



Kuva: flickr.com/Ville Oksanen

## Rapujen kivuntunto ja tainnutusmenetelmät

*Satu Raussi ja Tiina Kauppinen*  
*Eläinten hyvinvointikeskus EHK, Luonnonvarakeskus Luke*  
*[www.eläintieto.fi](http://www.eläintieto.fi)*

Asia: Maa- ja metsätalousministeriö on pyytänyt Eläinten hyvinvointikeskukselta tieteellistä lausuntoa rapujen kivuntunnosta ja tainnutusmenetelmistä

## Tiivistelmä

Rapujen kivuntunnosta ei ole tieteellistä yksimielisyyttä. Äyriäisillä on todennäköisesti hermopäätteissään kipua aistivia reseptoreja, mutta tutkittua tietoa asiasta tarvitaan lisää, ja tutkimusta on parhaillaan käynnissä.

Ravulla on aivot ja hermosto, joskaan ei samanlaisia aivoja kuin nisäkkäillä keskushermostoineen. Rapu tuntoaistii tuntosarvillaan ja sukasillaan, ja sillä on varsin hyvä hajuaisti. Ravulla on myös hormoneja tuottavia rauhasia. Rapu oppii välttämään paikkaa, jossa se on kokenut sille oletettavasti negatiivisia ärsykeitä. Rapu esimerkiksi pyrkii pois 36-38-asteiseksi lämmitetystä vedestä ja aistii myös tuntosarvillaan haitallisen korkean lämpötilan. Korkea lämpötila aiheuttaa ravulle mahdollisesti kipua.

Rapu voidaan tainnuttaa sähköllä koe-eläin- tai elintarvikekäytössä. Oikeilla säädöillä rapu vaikuttaa taintuvan sähkötainnutuksessa välittömästi. Ravut voivat herätä sähkötainnutuksen jälkeen, joten elintarvikekäytössä ravun kuolema tulee varmistaa heti tainnutuksen jälkeen esimerkiksi keittämällä taintunut ja tunnoton rapu. Rapujen sähkötainnutukseen on olemassa kaupallisia sovelluksia. Jos rapu laitetaan elävänä 98-celsiusasteiseen veteen, se kuolee reilussa kahdeksassa sekunnissa. +44 celsiusasteen lämpötilassa ravun valkuaisaineet alkavat denaturoitua ja sydän sekä hermo-lihasliitokset lakkaavat toimimasta. Varovaisuusperiaatteen mukaisesti rapu tulisi sen hyvinvoinnin turvaamiseksi tainnuttaa ennen jatkoprosessointia elintarvikkeeksi.

**Ravut kuuluvat eliökunnan luokituksessa** niveljalkaisten pääjaksoon *Arthrodopoda*, äyriäisten alajaksoon *Crustacea*, kuoriäyriäisten luokkaan *Malacostraca*, kymmenjalkaisten lahkoon *Decapoda*, pitkäpyrstöisten rapujen osalahkoon *Astacidea* ja rapujen yläheimoon *Astacoidea*.

**Suomessa eläviä rapulajeja ovat** täplärapu, jokirapu ja kapeasaksirapu. Villasaksirapua (*Eriocheir sinensis*) on havaittu Suomessa kaikilla merialueilla ja Saimaalla. Liejutaskurapua (*Rhithropanopeus harrisi*) tavataan Saaristomerellä, ja se levittäytyy parhaillaan Suomenlahdelle.

**Elintarvikkeina hyödynnettäviä lajeja ovat täplärapu ja jokirapu.** Täplärapu (*Pacifastacus leniusculus*) on kotoisin Pohjois-Amerikasta, josta sitä tuotiin Suomeen 1960-luvulla. Jokirapu (*Astacus astacus*) on Euroopan yleisin luonnonvarainen rapulaji. Suomessa jokiravun levinneisyys kattaa Etelä-, Itä- ja Pohjois-Suomen. Kapeasaksirapua (*Astacus leptodactylus*) tavataan Suomessa vain Luumäen Kivijärvessä ihmisen sinne tuomana. Vuonna 2019 Suomen rapusaalis oli noin 729 000 yksilöä, joista 98 % oli täplärapuja.

