

# DE IMPACT VAN BRACHYCEPHALIE OP HET WELZIJN BIJ DE KAT

Aantal woorden: 20997

**Simon Leeman**

Studentennummer: 01502755

Promotor: Prof. dr. Christel Moons

Promotor: Dr. Sofie Marynissen

Onderdeel van de Masterproef voorgelegd voor het behalen van de graad master in de diergeneeskunde

Academiejaar: 2020 – 2021

*Universiteit Gent, haar werknemers of studenten bieden geen enkele garantie met betrekking tot de juistheid of volledigheid van de gegevens vervat in deze masterproef, noch dat de inhoud van deze masterproef geen inbreuk uitmaakt op of aanleiding kan geven tot inbreuken op de rechten van derden.*

*Universiteit Gent, haar werknemers of studenten aanvaarden geen aansprakelijkheid of verantwoordelijkheid voor enig gebruik dat door iemand anders wordt gemaakt van de inhoud van de masterproef, noch voor enig vertrouwen dat wordt gesteld in een advies of informatie vervat in de masterproef.*

## Woord vooraf

Deze literatuurstudie was niet mogelijk zonder de steun en hulp van een aantal personen die ik hierbij expliciet zou willen bedanken. In de eerste plaats dank ik mijn beide promotoren, Christel Moons en Sofie Marynissen, voor de uren tijd die zij gespendeerd hebben aan het nalezen van mijn thesis en het geven van feedback. Zij wisten mij zowel inhoudelijk als structureel waardevol advies te geven en haalden het beste in mij naar boven. Ik bedank Luc Peelman voor de verbetering van mijn rationale en om me de basisgenetica van erfelijke aandoeningen te helpen begrijpen. Ik dank Nai-Chieh Liu om mij de toestemming te geven voor het gebruik van haar zelfontworpen afbeelding die de pathofysiologie van het brachycephaal obstructief luchtweg syndroom bij (mops)honden prachtig weergeeft. Ook dank aan Eveline Raemdonck die de tijd nam om mij het verband uit te leggen tussen gevoelens, emoties en cognitie bij mens en dier. Tot slot dank ik mijn mama voor haar wijze raad en luisterend oor, zij stond steeds voor me klaar. Een welgemeende dankuwel aan alle betrokkenen, jullie steun en medewerking was van onschatbare waarde.

# Inhoudsopgave

Samenvatting.....	5
Inleiding .....	6
1 Brachycephaal Obstructief Luchtweg Syndroom .....	7
1.1 Achtergrond .....	7
1.2 Pathofysiologie .....	8
1.2.1 Stenotische neusgaten .....	10
1.2.2 Verlengd en verdikt zacht gehemelte .....	10
1.2.3 Abnormale neusschelpen .....	11
1.2.4 Macroglossie.....	13
1.2.5 Eversie larynxzakjes .....	13
1.2.6 Eversie tonsillen.....	14
1.2.7 Larynx- en bronchuscollaps.....	15
1.2.8 Hypoplastische trachea .....	16
1.2.9 Viciuze cirkel van BOLS .....	16
1.2.10 Overzicht van beschreven BOLS-componenten bij kat en hond.....	17
1.3 Secundaire aandoeningen.....	17
1.4 Conformationele risicofactoren van BOLS .....	19
2 Beoordeling van welzijn.....	24
2.1 Het begrip welzijn en zijn definitie .....	24
2.2 Welzijnsindicatoren.....	27
2.2.1 Welzijn in relatie tot stress .....	27
2.2.2 Gedragmatige indicatoren .....	28
2.2.3 Fysiologische indicatoren .....	33
2.2.4 Andere indicatoren.....	35
3 Bespreking .....	41
Bibliografie .....	45

