

Stressi luonnonvaraisilla eläimillä sekä
metsästysstressin vaikutukset hirvieläimiin
(*Cervidae*)

Hanna Kukkola

LuK-tutkielma
Biologian tutkinto-ohjelma, Ekologia
Oulun yliopisto
Toukokuu 2023

SISÄLLYS

Tiivistelmä	3
1 Johdanto.....	4
2 Stressi luonnonvaraisilla eläimillä.....	5
2.1 Krooninen stressi.....	6
2.2 Stressitutkimus	7
3 Saalistusriskin aiheuttama stressi.....	10
4 Metsästysstressi hirvieläimillä.....	11
4.1 Metsästysstressin aiheuttamat muutokset hirvieläinten fysiologiaan.....	13
4.2 Metsästysstressin aiheuttamat muutokset hirvieläinten käyttäytymiseen	15
5 Yhteenveto.....	17
6 Lähteet	18

TIIVISTELMÄ

Stressi on reaktio akuuttiin ja yllättävään tilanteeseen, josta yksilö pyrkii selviytymään mahdollisimman hyvin. Lyhytaikainen stressi auttaa yksilöä suoriutumaan paremmin hätätilanteissa, kun taas pitkittyessään se altistaa elimistön jatkuvasti ylikuormitustilalle. Stressi häiritsee elimistön homeostaasia eli tasapainoa. Stressireaktiossa hypotalamus-aivolisäke-lisämunuais-akseli aktivoituu ja elimistö erittää glukokortikoideja, kuten kortisolia ja kortikosteronia. Tutkielman tavoitteena on selvittää kirjallisuuden avulla 1) millaisia muutoksia stressi aiheuttaa luonnonvaraisissa eläimissä ja populaatioissa, 2) miten stressiä tutkitaan niillä, 3) luontaisen saalistusriskin aiheuttamia vaikutuksia sekä 4) mitä muutoksia metsästysstressi aiheuttaa hirvieläinten fysiologiaan ja käyttäytymiseen.

Saaliseläimille aiheutuu stressiä luontaisten petoeläinten aiheuttamana. Saalistusriski aiheuttaa myös monia käyttäytymiseen, fysiologiaan sekä populaatiodynamiikkaan liittyviä muutoksia. Petoeläinten vaikutukset saaliseläimeen tai saalispopulaatioon voivat olla pitkäkestoisiakin. Saalistusriski lisää valppautta, vähentää ravinnonhakua sekä saa usein myös vaihtamaan elinympäristöä. Populaatiotasolla saalistusriskin aiheuttama stressi voi vaikuttaa lisääntymiseen heikentämällä jälkeläisten kasvua ja kehitystä.

Metsästys aiheuttaa hirvieläimille merkittävää stressiä, joka vaikuttaa niiden hyvinvointiin ja kelpoisuuteen. Metsästysstressi muistuttaa saalistusriskin aiheuttamaa stressiä, mutta tässä tapauksessa petoeläimenä onkin ihminen. Metsästyksen vaikutukset voivat vaihdella metsästystaktiikan mukaan, koska aktiiviset metsästysmenetelmät aiheuttavat enemmän stressiä kuin passiiviset menetelmät. Esimerkiksi koiran käyttö metsästyksen apuna näyttää lisäävän hirvieläinten kokeman stressin määrää verrattuna kyttäyspöyryntiin. Tutkimuksissa hirvieläimet ovat kuitenkin antaneet viitteitä sopeutumisesta metsästyskauden aikaiseen stressiin.

Metsästys vaikuttaa hirvieläinten fysiologiaan. Sydämen syketiheys ja ruumiinlämpötila nousevat ja hormonitasot muuttuvat. Korkea sydämen syke ja ruumiinlämpötila voivat olla jopa hengenvaarallisia hirvieläimille pitkittyessään. Fysiologiset muutokset ovat jatkumoa käyttäytymisen muutoksille. Hirvieläimet lisäävät aktiivisuuttaan sekä tarvitsevat pidemmän lepoajan metsästystilanteen jälkeen. Hirvieläinten kiima-aika sijoittuu juuri samoihin aikoihin kuin metsästyskausi alkaa, joten käyttäytymisen muutoksia on vaikea erottaa, mitkä johtuvat kiimasta ja mitkä metsästyksestä.

Vaikka metsästys on stressaavaa hirvieläimille, muut ihmisen toimet, esimerkiksi ajoneuvot ja asutuksen läheisyys, voivat olla vielä haitallisempia. Tutkimukset ovat osoittaneet, että eittappavat metsästysvammat ovat vähemmän haitallisia kuin muut traumatilanteet, esimerkiksi ajoneuvon kanssa törmäminen tai aitaan takertuminen. Metsästys ei välttämättä olekaan ihmisen toimista pahin stressin aiheuttaja hirvieläimille niin kuin on luultu.

1 JOHDANTO

Stressiä ilmenee kaikilla eliöillä. Luonnonvaraiset eläimet altistuvat säännöllisesti tilanteille, joihin elimistö reagoi vapauttamalla glukokortikoideja eli stressihormoneja (Gentsch ym., 2018). Tällaista reaktiota kutsutaan stressireaktioksi, joka on elintärkeä biologinen ilmiö (Gentsch ym., 2018). Stressitekijät voivat johtua yksilön sisäisistä eli endogeenisistä tekijöistä tai ympäristöstä johtuvista eli eksogeenisistä tekijöistä (Kumar ym., 2012). Yleensä stressi on hallitsematon ja arvaamaton tilanne, jonka seuraukset voivat olla jopa hengenvaarallisia ja vaikuttavat eläimen hyvinvointiin (Gentsch ym., 2018).

Aihe on tärkeä, koska stressi vaikuttaa eläimiin niin monella tapaa. Yksilötasolla stressireaktio vaikuttaa eläimen hormonitasoihin, aktiivisuuteen, sekä pako- ja lepoikäytymiseen. Esimerkiksi Jarnemon ja Wikenrosin (2014) mukaan metsästys lisää saksanhirvillä (*Cervus elaphus*) valppautta, liikettä kauemmas tyypillisestä kotialueesta sekä yöaktiivisuutta. Tällaiset pakenemiskäyttäytymisen muutokset vaikuttavat myös fysiologisiin tekijöihin (Ericsson ym., 2015). Yksilön elintason muutoksella on vaikutuksia myös populaation dynamiikkaan ja elinkelpoisuuteen (Spong ym., 2020). Populaatiotasolla muutokset voivat ilmetä esimerkiksi lisääntyneinä sairauksina ja populaation kasvun hidastumisena (Spong ym., 2020).

Metsästysstressi on yksi stressin muodoista, jota aiheutuu metsästyspaineen seurauksena. Metsästys voi aiheuttaa voimakkaitakin stressireaktioita luonnonvaraisissa eläimissä ja vaikuttaa sitä kautta eläimen hyvinvointiin (Vilela ym., 2020). Metsästyksestä aiheutuneeseen stressireaktion voimakkuuteen vaikuttaa metsästysmenetelmä. Aktiiviset metsästysmenetelmät, kuten koiran avulla metsästäminen, aiheuttavat korkeampia kortisolitasoja hirvieläimille kuin passiiviset metsästysmenetelmät, kuten kytäys (Vilela ym., 2020).

Tämän tutkielman tavoitteena on selvittää kirjallisuuden avulla 1) millaisia muutoksia stressi aiheuttaa luonnonvaraisissa eläimissä ja niiden populaatioissa, 2) miten stressiä tutkitaan luonnonvaraisilla eläimillä, 3) luontaisen saalistusriskin aiheuttaman stressin vaikutuksia saaliseläimiin, ja 4) miten metsästysstressi vaikuttaa hirvieläinten fysiologiaan sekä käyttäytymiseen, ja miten se eroaa saalistuksen aiheuttamasta stressistä.