### Ravun hermosto ja aistinelimet

Selkärangattoman, vaihtolämpöisen ravun päässä on pienet aivot, joista lähtee selkäydintä vastaava kaksiahaarainen hermorunko. Vatsapuolella kulkevassa hermorungossa on hermosolmuja eli ganglioita ruumiinjaokkeiden kohdalla. Hermosolmuista lähtee hermoja ravun raajoihin, sisäelimiin ja lihaksiin. Sydän ja avoin verenkierto (veri on hemolymfaa) on selkäpuolella. Kidusten kautta käytyään veri imeytyy sydäntä kohti vieviin suoniin. Ravun päähän kiinnittyvät isot ja pienet tuntosarvet. Ravun raajojen sukaset toimivat tuntoaistimina ja ovat herkkiä kosketukselle. Tuntosarvet aistivat kemiallisia ärsykeitä, makuja ja hajuja; nuo aistit ovat ravulla tarkat. Rapu voi myös maistaa sukasillaan. Stratokystat tuntosarvienväällä aistivat kallistusta ja toimivat ravun tasapainoeliminä. Ravun varrelliset verkkosilmät vastaanottavat kuvia, joita näköhermot välittävät aivoihin. Silmänvarressa on hormonia erittävä rauhanen. Hormoni säätelee kuoren ja silmien värin sopeutumista, kuoren vaihtoa ja kalsiumin kerrostumista kuoreen. Ravun viidestä raajaparista etummainen pari, sakset, on erikoistunut ravinnon hankintaan, puolustautumiseen sekä kaivamiseen ja neljä taaimmaista paria liikkumiseen. Rapu voi menettää raajansa (itsetypistys, autotomia) ja kasvattaa menetetyn raajan tilalle uuden.

## *Varovaisuusperiaatteen mukaan rapu tulee tainnuttaa*

Tutkimustieto kalojen ja muiden veden eliöiden kognitiivisista kyvyistä ja tuntemiskyvystä on melko nuorta. Kuitenkin säädöksiä on jo muutettu kalojen ja äyriäisten hyvinvoinnin perusteella. Norjassa kasvatettujen kalojen tainnuttamisen hiilidioksidilla on kielletty, samoin kuin Sveitsissä rapujen elävältä keittäminen. Näin on sovellettu ympäristöoikeudesta tuttua varovaisuusperiaatetta, jonka mukaan tiettyihin ympäristöä suojeleviin toimenpiteisiin ryhtymistä ei estä täyden tieteellisen varmuuden puuttuminen tuon toimenpiteen seurauksista (FINTO). Eläinten hyvinvointikeskuksen työn [tavoitteena](#) on eläinten hyvinvoinnin turvaaminen ja parantaminen. Toiminnassa, kuten lausunnoissa, noudatamme varovaisuusperiaatetta eläinten hyvinvointiriskien suhteen. Mikäli on olemassa todisteita eläinten kyvystä tuntea kipua, tuskaa ja kärsimystä, vaikkakaan ei täyttä tieteellistä varmuutta asiasta, otamme eläinten tuntemiskyvyn huomioon.

## *Kivuntuntoa vai ei?*

Rapujen vedenalainen elämä on ihmisille pitkälti tuntematonta. Ravun aivojen rakenne ei vastaa nisäkkään aivoja, joten rapujen kyky tuntea kipua ja kärsimystä on kyseenalaistettu. Uudistetun kansainvälisen kivunmäärittelmän mukaan ihminen tai eläin voi kokea kipua, vaikkei kykenisi siitä kommunikoimaan (IASP, 2020). Kansainvälisen tiedeyhteisön lausumassa [The Cambridge Declaration of Consciousness](#) todetaan, ettei ihmisen tuntemuksiin olennaisesti liittyvän aivokuoren puuttuminen estä eläintä tuntemasta, vaan tuntoisuuden ja tietoisuuden mekanismeja on useita erilaisia.

Sneddon ym. (2014) määrittelivät, kuinka minkä tahansa eläinlajin kipukokemuksen olemassaoloa voidaan arvioida. Vasteen haitallisiin ärsykkeisiin pitää Sneddonin ym. (2014) mukaan vaikuttaa eläimen neurobiologiaan, fysiologiaan ja käyttäytymiseen eri tavalla kuin vasteen vaarattomiin ärsykkeisiin. Eläimen tulee myös olla motivoitunut muuttamaan myöhemmin käyttäytymistään negatiivisen kokemuksen perusteella eli oppia välttämään tai suojautumaan haitallisilta ärsykkeiltä. Eläimen tulee myös olla valmis annostelemaan itselleen kivunlievitystä ja valmis satsaamaan kivunlievitykseen (Sneddon ym. 2014).

Ravun kivuntunnon osoittaminen riippuu määritelmästä ja siitä, vaaditaanko ravun subjektiivisen psykologisen kokemuksen osoittamista, kirjoittaa Rowe (2018). Kymmenjalkaisilta löytyvät Rowen (2018) mukaan kipuvasteesta kertovat neuroanatomiset, farmakologiset ja käyttäytymiskriteerit. Stressi on kipuvastetta helpommin todennettavissa, ja ravun stressin yhtenä mittarina voidaan käyttää hemolymfan L-laktaattipitoisuutta (Neil ja Thompson, 2012).

