

Pöllöjen suuntakuulosta

PONTUS PALMGREN

PALMGREN, P. 1982: *Pöllöjen suuntakuulosta (Sound location in owls.)* — *Ornis Fennica* 59:32—35.

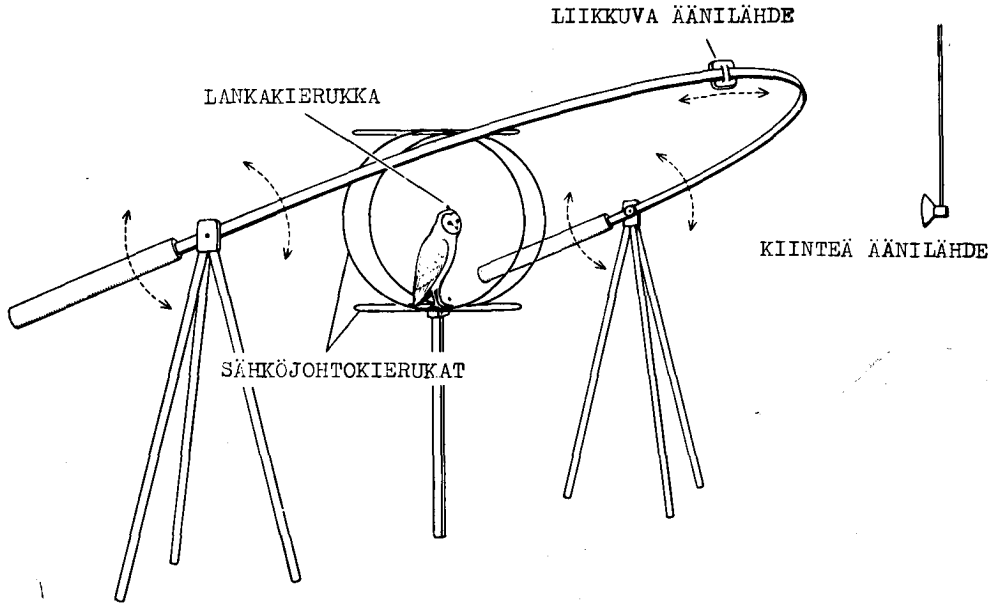
The fourth number of last year's volume of *Ornis Fennica* presented photographs of the Great Grey Owl plunging down to seize a vole moving out of sight in the snow. In America, sound location in the Barn Owl has been investigated by Prof. Eric I. Knudsen and his co-workers, a review of whose work is given in *Scientific American* volume 245 No. 6 (December 1981). The present paper is a summary of his article. The author draws attention to the great width of the head in owls, compared, for example, with the heads of birds of corresponding size that hunt by day. This increases the differences in the times at which sound waves arriving from a source at the side of the bird reach its left and right ears. The clues provided by this ongoing time disparity and differences in sound intensity between the ears are converted by the auditory system into information on the location of the sound source in the horizontal plane.

Pontus Palmgren, Department of Zoology, University of Helsinki/Helsingfors, Norra Järnsvägsg. 13, SF-00100 Helsinki 10, Finland.

Tunnetussa amerikkalaisessa yleistaajuudessa aikakauslehdessä "The Scientific American" oli joulukuun numerossa kuin tilauksesta kirjoitus *Ornis Fennican* lukijalle, joka oli ihastunut viime vuoden viimeisessä numerossa oleviin kuviin lumessa näkymättömänä olevan saaliin kimppuun syöksyvistä lapinpöllöistä. Tekijä on professori Eric I. Knudsen. Kirjoitus koskee tornipöllön *Tyto alba* kykyä kuulla, mistä suunnasta jokin ääni tulee. Sen alussa on infrapunavalossa otettu kuvasarja, joka näyttää pimeässä koe-kammiossa hiiren kimppuun syöksyvän tornipöllön ja joka hämmästyttävästi muistuttaa lapinpöllökuvasarjaa. Aikaisemminkin on toisilla pöllöillä todistettu olevan kyky hyökätä saaliiseen täyspimeässä. Siihen ei vaa-dita ainoastaan kykyä aistia suuntaa vaakatasossa, vaan myös kykyä määrittää syöksykulma pystytasossa.