2 STRESSI LUONNONVARAISILLA ELÄIMILLÄ

Eläimillä stressin tiedetään olevan reaktio akuuttiin ja ajasta riippumattomaan yllättävään tilanteeseen, josta yksilö pyrkii vain selviytymään mahdollisimman hyvin (Santos ym., 2018). Stressi voi olla lyhytaikaista ja hyvin nopeastikin ohi menevää. Lyhytaikainen stressi auttaa yksilöä suoriutumaan paremmin hätätilanteissa, koska se valmistaa elimistön taisteluun tai pakenemiseen (Spong ym., 2020). Luonnonvaraisilla eläimillä esimerkiksi petoeläimen hyökkäyksen kohteeksi joutuminen on akuutti fyysinen kriisi, josta saaliseläin joko selviää tai ei (Clinchy ym., 2013). Akuutissa stressitilanteessa elimistö toimii tehokkaasti ja palautuu myös nopeasti normaaliksi (Sheriff ym., 2011). Stressi voi myös pitkittyä ja muuttua krooniseksi (Spong ym., 2020). Tällöin yksilö altistuu pitkäaikaisesti stressitekijöille ja elimistö on jatkuvassa ylikuormitustilassa (Vilela ym., 2020).

Stressi järkyttää elimistön homeostaasia eli tasapainotilaa (Sheriff ym., 2011). Reaktio stressitilanteeseen sisältää erilaisia fysiologisia mekanismeja, joiden avulla yksilö pyrkii palauttamaan elimistön homeostaasin (Kumar ym., 2012). Stressi ilmenee luonnonvaraisilla eläimillä käyttäytymisen muutoksina sekä fysiologisina muutoksina, jotka liittyvät HPA- eli hypotalamus-aivolisäke-lisämunuais-akseliin ja sieltä erittyviin glukokortikoideihin, kuten kortisoliin ja kortikosteroniin (Ensminger ym., 2020). Stressivasteen voimakkuus ja plastisuus eli muovautuvuus riippuu paljon yksilön fyysisestä tilasta ja fenotyypistä, kuten iästä tai sukupuolesta (Bonnot ym., 2018).

Glukokortikoidit ovat hormoneja, jotka osallistuvat aineenvaihdunnan säätelyyn ja niistä käytetäänkin usein nimitystä stressihormonit (Creel ym., 2013). Glukokortikoideihin kuuluvat esimerkiksi nisäkkäille tärkeä kortisoli ja linnuille tärkeä kortikosteroni (Ensminger ym., 2020). Glukokortikoidien pitoisuus vaihtelee elimistössä pelon, ruoan puutteen ja myös monien muiden stressitekijöiden vuoksi (Clinchy ym., 2013). Stressitekijät voivat olla endogeenisiä eli yksilön sisältä tulevia tai eksogeenisiä eli ympäristöstä johtuvia (Kumar ym., 2012). Glukokortikoidien pitoisuudet ovat korkeimmillaan yleensä 15–30 minuutin kuluttua stressitekijälle altistumisesta ja palautuvat perustasolle 60–90 minuutin kuluessa, mikäli stressitekijä ei pitkity (Sheriff ym., 2011).

Glukokortikoidien lisäksi tärkeitä stressihormoneja ovat katekoliamiinit, joihin kuuluvat esimerkiksi adrenaliini, nonadrenaliini ja dopamiini (Kumar ym., 2012; Möstl & Palme, 2002). Adrenaliini on tärkeä hormoni etenkin akuuteissa stressitilanteissa, koska se parantaa yksilön

suorituskykyä ja auttaa selviytymään. Katekoliamiineja erittyy lisämunuaisenytimeistä, kun sympaattinen hermosto aktivoituu (Palme ym., 2005).

Kortisoli on vallitseva stressihormoni useilla eri eläinlajeilla. Sheriffin ym. (2011) mukaan esimerkiksi suurin osa nisäkkäistä sekä viuhkaeväiset kalat (*Actinopterygii*) erittävät ensisijaisesti kortisolia. Kun taas esimerkiksi sammakkoeläimet, matelijat, linnut, nokkaeläimet ja jotkut jyrsijöistä, kuten myyrät ja kotihiiret, erittävät ensisijaisesti kortikosteronia (Sheriff ym., 2011).

Stressin vaikutuksia käyttäytymiseen tutkittiin maatalan eri eläinlajeilla Kumarin ym. (2012) tutkimuksessa. Lypsykarjalla imetysaste pieneni kesäkuukausien lämpötilan aiheuttaman stressin lisääntyessä (Kumar ym., 2012). Kumar ym. (2012) havaitsivat myös, että karjaeläinten tiineysaikana koettu stressi aiheutti keskenmenoja, ennenaikaisia syntymiä, alhaista syntymäpainoa ja HPA-akselin säätelyhäiriöitä jälkeläisissä. Kanoilla stressi ilmeni esimerkiksi lisääntyneenä nokkimisena, höyhenten sukimisena, pörhistelynä sekä ärtyneisyytenä (Kumar ym., 2012).

2.1 KROONINEN STRESSI

Krooninen stressi on pitkittynyt stressitila, jolloin stressitekijät jatkuvat tai toistuvat useasti lyhyen ajan sisällä (Carbillet ym., 2020). Stressitekijöitä ovat muun muassa haastavat ympäristöolosuhteet, resurssikilpailu, ihmisen toiminta sekä petoeläimet (Boonstra, 2013). Ympäristöolosuhteista aiheutuu kroonista stressiä esimerkiksi pitkittyneiden, ankarien sääolosuhteiden vuoksi (Boonstra, 2013). Esimerkiksi hirvieläimiä pidetään erityisen herkkinä korkeille lämpötiloille (Spong ym., 2020). Resurssikilpailusta aiheutuu stressiä taas lajin sisäisesti esimerkiksi ruoan ja elintilan kilpailussa (Clinchy ym., 2013). Ihmisistä ja petoeläimistä aiheutuva krooninen stressi liittyy usein pitkittyneeseen saalistusrisktiin, mutta ihminen aiheuttaa stressiä myös muulla toiminnallaan luonnossa (Zbyryt ym., 2018).

Krooninen stressi vaikuttaa yksilön kuntoon ja kelpoisuuteen negatiivisesti, millä voi olla seurauksia myös populaatiotasolle asti (Spong ym., 2020). Pitkittyneessä stressitilassa glukokortikoidien säätely elimistössä heikkenee ja glukokortikoidieritys pysyy koholla pidempään (Carbillet ym., 2020). Elimistön kyky palauttaa glukokortikoiditasot takaisin normaaliksi on heikko (Sheriff ym., 2011). Fysiologisella tasolla kroonisen stressin vaikutukset näkyvät heikentyneenä hedelmällisyytenä ja kognitiona sekä immuunijärjestelmän, kehon

kunnon ja selviytymiskyvyn selkeänä alenemisena (Spong ym., 2020; Zbyryt ym., 2018). Vilelan ym. (2020) mukaan kroonisessa stressitilassa hirvieläimillä energiankulutusta tapahtuu jopa liikaa, mikä johtaa negatiivisiin vaikutuksiin yksilön kelpoisuuden kannalta.

