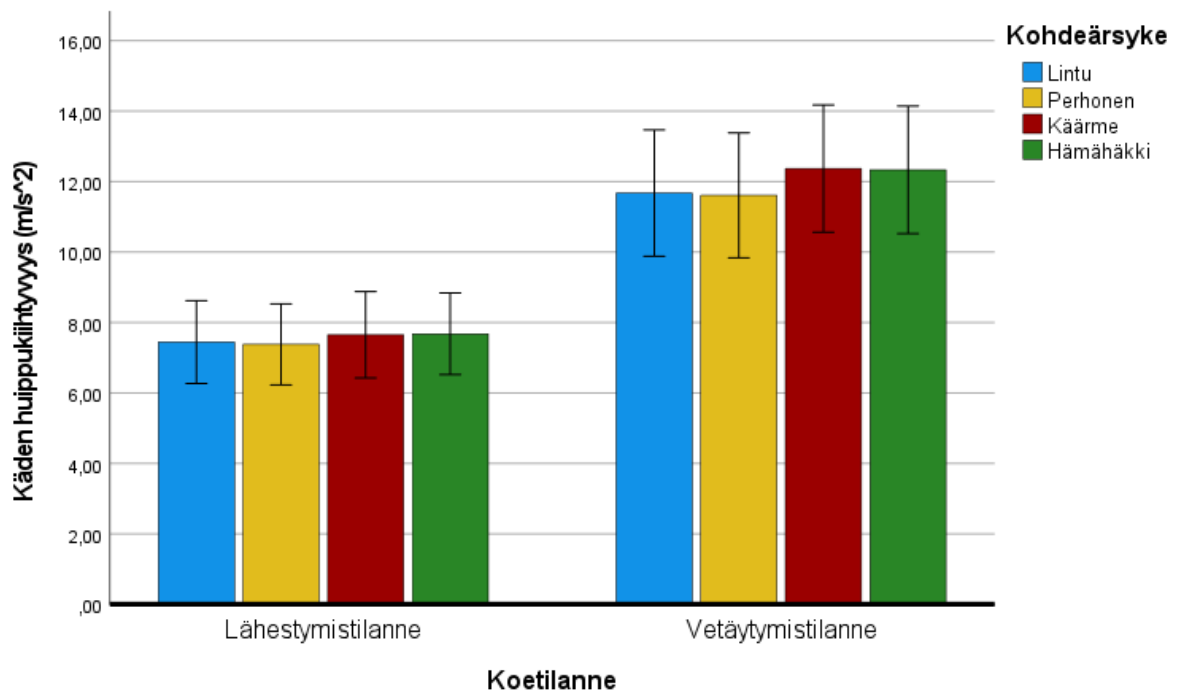
Vetäytymistilanteen tuloksille suoritettu varianssianalyysi, jossa selittävänä tekijänä käytettiin pelkästään kohdeärsykeluokkaa osoitti, että linnut, perhoset, käärmeet ja hämähäkit eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi reaktionopeuden suhteen, $F(3, 116) = 1.18$, $p = .322$, $\eta_p^2 = .03$. Parittaiset vertailut kohdeärsykeryhmien välillä vetäytymistilanteessa osoittivat kuitenkin, että pelottavien eläimien ryhmä (*käärmeet + hämähäkit*) erosi tilastollisesti merkitsevästi neutraalien eläimien (*linnut + perhoset*) ryhmästä reaktionopeuden suhteen. Parittaisten vertailujen tunnusluvut ovat esitettyinä Taulukossa 2.

Taulukko 2. Parittaiset vertailut reaktioaikojen suhteen eri kohdeärsykeluokkien välillä vetäytymistilanteessa

Vertailtavat ryhmät	Vapausasteet	t	P-arvo	95%CI	Cohenin d
neutraalit vs. pelottavat	29	3.83	< .001	[8.18, 26.93]	.34
lintu vs. perhonen	29	- 1.21	.236	[-19.80, 5.09]	.13
lintu vs. käärme	29	2.52	.018	[3.05, 29.31]	.31
lintu vs. hämähäkki	29	1.82	.079	[-1.43, 24.58]	.22
perhonen vs. käärme	29	3.58	.001	[10.08, 36.99]	.42
perhonen vs. hämähäkki	29	3.94	< .001	[9.11, 28.75]	.33
käärme vs. hämähäkki	29	- 0.89	.382	[-15.22, 6.01]	.09