## Samenvatting

Vanaf de jaren 1930 tot op heden is er een bezorgdheid over het welzijn van brachycephale honden omwille van de gezondheidsproblemen, ademhalingsstoornissen in het bijzonder, die worden geassocieerd met de kortsnuitige conformatie. Ondanks het feit dat deze problematiek ook voorkomt bij de kat, is er in de literatuur beduidend minder informatie beschikbaar hieromtrent. Het doel van deze literatuurstudie was om te onderzoeken in hoeverre caniene en feliene brachycephalie vergelijkbaar is en op basis van welke indicatoren men brachycephalie bij de kat kan beschouwen als een significant welzijnsprobleem. Het werd duidelijk dat er bij de kat minder anatomische afwijkingen beschreven zijn die de luchtwegen obstrueren in vergelijking met de hond. Daarnaast heeft men bij de hond andere morfologische kenmerken dan de korte snuit kunnen identificeren die mogelijk relevanter zijn voor de ontwikkeling van klinische symptomen, waaronder stenotische neusgaten. Dit zou eveneens kunnen gelden voor de kat. Wat de impact op het welzijn betreft, zijn er aanwijzingen dat brachycephalie predisponeert voor onaangename sensaties van kortademigheid. Daarenboven zijn er vooral bij de Perzische kat een aantal indicaties van een slecht welzijn, zoals een lage activiteitsgraad en een hoge prevalentie van eliminatie buiten de kattenbak en feliene idiopathische cystitis. Dit zou kunnen wijzen op een verhoogde mate van stress of pijn in dit ras, wat misschien gerelateerd is aan brachycephalie. Desalniettemin kan men deze bevindingen bij de Pers, naast brachycephalie, evenzeer koppelen aan de lange vacht, de frequente binnenhuisvesting van dit ras, genetische aspecten of een combinatie van deze factoren. Om in de toekomst de gevolgen van brachycephalie op het welzijn verder te bestuderen, werden onder meer immunologische metingen en de cognitieve bias test aangehaald als potentieel bruikbare indicatoren. Deze meetmethoden hebben als voordeel dat ze de welzijnstoestand van een brachycephaal dier op lange termijn kunnen evalueren in plaats van de korte termijn. De conclusie is dat, ondanks een aantal tekenen van negatief welzijn in kortsnuitige rassen als de Pers, er meer onderzoek nodig is om een fundamenteel verminderd welzijn aan te tonen bij brachycephale katten ten gevolge van de korte snuit of andere morfologische risicofactoren van het brachycephaal syndroom.

## Inleiding

Dieren vervullen een belangrijke rol in onze samenleving en maken in sommige huishoudens integraal deel uit van het gezin (Ryan et al., 2019). Één van de meest gehouden huisdieren is de kat, die reeds duizenden jaren met de mens samenleeft. Hoewel de start van het domesticatieproces bij de kat verteruggaat in de tijd, naar schatting 10000 jaar geleden in het Midden-Oosten, heeft de uiterlijke variatie die we in de hedendaagse kattenrassen kennen zich pas ontwikkeld in de late 19<sup>e</sup> eeuw. Het doelgericht fokken naar specifieke fysieke kenmerken ligt aan de basis van het ontstaan van deze rassen (Atkinson, 2018; Farnworth et al., 2018). Vandaag zijn er maar liefst 73 rassen erkend door The International Cat Association (TICA)<sup>1</sup>. Rasverenigingen als TICA bepalen onder meer de richtlijnen hoe een ras er moet uitzien inzake de vorm, kleur, gedrag en andere kenmerken. Winnaars op shows zijn absolute uitblinkers in het beantwoorden aan deze richtlijnen en benaderen dus het meest de rasstandaard (Bertolini et al., 2016; Hilde et al., 2016; Oldenbroek en Windig, 2012).