Populaatiotasolla kroonisen stressin vaikutukset näkyvät jälkeläistuoton pienenemisenä sekä sairauksien lisääntymisenä ja sitä kautta populaation kasvun hidastumisena (Spong ym., 2020). Esimerkiksi Kumarin ym. (2012) tutkimuksessa maatilalla työskentelevät ihmiset olivat havainneet, että erilaiset stressitekijät lisäävät yksilöiden infektioalttiutta. Kroonisen stressin vaikutuksia populaatioon voi olla vaikea huomata, mikäli populaatio on kooltaan pieni tai sen elinkierto on hidas (Spong ym., 2020). Spongin ym. (2020) mukaan usein näissä tapauksissa kroonisen stressin vaikutuksen osuus populaation muutoksiin jää kokonaan havaitsematta tai se liitetään muista tekijöistä riippuvaiseksi, kuten tiheydestä.

Ihminen on aikojen saatossa muokannut monella tapaa eläimille luontaista elinympäristöä. Zbyrytin ym. (2018) mukaan ihmistoiminta eläimien luontaisessa elinympäristössä aiheuttaa stressireaktioita. Ihmisen toimien myötä monien eläinten elinympäristöt ovat pirstoutuneet, kun alueelle on rakennettu teitä, voimalinjoja ja tehty hakkuita (Spong ym., 2020). Merkittävimpiä ihmisen tekemiä muutoksia ympäristöön eläimien kannalta ovat tiet, taajama-alueet, voimalinjat, hakkuut sekä teollisuustoiminta (Spong ym., 2020). Carbilletin ym. (2020) mukaan suurten nisäkkäiden stressitasoihin vaikuttaa voimakkaasti, kuinka lähellä ihmistoimintaa eläimet elävät.

Luonnonvaraiset eläimet ovat kuitenkin kehittäneet sopeumia ihmisen aiheuttamia stressitekijöitä vastaan (Carbillet ym., 2020). Carbilletin ym. (2020) mukaan yksi tärkeimmistä sopeumista on aktiivisuuden lisääminen yöaikaan ihmistoiminnan lähetyvillä. Esimerkiksi Carbilletin ym. (2020) tutkimuksen mukaan metsäkauris (*Capreolus capreolus*) oli stressaantunut ihmisten rakentamien rakennusten lähellä avoimessa maastossa päiväsaikaan, kun taas yöaikaan rakennusten läheisyys ei vaikuttanut merkittävästi metsäkauriin stressitasoihin.

2.2 STRESSITUTKIMUS

Stressiä voidaan tutkia eläimillä seuraamalla niiden käyttäytymisen muutoksia sekä tekemällä tutkimuksia fysiologisista muutoksista. Fysiologisia muutoksia voidaan tutkia karva-, uloste-,

veri- ja sylkinäytteistä mittaamalla glukokortikoidipitoisuuksia (Sheriff ym., 2011; Vilela ym., 2020). Eri näytetyypit antavat tietoa eläimen fyysisestä kunnosta eri ajoilta.

Karva- ja höyhennäytteet antavat tietoa pidemmältä, jopa useiden viikkojen ajalta eläimen fysiologisesta tilasta sekä elimistön glukokortikoiditasoista (Sheriff ym., 2011; Vilela ym., 2020). Karva- ja höyhennäytteiden etuna on, että ne on helppo kerätä ja varastoida myöhempää tutkimusta varten (Sheriff ym., 2011). Höyhennäytteet eroavat karvanäytteistä siinä, että joissakin höyhenissä on juovia, jotka kuvaavat päivittäisiä höyhenen kasvusyklejä yksityiskohtaisemmin ja antavat tietoa myös päivittäisistä glukokortikoidipitoisuuksista (Sheriff ym., 2011). Eläimillä karvat kasvavat ja vaihtuvat tietyn yksilöllisen kasvusyklin mukaan vuodenajasta riippuen (Sheriff ym., 2011). Vuodenajan mukaan luonnonvaraiset eläimet saattavat erittää turkkiinsa hajuja, esimerkiksi kiima-aikana, jolloin nämä eritteet voivat vaikuttaa karvasta saatuun glukokortikoidipitoisuuteen (Sheriff ym., 2011). Vilela ym. (2020) huomasivat tutkimuksessaan esimerkiksi saksanhirvellä karvojen kortisolipitoisuuden merkittävän nousun metsästyskauden alusta loppuun.

Ulostenäytteistä saadaan tietoa eläimen tilasta tietyltä ajanjaksolta juuri ennen näytteenottoa (Vilela ym., 2020). Sheriff ym. (2011) arvioivat, että ulosteesta havaitut glukokortikoiditasot muuttuvat 6–24 tunnissa lajista riippuen. Sheriff ym. (2011) erottivat ulosteesta erikseen vielä virtsan, jonka tutkimiseen liittyy ongelmia. Kenttäolosuhteissa virtsaa on lähes mahdotonta kerätä, ja useimmilla linnuilla ja matelijoilla virtsa ja uloste sekoittuvat keskenään kloaakissa ennen erittymistä (Sheriff ym., 2011). Esimerkiksi Zbyryt ym. (2018) tutkivat ulosteiden glukokortikoidipitoisuuksien avulla kuutta saksanhirvi- ja metsäkaurispopulaatioita, jotka altistuivat erilaisille stressitekijöille, kuten luonnollisille tai ihmisperäisille tekijöille. Ulostenäytteiden hyvä puoli on, että niitä pystytään keräämään ja säilömään melko helposti ja vaivattomasti eläintä häiritsemättä, jolloin näytteenotto onnistuu pitkältikin aikaväliltä (Palme ym., 2005). Ongelmana kuitenkin on, että ulosteen keräämisen ja erittymisen välinen aika ei usein ole tiedossa (Sheriff ym., 2011).

Verinäytteet ovat yleisin tapa mitata glukokortikoidipitoisuuksia, mutta siihen liittyy myös ongelmia (Sheriff ym., 2011). Verinäytteistä saa välittömän tilannekuvan eläimen fysiologisesta tilasta näytteenottohetkellä (Sheriff ym., 2011). Ongelmana kuitenkin on näytteenottotilanteessa eläimen kokema stressi, joka näkyy verinäytteissä välittömästi (Palme ym., 2005). Katekoliamiinit erittyvät lisämunuaisen ytimeä sekunneissa häiriön jälkeen, jolloin ne vaikuttavat verinäytteistä saatuihin tuloksiin (Palme ym., 2005). Myös veren

kortisolitasot nousevat luonnollisesti aamulla ja laskevat illalla, mikä täytyy ottaa huomioon saaduissa tuloksissa (Kumar ym., 2012). Vilelan ym. (2020) tutkimuksessa verinäytteiden kortisolipitoisuuksista pystyttiin osoittamaan, että sukupuolella ja iällä ei ollut vaikutusta stressireaktioihin saksanhirvellä. Verinäytteet kerätään yleensä laskimosuonista, mutta suonen paikka vaihtelee lajin mukaan (Sheriff ym., 2011). Esimerkiksi kaloilla ja matelijoilla veri kerätään pyrstön tai hännän suurimmasta laskimosuonesta, linnuilla olkavarren eli siiven laskimosta ja suurilla nisäkkäillä kaulalaskimosta (Sheriff ym., 2011). Pienillä nisäkkäillä ja linnuilla verinäytteenotossa tulee olla hyvin tarkka, koska veren kokonaismäärä on elimistössä jo valmiiksi hyvin pieni (Sheriff ym., 2011).

Sylkinäytteet ovat erittäin haastavia, lähes mahdottomia kerätä ilman nukutusta luonnonvaraisilta eläimiltä (Sheriff ym., 2011). Glukokortikoiditason muutokset pystyy havaitsemaan syljestä vasta 20–30 minuutin kuluessa stressitekijälle altistumisen jälkeen (Sheriff ym., 2011). Sylkinäytteet olisivat erinomainen tapa kerätä tietoa eläinten normaalista glukokortikoiditasoista, ennen stressitekijöille altistumista, mutta näytteenkeruun haasteellisuus tuottaa ongelmia (Sheriff ym., 2011).