3.3 Käden huippukiihtyvyys

Tulosten analysointiin käytettiin toistettujen mittauksen varianssianalyysia (2×4), jossa selittävinä tekijöinä olivat koetilanne sekä kohdeärsykeluokka. Suoritetun varianssianalyysin mukaan kohdeärsykeluokalla (*linnut / perhoset / käärmeet / hämähäkit*) on tilastollisesti merkitsevä päävaikutus käden huippukiihtyvyyteen siten, että pelottaviin eläimiin reagoidaan suuremmalla huippukiihtyvyydellä kuin neutraaleihin eläimiin, $F(2.07, 59.99) = 15.06$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .34$. Koetilanteella (*lähestymis- / vetäytymistilanne*) on samoin tilastollisesti merkitsevä päävaikutus siten, että käden huippukiihtyvyys on suurempaa vetäytymistilanteessa, $F(1, 29) = 34.44$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .54$. Kohdeärsykeluokan ja koetilanteen yhdysvaikutus käden huippukiihtyvyyteen on myös tilastollisesti merkitsevä. Tämän yhdysvaikutuksen efekti on pienempi kuin koetilanteen tai kohdeärsykeluokan itsenäiset päävaikutukset, $F(2.24, 64.91) = 3.56$, $p = .030$, $\eta_p^2 = .11$. Käden keskimääräinen huippukiihtyvyys reagoiessa eri kohdeärsykeluokkiin kummassakin koetilanteessa on esitettyä kuvassa 5.



Kuva 5. Käden huippukiihtyvyyden keskiarvot eri kohdeärsykeluokille lähestymis- ja vetäytymistilanteessa. Virhepalkit kuvaavat 95% luottamusvälejä.

Kuvasta 5 voidaan päätellä, että pelottaviin (*käärmeet ja hämähäkit*) kohdeärsykkeisiin reagoidaan sekä lähestymis- että vetäytymistilanteessa tyypillisesti suuremmalla kiihtyvyydellä kuin neutraaleihin kohdeärsykkeisiin. Erot käden huippukiihtyvyydessä reagoidessa pelottaviin tai neutraaleihin kohdeärsykkeisiin korostuvat kuitenkin vetäytymistilanteessa. Toimimme käden huippukiihtyvyyden suhteen samalla tavoin kuin reaktionopeuden suhteen, eli tarkastelimme vielä erikseen lähestymis- ja vetäytymistilanteissa mitattua käden huippukiihtyvyyttä yksisuuntaisilla varianssianalyyseilla. Vertasimme myös kaikkia mahdollisia kohdeärsykeluokkia toisiinsa toistettujen mittausten t-testeillä kummassakin koetilanteessa.

3.3.1 Käden huippukiihtyvyyden tarkastelua lähestymistilanteessa

Lähestymistilanteen tuloksille suoritettu yksisuuntainen varianssianalyysi, jossa selittävänä tekijänä käytettiin pelkästään kohdeärsykeluokkaa osoitti, että linnut, perhoseet, käärmeet ja hämähäkit eivät eronneet toisistaan käden huippukiihtyvyyden suhteen, $F(3, 116) = .07$, $p = .977$, $\eta_p^2 = .002$.

Vaikka yksisuuntainen varianssianalyysi osoitti, että käden huippukiihtyvyys ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi eri kohdeärsykeluokkien välillä lähestymistilanteessa, suoritimme kuitenkin parittaiset vertailut kaikkien kohdeärsykeluokkien välillä. Vertasimme jälleen myös pelottavien ja neutraalien ärsykkeiden ryhmiä toisiinsa. Pelottavien ja neutraalien ärsykkeiden ryhmät muodostettiin samalla tavoin kuin reaktioaikoja vertaillessa. Parittaiset vertailut paljastivat tilastollisesti merkitsevän eron käden huippukiihtyvyydessä pelottavien ja neutraalien eläimien välillä. Parittaisten vertailujen tunnusluvut ovat esitettyinä Taulukossa 3.

Taulukko 3. Parittaiset vertailut käden huippukiihtyvyyden suhteen eri kohdeärsykeluokkien välillä lähestymistilanteessa

Vertailtavat ryhmät	Vapausasteet	t	P-arvo	95%CI	Cohenin d
neutraalit vs. pelottavat	29	- 4.23	< .001	[-.38, -.13]	.08
lintu vs. perhonen	29	0.74	.465	[-.12, .25]	.02
lintu vs. käärme	29	- 2.11	.044	[-.41, -.01]	.06
lintu vs. hämähäkki	29	-3.00	.005	[-.40, -.08]	.08
perhonen vs. käärme	29	- 2.81	.009	[-.47, -.07]	.08
perhonen vs. hämähäkki	29	- 3.76	< .001	[-.47, -.14]	.10
käärme vs. hämähäkki	29	- 0.29	.777	[-.23, .17]	.01