De kanttekening van een éézijdige selectie op slechts enkele kenmerken, met de rasstandaard als streefdoel, is dat dit een negatief effect kan hebben op de gezondheid van het dier. Naast inteeltkruisingen en een verhoogde prevalentie van (niet conformationeel gerelateerde) erfelijke aandoeningen, zijn sommige morfologische kenmerken op zichzelf problematisch (Asher et al., 2009; Oldenbroek en Windig, 2012). Een bekend voorbeeld hierbij zijn de brachycephale of 'kortsnuitige' rassen, waar onder meer de Perzische kat toe behoort (Plitman et al., 2019). Deze verkorte schedel wordt in verband gebracht met diverse gezondheidsproblemen zoals ademhalingsstoornissen en oog-, tand-, huid- en neurologische aandoeningen. Desondanks is bijvoorbeeld de Pers wereldwijd zeer populair, vooral in de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk (O'Neill et al., 2019).

Een verklaring voor deze populariteit is de 'schattigheid' waarmee een brachycephaal uiterlijk gepercipieerd wordt (Kernot, 2017). Het menselijk verlangen naar dergelijke schoonheidsidealen kan echter botsen met de (biologische) behoeften van het dier, waardoor mogelijk welzijnsproblemen ontstaan (Farstad, 2018; McMillan, 2020; Ryan et al., 2019). Het welzijn van dieren is regelmatig een onderwerp van discussie, omdat mensen verschillende morele opvattingen hebben hieromtrent. Dit maakt het een uitdaging om dierenwelzijn wetenschappelijk en objectief te beoordelen (Appleby et al., 2018; Serpell, 2019). Er wordt al gedurende lange tijd veel kritiek geuit op het fokken naar kortsnuitige rassen, maar in de literatuur is het onduidelijk welke indicatoren er zijn die kunnen aantonen dat het welzijn in brachycephale dieren fundamenteel aangetast is (Farstad, 2018; Oechtering et al., 2016b). Tevens is brachycephalie een welgekend probleem bij de hond, maar is er beduidend minder literatuur beschikbaar van dit probleem bij de kat. Het finale gevolg is dat men moeilijk kan inschatten tot op welke hoogte brachycephalie het welzijn van de kat aantast en waar men grenzen zou moeten trekken bij het fokken van brachycephale katten.

Het doel van deze thesis is om op zoek te gaan naar de literatuur die voorhanden is om de mate waarin een brachycephale kat lijdt onder zijn conformatie in kaart te brengen. In de eerste plaats zal worden onderzocht in hoeverre de problematiek rond brachycephalie bij de kat vergelijkbaar is met brachycephalie bij de hond. Vervolgens zal bestudeerd worden welke welzijnsindicatoren er bestaan die potentieel relevant zijn om de impact van brachycephalie op het welzijn van de kat te evalueren. Overigens dient hierbij de term 'dierenwelzijn' nauwkeurig gedefinieerd te worden. Aan het eind van de thesis wordt besproken welke conclusies men kan trekken en welke onderzoeken in de toekomst nuttig kunnen zijn om hiaten in de literatuur op te vullen.

---

<sup>1</sup> Terug te vinden op: <https://tica.org/breeds> (laatst geconsulteerd in april 2021).