Taulukko 1. Yleisimmät näytetyypit luonnonvaraisilla eläimillä.

Näytetyyppi:	Vasteaika:	Keräystapa:	+/-
Karva- ja höyhennäytteet	Jopa useita viikkoja	Nyppäisemällä karva/höyhen irti tupen kanssa	+ Helppo säilöä - Hajut vääristää glukokortikoidipitoisuuksia
Ulostenäytteet	6–24 tuntia	Luonnosta etsimällä purkkiin	+ Helppo säilöä - Keräämisen ja erittymisen välinen aika ei tiedossa
Verinäytteet	Muutama sekunti	Laskimosuonesta näyteputkeen	+ Yleiskuva eläimen fyysisestä kunnosta - Stressi näytteenottohetkellä vaikuttaa tulokseen
Sylkinäytteet	20–30 minuuttia	Suusta näyteputkeen	+ Tieto eläimen normaaleista glukokortikoiditasoista - Näytteenoton haasteellisuus

3 SAALISTUSRISKIN AIHEUTTAMA STRESSI

Usein luullaan, että petoeläimet vaikuttavat saaliseläimiin vain suoran tappamisen avulla, näin ei kuitenkaan ole. Viimeaikaisten tutkimusten mukaan saaliseläimen jatkuva altistuminen petoeläimille tai petoeläimiin viittaaville asioille, kuten äänille, voi aiheuttaa saaliseläimillä jatkuvaa psykologista stressiä (Clinchy ym., 2013). Jatkuva stressitila eläimessä aiheuttaa monia käyttäytymiseen, fysiologiaan sekä populaatorakenteeseen liittyviä muutoksia, joista on alettu käyttää yhteisnimitystä pelon ekologia (engl. the ecology of fear) (Clinchy ym., 2013). Creelin ja Christiansonin (2008) mukaan saalistuksesta aiheutuvilla riskivaikutuksilla voi olla suurempi vaikutus saaliseläimiin ja -populaatioihin kuin suoralla saalisvaikutuksella eli tappamisella.

Saalistusriskistä aiheutuvat reaktiot liittyvät useimmiten käyttäytymisen muutoksiin, kuten valppauteen, ravinnonhakuun sekä elinympäristön käytön muutoksiin (Creel & Christianson, 2008). Reaktiot vaikuttavat yksilöihin negatiivisesti, esimerkiksi heikentyneenä selviytymiskyynä, kasvuna tai lisääntymisenä (Creel & Christianson, 2008). Saalistusriskistä aiheutuu kroonista stressiä esimerkiksi, kun saalistusriski on jo valmiiksi korkealla ja saaliseläin ei pysty ennustamaan tarkalleen, missä saalistajat ovat (Zbyryt ym., 2018). Saalistusriski ei kuitenkaan ole jatkuvaa, vaan yleensä se vaihtelee vuodenaikojen ja vuorokausisykliin mukaan (Sih ym., 2000).

Petoeläinten vaikutukset saaliseläimiin voivat olla pitkäkestoisiakin, jolloin vaikutukset ulottuvat myös populaatiotasolle, esimerkiksi lisääntymisen häiriintymisenä (Clinchy ym., 2013). Clinchy ym. (2013) nosti artikkelissaan esiin, kuinka laulusirkkupopulaatiossa (*Melospiza melodia*) pelkästään petoeläimen äänen kuuleminen vaikutti siten, että naaraat munivat vähemmän ja pienempi osa poikasista kuoriutui. Haudonta häiriintyi ja poikasten eloonjääminen oli heikkoa, koska emo ei tuonut pesään riittävästi ruokaa häirinnän takia (Clinchy ym., 2013). Tämän seurauksena myös seuraavalla pesimiskaudella linnut tuottivat vähemmän munia, koska olivat edellisvuonna kohdanneet pesäsaalistusta (Clinchy ym., 2013).

Linnut voivat vähentää omaa ja poikastensa ravinnonsaantia, jotta oma saalistusriski pienenee ja pesä ei altistuisi petoeläimille (Coslovsky & Richner, 2011). Yksilö pystyy arvioimaan ja mukauttamaan omia käyttäytymismallejaan, mikäli saalistusriski on korkea tai matala (Sih ym., 2000). Coslovskyn ym. (2011) mukaan talitiaisilla (*Parus major*) tehdyssä tutkimuksessa suuressa petoeläintiheydessä elävien emojen poikaset olivat kooltaan pienempiä, mutta siipien kasvunopeus oli suurempi kuin kontrolliemojen poikasilla. Sen lisäksi kontrolliemojen

poikasten siivet olivat lyhyemmät (Coslovsky & Richner, 2011). Emovaikutus (engl. maternal effect) vaikuttaa jälkeläisten fenotyyppiin mutta myös siihen, miten poikasen resurssit jakautuvat eri kasvutoimintoihin (Coslovsky & Richner, 2011).

Coslovsky ym. (2011) huomasivat, että emon reaktio ympäristön riskeihin voi olla mukautuva, koska esimerkiksi pienempi paino ja isommat siivet auttavat välttämään petoeläimiä lentoon lähtiessä. Kasvuresurssien sijoittaminen tiettyihin ruumiinosiin poikasena voi myöhemmin aiheuttaa kustannuksia yksilön kelpoisuudelle (Coslovsky & Richner, 2011). Mikäli oletetaan, että saalistus vaikuttaa saaliseläinpopulaation dynamiikkaan vain selviytymisen ja tappamisen kautta, lisääntymisen heikkenemisen voidaan olettaa johtuvan muusta rajoittavasta tekijästä, kuten ravinnon saannista (Creel & Christianson, 2008). Vaikka saaliseläin usein tunnistaa riskin kasvun, se ei välttämättä osaa reagoida kuin saalistusriski pienenee (Sih ym., 2000), jolloin saalistusriskistä aiheutuva stressi voi pitkittyä.

Myös hirvieläimillä jälkeläistuotto laski, valppaustaso nousi ja ruoanhaku muuttui, kun niiden asuttamalle alueelle tuotiin susia (*Canis lupus*) (Bonnot ym., 2018; Clinchy ym., 2013). Hirvieläimillä aiheutuu luonnollista metsästysstressiä petoeläinten saalistuksen seurauksena (Zbyryt ym., 2018). Petoeläinten läsnäolo samalla elinalueella ei kuitenkaan merkittävästi lisää hirvieläinten kokeman kroonisen stressin määrää (Zbyryt ym., 2018). Hirvieläimille on kehittynyt sopeumia luonnollista metsästysstressiä vastaan, jolloin eläimen stressitilasta ei pääse muodostumaan kroonista (Zbyryt ym., 2018). Hirvieläimet ovat jatkuvasti alttiina saalistusriskille, minkä vuoksi ne ovat hyvin oppineet ja sopeutuneet tunnistamaan saalistusriskin sekä selviytymään siitä luontaisessa elinympäristössään (Zbyryt ym., 2018). Hirvieläinten on osoitettu kokevan voimakkaamman stressireaktion populaatiotasolla ihmisen toiminnan seurauksena kuin luonnollisesta saalistusriskistä (Zbyryt ym., 2018).