Äyriäisten mahdolliseen kipukokemukseen viittaavat Elwoodin ym. (2009) mukaan useat kriteerit. Äyriäisillä on kivun kokemiseen sopiva keskushermosto, kipureseptoreita ja opioidireseptoreita. Äyriäiset oppivat välttämään niille haitallisia ärsykejä. Äyriäiset ontuvat tai käyttävät vähemmän vahingoittunutta raajaansa tai voivat jopa itse irrottaa vahingoittuneen raajansa. Ne tekevät kompromisseja välttääkseen haitallisia ärsykejä. Jos äyriäisiä hoidetaan paikallispuudutteilla tai kipulääkkeillä, niiden kipukokemus vähenee. Äyriäisillä on hormonaalisia stressivasteita, joilla on samanlainen tehtävä kuin selkärankaisten glukokortikoideilla. Edellä mainituista syistä Elwood ym. (2009) päättelivät, että äyriäisten kivun ja stressin kokemus voi olla samankaltainen kuin selkärankaisten, vaikka kokemuksen tuottavat järjestelmät eivät samanlaisia olisikaan.

Epäilijöitäkin ravun kivuntunnon suhteen on. Esimerkiksi Diggles (2019) kirjoittaa, että äyriäisille viime vuosina ehdotetut kivun kriteerit ovat asettaneet kivun todistamisen kynnyksen niin matalaksi, että tuloksiin on mahdotonta luottaa. Monissa tutkimuksissa havaitut käyttäytymisvasteet eivät Digglesin (2019) mukaan kerro kivusta.

On epätodennäköistä, ettei ravuilla olisi lainkaan kipua aistivia reseptoreja, kirjoittavat Puri ja Faulker (2015). Kipureseptoreja on tunnistettu muilta niveljalkaisilta, kuten banaanikärpäselältä (*Drosophila melanogaster*). Punaravut (*Procambarus clarkii*) havaitsivat Purin ja Faulkerin (2015) tutkimuksessa veden haitallisen

korkean lämpötilan ja reagoivat siihen käyttäytymisellään sekä tuntosarvien neurofysiologisten mittausten perusteella eri tavalla kuin muihin potentiaalisesti haitallisiin ärsykkeisiin. Tämä viittaa siihen, että punaravuilla on haitallisen korkean lämpötilan havaitsemiseen erikoistuneita reseptoreja, jotka voivat olla kipureseptoreja. Alhaiset lämpötilat, kapsaisiini tai isotiosyanaatti eivät vastaavaa reaktiota punaravussa aiheuttaneet (Puri ja Faulker, 2015).

EFSA:n (2005) koe-eläinten hyvinvointia käsittelevässä raportissa luetellaan toimenpiteitä, jotka todennäköisesti ovat kivuliaita ja ahdistavia äyriäisille. Näitä ovat eläimen elävältä laittaminen kuumaan tai kiehuvaan veteen, kehon osien irrottaminen elävältä eläimeltä (myös viilennetyltä), eläimen laittaminen kylmään veteen ja sen jälkeen veden kuumentaminen kiehumispisteeseen, meressä elävän äyriäisen laittaminen elävänä makeaan veteen (eläin kuolee osmoottiseen shokkiin) sekä koko eläimen kohdistamaton altistaminen mikroaalloille.

Vaikka tutkijoiden keskuudessa ei vallitse yksimielisyyttä siitä, ovatko äyriäiset tuntevia olentoja vai eivät, on kuitenkin yleensä hyväksytty, että äyriäisiä pyritään käsittelemään tavalla, joka aiheuttaa mahdollisimman vähän stressiä, kipua tai ahdistusta.

De Mori ja Normando (2019) pohtivat tapaa, jolla yhteiskunnassa mietitään, myönnetäänkö jollekin eläinlajille tai -ryhmälle korkeampi status niiden hyvinvoinnista huolehtimiseksi. Yleensä päädytään pohtimaan eläinten kognitiivisia kykyjä ja tuntemiskykyä. Eläinten kohteluun ja virallisiin normeihin vaikuttaa se, kuinka samankaltainen laji on suhteessa ihmiseen (esimerkiksi kädelliset) ja kuinka tuttu ja emotionaalisesti tärkeä laji on ihmisille (esimerkiksi koira). De Mori ja Normando (2019) esittävät, että olisi parempi antaa yhtäläinen moraalinen huomio kaikille olennoille, joilla on kyky vaikuttaa edes vähän oman elämänsä laatuun. Resurssit tulisi käyttää niiden eläinten elämän parantamiseen, joita käytämme omiin tarkoituksiimme sen sijaan, että keskitymme etsimään sellaisia olentoja, joita voimme moraalisesti käyttää hyväksi huolehtimatta niiden hyvinvoinnista. Kaikki ne eliölajit, jotka ovat evoluutiossa tähän päivään asti selviytyneet, ovat olemassaolon suhteen yhtä menestyneitä, huomauttavat De Mori ja Normando (2019).