3.3.2 Käden huippukiihtyvyyden tarkastelua vetäytymistilanteessa

Vetäytymistilanteen tuloksille suoritettu varianssianalyysi, jossa selittävänä tekijänä käytettiin pelkästään kohdeärsykeluokkaa osoitti, että linnut, perhoset, käärmeet ja hämähäkit eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi käden huippukiihtyvyyden suhteen, $F(3, 116) = .22$, $p = .822$, $\eta_p^2 = .01$. Parittaiset vertailut eri kohdeärsykeryhmien välillä osoittivat kuitenkin pelottavien ja neutraalien eläimien eroavan toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Parittaisten vertailujen tunnusluvut vetäytymistilanteessa ovat esitettyinä Taulukossa 4.

Taulukko 4. Parittaiset vertailut käden huippukiihtyvyyden suhteen eri kohdeärsykeluokkien välillä vetäytymistilanteessa

Vertailtavat ryhmät	Vapausasteet	t	P-arvo	95%CI	Cohenin d
neutraalit vs. pelottavat	29	3.94	< .001	[.34, 1.08]	.15
lintu vs. perhonen	29	0.45	.653	[-.22, .34]	.01
lintu vs. käärme	29	- 3.16	.004	[-1.15, -.25]	.15
lintu vs. hämähäkki	29	-3.62	.001	[-1.04, -.29]	.14
perhonen vs. käärme	29	- 3.44	.002	[-1.21, -.31]	.16
perhonen vs. hämähäkki	29	- 4.11	< .001	[-1.08, -.36]	.15
käärme vs. hämähäkki	29	0.32	.748	[-.20, .28]	.01

4. Pohdinta

Tutkimuksessa tarkasteltiin Isbellin (2006) esittämää käärmeenhavaitsemisteoriaa, jonka mukaan ihmisten visuaalisen havaitsemisen mekanismit ovat kehittyneet siten, että havaitsemme erityisen herkästi evolutiivisesti uhkaavia ärsykeitä. Käärmeet ovat Isbellin teorian mukaan erityisasemassa näiden evolutiivisesti pelottavien eläimien joukossa. Nykyisessä koeasetelmassa teoriaa tarkasteltiin mittaamalla koehenkilöiden reaktionopeutta, minkä lisäksi aloitimme täysin uuden tutkimuslinjan mittaamalla ensimmäistä kertaa myös koehenkilöiden reaktioiden huippukiihtyvyyttä. Sekä reaktionopeutta että huippukiihtyvyyttä tarkasteltiin erikseen lähestymis- ja vetäytymistilanteessa.

4.1 Keskeiset tulokset

Nykyisessä koeasetelmassa saadut tulokset osoittivat, että vaaditulla reagoitavalla oli todellakin merkitystä reaktionopeuden suhteen. Kohdeärsykeluokka (*pelottava tai neutraali*) itsessään ei ollut riittävä selittävä tekijä muutoksille reaktionopeudessa. Ensimmäinen hypoteesimme (*reaktioajat pelottaviin eläimiin ovat lyhyempiä kuin reaktioajat neutraaleihin eläimiin*) sai siis osittaista tukea. Hypoteesi pitää paikkansa ainoastaan vetäytymistilanteessa. Kolmas hypoteesimme (*lähestymistilanteessa pelottaviin eläimiin reagoidessa reaktioajat ovat pidempiä kuin neutraaleihin eläimiin reagoidessa*) sai myös näennäistä tukea. Hypoteesin olettamus oli oikea, mutta reaktioaikojen ero pelottavien ja neutraalien ärsykkeiden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Nykyisessä koeasetelmassa käärmeet eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi hämähäkeistä reaktionopeuden tai käden huippukiihtyvyyden suhteen kummassakaan koetilanteessa. Viides hypoteesimme (*käärmeisiin reagoidessa lähestymistilanteessa reaktioajat ovat pidempiä ja käden huippukiihtyvyys pienempää kuin hämähäkkeihin reagoidessa*) sekä kuudes hypoteesimme (*käärmeisiin reagoidessa vetäytymistilanteessa reaktioajat ovat lyhyempiä ja käden huippukiihtyvyys suurempaa kuin hämähäkkeihin reagoidessa*) eivät kumpikaan saaneet tukea.