# 1 Brachycephaal Obstructief Luchtweg Syndroom

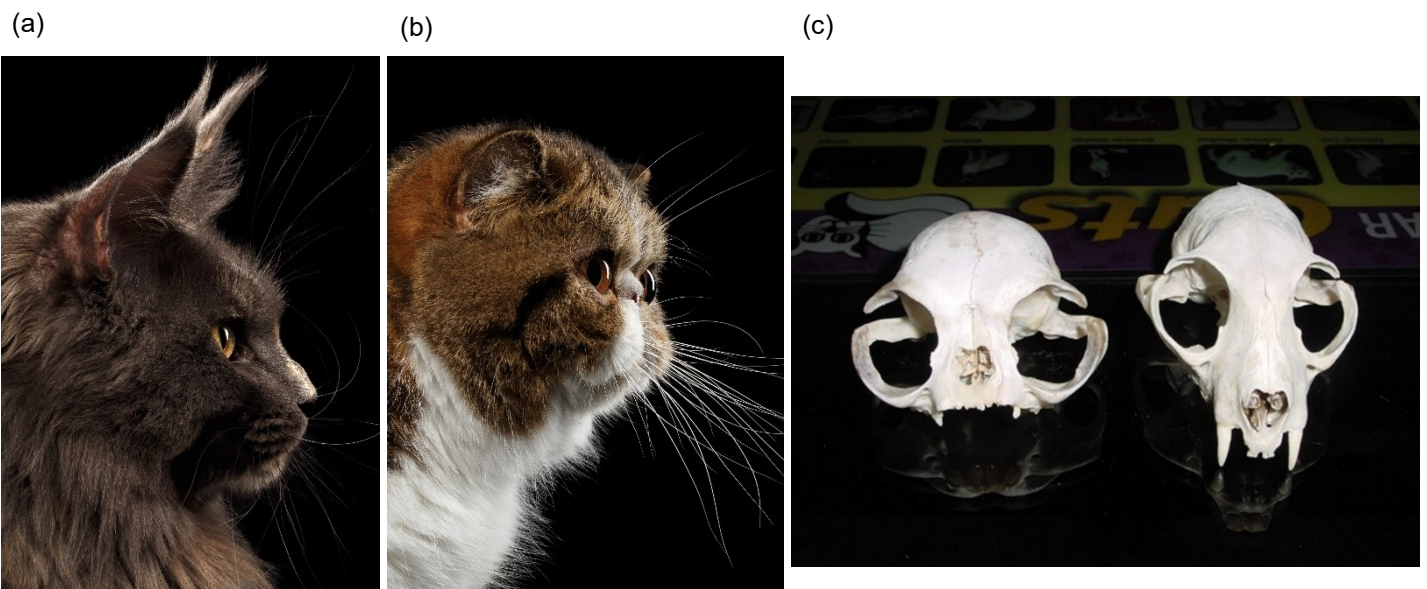
## 1.1 Achtergrond

Sinds het einde van de 19<sup>e</sup> eeuw is het aantal kattenrassen stelselmatig toegenomen door het gericht selecteren op hoofdzakelijk uiterlijke kenmerken (Atkinson, 2018). Bijgevolg komt de hedendaagse kat voor in diverse kleuren en patronen. In bepaalde rassen heeft het postuur van de kat eveneens een transformatie ondergaan, zoals de vorm van de kop (Plitman et al., 2019). Er bestaan verschillende manieren om kattenschedels te rangschikken. Ter illustratie kan men de vorm van de schedel grofweg onderverdelen in 3 groepen (Boonsri et al., 2019; Englar, 2019):

- Dolichocephaal - Een lange slanke schedel (zie figuur 1c)
- Brachycephaal - Een schedel die verkort is in lengte (zie figuur 1b-c)
- Mesocephaal - Een intermediaire schedelvorm (zie figuur 1a)

In sommige artikelen worden dolicho- en mesocephale schedels benoemd met een overkoepelende term, namelijk 'normocephaal' (Selba et al., 2020). De vorm van de schedel heeft onder meer invloed op de ligging van de oogballen. Dolichocephale rassen worden gekenmerkt door dieperliggende ogen, terwijl in brachycephale rassen de ogen net uitpuilen en bovendien iets verder uit elkaar staan. Dit, in combinatie met de korte snuit, heeft tot gevolg dat brachycephale rassen een kinderlijk uiterlijk uitstralen die zeer gegeerd is bij fokkers. Bij de kat behoren de Perzische kat en de Exotische korthaar tot de meest extreme brachycephale rassen, maar ook de Himalayan, de Burmees, de Scotisch Fold, de Bombay, de Devon Rex en de Britse en Amerikaanse korthaar worden aanzien als brachycephaal. Bij de hond zijn er nog meer brachycephale rassen gekend, waaronder de Franse en Engelse Bulldog, de Mopshond, de Pekinees, de Boxer en de Cavalier King Charles Spaniels (Englar, 2019; Finka et al., 2020; Plitman et al., 2019).