#### *Taintuminen alle sekunnissa humaania*

Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto EFSA:n raportissa vuodelta 2005 määritellään, että koe-eläimen humaanin tainnutus- tai lopetusmenetelmä on sellainen, jossa eläimen tajuttomuus tai kuolema seuraa välittömästi, alle sekunnissa. Äyriäisen hermoston toiminnan nopea pysäyttäminen, tainnuttaminen ennen teurastusta, on Adamsin ym. (2019) mukaan tärkeää eläimen hyvinvoinnin näkökulmasta.

#### *Äyriäislajien elinympäristöt ja anatomiat erilaisia*

Ihmisen hyödyntämiä äyriäislajeja elää lämpötilaltaan vaihtelevissa makeissa ja suolapitoisissa vesissä. Se, millaiseen elinympäristöön laji on sopeutunut, vaikuttaa lajille sopivan tainnutusmenetelmän valintaan. Australialaisjärjestö Royal Society for the Prevention of Cruelty for Animals (RSPCA Australia) ohjeistaa sähkötainnutuksen sopivan kaikille äyriäislajeille. Lisäksi lämpimien merivesien äyriäiset voidaan järjestön mukaan tainnuttaa suolapitoisesta vedestä tehdyssä jäähyhmässä. Suolapitoisen meriveden lajeja ei saa laittaa makeaan veteen, sillä seurauksena voi olla osmoottinen shokki. Makean veden lajeja taas ei saa laittaa suolapitoiseen veteen. Viilleiden vesien äyriäislajeja ei saisi tainnuttaa jäähyhmässä. (RSPCA Australia, 2018)

Taskurapujen anatomia eroaa hummereiden ja rapujen vastaavasta. Anatomisten erojen vuoksi RSPCA Australia ohjeistaa taskurapujen ja hummereiden tainnutuksen jälkeisen kuoleman varmistamisen eri tavoin tehtäväksi. Taskuravun kuoleman varmistaminen voidaan tehdä taskuravun kahteen hermokeskukseen pistämällä ja hummerin tainnutus halkaisemalla (katso kuvat 1-5 Australian RSPCA:n ohjeessa: [Humane killing and processing of crustaceans for human consumption](#)).

Hummerin hermosolmujen ketju, hermorunko, kulkee eläimen vatsapuolella keskilinjassa pituussuuntaan. Lisäksi hummerin ensimmäinen hermokeskus, supraoesofageaalinen ganglio, sijaitsee hermorungon päänpuolella. Hummerin tainnutuksen jälkeinen kuoleman varmistus halkaisemalla tarkoittaa nopeaa leikkaamista terävällä veitsellä vatsapuolelta pitkittäin keskilinjaa suuntaisesti. Leikkaaminen pitkittäissuunnassa keskilinjaa pitkin tuhoaa hummerin hermokeskukset. (RSPCA Australia, 2018)

Taskuravun tainnutuksen jälkeiseen kuoleman varmistamiseen sopii terävä piikki, jolla tuhotaan nopeasti taskuravun vatsapuolelta sen kaksi hermokeskusta. Toinen hermokeskuksesta sijaitsee ruumiin takaosassa, ja hermokeskuksen päällä on pieni reikä. Toinen sijaitsee ruumiin päänpuolella, matalan syvennyksen alapuolella. (RSPCA Australia, 2018)

### *Isotaskurapu*

Ennen sähkötaimnutusta isotaskurapua (*Cancer pagurus*) voidaan pitää jäissä tai jäähyhmässä onnistuneen tainnutuksen varmistamiseksi. Jännitteellä 220 V ja 10 sekunnin tainnutusajalla isotaskuravun mahdollinen tuntoisuus loppuu lähes välittömästi, alle sekunnissa. Sähkötaimnutuksen jälkeen isotaskurapu voidaan keittää tai pitää ennen jatkoprosessointia jäissä tai jäähyhmässä. Tainnutusta edeltävä tai tainnutuksen jälkeinen jäissä pitäminen varmistaa, ettei isotaskurapu palaudu tajuihinsa sähkötaimnutuksesta. Raajojen irtoamista (autotomia) ei täysin pystytty Rothin ja Grimsbø'n (2016) tutkimuksessa välttämään isotaskurapujen sähkötaimnutuksen yhteydessä. Noin 4–7 % tutkimuksessa tainnutetuista isotaskuravuista menetti yhden tai useamman raajan. Tutkijat perustivat päätelmänsä isotaskuravun käyttäytymiseen ja suosittelevat, että tulokset varmistetaan vielä isotaskuravun tajunnan tason mittareilla. (Roth ja Grimsbø, 2016)