Huippukiihtyvyyttä tarkastellessamme saimme selville, että kohdeärsykeluokalla oli vaikutus käden kiihtyvyyteen. Pelottaviin eläimiin reagoidessa käden kiihtyvyys oli suurempaa kuin neutraaleihin eläimiin reagoidessa riippumatta koetilanteesta. Käden huippukiihtyvyys oli suurinta vedettäessä kättä pois päin pelottavista kohdeärsykkeistä ja pienintä lähestyttäessä neutraaleja kohdeärsykeitä. Kohdeärsykeluokan ja koetilanteen yhdysvaikutukset osoittavat, että intuitiivisesti ”oikeanlaisen” reaktion (*viedä käsi pois uhkaavan ärsykkeen luota*) suorittaminen näyttäisi tuottavan suurimman käden huippukiihtyvyyden.

Toinen hypoteesimme (*käden huippukiihtyvyys on suurempaa reagoidessa pelottaviin eläimiin verrattuna neutraaleihin eläimiin*) sai johdonmukaisesti tukea kummassakin koetilanteessa. Neljäs hypoteesimme (*lähestymistilanteessa pelottaviin eläimiin reagoidessa käden huippukiihtyvyys on vähäisempää kuin neutraaleihin eläimiin reagoidessa*) ei puolestaan saanut tukea nykyisessä koeasetelmassa. Käärmet eivät myöskään eronneet hämähäkeistä käden huippukiihtyvyyden suhteen tilastollisesti merkitsevästi kummassakaan koetilanteessa. Tästä syystä aikaisemmin mainitut viides – ja kuudes hypoteesimme eivät saaneet tukea käden huippukiihtyvyyden osaltakaan.

4.2 Keskeisten tuloksien suhde aikaisempiin tutkimustuloksiin

Aikaisemmat tutkimustulokset ovat antaneet viitteitä siihen, että käärmeitä havaittaisiin nopeammin kuin muita eläimiä (Soares, Lindström, Esteves, & Öhman, 2014; Öhman, Flykt, & Esteves, 2001; Öhman & Mineka, 2001). Kyseisissä tutkimuksissa havaitsemisen nopeutta kuvaavana suurena on käytetty reaktionopeutta. Kyseisten tutkimustuloksien vertaaminen omiin tuloksiimme oli kuitenkin haastavaa, sillä koehenkilöiden reaktioiden mittaamisessa on käytetty erilaista menetelmää. Omat tutkimustuloksemme tukevat aikaisempia tuloksia vain osittain. Käärmeisiin reagoidaan nopeammin kuin neutraaleihin ärsykkeisiin, mutta ainoastaan vetäytymistilanteessa. Emme itse löytäneet tilastollisesti merkitsevää eroa reaktionopeuksien suhteen käärmeiden ja hämähäkkien välillä.

Koeasetelmien eroavaisuudet ovat hyvin todennäköisesti vaikuttaneet tuloksiin. Aikaisemmat koeasetelmat ovat olleet visuaalisia etsintätehtäviä, joissa

koehenkilöille on näytetty kerralla useita ärsyksiä. Useiden ärsyksiiden esittäminen on luonnollisesti vaikuttanut mitattuihin reaktioaikoihin. Aikaisemmissa tutkimuksissa ei ole myöskään tarkasteltu reaktioaikoja erikseen lähestymis- ja vetäytymistilanteissa. Omassa tutkimuksessamme olemme eri koetilanteiden lisäksi pyrkineet lisäämään koeasetelman ekologista valideettia mittaamalla reaktioaikoja kosketusnäytön avulla, emmekä nappia painamalla kuten aikaisemmissa tutkimuksissa. Nykyisessä koeasetelmassa tarkastelimme reaktionopeuden lisäksi myös käden huippukiihtyvyyttä.

Käden huippukiihtyvyyden osalta saadut testitulokset osoittavat, että käärmeisiin sekä hämähäkkeihin reagoitiin suuremmalla kiihtyvyydellä kuin neutraaleihin kohdeärsyksiin riippumatta koetilanteesta. Tämä tulos antaa viitteitä siitä, että käden huippukiihtyvyys saattaa olla herkempi mittari pelottavien ärsyksiiden havaitsemisen ja sitä seuraavien reaktioiden tarkastelemisessa kuin pelkästään mitattu reaktionopeus. Käden huippukiihtyvyyden tarkasteleminen osoitti, että kyseistä mittaria käyttämällä saadaan hieman erilaiset tulokset kuin reaktioaikaa käyttämällä. Esimerkiksi lähestymistilanteessa koehenkilöiden reaktioajat hieman nopeutuivat verrattuna vetäytymistilanteeseen, mutta käden huippukiihtyvyys väheni. Tämä puolestaan kertoo siitä, että reaktionopeus ja mitattu käden huippukiihtyvyys eivät perustu identtisille aivomekanismeille. Käärmeet ja hämähäkit eivät kuitenkaan eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi käden huippukiihtyvyydenkään suhteen. Tältä osin oma koeasetelmamme ei tue aikaisempia tutkimustuloksia, joiden mukaan käärmeitä ”havaittaisiin” nopeammin kuin hämähäkkejä.

