

Lisensiaatin tutkielma

Anni Nikkilä

2017

KOIRIEN BRAKYKEFAALINEN HENGITYSTIEOIREYHTYMÄ

Helsingin yliopisto
Eläinlääketieteellinen tiedekunta
Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Eläinlääketieteellinen tiedekunta		Osasto - Avdelning – Department Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto	
Tekijä - Författare - Author Anni Nikkilä			
Työn nimi - Arbetets titel - Title Koirien brakykefaalinen hengitystieoireyhtymä			
Oppiaine - Läroämne - Subject Pieneläinten sairaudet			
Työn laji - Arbetets art - Level Lisensiaatin tutkielma		Aika - Datum - Month and year 1.9.2017	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 33
Tiivistelmä - Referat – Abstract			
<p>Työn tavoitteena oli luoda ajantasainen katsaus siihen, miten brakykefaalinen hengitystieoireyhtymä vaikuttaa koiran elämään sekä keinoihin, joilla hengitystieoireyhtymän esiintymistä voitaisiin vähentää.</p> <p>Brakykefaalisten eli lyhytkuonoisten ja -kalloisten koirarotujen suosio on lisääntynyt viimevuosina maailmanlaajuisesti. Monet brakykefaaliset koirarodut kuitenkin kärsivät ylähengitystieoireyhtymästä, joka on seurausta kallon luiden ja nielun sekä nenäontelon alueen pehmytkudosten mittasuhteiden epätasapainosta. Brakykefaalisten koirien lyhytkuonoinen ulkonäkö on aiheutettu ihmisten toimesta jalostuksella. Koiran pään pehmytkudokset eivät ole lyhentyneet luuston kanssa samassa suhteessa, joten suhteessa liian suuret pehmytkudosrakenteet voivat tukkia ylähengitysteitä ja vaikeuttaa koiran hengittämistä. Tyypillisimpiä oireyhtymään liittyviä anatomisia muutoksia ovat ahtautuneet sieraimet ja nenän eteinen, epäjärjestäytyneet nenäkuorikot, pidentynyt pehmeä kitalaki, ympäri kääntyneet kurkunpään umpipussit sekä kaventunut henkitorvi. Oireyhtymälle tunnusomaisia hengitystieoireita ovat epänormaali hengitysäänen, kuten kuorsaus ja rohina, hengitysvaikeudet, alentunut rasituksen sietokyky ja alentunut lämmönsäätelykyky. Suurimmalla osalla oireyhtymästä kärsivistä koirista on hengitystieoireiden lisäksi myös ruoansulatuskanavan anatomisia tai toiminnallisia muutoksia.</p> <p>Brakykefaalisten rotujen suosion kasvaessa myös huoli niiden terveysongelmista on noussut esille. Oireyhtymän esiintyvyys brakykefaalisilla koiraroduilla on korkea ja sillä on suuri negatiivinen vaikutus koirien hyvinvointiin. Koska oireyhtymä on seurausta ihmisten tekemistä jalostusvalinnoista, on tärkeää, että tulevaisuuden jalostusvalinnoissa koirien terveys pidetään etusijalla ja äärimmäisiä rakenteita vältetään. Rotumääritelmät ohjaavat jalostusvalintoja, joten niiden uudelleen muotoilu on tärkeää. Koiran riski sairastua hengitystieoireyhtymään kasvaa kuonon lyhentyessä, joten pidemmän kuonon jalostaminen pienentäisi koirien riskiä sairastua. Oireyhtymän esiintymisen vähentämiseksi on ehdotettu esimerkiksi geenitestin kehittämistä, roturisteytysten käyttöä sekä vain matalan riskin rakenteisten koirien käyttöä jalostuksessa. Yksi tärkeimmistä keinoista vähentää oireyhtymän esiintymistä on välttää hengitystieoireyhtymää sairastavien koirien käyttöä jalostuksessa. Oireyhtymän vakavuutta arvioivien menetelmien avulla jalostukseen voidaan valita vain terveimmät yksilöt riskiroitujen sisältä. Näitä menetelmiä ovat esimerkiksi omistajan kertomiin oireisiin perustuva kyselykaavake, eläinlääkärin tekemä kliininen arviointi, sierainten ahtauden mittaaminen, kuonon suhteellisen pituuden vertaaminen kallon pituuteen, kävelytesti sekä keuhkojen toimintakoe. Yrityksiä vähentää oireyhtymän esiintyvyyttä hankaloittaa muun muassa se, ettei useissa brakykefaalisissa roduissa ole jäljellä riittävästi yksilöitä, joiden rakenne ei aiheuttaisi suurta riskiä sairastua oireyhtymään. Lisäksi on todettu, että koirien omistajat voivat pitää hengitystieoireita brakykefaalisille roduille normaaleina, jolloin koirien pääsy hoitoon viivästyy. Sekä koirien omistajien, että kasvattajien tietoa hengitystieoireyhtymästä tulisi lisätä, jotta brakykefaalista hengitystieoireyhtymää sairastavien koirien hyvinvointia voitaisiin parantaa.</p> <p>Kirjallisuuskatsauksen tietoa brakykefaalisesta hengitystieoireyhtymästä sekä keinoista vähentää oireyhtymän esiintyvyyttä voi käyttää hyväkseen esimerkiksi brakykefaalisten koirien kasvattajat sekä eläinlääketieteen ammattilaiset, jotka kaipaavat tiivistä katsausta aiheeseen.</p>			
Avainsanat - Nyckelord - Keywords Brakykefaalinen hengitystieoireyhtymä, esiintymisen vähentäminen, koira, lyhytkuonoinen, brakykefaalinen			
Säilytyspaikka - Förvaringställe - Where deposited HELDA – Helsingin yliopiston digitaalinen arkisto			
Työn johtaja (tiedekunnan professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) - Instruktor och ledare - Director and Supervisor(s) Työn johtaja: ELT, Dos. Minna Rajamäki Työn ohjaaja: ELT Liisa Lilja-Maula			

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 KOIRIEN BRAKYKEFAALINEN HENGITYSTIEOIREYHTYMÄ	2
2.1 Brakyeafaaliset koirarodut ja niiden historia	2
2.2 Brakyeafaaliseen hengitystieoireyhtymään liittyvät anatomiset muutokset	4
2.2.1 Primaariset muutokset	5
2.2.2 Sekundaariset muutokset	8
2.2.3 Muut muutokset	9
2.3 Brakyeafaalisen hengitystieoireyhtymän riskitekijät	9
2.4 Brakyeafaalisen hengitystieoireyhtymän oireet	10
2.4.1 Hengitystiet	10
2.4.2 Ruoansulatuskanava	12
2.5 Brakyeafaalisen hengitystieoireyhtymän hoito	15
2.5.1 Konservatiivinen hoito	15
2.5.2 Kirurginen hoito	17
3 BRAKYKEFAALISEN HENGITYSTIEOIREYHTYMÄN ESIINTYMISEN VÄHENTÄMINEN	19
3.1 Brakyeafaalisen hengitystieoireyhtymän vakavuuden arviointi	19
3.1.1 Subjektiiiset oireisiin ja kliinisiin löydöksiin perustuvat arviointimenetelmät	19
3.1.2 Sierainten ahtauden mittaaminen	22
3.1.3 Kuonon suhteellinen pituus kallon pituuteen verrattuna	24
3.1.4 Kävelytesti	24
3.1.5 Keuhkojen toimintakoe	25
3.2 Jalostusvalinnat	27
4 POHDINTA	31
5 VIITTEET	34

1 JOHDANTO

Lyhytkuonoisten ja -kalloisten eli brakykefaalisten koirarotujen suosio on lisääntynyt viime vuosina maailmanlaajuisesti. Monet brakykefaaliset koirarodut kuitenkin kärsivät ylähengitystieoireyhtymästä, joka on seurausta kallon luiden ja nielun sekä nenäontelon alueen pehmytkudosten mittasuhteiden epätasapainosta (Oechtering ym. 2007, Packer & Tivers 2015, Packer ym. 2015). Brakykefaalisella hengitystieoireyhtymällä tarkoitetaan tilaa, jossa lyhytkuonoisilla koirilla tavatut anatomisesti epänormaalit rakenteet tukkivat ylähengitysteitä (Fossum 2013). Tätä oireyhtymää on todettu yli kymmenellä eri brakykefaalisella rodulla (Packer & Tivers 2015). Brakykefaalinen pään muoto on seurausta kallonpohjan kasvurustojen aikaisesta ankyloosista eli niveljäykistymästä sikiökaudella, joka johtaa lyhentyneeseen kallon pitkittäisakseliin (Evans 1993, Meola 2013). Tämän perinnöllisen kasvuhäiriön seurauksena kallonpohjan luiden pituuskasvu jää puutteelliseksi, vaikka ne kasvavat leveyttä normaalisti (Fossum 2013). Kuitenkin Evans (1993) mainitsee kirjassaan, että kasvojen luusto ei ole brakykefaalisilla koirilla ainoastaan lyhentynyt, vaan myös leveämpi kuin painavammilla ja pitkäkalloisemmilla koirilla. Tämä lyhytkuonoinen, jalostuksella aiheutettu ulkomuoto aiheuttaa monia terveysriskejä. Pään pehmytkudokset eivät lyhene luuston kanssa samassa suhteessa, joten pehmytkudokset vievät normaalia enemmän tilaa ylähengitysteistä. Tällöin suhteessa liian suuret pehmytkudoserakenteet, erityisesti kieli, pehmeä kitalaki ja tonsillat, vievät tilaa ilmapirralta ja voivat osittain tukkia ylähengitysteitä (Harvey 1989, Fossum 2013, Packer & Tivers 2015).

2 KOIRIEN BRAKYKEFAALINEN HENGITYSTIEOIREYHTYMÄ

2.1 Brakykefaaliset koirarodut ja niiden historia

Kallon koko ja muoto vaihtelevat koirilla enemmän kuin millään muulla nisäkäslajilla. Koirien kallot jaetaan muodon perusteella kolmeen luokkaan. Nämä luokat ovat dolikokefaalinen, mesokefaalinen ja brakykefaalinen. Dolikokefaalisella tarkoitetaan pitkää ja kapeaa päätä, mesokefaalisella mittasuhteiltaan keskikokoista päätä ja brakykefaalisella lyhyttä ja leveää päätä (Evans & de Lahunta 2013). Ihmisillä nämä kolme luokkaa määritellään kefaalisen indeksin perusteella. Kefaalinen indeksi lasketaan jakamalla kallon leveys kallon pituudella (Georgevsky ym. 2014). On määritetty, että kefaalinen indeksi brakykefaalisilla koirilla on 0,81 tai suurempi (Meola 2013).

Brakykefaalisista koiraroduista ei ole olemassa tarkkaa listaa (Packer & Tivers 2015). Tämä johtuu siitä, että vaikka kefaalisen indeksin lisäksi myös muita kallon mittauksia käytetään määrittämään brakykefaalisuutta (Packer & Tivers 2015), vielä ei ole määritetty, mitä mittaustapaa brakykefaalisuutta määritettäessä tulisi käyttää (Meola 2013). Brakykefaalisten koirarotujen lista voi siis vaihdella riippuen siitä, mitä mittaustapaa on käytetty (Meola 2013). Lisäksi eri mittauksille määritetyissä raja-arvoissa on vaihtelua (Packer & Tivers 2015). Suositujia brakykefaalisiksi luokiteltuja rotuja kuitenkin ovat muun muassa englanninbulldoggi, ranskanbulldoggi ja mopsi (Packer ym. 2015). Yksilöiden välillä esiintyy vaihtelua, minkä vuoksi koko rodun määrittäminen brakykefaaliseksi on ongelmallista kallon mittausten avulla (Packer & Tivers 2015). Brakykefaalisiksi luokiteltavia ja hengitystieoireyhtymää sairastavia koiria on kuitenkin tavattu muun muassa seuraavissa roduissa: bokseri, shih tzu, bostoninterrieri, kiinanpalatsikoira (Aron & Crowe 1985, Packer ym. 2015, Packer & Tivers 2015), staffordshirenbullderrieri, shar pei, rottweiler, chow chow, pomeranian, bullmastiffi, lhasa apso, cavalier kingcharlesinspanieli (Packer & Tivers 2015) ja japanese chin (Packer ym. 2015).



Kuva 1. Kolme mopsi-rotuista koiraa.

Useiden brakykefaalisten koirarotujen jalostus on alkanut lyhytkuonoisen ulkonäön valintana muun muassa koiratappeluja varten (Hussein ym. 2012, Packer & Tivers 2015). Brakykefaalisten koirien kallon ja kasvojen rakenne mahdollistaa suuremman puruvoimakkuuden verrattuna doliko- ja mesokefaalisiin rotuihin (Ellis ym. 2009), joten lyhytkalloisuus on toiminut etuna koiratappeluissa (Hussein ym. 2012, Packer & Tivers 2015). Koirien ja härkien välisiä taisteluita järjestettiin oletetusti 1300- ja 1700-lukujen välillä. Aluksi taisteluissa käytettiin suuria mastiffi-tyyppisiä koiria, mutta ne todettiin liian hitaiksi ja kömpelöiksi. Englanninbulldoggin jalostus alkoi näitä taisteluita varten. Ajan saatossa englanninbulldoggista jalostettiin koira, jolla suurin osa vartalon painosta sijaitsee pään lähellä, jotta koiran selkäranka ei murtuisi härrän ravistellessa sitä (Sines 2011). Toisilla brakykefaalisilla roduilla positiivisen valinnan taustalla on ollut niiden ulkonäkö. Pyöreät kasvot, lyhyt kuono sekä suuret, pyöreät silmät tuovat mieleen vastasyntyneet eläimet (Nöller ym. 2008, Hussein ym. 2012, Packer & Tivers 2015).