### *Punarakut reagoivat lämpenevään veteen ja yrittävät paeta yli 36-celsiusasteisesta vedestä*

Adams ym. (2019) selvittivät, miten veden lämmittäminen vaikuttaa punarakun (*Procambarus clarkii*) hermostoon, hermosolujen, hermo-lihasliitosten sekä sydämen sähköiseen toimintaan ja ravun käyttäytymiseen. Punarakun sydämen syke alkaa muuttua +40 celsiusasteessa. Lämmittäminen 1 celsiusasteen minuuttivauhdilla (alkaen +20 celsiusasteen lämpötilasta) pysäyttää punarakun sykkeen siinä vaiheessa, kun veden lämpötila saavuttaa +44 celsiusastetta. Lämpötilan nopeampi nosto lakkauttaa ravun hermo-lihasliitosten ja tuntohermosolujen toiminnan samassa, +44 celsiusasteen, lämpötilassa. Ravut eivät enää reagoi ärsykkeisiin, kun ne on kahden minuutin ajan lämmitetty +44 celsiusasteeseen, mutta tuntohermojen toiminta voi tästä vielä palautua, jos rapu laitetaan +20 -celsiusasteiseen suolaveteen. Hermo-lihasliitosten toiminta ei kuitenkaan enää palaudu. Ravun hermo-lihasliitosten toiminta lakkaa siten ensin, mikä johtaa todennäköisesti ravun halvaantumiseen joksikin aikaa, ennen kuin aistihermosolujen toiminta lakkaa.

Kiehuvaan veteen (+98 celsiusastetta) elävältä laitettaessa ravun sydän lakkaa toimimasta keskimäärin 8,5 sekunnissa todennäköisesti sydänlihaskudoksen denaturoitumisen vuoksi. Kuolema ei siis kiehuvaan veteen elävänä laitettaessa ole välitön eikä täytä humanin lopetuksen määritelmää, mutta kuolema on nopeampi kuin altistettaessa rapu pitemmäksi aikaa hitaasti lämpenevän veden aiheuttamalle stressille. Hidas veden lämmittäminen (1 celsiusaste minuutissa) sai Adamsin ym. (2019) kokeessa kaikissa tutkituissa 12 punarakussa aikaan pakenemisreaktion, kun veden lämpötila saavutti +36–38 celsiusastetta. Edellä mainittu on selkeä käyttäytymisvaste haitallisen ärsykkeen havaitsemisesta. Adams ym. (2019) toteavatkin, että rapuja lopetettaessa lämpötilan mahdollisimman nopea nostaminen yli +44 celsiusasteen rajoittaa haitallisille ärsykeille altistumista.

Edellä mainitussa Adamsin ym. (2019) tutkimuksessa oli koe-eläiminä kuusi punarapua, joille asennettiin EKG-laitteet, kuusi oli ilman EKG-laitteita. Punarakut ilman EKG-laitteita vaikuttivat kuolleilta, kun niitä oli pidetty minuutti +40-celsiusasteisessa vedessä. Ravut eivät enää reagoineet silmänvarren koskettamiseen tai pyrstön nipistämiseen, niiden raajat olivat löysät ja roikkuvat, silmät valkoiset, eikä elämän merkkejä havaittu



senkään jälkeen, kun rapuja oli lämpimän veden jälkeen pidetty +20-celsiusasteisessa vedessä tunnin ajan. Kuuden EKG-laittein varustetun punaravun sydän löi edelleen +40 celsiusasteessa, vaikkakin normaalia hitaammin ja epäsäännöllisemmin. Kun veden lämpötila saavutti +44 celsiusastetta, sydämenlyönti edelleen hidastui, muuttui satunnaiseksi ja pysähtyi. Tämän jälkeen vesi jäähdytettiin, eivätkä eläimet enää palautuneet seuraavan 30 minuutin aikana. (Adams ym. 2019)