4 METSÄSTYSSTRESSI HIRVIELÄIMILLÄ

Metsästysstressi muistuttaa saalistuksen aiheuttamaa stressiä, mutta tässä tapauksessa saalistajana on ihminen. Metsästystä pidetään yhtenä merkittävimmistä stressitekijöistä, joka vaikuttaa yleisesti populaation stressitasoihin (Vilela ym., 2020). Useimmiten metsästysstressiä aiheutuu hirvieläimille metsästystilanteista, jolloin eläin kokee olonsa uhatuksi ja pyrkii pakenemaan. Græslin ym. (2020) tutkimuksen mukaan metsästys on hirviyksilölle merkittävä tapahtuma, josta aiheutuu useita fysiologisia ja käyttäytymiseen

liittyviä muutoksia. Metsästyksestä johtuva stressitila vaikuttaa eläimen hyvinvointiin ja kelpoisuuteen (Vilela ym., 2020).

Metsästys aiheuttaa muutoksia hirvieläinten fysiologiaan ja käyttäytymiseen sekä populaatiodynamiikkaan (Græslı ym., 2020). Sorkkaeläimillä metsästyksen on osoitettu vaikuttavan esimerkiksi valppauteen, elinympäristön valintaan sekä liikkumiseen etenkin päiväsaikaan avoimilla alueilla (Jarnemo & Wikenros, 2014). Metsästys onkin monille eläinlajeille merkittävin kuolinsyy alueilla, joilla luonnollisia saalistajia ei ole (Ericsson ym., 2015). Pitkittyneistä metsästystilanteista, joissa esimerkiksi takaa-ajo on jatkunut pitkään, aiheutuu hirvieläimille kroonista stressiä. Metsästyksen lisäksi hirvieläinten stressitasoon vaikuttavia tekijöitä ovat muu ihmisen toiminta, petoeläinten tiheys alueella, lajin sisäinen kilpailu resursseista sekä ympäristön lämpötila (Spong ym., 2020).

Passiiviset metsästysmenetelmät, kuten houkuttelupyynti tai kyttäys, eivät aiheuta niin voimakasta vaikutusta hirvieläinten hyvinvointiin kuin aktiiviset metsästysmenetelmät, joihin kuuluu esimerkiksi koiran avulla metsästäminen (Vilela ym., 2020). Aktiiviset metsästysmenetelmät aiheuttivat hirvieläimissä muun muassa korkeampia kortisolitasoja kuin passiiviset metsästysmenetelmät (Vilela ym., 2020). Koirien käyttö suurissa metsästystapahtumissa sekä korkea populaatiotiheys vaikuttivat hirvieläinpopulaatioiden kokemaan kroonisen stressin määrään (Santos ym., 2018).

Ainoa ongelma ihmisen aiheuttamassa saalistusriskissä on ihmisen metsästystaktiikoiden mukautuvuus. Mikäli tietyllä metsästystaktiikalla saalista ei tule, ihminen todennäköisesti jollain tavalla muuttaa omaa metsästystaktiikkaansa tai -tapaa, jotta menestys metsällä olisi parempi (Norum ym., 2015). Tällöin hirvieläinten mahdollisuudet sopeutua tietynlaiseen metsästyspaineeseen heikkenevät. Tyypillisempiä hirvieläinten metsästyksessä käytettyjä menetelmiä ovat houkuttelu- ja kyttäspyynti sekä koiran avulla metsästys (Vilela ym., 2020). Norumin ym. (2015) tutkimuksen mukaan ihmiset metsästäivät ja tappoivat metsäkauriita huomattavasti avoimemmassa maastossa kuin alueen luonnolliset pedot kuten ilves (*Lynx lynx*).

Metsästys on kausiluonteista, eli sallittua vain tiettyinä ajankohtana vuodessa. Tämän takia hirvieläimillä on edes pieni mahdollisuus sopeutua metsästyskauden aikana suurempaan saalistusriskiin, koska metsästystoiminta on usein alueellisesti ja ajallisesti ennustettavissa (Zbyryt ym., 2018). Hirvieläinten onneksi ihmiset eivät ole ympäri vuorokauden tai edes päivittäin aktiivisia metsästäjiä metsästyskauden aikana. Metsästäjää rajoittavat useat eri tekijät

lainsäädännön ja ajan lisäksi, näitä tekijöitä ovat esimerkiksi valonmäärä, sääolosuhteet sekä jopa perinteet ja taidot (Norum ym., 2015). Ongelmana metsästyskauden ajoittumisessa on sen päällekkäisyys kiima-ajan kanssa. Esimerkiksi Ruotsissa hirven (*Alces alces*) kiima-aika onkin aiempaa oletettua pidempi eikä se ole päättynyt ennen kuin metsästyskausi alkaa (Malmsten ym., 2014). Tällä voi olla merkittäviä vaikutuksia hirven lisääntymiskäyttäytymiseen ja -menestykseen.

Metsästyksen lisäksi myös muut tekijät, kuten ympäristötekijät ja yksilön fenotyyppi, vaikuttavat samaan aikaan eläimen kokemiin stressireaktioihin. Fenotyyppiin liittyvät tekijät, kuten eläimen sukupuoli ja ikä voivat johtaa metsästystilanteissa erilaisiin käyttäytymisreaktioihin (Jarnemo & Wikenros, 2014). Vilela ym. (2020) osoittivat tutkimuksessaan, että ikä tai sukupuoli ei kuitenkaan vaikuttanut fysiologisella tasolla merkittävästi, koska veren ja ulosteen glukokortikoidipitoisuudet eivät eronneet toisistaan huomattavasti. Myös eläimen sosiaalinen status ja vuorovaikutussuhteet populaation sisällä voivat vaikuttaa stressireaktioon (Jarnemo & Wikenros, 2014). Ympäristötekijöistä esimerkiksi metsästyshetkellä vallitseva korkea lämpötila voi lisätä hirven kokemaa stressiä entisestään, koska energiankulutus lisääntyy korkeissa lämpötiloissa (Græslin ym., 2020). Myös Zbyrytin ym. (2018) havainnot alueen yleisten ominaisuuksien vaikutuksista yhdessä metsästyksen kanssa peurojen glukokortikoiditasoihin tukevat väitettä, että metsästys yksinään ei ole ainoa stressiä aiheuttava tekijä metsästystilanteissa.

4.1 METSÄSTYSSRESSIN AIHEUTTAMAT MUUTOKSET HIRVIELÄINTEN FYSIOLOGIAAN

Metsästystilanteet aiheuttavat hirvieläimissä fysiologisia eli elimistössä tapahtuvia muutoksia, jotka vaikuttavat eläimen normaaliin fyysiseen toimintakykyyn. Näitä ovat esimerkiksi ruumiinlämpötilan sekä sydämen sykkeen nouseminen (Græslin ym., 2020). Myös hormonitasojen nousu, kuten glukokortikoidi- ja katekoliamiinitasot nousevat stressin seurauksena (Clinchy ym., 2013). Græslin ym. (2020) tutkimuksen mukaan hirvieläimet vaativat huomattavasti pidemmän lepoajan metsästystilanteiden jälkeen kuin normaalisti, jonka aikana glukokortikoiditasot, sydämen syke ja ruumiinlämpötila pääsevät normalisoitumaan. Pidemmän lepoajan tarvitseminen voidaan myös mieltää hirvieläimen käyttäytymisen muutoksiin.

Kohonnut sydämen syke on luonnollinen fysiologinen reaktio uhkaavassa tilanteessa. Pitkään jatkunut kohonnut sydämen syke voi olla haitallista ja jopa hengenvaarallista hirvieläimille, koska se voi aiheuttaa rytmihäiriöitä, sydäninfarktin tai -myopatian (Græslī ym., 2020). Myös ruumiinlämpötila kohoaa normaalia korkeammalle hirvieläimillä metsästystilanteen yhteydessä (Græslī ym., 2020). Mikäli ruumiinlämpö pysyy korkealla pitkään, se voi johtaa proteiinien denaturoitumiseen eli rakenteen tuhoutumiseen, DNA-synteesin heikkenemiseen solussa sekä pahimmillaan elinten vajaatoimintaan, jossa uhkana on kuolema (Græslī ym., 2020).