Koirarotujen lukumäärä alkoi kasvaa merkittävästi 1800-luvun puolivälissä ja nykyään tunnetaan jo yli 400 koirarotua. Jalostuskoirien keinotekoinen valinta perustuu virallisiin rotumääritelmiin (Georgevsky ym. 2014, Packer ym. 2015). Koska koirien käyttäytymisen, luonteen sekä terveyden arviointi koiranäyttelyissä on monesti puutteellista, perustuu koirien jalostus pitkälti niiden ulkonäköön (Georgevsky ym. 2014, Packer ym. 2015). Rotumääritelmät luovat siis koirarotujen haluttujen ominaisuuksien perustan (Packer & Tivers 2015). Tämä ulkonäköön perustunut jalostus on johtanut siihen, että monet suosittu rakenteet eri koiraroduilla ovat aiheuttaneet vakavia terveystriskejä. Nämä terveystriskit voivat olla seurausta joko sisäsiittoisuuden tuomasta geneettisestä alttiudesta perinnöllisille sairauksille tai suorista seurauksia jalostuksessa suosituista rakenteista (Packer ym. 2015). Useiden brakykefaalisten koirarotujen rotumääritelmät kuvailevat kuonon tai kasvojen pituutta (Packer & Tivers 2015). Esimerkiksi mopsin rotumääritelmässä kuonon pituutta kuvaillaan suhteellisen lyhyeksi (Suomen kennelliitto 2012) ja englanninbulldoggilla lyhyeksi (Suomen kennelliitto 2011). Rotumääritelmän asettamat tavoitteet ovat joidenkin brakykefaalisten yksilöiden kohdalla menneet äärimmäisyyksiin, jolloin kasvojen sivuprofiilista on tullut lähes litteä (Packer & Tivers 2015).

2.2 Brakykefaaliseen hengitystieoireyhtymään liittyvät anatomiset muutokset

Brakykefaalinen hengitystieoireyhtymä aiheutuu sekä primaareista eli ensisijaisista, että sekundaarisista eli toissijaisista anatomisista muutoksista, jotka johtavat hengitysteiden ahtautumiseen tai jopa tukkeutumiseen. Kirjallisuuden perusteella ei kuitenkaan ole täysin yksiselitteistä mitkä anatomiset muutokset jaetaan primaarisiksi ja mitkä ovat sekundaarisia muutoksia (Oechtering ym. 2007). Primaariset muutokset aiheuttavat hengitysteihin kaventumia ja johtavat normaalia suurempaan ilmanvastukseen sisäänhengityksen aikana (Aron & Crowe 1985, Hendricks 1992, Koch ym. 2003, Hendricks 2004). Seurauksena suuremmasta ilmanvastuksesta, sisäänhengitys vaatii enemmän työtä pallealta ja kylkivälilihaksilta (Hendricks 2004). Brakykefaalisten koirien

on luotava suurempi negatiivinen paine hengitysteihin sisäänhengityksen aikana, jotta ne saisivat riittävästi happea. Suurempi negatiivinen paine vetää pehmytkudoksia hengitysteihin, jolloin ne tukkivat hengitysteitä entistä enemmän. Tämä negatiivinen paine voi pahimmillaan johtaa rakenteiden romahtamiseen (Koch ym. 2003, Hendricks 2004, Caccamo ym. 2014, Dupré & Heidenreich 2016). Vaikka ahtaumia on useissa kohdissa hengitysteitä, niin negatiivisen paineen vaikutukset näkyvät eniten nieluun pehmytkudoksissa, joita luut tai rustot eivät ole tukemassa (Hendricks 2004). Sekundaariset muutokset ovat seurausta normaalia suuremmasta negatiivisesta paineesta hengitysteissä (Aron & Crowe 1985, Meola 2013).

2.2.1 Primaariset muutokset

Kaventuneet sieraimet ovat primaarinen anatominen muutos (Hendricks 1992, Meola 2013, Caccamo ym. 2014, Pratchke 2015), joka todetaan noin 50 prosentilla koirista, jotka kärsivät brakykefaalisesta hengitystieoireyhtymästä (Harvey 1989). Kaventuneet sieraimet ovat seurausta nenän rustojen synnynnäisestä epämuodostumasta, joka johtaa sierainten rustojen mediaaliseen kollapsiin eli romahtamiseen (Cook 1964, Fossum 2013, Meola 2013). Sen lisäksi, että sieraimet ovat silminnähden normaalia kapeammat, myös nenän eteinen on brakykefaalisilla koirilla normaalia ahtaampi. Ulospäin näkyvä sieraimen siipi jatkuu koirilla nenän sisään ja yhtyy ventraalisesta nenäkuorikosta sieraimia kohti työntyvään poimuun (eng. *alar fold*) (Evans 1993, Oechtering 2010). Brakykefaalisilla koirilla nenän siipi on suhteessa liian suuri, jolloin se painuu nenän väliseinää kohti ja siten ahtauttaa nenän eteistä. Normaalisti nenän siipi liikkuu sisäänhengityksen aikana ulospäin, mutta brakykefaalisilla koirilla siiven koko vähentää sen liikkuvuutta (Oechtering 2010). Seurauksena sierainten kollapsista ja ahtautuneesta nenän eteisestä vastus nenän kautta hengittämiseen kasvaa. Osalla brakykefaalisista koirista sieraimet ovat niin ahtaat, että koira joutuu hengittämään lähes jatkuvasti suun kautta (Hendricks 1992). Kaventuneiden sierainten ja ahtautuneen nenän eteisen aiheuttaman suuremman ilmanvastuksen takia kurkunpään ja alempiin hengitysteihin kohdistuva negatiivinen paine kasvaa ja voi johtaa kurkunpään ja ympäröivien pehmytkudosrakenteiden kollapsiin (Koch ym. 2003, Fossum 2013, Meola

2013). Normaalikalloisilla koirilla hengitetyn ilmapirran vastuksesta 76-80% syntyy nenäontelossa sekä sisään- että uloshengityksen aikana (Fossum 2013, Meola 2013). Esimerkiksi kurkunpää taas aiheuttaa normaalisti vain 4,5% ilmapirran vastuksesta (Koch ym. 2003).

Nenäontelon sisäiset muutokset on myös todettu primaarisiksi anatomisiksi muutoksiksi, jotka liittyvät brakykefaaliseen hengitystieoireyhtymään (Oechtering ym. 2007, Schuenemann & Oechtering 2014). Normaalikalloisilla koirilla kummastakin sieraimesta avautuva väliseinän jakama nenäontelo jakautuu neljään nenäkäytävään. Nenäontelo päättyy nenä-nielukäytävän jälkeen nenänieluaukkoihin, jonka jälkeen nenäontelo muuttuu nenänieluksi. Nenäkuorikot täyttävät nenäonteloa ja hidastavat ilmapirtausta. Nenäkuorikot ovat rustoisia tai luutuneita limakalvon peittämiä, järjestäytyneitä, kierteisiä rakenteita (Evans & de Lahunta 2013). Brakykefaalisilla koirilla lyhentyneiden kasvojen luiden sekä dorsaalisesti eli ylöspäin kääntyneiden hampaiden takia nenän sisäiset rakenteet ovat epäjärjestyksessä. Lisäksi, seurauksena lyhentyneistä kasvojen luista, koko nenäontelo on työntynyt normaalia pystympään asentoon (Oechtering ym. 2007, Oechtering ym. 2008). Vaikka kasvojen luut ovat lyhentyneet, niin nenänsisäiset rakenteet eivät ole pienentyneet samassa suhteessa. Tämä johtaa suhteellisesti liian suuriin nenäkuorikoihin (Packer ym. 2015). Epäjärjestäytyneet nenäkuorikot voivat tukkia nenäkäytävät lähes kokonaan. Epäjärjestäytyneet nenäkuorikot jaetaan rostraalisiin eli eteenpäin työntyviin ja kaudaalisiin eli taaksepäin työntyviin nenäkuorikoihin. Rostraaliset epäjärjestäytyneet nenäkuorikot tukkivat nenäonteloa ja kaudaaliset epäjärjestäytyneet nenäkuorikot tukkivat nenä-nielukäytävää ja kasvavat pahimmillaan nenänieluun asti (Oechtering ym. 2007). Nenänieluun työntyvät nenäkuorikot ovat yleinen löydös brakykefaalisilla koirilla, joilla on ylähengitystieoireita (Ginn ym. 2008). Kuitenkin yleisimmin epänormaalisti kasvavia nenäkuorikoita on löydetty mopseilta (Ginn ym. 2008, Oechtering ym. 2016b). Seurauksena nenäontelon ahtaudesta, sen sisäisten rakenteiden limakalvokontakti on brakykefaalisilla koirilla yleisempää kuin normaalikalloisilla koirilla. Tämä hankaloittaa ilman kulkua, ja on yksi tekijä brakykefaalisten koirien hengitysteiden tukkeutumisessa (Schuenemann & Oechtering 2014, Oechtering ym. 2016b).

Hypoplastinen trakea eli normaalia kapeampi henkitorvi on brakykefaaliseen hengitystieoireyhtymään liittyvä primaarinen muutos (Hendricks 1992, Meola 2013, Caccamo ym. 2014, Pratchke 2015), jota on todettu etenkin englanninbulldoggeilla (Harvey & Fink 1982, Harvey 1989, Koch ym. 2003). Hypoplastisessa trakeassa henkitorven rustorenkaiden päät menevät osittain päällekkäin, minkä johdosta henkitorven läpimitta pienenee ja ilmanvastus hengittämiseksi kasvaa (Harvey 1989). Toisaalta Kaye ym. (2015) huomasivat tutkimuksessaan, että lievä tai kohtalainen tähystyksellä todettu henkitorven hypoplasia voi olla englanninbulldoggeilla myös subkliininen eli piileväoireinen. Myös muilla brakykefaalisilla roduilla kuin englanninbulldoggeilla henkitorvi on normaalia kapeampi verrattuna doliko- ja mesokefaalisiin rotuihin, ongelma on kuitenkin kaikkein merkittävin englanninbulldoggeilla (Harvey & Fink 1982).

Kirjallisuuden perusteella on vielä kiistanalaista, lasketaanko pidentynyt pehmeä kitalaki primaarisesti muutokseksi (Koch ym. 2003, Meola 2013). Kuitenkin pidentynyt pehmeä kitalaki on yleisin anatominen muutos, joka löytyy lähes kaikilta brakykefaalisilta koirilta (Harvey 1989, Fossum 2013). Normaalisti pehmeän kitalaen vapaa reuna on ohut ja kovera, ja se ulottuu levossa vain epiglottiksen eli kurkunkannen kärkeen asti (Farquharson & Smith 1942, Cook 1964, Aron & Crowe 1985, Pope & Constantinescu 2009, Fossum 2013). Samalla pehmeä kitalaki sulkee nenänielun ja suuontelon välisen yhteyden (Farquharson & Smith 1942). Pidentynyt pehmeä kitalaki työntyy sisäänhengityksen aikana taaksepäin, jolloin se tukkii samalla ääniraon dorsaali- eli yläosaa. Brakykefaalisilla koirilla pehmeä kitalaki voi työntyä kurkunpään sisään ja juuttua kannurustojen sarvirustojen väliin (Fossum 2013). Tällöin pehmeä kitalaki tukkii kurkunpäästä ja vaikeuttaa hengitystä (Farquharson & Smith 1942, Pope & Constantinescu 2009, Fossum 2013). Jotta pehmeäkitalaki nousisi pois tukkimasta kurkunpäästä, koiran on alettava hengittää suun kautta, jolloin koko kitalaki nousee. Seurauksena lisääntyneestä liikkeestä, pehmeä kitalaki on usein hypertrofioitunut eli paksuuntunut (Farquharson & Smith 1942).

Muita primaarisiksi anatomisiksi muutoksiksi laskettavia rakenteita ovat muun muassa tarpeettomat poimut nielussa (Bernaerts ym. 2010, Liu ym. 2015, Pratschke 2015), nenän väliseinän vinous (Liu ym. 2015) ja nielun, nenäontelon sekä kurkunpään ahtaus (Pope & Constantinescu 2009).

2.2.2 Sekundaariset muutokset

Sekundaariset muutokset ovat seurausta primaaristen muutosten aiheuttamasta suuremmasta negatiivisesta paineesta hengitysteissä (Pope & Constantinescu 2009, Meola 2013, Packer & Tivers 2015). Normaalia suurempi negatiivinen paine ilmenee sisäänhengityksen aikana (Leonard 1960). Sekundaarisia muutoksia ovat muun muassa pehmeän kitalaen ja nielun limakalvojen hypertrofia sekä turvotus, laryngeaali sakkulusten eli kurkunpään umpipussien eversio eli kääntyminen ympäri sekä pahimmillaan kurkunpään kollapsi eli romahtaminen (Pope & Constantinescu 2009, Meola 2013, Packer & Tivers 2015).