### *Neilikkaöljy on toimiva anestesiamenetelmä koe-eläinkäytössä*

Äyriäisiä käytetään koe-eläiminä, ja niiden anestesiamenetelmiä on tutkittu. Gardner (1997) tutki jättiläisravun (*Pseudocarcinus gigas*) tainnutusta koe-eläintarkoituksiin hakien myös mahdollisimman vähän jättiläisrapua stressaavia lopetusmenetelmiä rapujen elintarvikekäyttöön. Neilikkaöljy ( $\geq 0,125$  ml/l) vaikutti Gardnerin (1997) tutkimuksessa lupaavalta ja humanilta menetelmältä jättiläisrapujen nukutukseen koe-eläinkäytössä sekä mahdollisesti lopetukseen elintarvikekäytössä. Jättiläisravut eivät vaikuttaneet kokevan traumaa tai muuta vahinkoa neilikkaöljykylvystä, eivätkä menettäneet raajojaan (autonomia). Jättiläisravun lopetus neilikkaöljyllä kylvetään kuitenkin kesti suhteellisen kauan, yli 28 minuuttia. Lisäksi neilikkaöljyssä on voimakas hajua, mikä voi aiheuttaa ongelmia elintarvikekäytössä (Gardner, 1997).

### *Sähkötainnutus toimi rapuilla ja hummereilla*

Fregin ja Bickmeyer (2016) tutkivat anestesiamenetelmiä jokiravuilla (*Astacus astacus*), kapeasaksiravuilla (*Astacus leptodactylus*) ja amerikanhummereilla (*Homarus americanus*) seuraten eläinten hermosolujen toimintaa ja sähköisten signaalien etenemistä keskushermostoon istutetun elektrodin avulla. Koe-eläintoiminnassa äyriäisten anestesiamenetelmänä on käytetty esimerkiksi viilennystä, rapuilla 0-asteisessa vedessä. Viilennys osoittautui Fregin ja Bickmeyerin (2016) tutkimuksessa huonoksi anestesiamenetelmäksi, sillä ravut reagoivat viilennyksestä huolimatta edelleen lähes normaalisti ulkoisiin ärsykkeisiin. Huonoksi osoittautui myös hiilidioksiditainnutus vedessä. Hiilidioksidilla aikaansaatu veden pH:n lasku alle viiden stressasi rapuja ja hummereita, ja eläimet vaikuttivat levottomilta ja kiihtyneiltä ennen taintumista. Sähkötainnutus osoittautui tehokkaaksi anestesiamenetelmäksi aiheuttaen aivoissa epileptisen kohtauksen. Eläimet taintuivat sähköllä hyvin. Fregin ja Bickmeyerin (2016) tutkimuksessa käytettiin kahta kaupallista sähkötainnutinta, LAVES ja Crustastun (5 ja 10 sekunnin sähköaltistus). Kun ravut oli tainnutettu viisi sekuntia Crustastun-laitteella, niillä havaittiin vähäistä sähköisten signaalien kasvua, kun ne laitettiin kiehuvaan veteen. Veden hidas lämmittäminen +7 celsiusasteesta +40 celsiusasteeseen 1 celsiusasteella minuutissa tainnutti eläimet myös hyvin. Hermoston sähköiset signaalit vähenivät minimiin yli +30 celsiusasteen lämpötilassa, ja eläimet kuolivat ilman näkyviä liikkeitä tai viitteitä stressiä (Fregin ja Bickmeyer, 2016).

### *Rapujen elävältä keittämisen ohjeet vaihtelevat*

Rapujen elävältä keittämiseen on vaihtelevia ohjeita ravun hyvinvoinnin näkökulmasta. Esimerkiksi yhdessä [ohjeessa](#) neuvotaan seuraavasti: ”Huuhtelee ravut huolellisesti. Ota tarpeeksi iso kattila ja siihen vettä niin paljon, että ravut hyvin peittyvät. Esimerkiksi 50 rapua ja 6 litraa vettä, 100 rapua ja 9 litraa vettä. ... **Pane ravut useampi kappale kerrallaan kiehuvaan veteen.** Jos keität 100 ravun annosta, kerrallaan voi kaataa 20-30 rapua. Muutoin 6-12 kappaletta. Keittiömestarit suosittelivat kerrallaan keitettäväksi 100 ravun enimmäismäärää. Pane suurimmat ravut ensimmäisinä kiehuvaan veteen. Niiden valmistuminen vie enemmän aikaa. [...] Keittämässä on tärkeää, ettei kiehuvaan veteen panna liian monta rapua kerrallaan. Jos rapuja lisätään liikaa, keittoveden lämpötila laskee, eivätkä ravut kuole välittömästi.” [Toisessa ohjeessa](#) ohjeistetaan seuraavasti: ”Huuhtelee ravut kädenlämpöisellä vedellä ennen keittämistä. Veden kiehuessa **upota ravut yksitellen veteen** ja tarkista, että kaikki ovat pinnan alla. Keitä isoja rapuja noin 8 minuuttia, pienemmille riittää 6 minuuttia. Laske aika siitä, kun vesi alkaa uudelleen kiehua.”