Pimeäkammiokoheet antavat suh-

teellisen epätarkkoja tuloksia ja ovat aikaa vaativia. Prof. Knudsenin ja hänen avustajiensa tärkeimmissä ko-keissa pöllö istuu tangolla. Sen edessä on pään korkeudella kiinteä pieni ää-nenantolaite. Toinen, liikutettava ää-nilähde on puolikaarenmuotoisen ke-hyksen varassa, jonka keskipisteessä pöllö istuu. Sitä voidaan nostaa ja laskea kulmassa vaakatasoon ver-rattuna. Kokeenjohtaja voi siis siir-tää äänilähteen tarkalleen määrätyn kulman oikealle tai vasemmalle, ylös tai alas. Kiinteän äänilähteen soidessa pöllö vaistonvaraisesti suuntaa kat-seensa siihen päin; kun sen jälkeen siirrettävä äänilähde soi, niin pöllö äkkiä suuntaa katseensa sen suuntaan. Linnun päähän on kiinnitetty pieni metallinen lankakierukka. Istumapai-kan ympärillä on isompia sähköjohto-kierukkoja. Niihin johdettu virta ai-heuttaa vaakasuoran ja pystysuoran magneettikentän. Kun pöllö muuttaa



KUVA 1. Koejärjestelyt tornipöllön suuntakuulon tarkkuuden mittauksessa. Tarkemmin tekstissä.

FIG. 1. The head-orientation tests for measuring the accuracy of the owl's hearing. From Scientific American, December 1981, p. 85.

päänsä asentoa niin sen kantamaan kierukkaan indusoidaan sähkövirta. Tämän rekisteröinti antaa tarkan kuvan siitä, mihin pimeässä istuva pöllö kulloinkin suuntaa katseensa. (Pöllön silmät ovat tunnetusti liikkumattomat.)

Kokeet osoittavat pöllön aistivan äänilähteen paikan sekä sivu- että korkeussuunnassa noin yhden asteen tarkkuudella. Tämä vastaa pikkusormen peittämää kulmaa ojennetun käsivarren päässä. Oma suuntakuulomme on vaakatasossa samaa luokkaa kuin tornipöllön, mutta pystytasossa neljä kertaa huonompi. Ei tunneta mitään eläinlajia, joka voittaisi tornipöllön suuntakuulon tarkkuudessa.

On kauan tiedetty, että suuntakuulo vaakatasossa perustuu kahteen tekijään. Jos ääni tulee enemmän tai vähemmän oikealta, niin tietty ääni-

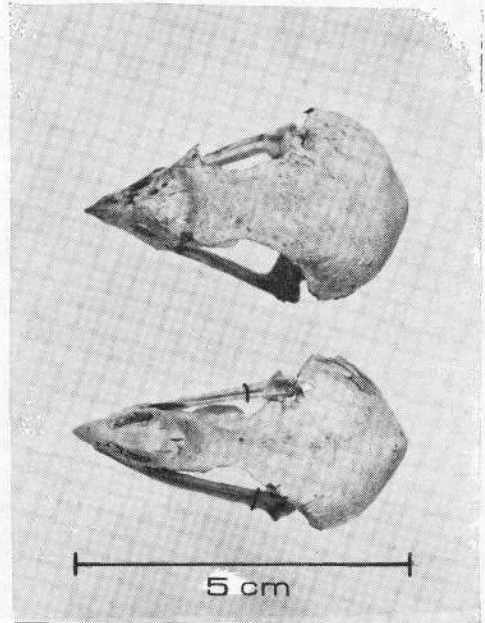
vaihe (äänen alku, ääniaaltojen jokin vaihe) saavuttaa oikeanpuoleisen korvan vähän aikaisemmin kuin vasemmanpuoleisen. Samoin oikeanpuoleinen korva saa vähän voimakkaamman ärsytyksen kuin vasemmanpuoleinen. Kuten enemmän äänen suunta poikkeaa pään keskiviivasta, sitä suuremmat nuo erot ovat. Molempien ääniaistinten ärsytysten vertailu aivokeskuksissa synnyttää aistimuksen suunnasta äänilähteeseen. Minun vasemman korvani herkkyyys on pienempi kuin oikean ja sen takia olen usein kuulevinani linnun äänen tulevan oikealta, riippumatta linnun paikasta. Jos tietyn äänikorkeuden aallonpituus — Jos tietyn äänikorkeuden aallonpituus on sama kuin etäisyys korvien välillä, niin ei synny mitään ääniaaltojen vaihe-eroja, jos ääni tulee suoraan vasemmalta tai oikealta.