Kurkunpään umpipussit ovat kurkunpään seinämässä, juuri äänihuulten etupuolella sijaitsevat pienet taskut (Pope & Constantinescu 2009). Ne ovat eniten alttiina hengitysteiden kasvaneelle negatiiviselle paineelle, sillä ne saavat vähiten tukea ympäröiviltä rusto- ja luukudoksilta (Leonard 1960). Umpipussit voivat evertoitua eli kääntyä ympäri negatiivisen paineen seurauksena. Kääntyessään umpipussit vähentävät entisestään tilaa kurkunpäässä ja siten pahentavat negatiivisen paineen syntymistä (Leonard 1960, Pope & Constantinescu 2009). Kurkunpään kollapsi on yleisin ja vakavin brakykefaaliseen hengitystieoireyhtymään liittyvä sekundaarinen muutos (Packer ym. 2015). Kollapsin syntyminen jaetaan kolmeen vaiheeseen. Kurkunpään umpipussien kääntyminen on kurkunpään kollapsiin eli romahtamiseen viittaava ensioire. Kollapsin toisessa vaiheessa kannurustojen osa (eng. *cuneiform tubercle*) menettää jämykkyytään suuremman negatiivisen paineen seurauksena ja kaatuu kurkunpään sisään. Kollapsin kolmas ja viimeinen vaihe on kurkunpään sarvirustojen kollapsi. Sarvirustojen kollapsi on hengenvaarallinen tila ja voi johtaa kuolemaan (Leonard 1960).

De Lorenzi ym. (2009) totesivat tutkimuksessaan, että etenkin vasemman puoleisten keuhkoputkien kollapsi oli yleinen löydös brakykefaalisilla koirilla. Toisin kuin ylähengitysteissä tapahtuvat sekundaariset muutokset, keuhkoputkien kollapsi tapahtuu uloshengityksen aikana. Brakykefaaliset koirat avustavat uloshengitystä lihaksilla, koska niiden ylähengitysteiden kaventumat aiheuttavat suuremman vastuksen uloshengitykselle. Rintaontelon seinämän läpi keuhkopussiin kohdistuva normaalia suurempi paine johtaa keuhkoputkien kollapsiin (De Lorenzi ym. 2009). Lisäksi on raportoitu, että vasemman puoleisen pää keuhkoputken halkaisija voi olla normaalia pienempi brakykefaalisilla koirilla (Bernaerts ym. 2010).

2.2.3 Muut muutokset

Muita brakykefaaliseen hengitystieoireyhtymään liittyviä anatomisia muutoksia ovat muun muassa normaalia suurempi kieli sekä suurentuneet tonsillat eli risat (Caccamo ym. 2014, Packer & Tivers 2015).

2.3 Brakykefaalisen hengitystieoireyhtymän riskitekijät

Brakykefaaliselle hengitystieoireyhtymälle altistavia riskitekijöitä tutkivassa tutkimuksessa todettiin, että oireyhtymää esiintyy vain koirilla, joiden kuonon pituus on alle puolet niiden kallon pituudesta. Riski sairastua brakykefaaliseen hengitystieoireyhtymään kasvaa jyrkästi kuonon pituuden lyhentyessä (Packer ym. 2015). Niskan ympäröivän kasvamisen on myös todettu lisäävän riskiä sairastua brakykefaalisen hengitystieoireyhtymään (Liu ym. 2017, Packer ym. 2015). Niskan paksuuden merkitys ei kuitenkaan ole yhtä suuri kuin kuonon pituuden (Packer ym. 2015). Liikalihavuus on yksi riskitekijä ylähengitystieoireyhtymälle (Liu ym. 2017, Packer ym. 2015). Kuitenkin, Packer ym. (2015) tekemän tutkimuksen perusteella ei pystytty sanomaan onko liikalihavuus yksi tekijä aiheuttamassa brakykefaalista

hengitystieoireyhtymää, vai pahentaako se vain oireita. On myös mahdollista, että liikalihavuus on seurausta brakykefaalisen hengitystieoireyhtymän takia vähentyneestä liikunnasta (Packer ym. 2015). On myös todettu, että kaventuneet sieraimet lisäävät riskiä sairastua brakykefaaliseen hengitystieoireyhtymään. Lisäksi, sierainten kaventumisen asteella voi olla yhteys oireyhtymän vakavuuteen (Liu ym. 2017).

2.4 Brakykefaalisen hengitystieoireyhtymän oireet

Yleensä brakykefaalisen hengitystieoireyhtymän oireet alkavat jo varhain ja sen esiintyvyys brakykefaalisilla koirilla on korkea (Packer & Tivers 2015). Kliiniset oireet pahenevat koiran vanhetessa ja ovat tyypillisesti vakavat 12 kuukauden iässä (Roedler ym. 2013). Omistajille tehdyn kyselytutkimuksen mukaan ensimmäiset oireet huomataan keskimäärin 1,12 vuoden iässä (Roedler ym. 2013), mutta kaikilla yksilöillä ei välttämättä esiinny oireita ennen 2-3 vuoden ikää (Meola 2013). On myös todettu, että yli puolet brakykefaalisten koirien omistajista huomaavat koirillaan ylähengitystieoireita, mutta pitävät niitä rodulle normaaleina oireiden yleisyyden takia (Packer & Tivers 2015).

2.4.1 Hengitystiet

Tyypillisiä hengitysteihin liittyviä oireita ovat voimistuneet ja epänormaalit ylähengitysäänet, hengitysvaikeudet, alentunut rasituksen sietokyky ja alentunut lämmönsäätelykyky. Pahimmillaan hengitysvaikeudet voivat johtaa syanoosiin eli limakalvojen sinertämiseen, pyörtymiseen tai jopa kuolemaan (Hendricks 2004, Njikam 2009, Packer & Tivers 2015). Brakykefaalisilla koirilla voidaan havaita hengitysvaikeuksia sekä hereillä, että niiden nukkuessa (Roedler ym. 2013, Packer ym. 2015). Lisäksi osa brakykefaalisista koirista oireilee pyörtymällä syömisen yhteydessä. Tämä voi olla seurausta väliaikaisesta hengitysteiden tukkeutumisesta niiden nielaistessa (Hendricks 2004).

Seurauksena alentuneesta rasituksen sietokyvystä, pienikin innostuminen tai muu rasitus voi johtaa hengitysvaikeuksiin. Sekä positiiviset reaktiot kuten leikkiminen, että negatiiviset reaktiot kuten stressi voivat aiheuttaa hengitysvaikeuskohtauksen, joka voi pahimmillaan johtaa jopa kuolemaan (Hendricks 2004, Packer ym. 2015). Lisäksi brakykefaalisesta hengitystieoireyhtymästä kärsivillä koirilla palautumisaika rasituksen jälkeen on normaalia pidempi (Roedler ym. 2013).

Brakykefaalisesta hengitystieoireyhtymästä kärsivät koirat ovat myös tavallista alttiimpia lämpöhalvaukselle (Aron & Crowe 1985, Oechtering ym. 2008, Packer & Tivers 2015). Koska koirat eivät voi hikoilla, niiden lämmönsäätely tapahtuu pääasiassa nenäkuorikoiden limakalvon suuren pinta-alan avulla. Läähäytys on koirien tärkein lämmönsäätelymekanismi (Oechtering ym. 2008). Normaalisti koiran läähättäessä, se hengittää sisään nenän kautta ja ulos suun kautta (Schmidt-Nielsen ym. 1970). Parilliset nenässä sijaitsevat rauhaset (lat. *glandula nasalis lateralis*) erittävät nenäkuorikoille nestettä, joka haihtuu läähätyksen aikana (Blatt ym. 1972). Nämä rauhaset voivat lisätä läähätyksen aikana haihtuvan nesteen määrää 19-37 prosentilla (Blatt ym. 1972). Nesteen haihtuminen limakalvolta viilentää, ja tehokas verenkierto mahdollistaa nopean ja tehokkaan lämmönvaihdon (Oechtering 2010). Sekä kielen, että nenäontelon sisäinen verenkierto lisääntyy koiran läähättäessä, jolloin lämmönvaihto tehostuu (Baile ym. 1987). Jotta lämmönsäätely tapahtuisi normaalisti, koirien on pystyttävä hengittämään sisään nenän kautta ja ulos suun kautta (Oechtering ym. 2008). Seurauksena heikentyneestä kyvystä hengittää nenän kautta sekä epämuodostuneista nenäkuorikoista, brakykefaalisten koirien lämmönsäätely ei toimi normaalisti (Oechtering 2010, Packer & Tivers 2015). Hengitystieoireyhtymästä kärsivät koirat eivät pysty viilentämään ruumiinlämpöään normaalisti, joten pienikin rasitus tai ympäröivän lämpötilan kohoaminen voi johtaa ruumiinlämmön nousemiseen ja jopa kuolemaan (Oechtering 2010).

Englanninbulldoggeille tehdyssä tutkimuksessa niillä todettiin unenaikaisia hengityskatkoksia. Muutoksia todettiin eniten REM-unen aikana (Hendricks ym. 1987). Sekä hereillä ollessaan, että unen alkuvaiheessa englanninbulldoggit käyttävät ylähengitysteiden lihaksia laajentamaan nieluaan sisäänhengityksen aikana. REM-unen aikana ylähengitysteiden lihakset rentoutuvat, jolloin hengitystiet painuvat kasaan (Hendricks 2004). Lisäksi englanninbulldoggeilla on todettu uneliaisuutta niiden ollessa hereillä (Hendricks ym. 1987). Hendricks ym. (1987) tekemässä tutkimuksessa englanninbulldoggien nukahtaminen kesti keskimäärin 12 minuuttia, kun taas kontrollikoirien nukahtaminen kesti yli 150 minuuttia. Englanninbulldoggit eivät myöskään heränneet normaaliin keskusteluun, kun taas kontrollikoirat heräsivät kuiskaukseenkin. Kaikki englanninbulldoggit kuorsasivat unen aikana (Hendricks ym. 1987). Uniapneasta kärsivät koirat heräilevät pystyäkseen hengittämään normaalisti, jolloin unesta tulee katkonaista (Hendricks 2004).

2.4.2 Ruoansulatuskanava

Suurimmalla osalla brakykefaalisesta hengitystieoireyhtymästä kärsivistä koirista on myös ruoansulatuskanavan anatomisia tai toiminnallisia muutoksia (Lecoindre & Richard 2004). Ruoansulatuskanavan muutoksia on todettu myös koirilla, joilla on hengitysvaikeuksia, mutta ei ruoansulatuskanavan oireita. Voidaan siis olettaa, että kaikilla hengitysongelmista kärsivillä brakykefaalisilla koirilla on myös ruoansulatuskanavan muutoksia (Poncet ym. 2005). Brakykefaaliseen hengitystieoireyhtymään liittyviä tyypillisiä ruoansulatuskanavan oireita ovat esimerkiksi nielemisvaikeudet, liiallinen syljeneritys, gastroesofageaalinen refluksi eli mahansisällön nouseminen takaisin ruokatorveen sekä oksentelu (Cook 1964, Lecoindre & Richard 2004, Poncet ym. 2005, Meola 2013, Packer ym. 2015). Ilman nielemisen johtaa ruoansulatuskanavat jatkuvaan laajenemiseen ja ilmavaivoihin (Lecoindre & Richard 2004). Ruoansulatuskanavan oireet kuten jatkuva oksentelu ja regurgitointi eli ruoan käänteisvirtaus voivat ärsyttää ruokatorven yläosaa, nielua ja kurkunpäättä aiheuttaen inflammaatiota eli tulehdusta (Dupré & Heidenreich 2016), ja siten pahentaa

ylähengitystieoireita. Epäilläänkin, että vakavat ylähengitysteiden oireet pahentavat ruoansulatuskanavan oireita ja päinvastoin (Poncet ym. 2005).

Brakykefaalisilla koirilla todettuja ruoansulatuskanavaan liittyviä anatomisia muutoksia ovat esimerkiksi liukutyrä, pylorusstenoosi eli mahanportin ahtauma sekä ruokatorven deviaatio eli normaalista linjasta poikkeaminen. Lisäksi brakykefaalisilla koirilla on todettu kardian ja pyloruksen lihasvelttoutta eli liian avointa mahansuuta ja mahanporttia, hidastunutta mahalaukun tyhjentymistä sekä ruokasulan palaamista duodenumista eli pohjukaissuolesta takaisin mahalaukkuun (Poncet ym. 2005).