Kotikeittiöiden liedet eivät todennäköisesti ole niin tehokkaita, että vesi pysyy kiehuvana, jos kiehuvaan veteen laitetaan yhtä aikaa useita rapuja. Jos esimerkiksi kiehuvaan veteen 10 litran kattilaan kaadetaan 20

rapua, vesi jäähtyy nopeasti ja rapujen taintumisaika ja mahdollinen kärsimys pitenee. Riski kärsimyksen pitkittymiseen on pienempi laitettaessa rapu yksitellen kiehuvaan veteen.

### *Sähkötainnutuslaite Crustastun™*

Crustastun™ on kaupallinen sähkötainnutuslaite, joka on suunniteltu tainnuttamaan ja tappamaan äyriäiset, esimerkiksi hummerit ja taskuravut, nopeasti sähköiskulla ennen niiden keittämistä tai jatkoprosessointia elintarvikkeeksi. Se toimii antaen tainnutettavalle eläimelle 110 voltin jännitteellä 4-8 ampeerin sähkövirran (Neil ja Thompson, 2012). Neilin (2012) mukaan Crustastun™-sähkötainnuttimella tainnutettaessa isotaskuravun (*Cancer pagurus*) ja hummerin (*Homarus gammarus*) hermoston (niin keskus- kuin ääreishermoston) toiminta lakkaa lähes välittömästi.

### *Äyriäisten tainnutusmenetelmiä tutkitaan ja kehitetään*

The Humane Slaughter Association (HSA, 2020) järjestö [rahoittaa](#) parhaillaan tutkimusta, joilla etsitään humanimpia tapoja rapujen ja hummereiden tainnutukseen ja lopetukseen. Tutkimusta johtaa Norjan valtion [Nofima AS](#) -tutkimuslaitos. Tarkoituksena on kehittää sähkötainnutusvälineitä ja tutkia taintumista eri äyriäislajeilla käyttäen neurologisia, fysiologisia ja käyttäytymismittareita.

### *Yhteenveto*

**Kymmenjalkaisilla on kyky kokea, oppia ja välttää kipua aiheuttavaa ärsykettä. Tämän vuoksi on katsottu aiheelliseksi kehittää rapujen hyvinvoinnin paremmin huomioivia tainnutusmenetelmiä, joilla ravut saadaan teurastuksen yhteydessä tajuttomiksi ja tunnottomiksi nopeasti. Tämän hetken tiedon mukaan ravun hyvinvoinnin näkökulmasta ja varovaisuusperiaatetta noudattaen ravut olisi hyvä tainnuttaa sähköllä ennen prosessointia elintarvikkeiksi.**

### *Lähteet*

Adams, R., Stanley, C. E., Piana, E., Cooper, R. L., 2019. Physiological and Behavioral Indicators to Measure Crustacean Welfare. *Animals* 9(11):914.

Cardner, C., 1997. Option for humanely immobilising and killing crabs. *Journal of Shellfish Research* 16(1):219-224.

Crustastun™ [https://www.mitchellcooper.co.uk/crustastun-12749?fbclid=IwAR15Vnbw1wx2Feaqai7ZJaSEggrOXH2A6ELOkUHevG-SN\\_T4APBh-Fwv20U](https://www.mitchellcooper.co.uk/crustastun-12749?fbclid=IwAR15Vnbw1wx2Feaqai7ZJaSEggrOXH2A6ELOkUHevG-SN_T4APBh-Fwv20U)

de Mori, B., Normando, S., 2019. Is 'history' repeating itself? The case of fish and arthropods' sentience and welfare. *Etica & Politica / Ethics & Politics*, XXI, 2:491-516.

EFSA, European Food Safety Authority, 2005. Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related to the aspects of the biology and welfare of animals used for experimental and other scientific purposes. *EFSA Journal* 292:1-46.

Elwood, R. W., Barr, S., Patterson, L., 2009. Pain and stress in crustaceans? *Applied Animal Behaviour Science*: 118(3-4):128-136.

Eläintieto.fi [Tunteet yhdistävät ihmistä ja eläintä](#)

FINTO, Suomalainen asiasanasto- ja ontologiapalvelu. Varovaisuusperiaate. Katsottu 2.10.2020. <https://finto.fi/yso/fi/page/p25951>

Fregin, T., Bickmeyer, U., 2016. Electrophysiological Investigation of Different Methods of Anesthesia in Lobster and Crayfish. *PLoS One*: 11(9): e0162894.