Græslī ym. (2020) tutkivat sydämen sykkeen ja ruumiinlämpötilan muutoksia ennen metsästystapahtumaa, sen aikana ja jälkeen. Sydämen sykettä ja ruumiinlämpöä mitattiin ihon alle asennetuilla antureilla, jotka mittasivat ruumiinlämpötilan viiden minuutin välein ja sydämen sykkeen EKG:n avulla (Græslī ym., 2020). Korkeimmat arvot sykkeelle ja ruumiinlämmölle mitattiin metsästyspäivinä, jolloin hirveä lähestyttiin koiran kanssa (Græslī ym., 2020).

Luontainen reaktio uhkaavaan tilanteeseen on pakeneminen. Pakeneminen aiheuttaa fysiologisia muutoksia (Ericsson ym., 2015). Tästä esimerkkinä aiemmin mainitut sydämen sykkeen ja ruumiinlämmön kohoaminen (Jarnemo & Wikenros, 2014). Fysiologiset muutokset alkavat näkyä miltei heti paon alettua tai lyhyen pakomatkan päätteeksi, mutta korostuvat entisestään pitkillä pakomatkoilla (Jarnemo & Wikenros, 2014). Bateson ja Bradshaw (1997) huomasivat tutkimuksessaan, että saksanhirvellä pitkät metsästystilanteet vaikuttivat muun muassa endorfiinitasojen kasvuun, lihasten glykogeeni- eli hiilihydraattivarastojen ehtymiseen ja sitä kautta lihaskudoksen surkastumiseen ja hajoamiseen. Lihaksistosta mitattu pH-arvo oli metsästetyillä saksanhirvillä korkea, mikä kertoo lihasten glykogeenivarastojen vähentymisestä, kun taas metsästämättömillä saksanhirvillä pH-arvo oli matala, koska glykogeeniä oli runsaasti eikä se ollut muuttunut laktaatiksi eli maitohapoksi lihaksissa (Bateson & Bradshaw, 1997).

Aktiivisten metsästysmenetelmien avulla metsästetyillä saksanhirvillä huomattiin merkittävästi korkeampia glukokortikoidipitoisuuksia ulosteessa kuin saksanhirvillä, jotka metsästettiin valikoivasti kyttämällä (Santos ym., 2018). Kortisolitasot ja muut fysiologiset parametrit olivat korkeampia koirien avulla metsästetyissä saksanhirvissä ja nämä tasot nousivat edelleen metsästystilanteen pitkittyessä (Santos ym., 2018). Bateson ja Bradshaw (1997) löysivät eroja glukosipitoisuuksissa metsästetyiltä ja rauhassa olleilta saksanhirviltä.

Metsästetyillä saksanhirvillä glukoosipitoisuudet olivat huomattavasti matalammat kuin rauhassa olleilla hirvillä, mikä viittaa siihen, että metsästystilanne on kova rasitus eläimen elimistölle (Bateson & Bradshaw, 1997). Kanadanhirvillä (*Cervus canadensis*) tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että ulosteen glukokortikoiditasot pienenevät metsästyskauden edetessä, mikä viittaa siihen, että ne tottuivat metsästyskauden aikana stressaaviin tilanteisiin ja saalistusriskiin, eivätkä reagoineet enää niin voimakkaasti metsästyskauden lopussa (Ensminger ym., 2020).

4.2 METSÄSTYSSTRESSIN AIHEUTTAMAT MUUTOKSET HIRVIELÄINTEN KÄYTTÄYTYMISEEN

Metsästysstressi aiheuttaa laajasti muutoksia myös hirvieläinten käyttäytymiseen, esimerkiksi pakenemiskäyttäytymisen kautta. Metsästyksen aiheuttamat käyttäytymismuutokset riippuvat metsästystavasta ja -paineesta sekä elinympäristön ominaisuuksista (Jarnemo & Wikenros, 2014). Metsästysstressi voi vaikuttaa jopa populaatiodynamiikkaan, koska stressi muuttaa hirvieläinten ravinnonhaku- ja lisääntymiskäyttäytymistä (Vilela ym., 2020). Usein itsessään pakoreaktio on lyhytaikainen, mutta käyttäytymismuutosten kautta tapahtuvat fysiologiset muutokset tekevät pakenemisen seurauksista jopa hengenvaarallisia (Græslı ym., 2020).

Metsästys aiheuttaa merkittäviä muutoksia hirvieläinten lisääntymiskäyttäytymiseen. Usein metsästyskausi ajoittuu päällekkäin kiima-ajan kanssa, minkä vuoksi metsästystoiminta häiritsee normaalia lisääntymiskäyttäytymistä (Karns, 2008). Esimerkiksi Squibb ym. (1986) huomasivat tutkimuksessaan, että kalliovuoren hirven (*Cer. ela. nelsoni*) kiimakäyttäytyminen keskeytyi metsästyskauden alkaessa. Luontaisen lisääntymiskäyttäytymisen häiriöt voivat ilmetä myöhäisenä parittelun ajankohtana kiima-aikana, joka vaikuttaa vasojen syntymäaikaan seuraavana kesänä (Malmsten ym., 2014). Myöhään kesällä syntyneillä vassoilla on huonommat mahdollisuudet selvitä ensimmäisestä talvestaan, koska ne ovat painoltaan ja kooltaan pienempiä kuin alkukesästä syntyneet vasat. Hirven lisääntymiskyky aikuisena voi myöhästyä, mikäli yksilöllä on vasana ollut alhainen ruumiinpaino (Malmsten ym., 2014).

Vaikka kiima- ja metsästysajat ovat useilla alueilla samat, kaikki käyttäytymisen muutokset eivät välttämättä johdu metsästyksestä vaan myös kiima-aikana yksilöiden luontainen käyttäytyminen muuttuu (Karns, 2008). Esimerkiksi urokset ovat jo valmiiksi stressaantuneita pelkästä kiimasta, mikä on suuri rasite elimistölle (Karns, 2008). Urokset myös liikkuvat

suuremmalla alueella kiima-aikana kuin normaalisti, mikä myös lisää elimistön rasitusta (Karns, 2008). Jarnemo ja Wikenros (2014) havaitsivat, että metsästystoiminta karkotti saksanhirviurokset kiima-alueelta jo ensimmäisen metsästysviikon jälkeen talvilaidunalueille, eivätkä urokset palanneet takaisin ennen seuraavaa kesää. Tällä voi olla merkittäviä vaikutuksia vuotuiseen jälkeläistuottoon.

Metsästyksen aiheuttama pakoreaktio vaikuttaa hirvieläinten alueelliseen jakautumiseen (Zbyryt ym., 2018). Valkohäntäpeurat (*Odocoileus virginianus*) pakenevat usein omasta elinympäristöstään muualle suojaan metsästyksestä aiheutuvaa saalistusriskiä, mutta palaavat takaisin alkuperäisiin elinympäristöihin metsästyskauden jälkeen (Karns, 2008). Hirvet pakenevat usein niin pitkiä matkoja, että ne päätyvät alueelle, jossa ei ole aktiivista metsästystä sillä hetkellä (Baskin ym., 2004). Græslī ym. (2020) havaitsivat myös, että metsästyspäivinä hirvet kulkivat huomattavasti pidemmän matkan kuin normaalisti sekä vaativat pidemmän lepoajan. Hirvet lepäsivät jopa 90 minuuttia pidempään metsästystilanteen jälkeisenä päivänä kuin normaalisti (Græslī ym., 2020).