Yhtenä syynä brakykefaalisten koirien gastroesofageaaliseen refluksille pidetään niiden rinta- ja vatsaontelon välisiä paine-eroja (Poncet ym. 2005). Ylähengitysteiden ahtautumisen takia sisään hengittäminen vaatii brakykefaalisilta koirilta normaalia enemmän työtä, jolloin niiden rintaonteloon muodostuu normaalia suurempi alipaine. Uskotaan, että rintaontelon suurempi negatiivinen paine johtaa gastroesofageaaliseen refluksiin (Dupré & Heidenreich 2016). Toisaalta vatsaontelon sisäinen paine nousee normaalia suuremmaksi kroonisen oksentelun takia. Myös runsas ilman nieleminen voi olla yksi vatsaontelon painetta nostava tekijä brakykefaalisilla koirilla (Poncet ym. 2005). Liukutyrä ja mahalaukun hidas tyhjentymisen voivat myös altistaa gastroesofageaaliseen refluksille (Poncet ym. 2005), sillä mahalaukun sisäinen paine voi avata ruokatorven alasulkijan (Lecoindre & Richard 2004).

Ruokatorven deviaatiota eli kiemurtelevaa ja normaalista linjasta poikkeavaa ruokatorvea on todettu brakykefaalisesta hengitystieoireyhtymästä kärsivillä koirilla (Woods ym. 1978, Poncet ym. 2005). Sylki ja ruoka voivat varastoitua kiemurtelevaan ruokatorveen, josta seuraa regurgitointia eli ruoan tai syljen palaamista takaisin suuhun. Lisäksi ruokatorven deviaatio voi osittain selittää lisääntyntä kuolaamista eläimen ollessa kiihtynyt tai innostunut (Poncet ym. 2005, Freiche & Poncet 2007). Ruokatorven deviaatio yhdistetään lyhentyneeseen rintaonteloon (Woods ym. 1978).

Liukutyrässä mahalaukku työntyy pallean läpi ruokatorven aukosta kohti rintaonteloa (Poncet ym. 2005). Rintaontelon negatiivinen paine voi pahentaa tai jopa aiheuttaa liukutyrän syntymisen (Lecoindre & Richard 2004).

Mahanportin ahtauma voi olla primaarinen tai sekundaarinen (Guilford & Strombeck 1996). Ahtauma johtaa siihen, ettei ruokasula etene mahalaukusta normaalisti ohutsuoleen, jolloin mahalaukun sisäinen paine kasvaa (Lecoindre & Richard 2004). Pylorusstenooosi voi olla seurausta mahanportin lihaskerroksen hypertrofiasta, mahanportin ja mahanportin sopen limakalvon hypertrofiasta tai sekä limakalvon että lihaskerroksen hypertrofiasta. Primaaria mahanportin ahtaumaa on todettu bokserilla ja bostoninterriereillä (Guilford & Strombeck 1996). Synnynnäisen mahanportin ahtauman syyksi on epäilty myenteerisen pleksuksen eli mahalaukun lihaskerrosten välisen hermopunoksen toimintahäiriötä (Lecoindre & Richard 2004). Syy hankitulle pylorusstenooosille on vielä epäselvä, mutta epäillään että runsaalla gastriinin erityksellä olisi tähän yhteys (Guilford & Strombeck 1996, Lecoindre & Richard 2004). Tiedetään, että brakykefaalisesta hengitystieoireyhtymästä kärsivät koirat nielevät suuria määriä ilmaa. Ilma venyttää mahalaukkuja ja voi johtaa gastriinin ja mahanesteen erittymiseen, vaikka mahalaukussa ei ole ruokaa. Tämä johtaa välittäjäaineiden, kuten kolekystokiniinin ja sekretiinin erittymiseen, jotka voivat aiheuttaa mahanportin ja antrumien eli mahanportin sopen limakalvon hypertrofiaa (Lecoindre & Richard 2004). On myös epäilty, että hengitysvaikeudet stimuloisivat sympaattista hermostoa, jonka vaikutuksesta suoliston liikkeet hidastuisivat. Hidastunut suoliston ja mahalaukun liike pidentää mahalaukun tyhjentyäsaikaa, jonka seurauksesta laajentunut mahanportin soppi stimuloi gastriinia tuottavia soluja (Poncet ym. 2005).

Ruoansulatuskanavan tulehdukselliset muutokset ovat myös yleisiä. Tulehduksellisia muutoksia on löydetty muun muassa ruokatorvesta, mahalaukusta ja duodenumista (Lecoindre & Richard 2004, Poncet ym. 2005). Tulehdusmuutokset voivat esiintyä haavaumina, syöpyminä ja punoituksena joko diffuusisti eli levinneenä tai paikallisesti (Poncet ym. 2005). Lecoindre ja Richard (2004) huomasivat tutkimuksessaan, että esofagiitti eli ruokatorven limakalvon tulehdus oli yleisin ruoansulatuskanavan muutos.

Esofagiitti todettiin 83 prosentilla koirista, jotka kärsivät ylähengitystieoireyhtymästä sekä ruoansulatuskanavan oireista. Tulehdusmuutoksia todettiin eniten rintaontelon sisällä kulkevan ruokatorven mahalaukun puoleisessa kolmanneksessa (Lecoindre & Richard 2004). Ruokatorven tulehdusmuutokset voivat olla seurausta normaalia pidemmästä ruokatorvesta ja siitä, että brakykefaalisilla koirilla mahansuu aukeaa sisäänhengityksen yhteydessä, josta seuraa gastroesophageaalista refluksia (Freiche & Poncet 2007). Toisessa tutkimuksessa gastriitti eli mahalaukun limakalvon tulehdus oli yleisin histologinen muutos, joka todettiin 98 prosentilla ylähengitystieoireyhtymää sairastavista koirista (Poncet ym. 2005). Histologisista näytteistä on löydetty tulehdusmuutoksia, vaikka elimissä ei nähty makroskooppisia muutoksia (Poncet ym. 2005).

2.5 Brakykefaalisen hengitystieoireyhtymän hoito

2.5.1 Konservatiivinen hoito

Konservatiivista hoitoa suositellaan kokeiltavaksi ennen kirurgisia toimenpiteitä, etenkin lievistä ylähengitystieoireista kärsiville koirille (Hendricks 1992, Packer ym. 2015). Painonhallinta on merkittävä hoitokeino (Fossum 2013, Meola 2013, Packer ym. 2015), sillä ylipaino voi olla riskitekijä brakykefaaliselle hengitystieoireyhtymälle (Packer ym. 2015). Ylipaino on lisäksi yhdistetty vakavampiin hengitystieoireisiin (Poncet ym. 2005). Elämäntapojen muutokset voivat auttaa vähentämään kliinisiä oireita, joten omistajien tulisi välttää tilanteita, joissa koiran hapen tarve nousee tavallista korkeammaksi. Esimerkiksi kuormittavaa liikuntaa, stressaavia tilanteita ja kuumaa säätä tulee välttää (Fossum 2013, Meola 2013, Packer ym. 2015). Valjaiden käyttöä suositellaan kaulapannan sijasta, jotta ylähengitysteihin ei kohdistuisi ylimääräistä painetta (Packer ym. 2015).

Lääkityksellistä hoitoa käytetään lähinnä akuuteissa hengityskriiseissä (Packer ym. 2015). Tällöin hoitona on koiran viilennys, lisähapen tarjoaminen, mahdollisesti

rauhhoittavat ja tulehdusta lievittävät lääkkeet sekä rauhallinen ympäristö (Fossum 2013, Meola 2013, Packer ym. 2015, Dupré & Heidenreich 2016). Rauhhoittavien lääkkeiden käyttö voi olla ongelmallista, sillä rauhoittavan vaikutuksen lisäksi ne rentouttavat ylähengitysteitä laajentavia lihaksia, joka voi johtaa hengitysteiden tukkeutumiseen (Hendricks 1992). Glukokortikoidien käyttö kerta-annoksena voi auttaa vähentämään nielun ja kurkunpään turvotusta ja tulehdusta (Fossum 2013, Meola 2013, Hendricks 1992, Packer ym. 2015).

Mikäli brakykefaalisesta hengitystieoireyhtymästä kärsivällä koiralla on myös ruoansulatuskanavan oireita, myös niiden lääkkeellinen hoito on suositeltavaa (Lecoindre & Richard 2004, Dupré & Heidenreich 2016). Ruoansulatuskanavan oireiden lääkkeelliseen hoitoon kuuluu muun muassa mahahapon eritystä vähentävät protonipumpun estäjät, suoliston motiliteettia eli liikettä lisäävät lääkkeet sekä limakalvoa suojaavat lääkkeet (Packer ym. 2015, Pratchke 2015). Ruoansulatuskanavaoireiden hoitoa suositellaan sekä ennen ylähengitysteitä korjaavaa leikkausta, että sen jälkeen (Dupré & Heidenreich 2016). Ylähengitysteiden ahtaumien kirurginen hoito voi johtaa ruoansulatuskanavan oireiden katoamiseen, vaikka koirille ei aloitettaisi lääkitystä ruoansulatuskanavan hoitoon. Ruoansulatuskanavan lääkkeellinen hoito ylähengitystieleikkauksen yhteydessä voi kuitenkin vähentää ylähengitystieleikkauksen komplikaatioiden määrää sekä parantaa koirien ennustetta leikkauksen jälkeen (Poncet ym. 2006). Lecoindre ja Richard (2004) huomasivat tutkimuksessaan, että koirille, joille tehtiin ylähengitysteitä korjaava leikkaus ja aloitettiin ruoansulatuskanavaoireita hoitava lääkitys, ruoansulatuskanavan oireet eivät palanneet niiden hoitoon tarkoitetun lääkityksen lopettamisen jälkeen. Koirilla, joille ei tehty ylähengitysteitä korjaavaa leikkausta, ruoansulatuskanavan oireet palasivat ruoansulatuskanavan oireiden hoitoon tarkoitetun lääkityksen lopettamisen jälkeen (Lecoindre & Richard 2004).

2.5.2 Kirurginen hoito

Brakyefaalisen hengitystieoireyhtymän patofysiologian mukaisesti kirurgiset hoitotoimenpiteet tulisi suorittaa mahdollisimman aikaisin, jotta vältettäisiin sekundaarisia anatomisia muutoksia ja oireyhtymän etenemistä. Optimaalista ajankohtaa leikkaukselle ei ole vielä määritetty, mutta suositellaan että ylähengitysteiden tukoksia korjaavat leikkaukset suoritettaisiin yli kuuden kuukauden ikäisille koirille. On kuitenkin huomattu, että kliiniset oireet vähentyvät, vaikka korjaavat leikkaukset tehtäisiin vasta aikuiselle tai keski-ikäiselle koiralle (Dupré & Heidenreich 2016). Brakyefaalisen hengitystieoireyhtymän kirurginen hoito vaatii yleensä useita eri leikkauksia kliinisten oireiden helpottamiseksi (Fossum 2013). Näitä leikkauksia ovat muun muassa sieraimia ja nenän eteistä laajentava leikkaus, epämuodostuneiden nenäkuorikoiden poistaminen, pehmeän kitalaen lyhennys, evertoituneiden laryngeaali sakkulusten poistaminen sekä mahdollisesti ylimääräisen nielun alueen pehmytkudoksen tai tonsillojen poistaminen (Hendricks 1992, Fossum 2013, Dupré & Heidenreich 2016, Pohl ym. 2016). Kurkunpään kollapsia korjaavaa leikkausta suositellaan vasta, jos kliiniset oireet eivät parannu, vaikka kaventuneet sieraimet ja pidentynyt pehmeä kitalaki olisi korjattu (Dupré & Heidenreich 2016). Mikäli kaventuneita sieraimia, pidentynyttä pehmeää kitalakea sekä evertoituneita sakkuluksia ei ole korjattu, kurkunpään kollapsia korjaavalla leikkauksella on heikko ennuste (Fossum 2013).

Leikkausta, jossa poistetaan epämuodostuneita ja nenäonteloa tukkivia nenäkuorikoita, kutsutaan turbinektomiaksi (Dupré & Heidenreich 2016). Turbinektomian tarkoituksena on avartaa nenän sisäisiä ilmatiehyitä (Oechtering ym. 2016a). On huomattu, että nenäkuorikot kasvavat leikkauksen jälkeen osittain takaisin, mutta niissä on vähemmän limakalvon kontaktipisteitä (Dupré & Heidenreich 2016). Turbinektomia voidaan tehdä myös laserin avulla (Oechtering ym. 2016a).

Ylimääräisen, nielua tukkivan pehmytkudoksen poistoa suositellaan (Hendricks 1992, Dupré & Heidenreich 2016), etenkin nielun dorsaaliosasta. Lisää tutkimusta kuitenkin tarvitaan määrittämään mitkä osat nielun pehmytkudoksesta osallistuvat hengitysteiden tukkimiseen. Lisäksi optimaalinen leikkaustekniikka vaatisi lisää tutkimusta (Dupré & Heidenreich 2016).

On todettu, että brakykefaaliseen hengitystieoireyhtymään liittyvät oireet vähenevät merkittävästi ylähengitysteiden ahtaumia poistavien leikkausten jälkeen (Pohl ym. 2016). Pohl ym. (2016) tekemässä tutkimuksessa selvitettiin brakykefaalisten koirien elämänlaadun paranemista leikkauksen jälkeen omistajien täyttämän kyselykaavakkeen avulla. Tutkimuksessa huomattiin, että etenkin hengenvaaralliset oireet, kuten tukehtumiskohtaukset, syanoosi ja pyörtyminen, vähenivät merkittävästi leikkauksen jälkeen. Todettiin myös, että rasituksen sietokyky parani huomattavasti ja kuumuuden sieto parani kohtalaisesti leikkauksen jälkeen. Kuitenkin, vaikka koirien elämänlaadussa huomattiin parantumista, kliiniset oireet eivät kadonneet täysin, ja elämänlaatua heikentäviä tekijöitä oli edelleen havaittavissa koirien elämässä (Pohl ym. 2016).