Pelottavat eläimet kuten käärmeet ja hämähäkit, joita voidaan perustellusti pitää myös evolutiivisesti uhkaavina ärsyksiinä (Öhman, Flykt, & Esteves, 2001) näyttäisivät suoraan lisäävän suoritettun reaktion huippukiihtyvyyttä. Ärsyksen pelottavuus / uhkaavuus ei kuitenkaan itsessään vaikuta reaktionopeuteen, ellei suoritettava liike ole evolutiivisesti johdonmukainen (*vetäytymisliike*). Nämä tulokset antavat johdonmukaista tukea sille, että pelottaviin ärsyksiin reagoidessa reaktion nopeuden lisäksi oikeanlainen reagointi on äärimmäisen tärkeää.

4.3 Kriittinen tarkastelu ja jatkotutkimuksien tarve

Isbellin (2006) esittämän käärmenhavaitsemisteorian perustana on, että ihmisten nopea ja tarkka käärmeiden visuaalinen havaitseminen johtuisi käärmeiden varhaisiin nisäkkäsiin kohdistamasta valintapaineesta. Isbellin teorian mukaan käärmeiden havaitsemiseen liittyvät aivorakenteet ovat toiminnassa myös ihmisillä, vaikka käärmeet eivät enää muodosta ihmisille samankaltaista uhkaa kuin varhaisille nisäkkäille. Tämä oletamus ei kuitenkaan täysin pidä paikkaansa. Käärmeiden käyttämien saalistusstrategioiden vuoksi käärmeet muodostavat uhan myös ihmisille. Puolustautuessaan käärmeet voivat hyökätä myös suurempien eläimien kimppuun, jotka eivät kuulu niiden normaaliin ruokavalioon. Näin voi esimerkiksi käydä ihmisen vahingossa lähestyessä käärmettä, jota ei ole havainnut. Käärmeet ovat nykyaikanakin huomattava uhka ihmisille. Käärmeiden puremiin kuolee vuosittain enemmän ihmisiä kuin moniin trooppisiin tauteihin (Williams ym., 2010). Arviolta 100 000 ihmistä kuolee vuosittain käärmeen puremaan. Todellisuudessa ihmisiin kohdistuneita käärmeen puremia tapahtuu huomattavasti enemmän. Arviolta 400 000 ihmistä selviää vuosittain käärmeen puremasta, sillä käärmeen puremia pystytään hoitamaan vastamyrkyillä (Kasturiratne ym., 2008). Näin ollen voidaan perustellusti sanoa, että käärmeiden havaitseminen on edelleen ihmisille selviytymistä edistävä ja valintapaineen kohteena oleva ominaisuus. Isbellin teorian kannalta on merkillistä, että edellä mainittujen tietojen perusteella ihmiset vaikuttaisivat havaitsevan käärmeitä melko huonosti.

Nykyisessä tutkimuksessa ja koeasetelmassa ilmeni joitakin puutteita, joihin olisi tulevaisuudessa hyvä kiinnittää huomiota. Keräsimme tietoa koehenkilöiden kokemuksesta kohdeärsykkeiden pelottavuudesta ennen koetilannetta täytettävällä kyselylomakkeella. Tämän kyselöimäkkeen perusteena oli aikaisemmissa tutkimuksissa käytetyt menetelmät (Grassini, Holm, Railo & Koivisto, 2016). Halusimme, että nykyinen tutkimus olisi mahdollisimman hyvin verrattavissa aikaisempaan tutkimuspohjaan (Öhman, Flykt, & Esteves, 2001; Öhman & Soares, 1993, 1994). Aikaisemmissa tutkimuksissa on esimerkiksi pyritty arvioimaan fobian vaikutusta tiettyjen ärsykkeiden (*käärmeiden ja hämähäkkien*) havaitsemiseen (Öhman & Soares, 1993, 1994). Nykyisessä tutkimuksessa kolme koehenkilöä ilmoitti ennen koetilannetta täytettävässä pelkokyselyssä pelkäävänsä hämähäkkejä erittäin

paljon. Näitä koehenkilöitä olisi voitu tarkastella tarkemmin, sillä aiemman tutkimuksen (Öhman & Soares, 1993, 1994) mukaan he ovat saattaneet olla herkistyneitä havaitsemaan fobiansa kohteita eli hämähäkkejä. Yksikään koehenkilö ei ilmoittanut pelkäävänsä käärmeitä erittäin paljon. Tämä on saattanut vaikuttaa siihen, että emme havainneet nykyisessä koeasetelmassa tilastollisesti merkitseviä eroja käärmeiden ja hämähäkkien välillä. Kyseisten koehenkilöiden tuloksia olisi voinut tarkastella vielä erikseen, jotta olisimme saaneet lisätietoa mahdollisen fobian vaikutuksesta mitattuihin suureisiin (*reaktionopeus ja käden huippukiihtyvyys*).