Ondanks de populariteit van sommige brachycephale rassen, worden verscheidene gezondheidsproblemen in verband gebracht met brachycephalie (Malik et al., 2009). Brachycephale rassen zijn in de eerste plaats gepredisposeerd voor het Brachycephaal Obstructief Luchtweg Syndroom (BOLS). Dit is een congenitale, erfelijke en progressieve aandoening waarbij de (bovenste) luchtweg partieel geobstrueerd is door anatomische afwijkingen die gelinkt worden met de verkorte snuit (Dupré et al., 2013; Johnson, 2020; Oechtering et al., 2016a).



**Figuur 1** (a) Zijaanzicht van de kop van een Maine Coon (mesocephaal). (b) Zijaanzicht van de kop van een Exotische Korthaar (extreem brachycephaal). (c) Vergelijking tussen de schedel van een Perzische kat (extreem brachycephaal) en een Oosterse kat (dolichocephaal). (Credit (a) en (b): Seregraff | Terug te vinden op: <https://pixabay.com/fr/> (laatst geconsulteerd in mei 2021) en (c) uit: Bertolini et al., 2016)

De luchtwegen worden met andere woorden vernauwd, waardoor het dier meer inspanning moet leveren om voldoende lucht aan te zuigen (Englar, 2019). De bezorgdheid voor de ademhalingsproblemen in brachycephale rassen zou voor het eerst onder de aandacht gebracht zijn bij de hond door dierenartsen in de jaren 1930. Ze bekritiseerden de fokkerijen verantwoordelijk te zijn voor deze problematiek door decennialang obsessief te fokken naar korte snuiten (Oechtering et al., 2016b). Heden ten dage is dit thema nog steeds actueel en wordt er hevig gediscussieerd over rasgerelateerde schoonheidsidealen die mogelijk ten koste gaan van het welzijn bij het dier (Farstad, 2018). Alvorens verder te gaan op het welzijnsaspect, wordt eerst de pathofysiologie van het brachycephaal syndroom uitvoerig besproken.

## 1.2 Pathofysiologie

Brachycephale rassen worden gekenmerkt door een korte snuit, waarbij de bovenkaak (maxilla) sterk ingekort is in vergelijking met de onderkaak (mandibula). Deze korte snuit is er omdat de ontwikkeling van de beenderen van het aangezicht, ook wel de craniofaciale ontwikkeling genoemd, beperkt is. Zowel bij mensen als bij carnivoren blijft het aangezicht na de geboorte doorgroeien tot aan de volwassenheid. Bij kortsnuitige rassen daarentegen wordt deze postnatale groei geïnhibeerd, waardoor het dier zijn juveniel uiterlijk blijft behouden (Hale, 2013; Oechtering et al., 2016a). Hoewel het benig skelet van het aangezicht sterk ingekort is, zijn de bijhorende weke delen weefsels dat niet in dezelfde mate. Hierdoor worden deze weke delen weefsels als het ware samengeperst in een te kleine schedel. Het overtollig weefsel puilt uit in de bovenste luchtwegen en belemmert zo de doorgankelijkheid ervan. Daarnaast zijn er nog andere structurele abnormaliteiten die kunnen deel uitmaken van BOLS. Om het overzicht te bewaren worden alle componenten van BOLS die in dit hoofdstuk zullen toegelicht worden even opgesomd (Englar, 2019; Lodato en Hedlund, 2012; Maxwell en Norsworthy, 2010):

- Stenotische neusgaten
- Verlengd en verdikt zacht gehemelte
- Abnormale neusschelpen
- Macroglossie
- Eversie laryngeale zakjes
- Eversie tonsillen
- Larynxcollaps
- Bronchuscollaps
- Hypoplastische trachea