3 BRAKYKEFAALISEN HENGITYSTIEOIREYHTYMÄN ESIINTYMISEN VÄHENTÄMINEN

3.1 Brakykefaalisen hengitystieoireyhtymän vakavuuden arviointi

Brakykefaalisten rotujen suosion kasvaessa myös huoli niiden terveysongelmista on noussut esille. Rotujen suosion lisäksi hengitystieoireyhtymän yleisyys brakykefaalisilla roduilla nostaa terveysongelmia entisestään esille (Liu ym. 2015). On myös raportoitu, että brakykefaalisen hengitystieoireyhtymän oireet olisivat pahentuneet viimeisten vuosikymmenten aikana (Oechtering 2010). Yrityksiä vähentää hengitystieoireyhtymän esiintymistä brakykefaalisilla koirilla heikentää se, että omistajat voivat pitää hengitystieoireita normaaleina brakykefaalisille roduille (Packer ym. 2012). Oireyhtymällä ei myöskään ole yhtä tunnusomaista piirrettä, jolla se voitaisiin todeta, vaan oireyhtymä diagnosoidaan usein yhdistämällä omistajan kertoma oirekuva klinisiin oireisiin ja todettuihin anatomisiin muutoksiin. Koska nämä keinot ovat joko subjektiivisia tai invasiivisia eli nukutusta vaativia, vaikeuttaa se sairauden etenemisen tai hoidon tehoamisen seuraamista (Liu ym. 2016). Jotta brakykefaalisten koirien terveysongelmien yleisyyttä voitaisiin vähentää, tarvitaan puolueeton ja helppokäyttöinen menetelmä, jolla oireyhtymä voitaisiin todeta. Menetelmän avulla koirien kasvattajat voisivat valita jalostukseen sopivat terveet yksilöt (Liu ym. 2015, Lilja-Maula ym. 2017).

3.1.1 Subjektiiviset oireisiin ja klinisiin löydöksiin perustuvat arviointimenetelmät

Brakykefaalisesta hengitystieoireyhtymästä kärsivien koirien oireiden vakavuutta voidaan arvioida Poncet ym. (2005) käyttämällä asteikolla, joka perustuu omistajien havaintoihin koiran oireista kuvan 2 mukaisesti. Tässä menetelmässä arvioitavia ylähengitystieoireita ovat kuorsaus, sisäänhengitysvaikeudet, alentunut stressin tai rasituksen sietokyky ja pyörtäminen (Poncet ym. 2005). Asteikko on jaettu kolmeen asteeseen, joita ovat hyvin lievät oireet tai ei oireita ollenkaan eli aste 1, kohtalaiset oireet eli aste 2 ja vakavat oireet eli aste 3. Omistaja arvioi, kuinka usein koiralla on

kyseisiä ylähengitystieoireita ja oireiden aste määräytyy kuvan 2 mukaisesti oireiden tiheyden perusteella. Korkein aste, jonka mikä tahansa koiran oireista saavuttaa määritetään koiran hengitystieoireiden vakavuuden asteeksi (Poncet ym. 2005). Ruoansulatuskanavan oireista on käytössä vastaavanlainen arviointimenetelmä. Arvioitavat kliiniset ruoansulatuskanavan oireet ovat liiallinen kuolaaminen, regurgitointi ja oksentelu. Myös ruoansulatuskanavan oireiden luokitus perustuu omistajan arviointiin koiran oireiden tiheydestä. Ruoansulatuskanavan oireiden vakavuuden arviointiin käytetään samoja kolmea astetta, kuin ylähengitystieoireiden arviointiin. Ruoansulatuskanavan kliinisten oireiden asteet määritetään kuvan 3 mukaisesti (Poncet ym. 2005). Kuitenkin, koska arviointimenetelmä perustuu omistajien havainnoimiin oireisiin, voi oireyhtymä jäädä alidiagnosoiduksi käytettäessä kyseistä arviointimenetelmää (Liu ym. 2015). On raportoitu, että alle puolet sairaksi todettujen koirien omistajista havaitsevat koirallaan kliinisiä oireita (Packer ym. 2012, Liu ym. 2015). On myös mahdollista, että vaikka omistajat huomasivat koiransa oireet, niitä voidaan pitää rodulle normaaleina, eikä sen vuoksi hakeuduta eläinlääkärin hoitoon (Packer ym. 2012). Jos oireyhtymää ei havaita ajoissa, hoitoon pääsy viivästyy ja kliiniset oireet voivat pahentua (Packer ym. 2012, Liu ym. 2015).

Ylähengitystieoireiden kliininen aste

Ylähengitystieoire	Ylähengitystieoireiden yleisyys					
	Ei koskaan	Välillä (< kerran kuukaudessa)	Säännöllisesti (kerran viikossa)	Kerran päivässä	Usein (> kerran päivässä)	Jatkuvasti
Kuorsaus						
Sisäänhengitysvaikeudet						
Alentunut stressin tai rasituksen sietokyky						
Pyörtäminen						
	Vaalean harmaa = aste 1 (Hyvin lievät oireet tai ei oireita)		Keskiharmaa = aste 2 (Kohtalaiset oireet)		Tumman harmaa = aste 3 (Vakavat oireet)	

Kuva 2. Ylähengitystieoireiden kliinisen asteen määrittäminen Poncet ym. (2005) mukaisesti.

Ruoansulatuskanavan oireiden kliininen aste

Ruoansulatuskanavan oire	Ruoansulatuskanavan oireiden yleisyys					
	Ei koskaan	Välillä (< kerran kuukaudessa)	Säännöllisesti (kerran viikossa)	Kerran päivässä	Usein (> kerran päivässä)	Jatkuvasti
Lisääntynyt syljeneritys						
Regurgitointi						
Oksentelu						
	Vaalean harmaa = aste 1 (Hyvin lievät oireet tai ei oireita)		Keskiharmaa = aste 2 (Kohtalaiset oireet)		Tumman harmaa = aste 3 (Vakavat oireet)	

Kuva 3. Ruoansulatuskanavaoireiden kliinisen asteen määrittäminen Poncet ym. (2005) mukaisesti.

Oireiden vakavuuden arviointiin voidaan käyttää myös eläinlääkärin kliiniseen arvioon perustuvia asteikoita (Liu ym. 2015, Liu ym. 2016, Lilja-Maula ym. 2017). Liu ym. (2015) käyttävät tutkimuksessaan brakykefaalisen hengitystieoireyhtymän vakavuutta mittaavaa toiminnallista luokittelujärjestelmää, joka perustuu eläinlääkärin kliiniseen arviointiin ennen rasitusta ja sen jälkeen. Kliinisessä arvioinnissa arvioidaan hengitystieoireita kuten hengityssäniä, vaikeutunutta sisäänhengitystä, limakalvojen väriä ja mahdollista syanoosia sekä pyörtymistä. Syanoosin ja pyörtymisen arvioiminen perustuu omistajan kertomiin oireisiin. Jos koiralla on omistajan kertoman perusteella ollut syanoosia tai pyörtymistä, luokitellaan koira suoraan vakavan oireyhtymän luokkaan ilman muita testejä (Liu ym. 2015, Liu ym. 2016, Lilja-Maula ym. 2017). Liu ym. (2015) tekemässä tutkimuksessa rasituksena toimi kolmen minuutin ravaaminen tietyllä nopeudella, jonka jälkeen kliininen arviointi toistetaan. Lilja-Maula ym. (2017) tutkimuksessa kliininen arviointi tehtiin ennen rasitusta ja kuuden minuutin kävelytestin jälkeen. Kliinisten arvioiden perusteella koirat asetetaan oireiden vakavuuden mukaan eri luokkiin, joita on yhteensä neljä (Liu ym. 2015, Liu ym. 2016). Aste 0 tarkoittaa ettei oireita hengitystieoireyhtymästä ole ollenkaan, eikä koira sairasta brakykefaalista hengitystieoireyhtymää. Aste I tarkoittaa lievää brakykefaalista hengitystieoireyhtymää, jolloin voidaan kuulla korisevaa hengitystä, mutta oireyhtymä ei vaikuta koiran rasituksen sietokykyyn. Asteessa II koiralla on kohtalainen oireyhtymä, jolloin koiran

oireet ovat kliinisesti merkittävät ja koira vaatii joko kirurgista tai konservatiivista hoitoa. Aste III tarkoittaa vakavaa oireyhtymää, jolloin koira vaatii kirurgista hoitoa mahdollisimman pian (Liu ym. 2015, Liu ym. 2016). Eläinlääkärin kliinisen arvioinnin lisäksi arviointimenetelmissä voi olla mukana myös muita arvioitavia tekijöitä (Bernaerts ym. 2010). Esimerkiksi Bernaerts ym. (2010) käyttivät tutkimuksessaan arviointimenetelmää, jonka pisteytys perustui eläinlääkärin kliinisen arvion lisäksi hengitysteiden radiologisiin löydöksiin sekä nielun ja keuhkoputkien endoskooppisiin eli tähystimen avulla tehtäviin tutkimuksiin. Tässä arviointimenetelmässä arvioitiin hengitysäniä, rasituksen sietokykyä, sierainten kokoa, pehmeän kitalaen rakennetta, kurkunpään umpipusseja, kurkunpäättä, henkitorvea sekä alempia hengitysteitä. Oireiden ja löydösten perusteella koirat saivat 0-17 pistettä, jossa suurempi pistetulos kertoo vakavammista oireista (Bernaerts ym. 2010).

3.1.2 Sierainten ahtauden mittaaminen

Sierainten kokoa voidaan myös käyttää apuna hengitystieoireyhtymän vakavuuden arvioinnissa (Bernaerts ym. 2010, Packer ym. 2012, Liu ym. 2017). Kaventuneet sieraimet voidaan helposti todeta jo kaukaa (Hendricks 1992). Ulkoinen sierainten tarkastelu on helpompaa verrattuna esimerkiksi nenäontelon sisäisten rakenteiden tarkasteluun, mutta sierainten kaventumisen asteen arviointi on osittain subjektiivista (Packer ym. 2012). Kaventuneet sieraimet ovatkin ainoa ylähengitystieoireyhtymään liittyvä rakenteellinen muutos, joka voidaan arvioida koiran ollessa hereillä (Liu ym. 2017). Packer ym. (2012) käyttivät tutkimuksessaan sieraimista otettuja valokuvia apuna, jotta tarkastelu olisi puolueettomampaa. Tutkittavien koirien sieraimista otettiin valokuvat, ja valokuvista mitattiin neljän poikittaisen viivan avulla nenän siiven leveys sekä ilmaraon leveys. Tutkittaville koirille laskettiin sierainten suhdeluku vertaamalla ilmaraon ja nenän siiven mittatuloksia (Packer ym. 2012). Liu ym. (2016) puolestaan jakoivat koirien sieraimet tutkimuksessaan avoimiin, lievästi kaventuneisiin, kohtalaisesti kaventuneisiin ja vakavasti kaventuneisiin sieraimiin kuvan 4 mukaisesti. Avoimissa sieraimissa ei ole kaventumaa. Lievästi kaventuneiden sierainten lateraalinen eli ulommainen seinämä ei koske sieraimen mediaalista eli sisempää seinämää. Lisäksi

rasituksen jälkeen sieraimen siiven tulisi liikkua dorsolateraalaisesti eli ulos- ja ylöspäin sisäänhengityksen aikana. Kohtalaisesti kaventuneiden sierainten lateraalinen seinämä osuu sieraimen mediaaliseen seinämään sieraimen dorsaaliosassa. Seurauksena tästä, sieraimet ovat avoimet vain niiden alaosasta. Lisäksi kohtalaisesti kaventuneet sieraimet eivät pysty avautumaan sisäänhengityksen aikana rasituksen jälkeen. Tällöin nenän ympärillä voidaan nähdä lihasvärinää seurauksena lihasten yrityksestä laajentaa sieraimia. Vakavasti kaventuneet sieraimet ovat lähes täysin sulkeutuneet, jonka seurauksena koira hengittää suun kautta pienenkin rasituksen jälkeen (Liu ym. 2016).



Kuva 4. Vasemmalla ylhäällä avoimet sieraimet, oikealla ylhäällä lievästi kaventuneet sieraimet, vasemmalla alhaalla kohtalaisesti kaventuneet sieraimet ja oikealla alhaalla vakavasti kaventuneet sieraimet. Sierainten luokittelu Liu ym. (2016) mukaisesti.