Pakenemiskäyttäytymisessä voi olla eroja sukupuolten välillä (Baskin ym., 2004). Vaikka paon alku- ja loppupisteiden etäisyys ei eronnut merkittävästi sukupuolten välillä, uroshirvien pakomatka oli silti huomattavasti pidempi kuin naaraiden (Baskin ym., 2004). Uroshirvet liikkuvat huomattavasti mutkikkaampia pakoreittejä kuin naaraat (Baskin ym., 2004). Ericssonin ym. (2015) mukaan pakomatkan mutkaisuus ja lyhyt lineaarinen etäisyys eivät kuitenkaan lisänneet merkittävästi hirven kokeman stressin määrää. Ericsson ym. (2015) havaitsivat, että mitä lyhyempi koiran ja hirven välinen etäisyys oli kohdatessa, sitä suurempaa reittiä hirvi pakeni. Urosten mutkainen pakenemisreitti voi johtaa myös siihen, että ne törmäävät useammin maastossa metsästäjiin ja päätyvät saaliiksi helpommin kuin naarashirvet (Baskin ym., 2004).

Metsästys lisää hirvieläinten valppautta ja aktiivisuustasoja (Ericsson ym., 2015), mikä muistuttaa saalistusriskin vaikutuksia ja saa siirtymään turvallisempaan elinympäristöön (Græslī ym., 2020). Esimerkiksi valkohäntäpeurat vähensivät selvästi päivittäistä aktiivisuuttaan metsästyskauden aikana sekä pysyivät enemmän paikoillaan suojapaikoissa tiheissä maastoissa (Karns, 2008). Muita tyypillisiä reaktioita metsästykseseen ovat yöaktiivisuuden lisääminen sekä laumakäyttäytymisen yleistymisen (Baskin ym., 2004; Græslī ym., 2020). Hirvet tuntevat olonsa turvallisemmaksi laumassa, minkä osoittaa myös lyhyemmät pakomatkat häiriötilanteessa (Baskin ym., 2004). Laumassa olosta on hyötyä

hirville, koska valppaustaso on silloin moninkertainen, eikä riski joutua itse saaliiksi ole niin suuri (Baskin ym., 2004).

Valppauden lisääntyminen ja turvallisempiin elinympäristöihin siirtyminen voi aiheuttaa hirvieläimille ylimääräisiä kustannuksia ravinnon puolesta (Græslī ym., 2020). Ravinnonhakuun käytetty aika pienenee, koska metsästyksen aiheuttama liikehdintä, lisääntynyt energiankulutus ja lepoaika vievät entistä enemmän aikaa yksilötasolla (Græslī ym., 2020). Uudessa turvallisemmassa elinympäristössä ravinnonlaatu voi olla aiempaa huonompi, mikä entisestään heikentää eläinten kuntoa stressin ohella (Græslī ym., 2020).

5 YHTEENVETO

Stressi vaikuttaa negatiivisesti monilla eri tasoilla yksilön hyvinvointiin. Käyttäytymisen ja fysiologian muutoksista merkittävimpiä ovat hormonitasojen vaihtelut sekä lisääntymis- ja pakenemiskäyttäytymisen muutokset. Vaikka metsästys on yksi merkittävimmistä stressitekijöistä, se ei välttämättä ole kaikista pahin ihmisen aiheuttamista häiriöistä. Gentschin ym. (2018) tutkimuksen mukaan traumatilanteet, kuten ajoneuvo-onnettomuudet ja aitoihin takertuminen, aiheuttavat hirvieläimille enemmän stressiä kuin metsästyksen liittyvät tilanteet ja vammat. Aikaisemmat tutkimukset eivät ole huomioineet myöskään esi- ja jälkistressin (engl. pre- and post-stress) vaikutuksia tuloksiin (Gentsch ym., 2018). Esimerkiksi metsästystilanteissa stressiä edeltävät tekijät, kuten takaa-ajo, vaikuttavat itse stressireaktion voimakkuuteen, kun taas traumatilanteissa stressin jälkeiset tekijät, kuten ihmisen lähestyminen, vaikuttavat enemmän (Gentsch ym., 2018).

Kun tarkasteltiin hirven, saksanhirven ja kuusipeuran (*Dama dama*) kortisolipitoisuuksia metsästystilanteen ja ajoneuvon kanssa törmäyksen jälkeen, ei-tappavat metsästysvammat osoittautuivat vähemmän haitallisiksi (Gentsch ym., 2018). Metsästystilanteissa hirvieläinten kortisolipitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä olivat metsästysmenetelmä, ei-tappavan ampumavamman sijainti sekä tapahtumat ennen ja jälkeen laukauksen, kuten takaa-ajo (Gentsch ym., 2018). Yleisesti traumatilanteessa kortisolipitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä olivat taas eläinlaji, trauman tyyppi ja sen jälkeinen häiriö (Gentsch ym., 2018).

Myös muu ihmisen toiminta luonnossa kuin metsästys voi aiheuttaa stressiä eläimille. Webster (1997) tutki muun muassa moottorikelkkojen, lentokoneiden, helikoptereiden ja mönkijöiden vaikutusta karibuihin eli peuroihin (*Rangifer tarandus*). Peurojen havaittiin reagoivan kaikkiin

kulkuneuvoihin pakenemalla, mikäli peurat yhdistivät ne mahdolliseen uhkaan. Etenkin mönkijän ja moottorikelkan peurat yhdistivät usein mahdolliseen saalistajaan (Webster, 1997), koska usein näitä ajoneuvoja käytetään apuna metsästyksessä paremman saaliin toivossa. Matkailu ja moottorikelkkailu ovat suurimpia ihmisen aiheuttaman häiriön lähteitä hirville (Ensminger ym., 2020). Suomessa moottorikelkkaa ja mönkijää ei saa käyttää metsästyksen apuna suoraan, eli esimerkiksi jäljestämiseen, takaa-ajoon tai saaliin kaatamiseen. Matalalla lentävät, kovääniset lentokoneet ja helikopterit voivat aiheuttaa Websterin (1997) mukaan vakaviakin äkillisiä fyysisiä vammoja, lisääntynyttä energiankulutusta ja jopa eläimen kuoleman. Hirvet esimerkiksi laajensivat kotialueensa kokoa huomattavasti helikopterihäiriön aikana (Webster, 1997). Muunkin virkistyskäytön kuin metsästyksen on siis osoitettu aiheuttavan haittoja ja stressiä hirvieläimille.

Metsästyskauden edetessä ulosteesta mitatut glukokortikoidipitoisuudet vähenevät, mikä osoittaa sopeutumista metsästykseseen (Ensminger ym., 2020). Glukokortikoiditasot myös osoittavat, ettei metsästyspaine itsessään lisää hirvieläinten kokeman stressin määrää (Ensminger ym., 2020). On vasta vähän tutkimuksia siitä, millaisia vaikutuksia metsästyspaineella on hirvieläinten fysiologiaan, lisääntymiseen, kuntoon ja populaatiodynamiikkaan (Ensminger ym., 2020). Näitä tutkimuksia vaikeuttaa metsästyks- ja kiima-ajan päällekkäisyys, koska hirvieläinten käyttäytyminen muuttuu myös luontaisesti kiima-aikana. On siis vaikea erottaa, mitkä käyttäytymisen muutokset johtuvat kiima-ajasta ja mitkä metsästyspaineesta. Ericsson ym. (2015) linjasivat, että tulevaisuuden tutkimuksissa tulisi erityisesti kiinnittää huomiota voimakkaasti metsästettyihin riistapopulaatioihin. Myös kausivaihtelut sekä biotisten tekijöiden vaikutukset glukokortikoideihin tulisi huomioida tutkimuksissa paremmin.