Erityisesti vetäytymistilanteessa pelottaviin ärsykkeisiin reagoitiin nopeammin ja suuremmalla kiihtyvyydellä kuin neutraaleihin ärsykkeisiin. Lähestymistilanteessa erot reagoidessa pelottaviin ja neutraaleihin ärsykkeisiin eivät olleet yhtä selviä. On mahdollista, että lähestymistilanteessa koehenkilöt tietoisesti yrittivät välttää osumasta kosketusnäyttöön liian suurella voimalla, mikä on voinut vaikuttaa mitattuun käden huippukiihtyvyyteen. Tulevissa koeasetelmissa tulisi huomioida koehenkilöiden pyrkimys olla lyömättä kättään esimerkiksi kosketusnäyttöön. Tämä häiriötekijä voitaisiin välttää käyttämällä koeasetelmassa esimerkiksi päähän puettavia VR-laseja (*virtual reality, VR*), jotka mahdollistaisivat vapaan liikkumisen lasien avulla näytettävässä virtuaalisessa ympäristössä. Näin pystyttäisiin entisestään lisäämään koetilanteen luonnonmukaisuutta. VR-laseja käyttämällä pystyttäisiin vielä tarkemmin imitoimaan luonnollista ympäristöä ja olosuhteita vastaava tilanne. Samalla olisi mahdollista kontrolloida tarkasti ärsykkeiden esittämiseen liittyvät muuttujat kuten ärsykkeen etäisyys.

Nykyinen koeasetelma on osoittanut, että pelkkä reaktionopeuden tarkastelu ei itsessään ole riittävä keino visuaaliseen havaitsemiseen liittyvien prosessien mittaamiseksi. Käden huippukiihtyvyyden tarkasteleminen osoitti, että uhkaaviin ärsykkeisiin reagoidessa reaktionopeuden lisäksi on oleellista minkälainen reaktio suoritetaan. Tulevissa tutkimusasetelmissa tulisi entistä suuremmissa määrin huomioida reaktion aiheuttaman liikkeen kiihtyvyyden mittaaminen sekä myös mahdollisesti tarkastella suoritettuja liikekaaria tarkemmin. On mahdollista, että liikkeen kiihtyvyyden lisäksi liikkeen suunnassa tapahtuu muutoksia riippuen kohdatun ärsykkeen laadusta. Käden huippukiihtyvyys oli säännönmukaisesti

suurempaa reagoidessa pelottaviin ärsykkeisiin. Olisi myös mielenkiintoista tutkia onko käärmeiden herättämä, muita eläimiä suurempi, neurologinen vaste (*ERP-tutkimukset*) yhteydessä mitattuun käden huippukiihtyvyyteen.

4.4 Yhteenveto

Isbellin (2006) esittämää käärmeenhavaitsemisteoriaa käsittelevä tutkimus on esittänyt, että käärmeitä mahdollisesti havaitaan aikaisemmin kuin muita uhkaavia ärsykeitä, tai käärmeiden havaitsemiseen liittyvät visuaalisen havaitsemisen mekanismit ainakin toimivat erityisen nopeasti. Tutkimukset ovat yrittäneet selvittää, mitkä käärmeiden ominaisuudet mahdollistavat nopean havaitsemisen (Isbell & Etting, 2016; Kawai & He, 2016; LoBue, 2014; Van Strien & Isbell, 2017). Käärmeet herättävät suuremman EPN-vasteen, kuin muut eläimet (Van Strien, Franken, & Huijding, 2014). Mitattujen vasteiden on ajateltu heijastavan tarkkaavuuden suuntaamista. Omassa tutkimuksessamme keskityimme tarkastelemaan käärmeiden havaitsemista mittaamalla reaktionopeutta sekä käden huippukiihtyvyyttä. Käsityksemme mukaan oma tutkimuksemme on tällä hetkellä ensimmäinen, jossa on tarkasteltu käden huippukiihtyvyyttä. Tutkimuksemme tarkensi aikaisempien reaktioaikaan keskittyneiden tutkimuksien tuloksia (Flykt, 2005; Soares, Lindström, Esteves & Öhman, 2014; Öhman, Flykt, & Esteves, 2001). Havaitsimme, että pelottaviin ärsykkeisiin reagoidaan selvästi nopeammin kuin neutraaleihin ärsykkeisiin vain kun kyseessä on vetäytymistilanne. Käden huippukiihtyvyys oli koetilanteesta riippumatta suurempaa reagoidessa pelottaviin ärsykkeisiin.