3.1.3 Kuonon suhteellinen pituus kallon pituuteen verrattuna

Brakykefaalisuuden astetta voidaan mitata arvolla, joka saadaan jakamalla kuonon suhteellinen pituus kallon pituudella (CFR, eng. *craniofacial ratio*). CFR mittaa kuonon luiden lyhentymisen astetta (Packer ym. 2012). Matala CFR-arvo on todettu olevan riskitekijä brakykefaaliselle hengitystieoireyhtymälle (Packer ym. 2015). Mittaukset toteutetaan pehmeällä mittanauhalla. Kallon pituus mitataan kalloa pitkin ulommasta takaraivokyhmystä silmien kyynelpisteiden väliin. Kuonon pituus mitataan kirsun kärjestä silmien kyynelpisteiden väliin (Sutter ym. 2008). Tarkat pisteet, joista mittaukset tehdään, määritetään palpoinnin eli tunnustelun avulla. Mittanauhalla tehtävä mittaus on helppo toteuttaa myös kotioloissa, jolloin myös koirien omistajat ja kasvattajat voivat hyödyntää sitä (Packer ym. 2015). Kuitenkin Liu ym. (2017) huomasivat mopseille, englanninbulldoggeille ja ranskanbulldoggeille tehdyssä tutkimuksessaan, että pehmeällä mittanauhalla tehtävissä mittauksissa esiintyy paljon vaihtelua eri mittaajien välillä. Heidän tutkimuksessaan vain mopseille tehdyllä CFR-mittauksella saatiin kohtalaisen samanlaisia arvoja eri mittaajien välillä (Liu ym. 2017). Packer ym. (2012) tekemässä tutkimuksessa kaikkein äärimmäisimmässä tapauksessa CFR-arvo oli 0,03, jolloin kuonon yli kulkeva ihopoimu työntyi kuonoa pidemmälle ja tukki samalla sieraimia. Samassa tutkimuksessa hengitystieoireyhtymää sairastavilla koirilla CFR oli keskimäärin 0,15 ja terveillä koirilla keskimäärin 0,56 (Packer ym. 2012). Toisessa tutkimuksessa todettiin, että 80 prosenttia koirista, joiden CFR oli alle 0,10, sairastivat hengitystieoireyhtymää (Packer ym. 2015).

3.1.4 Kävelytesti

Rasitustestit sopivat arvioimaan brakykefaalisen hengitystieoireyhtymän vakavuutta, sillä alentunut rasituksen sietokyky ja hidastunut palautuminen rasituksen jälkeen ovat merkittäviä tekijöitä oireyhtymässä. Rasitustestit ovat noninvasiivisia eli ne eivät vaadi nukutusta, helposti toteutettavissa ja toistettavissa olevia arviointimenetelmiä. Mahdollisia rasitustestejä ovat esimerkiksi kuuden minuutin kävelytesti (6 MWT, eng.

Six minute walk test) ja 1000 metrin kävelytesti. 1000 metrin kävelytestissä mitataan aika, jonka aikana koira kävelee 1000 metriä (Lilja-Maula ym. 2017, Hollannin kennelliitto). 6 MWT:ssä taas jolla mitataan matka, jonka koira pystyy kävelemään kuuden minuutin aikana (Swimmer & Rozanski 2011). Kävelytestit ovat submaksimaalisia eli maksimaalista rasitusta kevyempiä testejä (Lilja-Maula ym. 2014). Koirat kävelevät testeissä omaa vauhtiaan hihnassa omistajan tai muun henkilön taluttamana. Testeissä on huomioitava kävelyyn vaikuttavia tekijöitä, kuten esimerkiksi ortopediset ongelmat ja koiran haluttomuus liikkua (Lilja-Maula ym. 2017). Lilja-Maula ym. (2017) arvioivat englanninbulldoggeille tehdyssä tutkimuksessaan koirien palautumista viiden minuutin välein kävelytestin jälkeen, kunnes koirat olivat palautuneet samaan tilaan kuin ennen rasitusta. Mitattavia tekijöitä olivat syke, hengitystiheys, ruumiinlämpö ja yleisvointi. Tutkimuksessa todettiin, että vakavammista ylähengitystieoireista kärsivät englanninbulldoggit palautuivat hitaammin kuin lievistä oireista kärsivät englanninbulldoggit (Lilja-Maula ym. 2017). Syitä kävelytestin keskeyttämiseen samassa tutkimuksessa olivat hengitysvaikeudet, kuten jatkuva korina ja kuorsaus tai apuhengityslihasten käyttö, ja koiran ruumiinlämmön kohoaminen (Lilja-Maula ym. 2017). Lisäksi Lilja-Maula ym. (2017) totesivat tutkimuksessaan, että kohtalaista tai vakavaa ylähengitystieoireyhtymää sairastavat englanninbulldoggit kävelivät kuuden minuutin aikana lyhyemmän matkan, kuin lieväoireiset englanninbulldoggit. Samassa tutkimuksessa 1000 metrin kävelytestiin kulunut aika oli pidempi vakava oireisilla englanninbulldoggeilla, verrattuna lieväoireisiin (Lilja-Maula ym. 2017).

3.1.5 Keuhkojen toimintakoe

Kokovartalon pletysmografia (WBBP, eng. *whole-body barometric plethysmography*) on keuhkojen toimintakoe, jolla voidaan mitata hengityssyklejä (Liu ym. 2016). WBBP on noninvasiivinen, helposti toistettava ja objektiivinen koe, joka voidaan tehdä eläimen ollessa hereillä. Keuhkojen toimintakokeen aikana koira on läpinäkyvässä WBBP kammiossa. Koiran hengitys aiheuttaa kammion sisällä ilmanpaine vaihteluita, joita voidaan verrata koiran kertahengitystilavuuteen. Lisäksi kammioon pumpataan

ennakkoon asetettua ilmapvirtausta, joka pitää kammion sisäisen hiilidioksiditason, ilmankosteuden ja lämpötilan vakioina, jolloin mittausaika voi olla pidempi (Liu ym. 2015). Koirien rauhoitus koetta varten voi vähentää läähätystä ja koiran liikkumista kammion sisällä, mikä helpottaa tulosten tulkintaa. Kuitenkin rauhoitus voi rentouttaa ylähengitysteitä laajentavia lihaksia, jolloin ylähengitysteiden ahtaumat voivat pahentua rauhoituksen seurauksena (Liu ym. 2015). Lisäksi on raportoitu, että suurimmalla osalla ilman rauhoitusta WBBP kammiossa olleista koirista, ei nähty stressiin viittaavaa käyttäytymistä (Liu ym. 2015). Aiemmin keuhkojen toimintaa on voitu mitata esimerkiksi kasvomaskiin liitettävän ilmanpaineen vaihteluita mittaavan mittarin avulla (eng. *pneumotachograph*). Kasvomaskien käyttö brakykefaalisilla koirilla on kuitenkin ongelmallista, sillä niiden kuonon ja kasvojen muodon takia ilmatiivistä maskia on vaikea saavuttaa. Lisäksi kasvomaskin käyttö voi olla stressaavaa kouluttamattomille koirille (Liu ym. 2016). Kasvomaskin käytöstä johtuva stressi voi vaikuttaa mittauksesta saataviin hengityssykleihin (Liu ym. 2015).

Keuhkojen toimintakokeen avulla saatavien hengityssyklien tulkinassa voidaan hyödyntää muun muassa seuraavia muuttujia: kertahengitystilavuus, sisäänhengitykseen kulunut aika (T_i , eng. *inspiratory time*), uloshengitykseen kulunut aika (T_e , eng. *expiratory time*), sisäänhengityksen korkein virtausnopeus (PIF, eng. *peak inspiratory flow rate*), uloshengityksen korkein virtausnopeus (PEF, eng. *peak expiratory flow rate*) sekä hengitystiheys (Bernaerts ym. 2010, Liu ym. 2015). WBBP mittauksen avulla saatavien muuttujien avulla voidaan määrittää hengitystieoireyhtymän vakavuutta. On todettu, että ei-brakykefaalisten ja kliinisesti terveiden brakykefaalisten koirien hengityskäyrissä on merkittäviä eroja (Liu ym. 2016). Etenkin uloshengitysaika suhteessa sisäänhengitysaikaan (T_e/T_i) on alentunut brakykefaalisilla koirilla verrattuna ei-brakykefaalisiin koiriin (Bernaerts ym. 2010, Liu ym. 2015). Tämä on seurausta siitä, että sisäänhengitysaika on brakykefaalisilla koirilla pidentynyt ylähengitysteiden kaventumien takia (Holt 2004). Lisäksi uloshengityksen korkein virtausnopeus suhteessa sisäänhengityksen korkeimpaan virtausnopeuteen (PEF/PIF) on brakykefaalisilla koirilla korkeampi, kuin meso- ja dolikokefaalisilla koirilla (Bernaerts ym. 2010, Liu ym. 2015). Sisäänhengityksen aikainen negatiivinen paine ylähengitysteissä kaventaa hengitysteitä,

mikä johtaa normaalia pienempään ilmapvirtauksen nopeuteen sisäänhengityksen aikana. Uloshengityksen aikana paine vähentää kaventumia ylähengitysteissä, mikä puolestaan nostaa uloshengityksen korkeinta virtausnopeutta. Ilmavirran nopeuden vaihteluiden sekä ylähengitysteihin kohdistuvien paine-erojen takia hengityssykleissä nähdään lisäksi vaihtelua, joka on seurausta ylähengitysteiden ylimääräisen pehmytkudoksen liikkeestä (Liu ym. 2015).

Keuhkojen toimintakokeesta saatavien hengitysilmapvirran tunnusmerkkien avulla pystytään erottamaan kliinisesti terveet ja hengitystieoireyhtymää sairastavat ranskanbulldoggit (Liu ym. 2015), englanninbulldoggit ja mopsit (Liu ym. 2016). Liu ym. (2015) totesivat tutkimuksessaan, että kliinisesti sairaiden koirien hengityssykleissä oli nähtävissä enemmän vaihtelua verrattuna kliinisesti terveisiin brakykefaalisiin sekä ei-brakykefaalisiin koiriin. Lisäksi erirotuisten koirien hengityssyklit ovat erotettavissa toisistaan johtuen kallon rakenteen erilaisuudesta (Liu ym. 2016). Oireyhtymää sairastavien ranskanbulldoggien hengityssyklit voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään. Tyyppi 1 seuraa rajoittuneesta ilmapvirtauksesta sekä sisään- että uloshengityksen aikana. Tällöin hengityssykli nähdään matalana ja laatikkomaisena. Tyypissä 2 ilmapvirtaus on rajoittunut sisäänhengityksen aikana, mutta uloshengityksen alkuvaiheessa ilmapvirran nopeudessa on korkea piikki, jonka jälkeen ilman virtausnopeus tasoittuu. Tyypissä 3 sisäänhengityksen aikainen ilmapvirtauksen nopeus vaihtelee ja uloshengityksen aikana ilmapvirran nopeudessa ei ole korkeita piikkejä (Liu ym. 2015). Osalla tutkimuksen oireyhtymää sairastavista ranskanbulldoggeista todettiin kaikkia kolmea hengityssyklityyppiä (Liu ym. 2015).

3.2 Jalostusvalinnat

Ihmiset ovat jalostuksella aiheuttaneet brakykefaalisten koirien lyhentyneen kuonon ja pyöristyneen kallon, joiden seurauksena brakykefaaliset koirat ovat riskissä sairastua ylähengitystieoireyhtymään. Mitä lyhyemmäksi kuono on jalostettu, sitä suurempi riski koiralla on sairastua (Packer ym. 2015). Suora seuraus tästä on se, että jalostus kohti

pidempää kuonoa ja siten alhaisemman riskin rakennetta vähentää koirien riskiä sairastua hengitystieoireyhtymään. Oireyhtymällä on suuri negatiivinen vaikutus koirien hyvinvointiin, joten on tärkeää, että tulevaisuuden jalostusvalinnoissa koirien terveys pidetään etusijalla ja äärimmäisiä rakenteita vältetään (Packer ym. 2015). Yksi tärkeimmistä keinoista vähentää oireyhtymän esiintymistä on välttää hengitystieoireyhtymää sairastavien koirien käyttöä jalostuksessa (Packer ym. 2012, Packer ym. 2015). Useita keinoja oireyhtymän esiintymisen vähentämiseksi on kuitenkin ehdotettu (Packer ym. 2015).

Oireyhtymän esiintymisen vähentämiseksi, voidaan jalostukseen valita esimerkiksi ainoastaan yksilöitä, joiden rakenne ei ole liioiteltu. Tällöin jalostukseen käytettävien koirien riski sairastua oireyhtymään on pienempi (Packer ym. 2015). Rotumääritelmillä on merkittävä rooli jalostusvalinnoissa, joten niiden uudelleen muotoilu on tärkeää (Oechtering 2010, Packer ym. 2015). Rotumääritelmien tulisi suosia vähemmän liioiteltua ulkomuotoa ja mahdollisesti kieltää äärimmäiset ominaisuudet. Rotumääritelmiin voidaan myös määrittää raja-arvoja koirien ominaisuuksille (Packer ym. 2015). Jos esimerkiksi CFR-mittauksen raja-arvoksi asetettaisiin 0,2, niin brakykefaalisten koirien riski sairastua oireyhtymään voisi vähentyä merkittävästi. Packer ym. (2015) raportoivat, että CFR-arvon ollessa 0,2 tai korkeampi, riski tutkimuksen erirotuisilla ja –rakenteisilla koirilla sairastua hengitystieoireyhtymään oli alle 50 prosenttia. Tällaisen raja-arvon asettaminen voisi kuitenkin johtaa useiden koirarotujen kieltämiseen kokonaan, sillä useissa roduissa ei ole jäljellä yksilöitä joiden CFR-arvo olisi 0,2 tai korkeampi (Packer ym. 2015). Esimerkiksi Packer ym. (2015) totesivat, että heidän tutkimukseensa osallistuneiden japanese chin-rotuisten koirien korkein mitattu CFR-arvo oli 0,13. Lisäksi koirarotujen kieltäminen kokonaan on kiistanalaista. Muun muassa eläinlääketieteen tutkijoita, eläinten hyvinvointijärjestöjen edustajia sekä koirien kasvattajia sisältävälle sidosryhmälle tehdyn kyselyn mukaan 30 prosenttia sidosryhmästä vastusti koirarotujen kieltämistä täysin ja 20 prosenttia kannatti rotujen, joilla on äärimmäiseksi jalostettu rakenne, kieltämistä välittömästi (Packer ym. 2013). Raja-arvojen asettaminen voi kuitenkin johtaa siihen, että myöskään

hengitystieoireyhtymän suhteen terveitä koiria ei voida käyttää jalostukseen, jos ne alittavat asetetut raja-arvot (Packer ym. 2015).