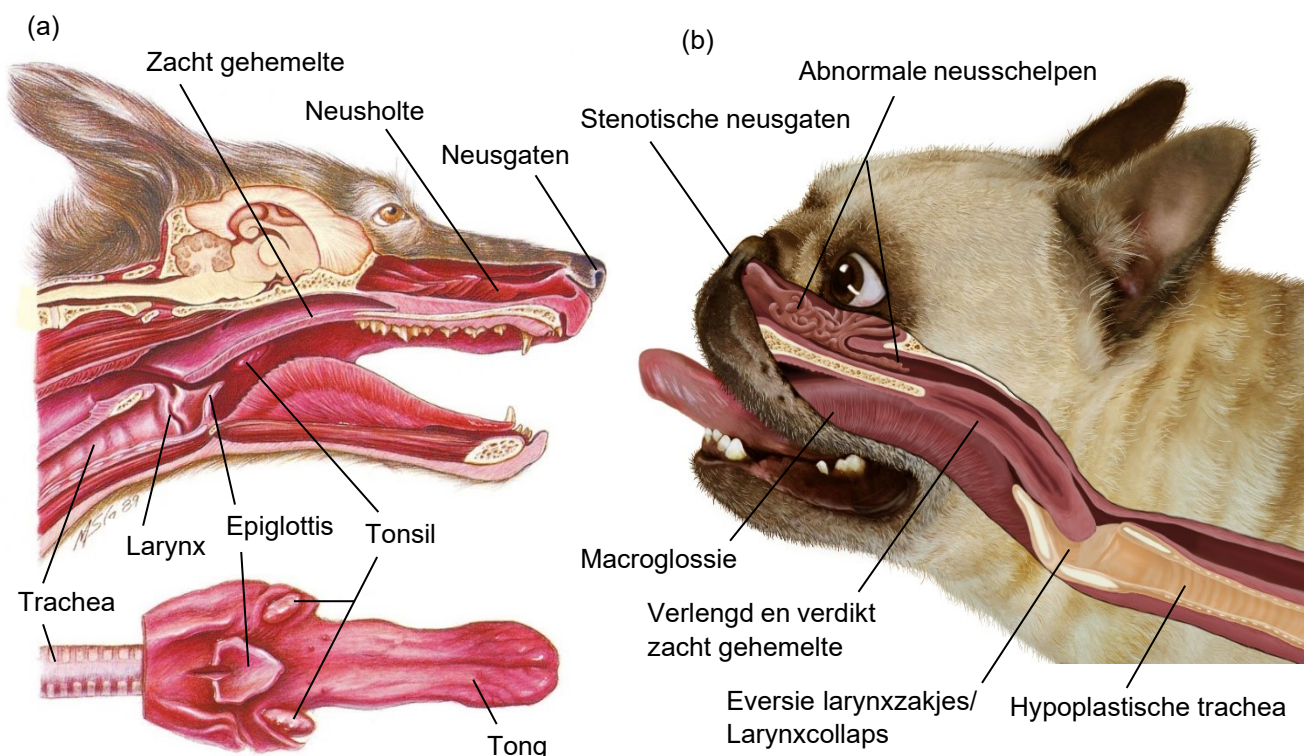
Het finale resultaat waar elk element van BOLS toe kan leiden is een vernauwing van de luchtwegen. Bijgevolg ontstaat er een verhoogde luchtweerstand die het dier moet overwinnen door tijdens de inspiratie een grotere onderdruk te creëren met behulp van zijn ademhalingspijpen (Beausoleil en Mellor, 2015). De klinische symptomen die hierbij kunnen optreden zijn dyspnee en abnormale ademhalingsgeluiden ten gevolge van een turbulente luchtstroom (Englar, 2019; Rand, 2006). Er zijn twee soorten pathologische ademhalingsgeluiden, namelijk stridor en stertor. Een stridor is een hoge toon die ontstaat door het trillen van rigide weefsels, bijvoorbeeld bij een larynxcollaps. Een stertor is een laagtonig snurkgeluid die ontstaat door het trillen van slappe weefsels of secreties, bijvoorbeeld bij een neus- of keelobstructie. Beide geluiden kunnen zowel inspiratoir als expiratoir zijn al naargelang de locatie en de ernstigheid van de obstructie (Englar, 2019; Rand, 2006; Riggs et al., 2019).