6 LÄHTEET

Baskin, L., Ball, J. P., & Danell, K. (2004). Moose escape behaviour in areas of high hunting pressure. *Alces*, 40(tammikuu), 123–131.
<http://www.alcesjournal.org/index.php/alces/article/download/445/527>

Bateson, P., & Bradshaw, E. L. (1997). Physiological effects of hunting red deer (*Cervus elaphus*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 264(1389), 1707–1714.
<https://doi.org/10.1098/rspb.1997.0237>

- Bonnot, N. C., Bergvall, U. A., Jarnemo, A., & Kjellander, P. (2018). Who's afraid of the big bad wolf? Variation in the stress response among personalities and populations in a large wild herbivore. *Oecologia*, *188*(1), 85–95. <https://doi.org/10.1007/s00442-018-4174-7>
- Boonstra, R. (2013). Reality as the leading cause of stress: Rethinking the impact of chronic stress in nature. *Functional Ecology*, *27*(1), 11–23. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12008>
- Carbillet, J., Rey, B., Palme, R., Morellet, N., Bonnot, N., Chaval, Y., Cargnelutti, B., Hewison, A. J. M., Gilot-Fromont, E., & Verheyden, H. (2020). Under cover of the night: Context-dependency of anthropogenic disturbance on stress levels of wild roe deer *Capreolus capreolus*. *Conservation Physiology*, *8*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1093/conphys/coaa086>
- Clinchy, M., Sheriff, M. J., & Zanette, L. Y. (2013). Predator-induced stress and the ecology of fear. *Functional Ecology*, *27*(1), 56–65. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12007>
- Coslovsky, M., & Richner, H. (2011). Predation risk affects offspring growth via maternal effects. *Functional Ecology*, *25*(4), 878–888. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2011.01834.x>
- Creel, S., & Christianson, D. (2008). Relationships between direct predation and risk effects. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.12.004>
- Creel, S., Dantzer, B., Goymann, W., & Rubenstein, D. R. (2013). The ecology of stress: Effects of the social environment. *Functional Ecology*, *27*(1), 66–80. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2012.02029.x>
- Ensminger, D. C., Pritchard, C., Langkilde, T., Gingery, T., Banfield, J. E., & Walter, W. D. (2020). The influence of hunting pressure and ecological factors on fecal glucocorticoid metabolites in wild elk. *Wildlife Biology*, *2020*(2), 1–7. <https://doi.org/10.2981/wlb.00683>
- Ericsson, G., Neumann, W., & Dettki, H. (2015). Moose anti-predator behaviour towards baying dogs in a wolf-free area. *European Journal of Wildlife Research*, *61*(4), 575–582. <https://doi.org/10.1007/S10344-015-0932-6/FIGURES/3>
- Gentsch, R. P., Kjellander, P., & Röken, B. O. (2018). Cortisol response of wild ungulates to trauma situations: hunting is not necessarily the worst stressor. *European Journal of Wildlife Research*, *64*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/S10344-018-1171-4/FIGURES/3>
- Græsli, A. R., Legrand, L., Thiel, A., Fuchs, B., Devineau, O., Stenbacka, F., Neumann, W., Ericsson, G., Singh, N. J., Laske, T., Beumer, L. T., Arnemo, J., & Evans, A. L. (2020). Physiological and behavioural responses of moose to hunting with dogs. *Conservation Physiology*, *8*(1), 1–15. <https://doi.org/10.1093/conphys/coaa122>
- Jarnemo, A., & Wikenros, C. (2014). Movement pattern of red deer during drive hunts in Sweden. *European Journal of Wildlife Research*, *60*(1), 77–84. <https://doi.org/10.1007/S10344-013-0753-4/TABLES/4>
- Karns, G. R. (2008). Impact of hunting pressure on adult male white-tailed deer behaviour - *Thesis. Tomberlin 2007*.
- Kumar, B., Manuja, A., & Aich, P. (2012). Stress and its impact on farm animals. *Frontiers in Bioscience - Elite*, *4* E(5), 1759–1767. <https://doi.org/10.2741/e496>
- Malmsten, J., Söderquist, L., Thulin, C. G., Gavier Widén, D., Yon, L., Hutchings, M. R., & Dalin, A. M. (2014). Reproductive characteristics in female Swedish moose (*Alces alces*), with emphasis on puberty, timing of oestrus, and mating. *Acta veterinaria Scandinavica*, *56*(1), 23. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-56-23/FIGURES/5>
- Möstl, E., & Palme, R. (2002). Hormones as indicators of stress. *Domestic Animal Endocrinology*, *23*, 67–74.

- Norum, J. K., Lone, K., Linnell, J. D. C., Odden, J., Loe, L. E., & Mysterud, A. (2015). Landscape of risk to roe deer imposed by lynx and different human hunting tactics. *European Journal of Wildlife Research*, *61*(6), 831–840. <https://doi.org/10.1007/s10344-015-0959-8>
- Palme, R., Rettenbacher, S., Touma, C., El-Bahr, S. M., & Möstl, E. (2005). Stress hormones in mammals and birds: Comparative aspects regarding metabolism, excretion, and noninvasive measurement in fecal samples. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1040*, 162–171. <https://doi.org/10.1196/annals.1327.021>
- Santos, J. P. V., Acevedo, P., Carvalho, J., Queirós, J., Villamuelas, M., Fonseca, C., Gortázar, C., López-Olvera, J. R., & Vicente, J. (2018). The importance of intrinsic traits, environment and human activities in modulating stress levels in a wild ungulate. *Ecological Indicators*, *89*(elokuu 2017), 706–715. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.02.047>
- Sheriff, M. J., Dantzer, B., Delehanty, B., Palme, R., & Boonstra, R. (2011). Measuring stress in wildlife: techniques for quantifying glucocorticoids. *Oecologia* *2011 166:4*, *166*(4), 869–887. <https://doi.org/10.1007/S00442-011-1943-Y>
- Sih, A., Ziemba, R., & Harding, K. C. (2000). New insights on how temporal variation in predation risk shapes prey behavior. *Trends in Ecology and Evolution*. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01766-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01766-8)
- Spong, G., Gould, N. P., Sahlén, E., Cromsigt, J. P. G. M., Kindberg, J., & DePerno, C. S. (2020). Large-scale spatial variation of chronic stress signals in moose. *PLoS ONE*, *15*(1). https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0225990/PONE_0225990_PDF.PDF
- Squibb, R. C., Kimball, J. F., & Anderson, D. R. (1986). Bimodal Distribution of Estimated Conception Dates in Rocky Mountain Elk. *The Journal of Wildlife Management*, *50*(1), 118. <https://doi.org/10.2307/3801499>
- Vilela, S., da Silva, A. A., Palme, R., Ruckstuhl, K. E., Sousa, J. P., & Alves, J. (2020). Physiological stress reactions in red deer induced by hunting activities. *Animals*, *10*(6), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ani10061003>
- Webster, L. (1997). THE EFFECTS OF HUMAN RELATED HARASSMENT ON CARIBOU (Rangifer tarandus) *BC Ministry of Environment Report, (elokuu), 1-29.*
- Zbyryt, A., Bubnicki, J. W., Kuijper, D. P. J., Dehnhard, M., Churski, M., & Schmidt, K. (2018). Do wild ungulates experience higher stress with humans than with large carnivores? *Behavioral Ecology*, *29*(1), 19–30. <https://doi.org/10.1093/beheco/ax1142>