Jos rodun sisältä löytyy vain äärimmäisen lyhytkuonoisia yksilöitä, eikä siten ole mahdollisuutta valita jalostukseen matalan riskin yksilöitä, voidaan rotujen sisältä valita terveimmät yksilöt terveystarkastusten ja arviointimenetelmien avulla. Näiden menetelmien avulla jalostukseen voidaan valita koirat, jotka eivät sairasta oireyhtymää (Packer ym. 2015). Muiden perinnöllisten sairauksien, kuten esimerkiksi lonkkaniveldysplasian, esiintymistä on saatu vähennettyä valikoivan jalostuksen avulla. On raportoitu, että valitsemalla jalostukseen röntgenlöydösten perusteella terveempiä yksilöitä, lonkkaniveldysplasian esiintyminen vähentyi tarkasti rajatuissa koirapopulaatioissa (Zhang ym. 2009). Koirien arviointiin voidaan käyttää esimerkiksi omistajan kertomiin oireisiin perustuvaa kyselykaavaketta (Poncet ym. 2005), eläinlääkärin kliinistä arviointia oireiden vakavuudesta (Bernaerts ym. 2010, Liu ym. 2015, Packer ym. 2015, Liu ym. 2016, Lilja-Maula ym. 2017), sierainten ahtauden (Packer & Tivers 2015, Liu ym. 2016, Liu ym. 2017) ja CFR-arvon (Packer ym. 2012) mittauksia, kävelytestiä (Lilja-Maula ym. 2017) sekä keuhkojen toimintakoetta (Liu ym. 2015, Liu ym. 2016). Menetelmän, jolla jalostukseen käytettävät koirat valittaisiin, tulisi olla helppokäyttöinen sekä objektiivinen. Esimerkiksi eläinlääkärin kliininen arvio on aina subjektiivinen, joten arviot voivat vaihdella eri ammattilaisten välillä. Nielun ja nenäontelon tutkimukset taas vaativat nukutusta, joten ne eivät sovellu laaja-alaiseen käyttöön jalostustesteiksi. Toisaalta esimerkiksi WBBP on objektiivinen menetelmä, joka ei vaadi koiran nukutusta, mutta WBBP kokeen suorittamiseen vaadittava välineistö ei ole laajalti saatavissa (Lilja-Maula ym. 2017). Rasitustestien tulosten on todettu olevan yhteydessä hengitystieoireyhtymän vakavuuden kanssa. Lisäksi rasitustestit ovat helppoja suorittaa sekä helposti toistettavissa olevia, joten ne voivat tarjota käyttökelpoisen menetelmän arvioida yksilöiden soveltuvuutta jalostukseen (Lilja-Maula ym. 2017). Esimerkiksi Hollannin kennelliitto on käyttänyt 1000 metrin kävelytestiä jalostukseen soveltuvien englanninbulldoggien valinnassa 1.6.2014 alkaen. Hollannin kennelliiton pisin sallima aika 1000 metrin kävellyyn on 12 minuuttia ja kävelystä palautumiseen sallitaan enintään 15 minuuttia (Hollannin kennelliitto).

Suomessa tehdyssä tutkimuksessa todettiin, että kohtalaista tai vakava-asteista ylähengitystieoireyhtymää sairastavat englanninbulldoggit eivät suoriutuneet 1000 metrin kävelystä Hollannin kennelliiton asettamien rajojen sisällä (Lilja-Maula ym. 2017). Kuitenkin rasiustestien toimivuudesta eri rotuisilla brakykefaalisilla koirilla tarvitaan lisää tutkimusta.

Toinen vaihtoehto oireyhtymän vähentämiseksi rodulle, joissa ei ole jäljellä riittävästi yksilöitä kohtalaisella ulkomuodolla, on roturisteytykset. Roturisteytysten avulla voidaan lisätä koirien hyvinvointia ja rodun sisäistä monimuotoisuutta. Vaikka aihe on vielä kiistanalainen ja toteutus vaatisi yhteistyötä kennelliittojen kanssa, voi se olla välttämätöntä osalle rodusta terveen rakenteen saavuttamiseksi (Packer ym. 2015). Jo kokeiltuja mahdollisia roturisteytyksiä ovat esimerkiksi mopsi ja jackrusselinterrieri, mopsi ja cavalier kingcharlesinspanieli, mopsi ja beagle (Packer ym. 2013) sekä englanninbulldoggi ja bokseri (Packer ym. 2012).

Myös geenitestin kehittämistä on ehdotettu yhdeksi ratkaisuksi vähentämään oireyhtymän esiintyvyyttä. Geenitestillä voitaisiin tunnistaa yksilöt, joilla on tiettyjä anatomisia rakenteita, kuten esimerkiksi pidentynyt pehmeä kitalaki. Näin geenitestin avulla tunnistettaisiin suuremmassa riskissä olevat yksilöt riskirotujen sisältä. Kuitenkin ylähengitystieoireyhtymään liittyvät anatomiset muutokset voivat liittyä vahvasti kallon muotoon, jolloin geenitesti ei välttämättä olisi käyttökelpoinen ratkaisu (Packer ym. 2015).

4 POHDINTA

Brakykefaalinen ulkomuoto koirilla on ihmisten jalostusvalinnoillaan aiheuttama piirre, joka altistaa lyhytkuonoiset koirat hengitystieoireyhtymälle (Oechtering 2010). Ylähengitystieoireyhtymä on yleinen sairaus brakykefaalisilla koirilla (Packer & Tivers 2015), vaikka tietoa oireyhtymän ennaltaehkäisemisestä sekä esiintymisen vähentämisestä onkin jo saatavilla. Brakykefaalisten rotujen suosio on lisääntynyt runsaasti viimeisen kymmenen vuoden aikana. Esimerkiksi Yhdistyneessä Kuningaskunnassa rekisteröitiin 692 ranskanbulldoggia vuonna 2007 ja vuoteen 2016 mennessä vuosittainen rekisteröintimäärä oli kohonnut 21470:n yksilöön. Ranskanbulldoggien rekisteröintimäärä Yhdistyneessä Kuningaskunnassa on siis noussut 31-kertaiseksi viimeisen kymmenen vuoden aikana (Englannin kennelklubi). Suomessa ranskanbulldoggi oli 29. suosituin koirarotu vuonna 2016 (Suomen kennelliitto 2016). Suomen eläinsuojelulaissa sanotaan, että eläinten jalostus, josta voi aiheutua kärsimystä tai merkittävää haittaa eläimen hyvinvoinnille tai terveydelle, on kielletty (L 247/1996, 8 §). Brakykefaalisesta hengitystieoireyhtymästä aiheutuu sitä sairastavien koirien hyvinvoinnille sekä terveydelle merkittävää haittaa, joten on tärkeää, että oireyhtymälle altistavien rakenteiden suosiminen jalostuksessa lopetetaan. On epäeettistä jatkaa sairaiden brakykefaalisten koirarotujen jalostusta ennallaan, muutos on välttämätöntä. Hengitystieoireyhtymän vähentämisen eteen tehdään jo nyt töitä. Esimerkiksi Pohjoismainen kennelunioni julkaisi vuonna 2017 suunnitelman, jonka avulla hengitysoireyhtymän esiintymistä voitaisiin vähentää (Pohjoismainen Kennelunioni). Saksassa kävelytesti on ollut käytössä mopsien rotujärjestöllä jo vuodesta 2009. Kyseisessä testissä koirien tulee kävellä 1000 metriä 11 minuutin aikana ja palautua 15 minuutin kuluessa. Testi on otettu myöhemmin käyttöön myös englanninbulldoggeille ja ranskanbulldoggeille (Saksan kennelliitto). Myös Hollannissa lyhytkuonoisten koirarotujen kävelytesti on ollut käytössä vuodesta 2014 asti (Hollannin kennelliitto). Suomen kennelliitto julkaisi kesäkuussa 2017 ohjeet lyhytkuonoisten koirarotujen kävelytestille. Samalla kävelytesti otettiin käyttöön virallisena terveystutkimuksena lyhytkuonoisille koiraroduille Suomessa (Suomen kennelliitto 2017).

Eläinlääkäreiden ja muiden alan ammattilaisten tulisi osallistua julkiseen keskusteluun aktiivisemmin, jotta tietoisuus hengitystieoireyhtymästä lisääntyisi (Oechtering 2010). Koirien omistajien, kasvattajien ja uusien pennun ostajien tietoa hengitystieoireyhtymästä tulisi lisätä, jotta brakykefaalisten koirien hyvinvointia voitaisiin parantaa (Packer & Tivers 2015). Tietoisuutta lisäämällä voidaan myös parantaa hengitystieoireyhtyvää sairastavien koirien mahdollisuuksia päästä hoitoon. Esimerkiksi Liu ym. (2016) huomasivat, että heidän tutkimukseensa osallistuneista koirista, joilla todettiin kohtalainen tai vakava hengitystieoireyhtymä, noin 40-50 prosenttia eivät olleen saaneet aiempaa hoitoa oireyhtymälle. On siis tärkeää, että omistajat tunnistavat oireyhtymään viittaavat oireet, jotta he osaisivat hakea koiralleen eläinlääkärin hoitoa. Tulevien brakykefaalisten koiranpentujen omistajien täytyy olla tietoisia hengitystieoireyhtymästä, jotta he voisivat välttää hengitystieoireyhtymälle altistavia riskitekijöitä, kuten ylipaino, koiran elämässä (Packer & Tivers 2015). Mielestäni sekä koirien kasvattajilla, että eläinlääkäreillä on tärkeä rooli koiranpentujen omistajien tiedottamisessa oireyhtymän suhteen.

Lyhytkuonoinen ulkonäkö koirilla mielletään usein puoleensavetäväksi ja ihmiset pitävät brakykefaalisia koiria suloisina. Uskon, että mikäli ihmiset ymmärtäisivät yhteyden äärimmäisen lyhytkuonoisuuden sekä hengitystieoireyhtymän ja koiran alhaisen elämänlaadun välillä, vaikuttaisi se merkittävästi pennun ostoa harkitsevien päätöksiin. Myös eläinlääketieteen ammattilaiset voivat olla mukana vaikuttamassa siihen, minkälainen mielikuva ihmisillä on lyhytkuonoisista koirista. Esimerkiksi Veterinary record- niminen tiedejulkaisu ei hyväksy enää julkaisuihinsa mainoksia, joissa esiintyy englanninbulldoggien, ranskanbulldoggien tai mopsien kuvia, jos mainoksessa mainostetaan ei-rotukohtaisia tuotteita (Waters 2017). Myös Suomen Eläinlääkäriliitto suosittelee välttämään lyhytkuonoisten koirarotujen kuvien käyttöä mainoksissa, jotta kyseisten rotujen suosio ei lisääntyisi (Suomen Eläinlääkäriliitto).

Tutkimustietoa brakykefaaliseen hengitystieoireyhtymästä on saatavilla runsaasti. Etenkin oireyhtymään liittyvistä anatomisista muutoksista, oireyhtymän fysiologiasta sekä kirurgisesta hoidosta löytyy paljon tutkimuksia. Kuitenkin oireyhtymän ennaltaehkäisemisestä ja eritavoilla tehtyjen jalostusvalintojen toimivuudesta kaivataan lisää näyttöä. Brakykefaalisen ylähengitystieoireyhtymän esiintyvyyden vähentämiseksi tarvitaan kotimaista sekä kansainvälistä yhteistyötä tutkimusryhmien, rotujärjestöjen ja kennelliittojen kanssa.

5 VIITTEET

Aron DN, Crowe DT. General Principles and Selected Conditions in the Dog and Cat. *Vet Clin N Am-Small* 1985, 15 (5): 891-917.

Baile EM, Guillemi S, Paré PD. Tracheobronchial and upper airway blood flow in dogs during thermally induced panting. *J Appl Physiol* 1987, 63(6): 2240-2246.

Bernaerts F, Talavera J, Leemans J, Hamaide A, Claeys S, Kirschvink N, Clercx C. Description of original endoscopic findings and respiratory functional assessment using barometric whole-body plethysmography in dogs suffering from brachycephalic airway obstruction syndrome. *Vet J* 2010, 183: 95-102.