Suunnan arviointi olisi silloin mahdollon, mutta luonnolliset äänet aina koostuvat useista ääniaaltopituuksista, mikä helpottaa tilannetta.

Prof. Knudsen ei ole varsinaisesti lintutieteilijä. Ehkä sen takia hän ei ole tullut kiinnittäneeksi huomiota pöllöjen kallojen paljon suurempaan leveyteen, verrattuna esim. vastavankokoiisiin päiväpetolintuihin. Oheinen kuva antaa tästä käsityksen. Suurempi leveys tietysti kasvattaa äänen saapumisaikojen eroa molempien korvien välillä ja lisää siten suuntakuulon tarkkuutta. Kallon leveys on tietysti myös sopeutuma silmien suuntaukseen suoraan eteenpäin.

Tornipöllön erinomainen kyky määrittää äänilähteen sijainti pystytasossa perustuu sen naaman höyhenistöön. Nokan molemmin puolin sijaitsevat, loivasti suppilonmuotoiset korva-aukkoa ympäröivät höyhentäsoot eivät ole aivan symmetriset. Oikeanpuoleinen avautuu vähän enemmän ylöspäin, vasemmanpuoleinen alaspäin. Silmien kohdalla työntyy höyhenvarjostin naamasuppiloitten eteen. Se on oikealla vähän alempana kuin vasemmalla. Näiden epäsymmetrisyyksien takia oikea kuuloelin on herkempi ylempää tuleville äänille, vasen taas alemmaa tuleville. Näin aivojen kuulokeskuksille tarjoutuu mahdollisuus vertailuun, joka antaa suunnan äänilähteeseen pystytasossa. Höyhenten äänenheijastamisominaisuuksista johtuen struktuuri toimii ainoastaan ääniaaltojen värähtelyluvun ollessa suurempi kuin 3000/sek. Meillä ei ole mitään vastaavan herkkää analysaattoria.

Nuketuilla pöllöillä suoritettiin erittäin mielenkiintoisia kokeita. Korvakäytäviin sijoitettiin mikroäänentolaitteita. Niiden antamien äänien aaltovaiheet oli säädettävissä toisiinsa verrattuina, niin että äänen tulos



KUVA 2. Pöllön (ylh. helmipöllö *Aegolius funereus*) kallo on huomattavasti leveämpi kuin samankokoinen päiväpetolinnun (alh. varpushaukka *Accipiter nisus*) kallo.

FIG. 2. The skull of an owl (e.g. Tengmalm's Owl *Aegolius funereus*, above) is noticeably broader than that of a diurnal raptor of similar size (e.g. the Sparrow Hawk *Accipiter nisus*, below).

eri kulmilta merkittiin. Keskiaivojen ja isojen aivojen kuulokeskuksiin upotettiin mikroelektrodeja, joiden avulla yksittäisten hermosolujen toimintapotentiaalit voitiin rekisteröidä ääniärsytyksen tapahtuessa. Osoittautui, että tietty hermosolutyyppi aktivoitiin ainoastaan äänien tullessa tietyltä suunnalta, siis silloin kun molempien kuuloaistintin vastaanottaman äänen vaihe-ero oli tietynsuuruinen. Eri suunnilta tulevien äänten aktivoimat solut sijaitsivat toisistaan erillään olevina vyöhykkeinä. Pöllön aivoissa on siis eräänlainen sisäinen kartta, joka vastaa sen edessä olevaa avaruutta

josta äänet tulevat. Miten se aikaansaa aivojen toimintakeskusten tavoitteeseen suuntautuvaa toimintaa, ei ole tiedossa.

Selostamani artikkeli on lintuharrastajalle lukemisen arvoinen, sillä se valaisee erinomaisella tavalla, miten monimutkainen fysiologinen koneisto saattaa olla havaitsemiemme yksinkertaisten käyttäytymistapojen perustana.

Jos joku haluaa tutustua tieteellisiin alkuperäistutkimuksiin teknillisine tietoineen, niin sellaisia löytyy seuraavista aikakauslehdistä (tekijöinä mm. Knudsen, Konishi ja Moiseff): *Journal of Experimental Biology* 54:535—575 (1971), *American Naturalist* 107:775—785 (1973), *Journal of Neurophysiology* 41:870—884 (1978), *Journal of Comparative Physiology* 133:1—11 ja 13—21 (1979) sekä 144:299—304 (1981). Niissä on lisää kirjallisuustiittauksia.

Received January 1982