Snake Detection theoryn kannalta on mielenkiintoista, että vaikka ihmisten visuaalisen havaitsemisen menetelmät olisivat herkistyneet nimenomaan käärmeitä kohtaan, tämä herkistyminen ei kuitenkaan itsessään saa vielä aikaan merkittävää hyötyä reaktioiden tasolla. Olisi omituista, mikäli aivoihimme olisi kehittynyt evolutiivisesti näin spesifi moduuli havaitsemaan käärmeitä, mutta kyseinen moduuli ei pystyisi tuottamaan mitään käytännön etua tosielämässä käärmeitä kohdatessamme. Vasta yhdistettynä oikeanlaiseen liikkeeseen, havaintojärjestelmämme pystyy saavuttamaan tilastollisesti merkitsevän eron

käärmeisiin reagoidessa. Käärmeiden havaitsemista voidaan tässä mielessä ajatella useiden osaprosessien summana. Keskityttäessä liian tarkasti yksittäisiin osaprosesseihin, voimme saada liian kapean käsityksen kokonaistilanteesta. Nykyisen tutkimuksen mukaan pelottavan ärsykkeen havaitseminen näyttäisi virittävän ihmisen suorittamaan liikkeitä suuremmalla kiihtyvyydellä. Itse reaktion nopeus on kuitenkin sidoksissa suoritettuun liikkeeseen. Mitä aidompaan ja ekologisesti validimpaan tutkimusasetelmaan siirytään, sitä suuremmalla todennäköisyydellä havaittavat erot syntyvät edellä kuvattujen kaltaisten erikoistuneiden osaprosessien summana.

5. Lähteet

- Flykt, A. (2005). Visual search with biological threat stimuli: Accuracy, reaction times, and heart rate changes. *Emotion*, 5(3), 349–353.
- Grassini, S., Holm, S. K., Railo, H., & Koivisto, M. (2016). Who is afraid of the invisible snake? Subjective visual awareness modulates posterior brain activity for evolutionarily threatening stimuli. *Biological Psychology*, 121, 53–61.
- He, H., Kubo, K., & Kawai, N. (2014). Spiders do not evoke greater early posterior negativity in the event-related potential as snakes. *Neuroreport*, 25(13), 1049–1053.
- Headland, T. N., & Greene, H. W. (2011). Hunter-gatherers and other primates as prey, predators, and competitors of snakes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(52), 1470–1474.
- Isbell, L. A. (2006). Snakes as agents of evolutionary change in primate brains. *Journal of Human Evolution*, 51(1), 1–35.
- Isbell, L. A. (2009). *The fruit, the tree, and the serpent*. Harvard University Press.
- Isbell, L. A., & Etting, S. F. (2016). Scales drive detection, attention, and memory of snakes in wild vervet monkeys (*Chlorocebus pygerythrus*). *Primates*, 58(1), 121–129.
- Kalevala (1849). Lainattu 12.4.2021, saatavilla: <http://kalevala.finlit.fi/items/show/40>
- Kasturiratne, A., Wickremasinghe, A. R., Silva, N. D., Gunawardena, N. K., Pathmeswaran, A., ym. (2008). The global burden of snakebite: A literature analysis and modelling based on regional estimates of envenoming and deaths. *PLoS Med* 5(11), 1591–1604.
- Kawai, N., & He, H. (2016). Breaking Snake Camouflage: Humans Detect Snakes More Accurately than Other Animals under Less Discernible Visual Conditions. *PLoS ONE* 11(10), e0164342.
- Kawai, N., & Koda, H. (2016). Japanese monkeys (*Macaca fuscata*) quickly detect snakes but not spiders: Evolutionary origins of fear-relevant animals. *Journal of Comparative Psychology*, 130(3), 299–303.