HSA Humane Slaughter Association, Press Releases, 2.3.2020. The Humane Slaughter Association awards £1.93 million for research and development to improve the welfare of fish, crustaceans and cephalopods at slaughter. Katsottu 9.10.2020. <https://www.hsa.org.uk/press/hsa-awards-a193-million->

IASP International Association for the Study of Pain. 16.7.2020. IASP Announces Revised Definition of Pain. <https://www.iasp-pain.org/PublicationsNews/NewsDetail.aspx?ItemNumber=10475&navItemNumber=643&fbclid=IwAR1z5ZDIJUpiPqPYcJVO8E2wS35WSRuvsKEXLANuZufFvZrriq6-IO7ZtS8>

Kalatalo. Raputalous. Rapujen keittäminen. Katsottu 6.10.2020. [https://www.kalatalo.fi/kuvat/rapu/rapujen\\_keittoaika.htm](https://www.kalatalo.fi/kuvat/rapu/rapujen_keittoaika.htm)

K-ruoka. Rapujen keittäminen. Katsottu 6.10.2020. <https://www.k-ruoka.fi/artikkelit/rapujuhlat/rapujen-keittaminen>

Laakso, E., 2016. Jokiravun (*Astacus astacus*) esiintyminen Varsinais-Suomessa – koeravustustiedot vuosilta 1990–2015 ja istutustiedot vuosilta 1969–2012. Opinnäytetyö (AMK), Kala- ja ympäristötalouden koulutusohjelma Iktyonomi (AMK). Katsottu 29.9.2020. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/111385/Laakso\\_Elmo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/111385/Laakso_Elmo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mitchell & Cooper, Crustastun™. Katsottu 7.10.2020 [https://www.mitchellcooper.co.uk/crustastun-12749?fbclid=IwAR15Vnbw1wx2Feaqai7ZJaSEqgrOXH2A6ELOkUHevG-SN\\_T4APBh-Fwv20U](https://www.mitchellcooper.co.uk/crustastun-12749?fbclid=IwAR15Vnbw1wx2Feaqai7ZJaSEqgrOXH2A6ELOkUHevG-SN_T4APBh-Fwv20U)

Neil, D., 2012. The Effect of the Crustastun™ on Nerve Activity in Two Commercially Important Decapod Crustaceans: the Edible Brown *Cancer Pagurus* and the European Lobster *Homarus Gammarus*. Project Report. University of Glasgow, Glasgow, UK. <https://eprints.gla.ac.uk/81430/1/81430.pdf>

Neil, D., Thompson, J. 2012. The Stress Induced by the Crustastun™ Process in Two Commercially Important Decapod Crustaceans: The Edible Brown *Cancer Pagurus* and the European Lobster *Homarus Gammarus*. Project Report. University of Glasgow, Glasgow, UK. <https://eprints.gla.ac.uk/81433/1/81433.pdf>

Puri, S., Faulkes, Z., 2015. Can crayfish take the heat? *Procambarus clarkii* show nociceptive behaviour to high temperature stimuli, but not low temperature or chemical stimuli. *Biology Open* 4:441–448.

Raputietokeskus, Suomalaiset ravut. Katsottu 29.9.2020. [https://www.raputieto.net/ravut\\_suomiravut.htm](https://www.raputieto.net/ravut_suomiravut.htm)

Riikonen, P., 2012. Anatomiaa rapukutsuille. *Tiede-lehti* 7. Katsottu 29.9.2020. [https://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/anatomiaa\\_rapukutsuille](https://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/anatomiaa_rapukutsuille)

Roth, B., Gimsbø, E., 2016. Electrical stunning of edible crabs (*Cancer pagurus*): from single experiments to commercial practice. *Animal Welfare* 25:489–497.

Rowe, A., 2018. Should Scientific Research Involving Decapod Crustaceans Require Ethical Review? *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 31:625–634.

RSPCA Australia, 2018. Humane killing of crustaceans for human consumption. RSPCA Information Paper May 2018. Katsottu 28.10.2020. <https://kb.rspca.org.au/knowledge-base/what-is-the-most-humane-way-to-kill-crustaceans-for-human-consumption/>

Sneddon, L. U., Elwood, R. W., Adamo, S. A., Leach, M. C., 2014. Defining and assessing animal pain. *Animal Behaviour*, 97: 201–212.

Storer, T. I., Usinger, R. L., Nybakken, J. W., Stebbins, R. C., 1968. *Elements of Zoology*. McGraw-Hill Book Company.

The Cambridge Declaration of Consciousness. Katsottu 6.10.2020. <http://www.animalcognition.org/2015/03/25/the-declaration-of-nonhuman-animal-conciousness/>