Blatt CM, Taylor CR, Habal MB. Thermal Panting in Dogs: The Lateral Nasal Gland, a Source of Water for Evaporative Cooling. *Science* 1972, 177: 804-805.

Cook WR. Observations on the Upper Respiratory Tract of the Dog and Cat. *J Small Anim Pract* 1964, 5: 309-329.

De Lorenzi D, Bertoncetto D, Drigo M. Bronchial abnormalities found in a consecutive series of 40 brachycephalic dogs. *JAVMA* 2009, 235: 835-840.

Dupré G, Heidenreich D. Brachycephalic Syndrome. *Vet Clin N Am-Small* 2016, 46:691-707.

Ellis JL, Thomason J, Kebreab E, Zubair K, France J. Cranial dimension and forces of biting in the domestic dog. *J Anat* 2009, 214: 362-373.

Eläinsuojelulaki 247/1996 muutoksineen.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960247>, haettu 22.5.2017.

Englannin kennelklubi. Registration: breed registration statistics: 10 yearly breed statistics: Utility. <http://www.thekennelclub.org.uk/media/129029/10yrstatsutility.pdf>, haettu 26.7.2017.

Evans HE. Miller's Anatomy of the Dog. 3. p. Elsevier Saunders, Philadelphia 1993.

Evans HE, de Lahunta A. Miller's Anatomy of the Dog. 4. p. Elsevier Saunders, St. Louis 2013.

Farquharson J, Smith KW. Resection of the Soft Palate in the Dog. JAVMA 1942, 100: 427-430.

Fossum TW. Small Animal Surgery. 4. p. Mosby Elsevier, St Louis 2013.

Freiche V, Poncet C. Upper airway and gastro-intestinal syndrome in brachycephalic dogs. Veterinary Focus 2007, 17 (2): 4-10.

Georgevsky D, Carrasco JJ, Valenzuela M, McGreevy PD. Domestic dog skull diversity across breeds, breed groupings, and genetic clusters. J Vet Behav 2014, 9: 228-234.

Ginn JA, Kumar MSA, McKiernan BC, Powers BE. Nasopharyngeal Turbinates in Brachycephalic Dogs and Cats. J Am Anim Hosp Assoc 2008, 44: 243-249.

Guilford WG, Strombeck DR. Chronic Gastric Diseases. Teoksessa: Strombeck's Small Animal Gastroenterology. 3. p. W.B. Saunders, Philadelphia 1996: 275-302.

Harvey CE. Inherited and congenital airway conditions. J Small Anim Pract 1989, 30: 184-187.

Harvey CE, Fink EA. Tracheal Diameter: Analysis of Radiographic Measurements in Brachycephalic and Nonbrachycephalic Dogs. J Am Anim Hosp Assoc 1982, 18: 570-576.

Hendricks JC, Kline LR, Kovalski RJ, O'Brien JA, Morrison AR, Pack AI. The English bulldog: a natural model of sleep-disordered breathing. J Appl Physiol 1987, 63(4): 1344-1350.

Hendricks JC. Brachycephalic Airway Syndrome. Vet Clin N Am-Small 1992, 22 (5): 1145-1153.

Hendricks JC. Brachycephalic Airway Syndrome. Teoksessa: King LG. Textbook of Respiratory Disease in Dogs and Cats. 1. p. Saunders Elsevier, St. Louis 2004: 310-318.

Hollannin kennelliitto. Covenant Bulldog breeding rules. https://www.houdenvanhonden.nl/contentassets/27de95b0774b4730990cfae5b7c4c3e4/covenant_bulldog-breeding_rules.pdf, haettu 22.5.2017.

Holt DE. Upper Airway Obstruction, Stertor, and Stridor. Teoksessa: King LG. Textbook of Respiratory Disease in Dogs and Cats. 1. p. Saunders Elsevier, St. Louis 2004: 35-42.

Hussein AK, Sullivan M, Penderis J. Effect of brachycephalic, mesaticephalic, and dolichocephalic head conformations on olfactory bulb angle and orientation in dogs as determined by use of in vivo magnetic resonance imaging. *AM J Vet Res* 2012, 73: 946-951.

Kaye BM, Boroffka SAE, Haagsman AN, Ter Haar G. Computed Tomographic, radiographic, and endoscopic tracheal dimensions in english bulldogs with grade 1 clinical signs of brachycephalic airway syndrome. *Vet Radiol Ultrasound* 2015, 56 (6): 609-616.

Koch DA, Arnold S, Hubler M, Montavon PM. Brachycephalic Syndrome in Dogs. *Comp Cont Educ* 2003, 25: 48-55.

Lecoindre P, Richard S. Digestive disorders associated with the chronic obstructive respiratory syndrome of brachycephalic dogs: 30 cases (1999-2001). *Revue Med Vet* 2004, 155 (3): 141-146.

Leonard HC. Collapse of the Larynx and Adjacent Structures in the Dog. *JAVMA* 1960, 137: 360-363.

Lilja-Maula LIO, Laurila HP, Syrjä P, Lappalainen AK, Krafft E, Clercx C, Rajamäki MM. Long-Term Outcome and Use of 6-Minute Walk Test in West Highland White Terriers with Idiopathic Pulmonary Fibrosis. *J Vet Intern Med* 2014, 28: 379-385.

Lilja-Maula L, Lappalainen AK, Hyytiäinen HK, Kuusela E, Kaimio M, Schildt K, Mölsä S, Morelius M, Rajamäki MM. Comparison of submaximal exercise test results and severity of brachycephalic obstructive airway syndrome in English bulldogs. *Vet J* 2017, 219: 22-26.

Liu N-C, Sargan DR, Adams VJ, Ladlow JF. Characterisation of Brachycephalic Obstructive Airway Syndrome in French Bulldogs Using Whole-Body Barometric Plethysmography. *Plos One* 2015, 10 (6): e0130741.

Liu NC, Adams VJ, Kalmar L, Ladlow JF, Sargan DR. Whole-Body Barometric Plethysmography Characterizes Upper Airway Obstruction in 3 Brachycephalic Breeds of Dogs. *J Vet Intern Med* 2016, 30: 853-865.

Liu N-C, Troconis EL, Kalmar L, Price DJ, Wright HE, Adams VJ, Sargan DR, Ladlow JF. Conformational risk factors of brachycephalic obstructive airway syndrome (BOAS) in pugs, French bulldogs, and bulldogs. *Plos One* 2017, 12 (8): e0181928.

Meola SD. Brachycephalic Airway Syndrome. *Top Companion Anim M* 2013, 28: 91-96.

Nöller C, Hueber J, Aupperle H, Seeger J, Oechtering TH, Niestrock C, Oechtering GU. New Aspect of Brachycephalia in Dogs & Cats Basics: Insight Into Embryology, Anatomy & Pathophysiology. *ACVIM, Leipzig* 2008.

Oechtering G. Brachycephalic syndrome – new information on an old congenital disease. *Veterinary Focus* 2010, 20 (2): 2-9.

Oechtering GU, Kiefer I, Noeller C. Brachycephalic airway syndrome, part 1: A new understanding – it is an intranasal problem!. *Proceedings of the North American Veterinary Conference 2008, Orlando, Florida, USA, volume 22: 1450-1451.*

Oechtering GU, Pohl S, Schlueter C, Schuenemann R. A Novel Approach to Brachycephalic Syndrome. 2. Laser-Assisted Turbinectomy (LATE). *Vet surg* 2016a, 45:173-181.

Oechtering GU, Pohl S, Schlueter C, Lippert JP, Alef M, Kiefer I, Ludewig E, Schuenemann R. A Novel Approach to Brachycephalic Syndrome. 1. Evaluation of Anatomical Intranasal Airway Obstruction. *Vet surg* 2016b, 45: 165-172.

Oechtering TH, Oechtering GU, Noeller C. Computed tomographic imaging of the nose in brachycephalic dog breeds. *Tieraerztl Prax K H* 2007, 3: 177-187.

Packer RMA, Tivers MS. Strategies for the management and prevention of conformation-related respiratory disorders in brachycephalic dogs. *Veterinary Medicine: Research and Reports* 2015, 6: 219-232.

Packer RMA, Hendricks A, Tivers MS, Burn CC. Impact of Facial Conformation on Canine Health: Brachycephalic Obstructive Airway Syndrome. *Plos One* 2015, 10(10): e0137496.

Packer RMA, Hendricks A, Burn CC. Conference Report: Building Better Brachycephalics. The Royal Veterinary College, North Mymms, 2013.

Packer RMA, Hendrick A, Burn CC. Do dog owners perceive the clinical signs related to conformational inherited disorders as 'normal' for the breed? A potential constraint to improving canine welfare. *Anim Welfare* 2012, 21: 81-93.

Pohjoismainen Kennelunioni. Latest news: 12.5.2017. Statements and proposals regarding respiratory health in brachycephalic dogs.

<https://www.skk.se/globalassets/nku-en/documents/brachyreport.pdf>. Haettu 26.7.2017.

Pohl S, Roedler FS, Oechtering GU. How does multilevel upper airway surgery influence the lives of dogs with severe brachycephaly? Results of a structured pre- and postoperative owner questionnaire. *Vet J* 2016, 210: 39-45.

Poncet CM, Dupre GP, Freiche VG, Estrada MM, Poubanne YA, Bouvy BM. Prevalence of gastrointestinal tract lesions in 73 brachycephalic dogs with upper respiratory syndrome. *J Small Anim Pract* 2005, 46: 273-279.

Poncet CM, Dupre GP, Freiche VG, Bouvy BM. Long-term results of upper respiratory syndrome surgery and gastrointestinal tract medical treatment in 51 brachycephalic dogs. *J Small Anim Pract* 2006, 47: 137-142.

Pope ER, Constantinescu GM. Brachycephalic Upper Airway Syndrome in Dogs. Teoksessa: Bonagura JD, Twedt DC. *Kirk's Current Veterinary Therapy*. 14. p. Saunders Elsevier, St. Louis 2009: 619-621.

Pratchke KM. Current thinking about brachycephalic syndrome: more than just airways. *Vet Ireland J* 2015, 5 (11): 536-542.

Roedler FS, Pohl S, Oechtering GU. How does severe brachycephaly affect dog's lives? Results of a structured preoperative owner questionnaire. *Vet J* 2013, 198: 606-610.

Schmidt-Nielsen K, Bretz WL, Taylor CR. Panting in Dogs: Unidirectional Air Flow over Evaporative Surfaces. *Science* 1970, 169: 1102-1104.

Saksan kennelliitto. Newsarchive: 2014: Belastungstest für Hunde kurzschnäuziger Rassen. <http://www.vdh.de/news/artikel/belastungstest-fuer-hunde-kurzschnaeuziger-rassen/>, haettu 20.8.2017.

Schuenemann R, Oechtering GU. Inside the Brachycephalic Nose: Intranasal Mucosal Contact Points. J Am Anim Hosp Assoc 2014, 50: 149-158.

Sines D. Brachycephalic breeds and their respiratory problems. Veterinary Nursing Journal 2011, 26: 92-95.

Suomen Eläinlääkäriliitto. Uutiset: Arkisto: 2017: 19.6.2017: Eläinlääkäriliitto: Koiria ei saa jalostaa sairaaksi. <http://www.sell.fi/uutinen/elainlaakariliitto-koiria-ei-saa-jalostaa-sairaaksi>, haettu 20.8.2017.

Suomen kennelliitto. Koirat: koirarodut ja rotumääritelmät: FCI 2: englanninbulldoggi. https://www.kennelliitto.fi/sites/default/files/attachments/rotumaaritelmat/fci_2/2engbull.pdf, haettu 19.7.2017, päivitetty 24.8.2011.

Suomen kennelliitto. Koirat: koirarodut ja rotumääritelmät: FCI 9: mopsi. https://www.kennelliitto.fi/sites/default/files/attachments/rotumaaritelmat/fci_9/9mopsi.pdf, haettu 19.7.2017, päivitetty 14.2.2012.

Suomen kennelliitto. Koirat: rotujen rekisteröintimäärät. <http://www.kennelliitto.fi/koirat/rotujen-rekisteroinnit-2006-2016>, haettu 22.5.2017.

Sutter NB, Mosher DS, Gray MM, Ostrander EA. Morphometrics within dog breeds are highly reproducible and dispute Rensch's rule. Mamm Genome 2008, 19: 713-723.

Swimmer RA, Rozanski EA. Evaluation of the 6-minute walk test in pet Dogs. J Vet Intern Med 2011, 25: 405-406.

Waters A. Brachycephalic tipping point: time to push the button?. *Vet Rec* 2017, 180 (12): 288.

Woods CB, Rawlings C, Barber D, Walker M. Esophageal Deviation on Four English Bulldogs. *JAVMA* 1978, 172 (78): 934-939.

Zhang Z, Zhu L, Sandler J, FriedenberG SS, Egelhoff J, Williams AJ, Dykes NL, Hornbuckle W, Krotscheck U, Moise NS, Lust G, Todhunter RJ. Estimation of heritabilities, genetic correlations, and breeding values of four traits that collectively define hip dysplasia in dogs. *Am J Vet Res* 2009, 70 (4): 483-492.