- LoBue, V. (2014). Deconstructing the snake: The relative roles of perception, cognition, and emotion on threat detection. *Emotion*, 14(4), 701–711.
- LeDoux, J. E. (1994). Emotion, Memory and the Brain. *Scientific American*, 270(6), 50–57.
- McNamee, G. (2000). *The Serpent's Tale: Snakes in Folklore and Literature*. Athens: University of Georgia Press.
- Mineka, S., & Öhman, A. (2002). Phobias and preparedness: The selective, automatic, and encapsulated nature of fear. *Biological Psychiatry*, 52(10), 927–937.
- Morris, J. S., Öhman, A., & Dolan, R. J. (1999). A subcortical pathway to the right amygdala mediating “unseen” fear. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(4), 1680–1685.
- Pessoa, L., & Adolphs, R. (2010). Emotion processing and the amygdala: from a “low road” to “many roads” of evaluating biological significance. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(11), 773–782.
- Quinlan, P., T. (2013). The visual detection of threat: A cautionary tale. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(6), 1080–1101.
- Rosenberg, D. (1994). *World Mythology*, 3rd ed. Lincolnwood, IL: NTC Publishing.
- Scharf, I., Nulman, E., Ovadia, O., & Bouskila, A. (2006). Efficiency evaluations of two competing foraging modes under different conditions. *American Naturalist*, 168(3), 350–357.
- Schupp, H. T., Markus, J., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2003). Emotional facilitation of sensory processing in the visual cortex. *Psychological Science*, 14(1), 7–13.
- Shamay-Tsoory, S. G., & Mendelsohn, A. (2019). Real-Life Neuroscience: An Ecological Approach to Brain and Behavior Research. *Perspectives on Psychological Science*, 14(5), 841–859.
- Soares, S. C., Lindström, B., Esteves, F., & Öhman, A. (2014). The Hidden Snake in the Grass: Superior Detection of Snakes in Challenging Attentional Conditions. *PLoS ONE*, 9(12), e114724.

- Tamietto, M., de Gelder, B. (2010). Neural bases of the non-conscious perception of emotional signals. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(10), 697–709.
- Taylor, H. (1999). What are we afraid of. *The Harris Poll #49*. Lainattu 14.5.2021, saatavilla: <https://theharrispoll.com/wp-content/uploads/2017/12/Harris-Interactive-Poll-Research-WHAT-WE-ARE-AFRAID-OF-1999-08.pdf>
- Van Le, Q., Isbell, L. A., Matsumoto, J., Nguyen, M., Hori, E., Maior, R. S., ym. (2013). Pulvinar neurons reveal neurobiological evidence of past selection for rapid detection of snakes. *Proceedings of National Academy of Sciences*, 110(47), 19000–19005.
- Van Strien, J. W., & Isbell, L. A. (2017). Snake scales, partial exposure, and the snake detection theory: a human event-related potentials study. *Scientific Reports*, 7(1), e46331.
- Van Strien, J. W., Christiaans, G., Franken, I. H., & Huijding, J. (2016). Curvilinear shapes and the snake detection hypothesis: An ERP study. *Psychophysiology*, 53(2), 252–257.
- Van Strien, J. W., Eijlers, R., Franken, I. H. A., & Huijding, J. (2014). Snake pictures draw more early attention than spider pictures in non-phobic women: Evidence from event-related brain potentials. *Biological Psychology*, 96, 150–157.
- Van Strien, J. W., Franken, I. H., & Huijding, J. (2014). Testing the snake-detection hypothesis: Larger early posterior negativity in humans to pictures of snakes than to pictures of other reptiles, spiders and slugs. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8.
- Willenbockel, V., Sadr, J., Fiset, D., Horne, G. O., Gosselin, F., & Tanaka, J. W. (2010). Controlling low-level image properties: The SHINE toolbox. *Behavior Research Methods*, 42(3), 671–684.
- Williams, D., Gutiérrez, J. M., Harrison, R., Warrell, D. A., White, J., ym. (2010). The Global Snake Bite Initiative: an antidote for snake bite. *Lancet*, 375 (9708), 89–91.
- Öhman, A. (1999). Distinguishing unconscious from conscious emotional processes: Methodological considerations and theoretical implications. In T. Dalgleish & M. J. Powers (Eds.), *Handbook of cognition and emotion* (pp. 321–352). Chichester, England: Wiley.

- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: Toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, *108*(3), 483–522.
- Öhman, A., & Mineka, S. (2003). The Malicious Serpent: Snakes as a Prototypical Stimulus for an Evolved Module of Fear. *Current Directions in Psychological Science*, *12* (1), 5–9.
- Öhman, A., & Soares, J. J. (1993). On the automatic nature of phobic fear: Conditioned electrodermal responses to masked fear-relevant stimuli. *Journal of Abnormal Psychology*, *102*(1), 121–132.
- Öhman, A., & Soares, J. J. (1994). Unconscious anxiety: Phobic responses to masked stimuli. *Journal of Abnormal Psychology*, *103*(2), 231–240.
- Öhman, A., Flykt, A., & Esteves, F. (2001). Emotion drives attention: Detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology: General*, *130*(3), 466–478.