De luchtwegen worden opgedeeld in de bovenste en onderste luchtwegen. De bovenste luchtwegen bestaan uit de neus, de neusgangen, de paranasale sinussen, de buis van Eustachius, de keel (pharynx) en het strottenhoofd (larynx) (Beeler-Marfisi et al., 2020; Englar, 2019). De onderste luchtwegen bestaan uit de luchtpijp (trachea), de bronchi, de bronchioles en de longblaasjes (alveoli) (Bichot en Bienze, 2020). Met uitzondering van de hypoplastische trachea en de bronchuscollaps, situeren al de componenten van BOLS zich dus in de bovenste luchtwegen.

Vooraleer we elk van bovenstaande afwijkingen bespreken, zijn er een aantal belangrijke opmerkingen te maken. Ten eerste hoeft niet elk component van de lijst aanwezig te zijn om BOLS te diagnosticeren (Englar, 2019). Ten tweede worden de verschillende elementen van BOLS onderverdeeld in primaire en secundaire afwijkingen. Primaire afwijkingen zijn de afwijkingen die aangeboren zijn, terwijl de secundaire afwijkingen in het leven zijn verworven. De stenotische neusgaten, het verlengd zacht gehemelte en de hypoplastische trachea worden omschreven als primaire componenten en de geëverteerde larynxzakjes en tonsillen, samen met de larynxcollaps als secundair (Harvey en ter Haar, 2017; Meola, 2013). Wat betreft de overige componenten bestaat er nog geen consensus of deze in de primaire of secundaire groep thuishoren of is er verder onderzoek nodig naar hun rol in de pathofysiologie (Lodato en Hedlund, 2012).

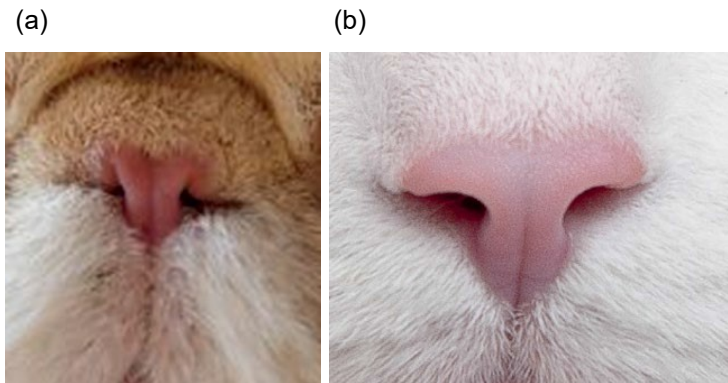
Tot slot moet in het achterhoofd gehouden worden dat alle anatomische afwijkingen in BOLS beschreven zijn bij de hond, maar daarom niet bij de kat. Om een algemeen beeld te krijgen van de verschillende componenten die een rol kunnen spelen in het brachycephaal obstructief luchtweg syndroom, wordt daarom een hond gebruikt als model in figuur 2. De kat lijkt in verhouding met de hond in mindere mate te lijden aan BOLS (Hoareau, 2019). Hoe dan ook zijn er een aantal artikels en casusrapporten te vinden die enkele afwijkingen uit de lijst ook beschrijven bij brachycephale katten. Bijgevolg zal er in dit hoofdstuk aandacht besteed worden aan de verschillen en de gelijkenissen tussen caniene en feliene brachycephalie.



**Figuur 2** Vergelijking tussen (a) een niet-brachycephale hond met normale anatomische structuren en (b) een brachycephale hond met dezelfde structuren in afwijkende vorm, geassocieerd met BOLS. (Naar: (a) Bush, 2006 en (b) Credit: Nai-Chieh Liu | Cambridge BOAS Research Group (met toestemming))

### 1.2.1 Stenotische neusgaten

Veel brachycephale rassen die lijden aan BOLS hebben stenotische of vernauwde neusgaten. Hierbij zijn de neusopeningen minimaal open tijdens expiratie en kunnen bijna volledig gesloten zijn tijdens inspiratie (zie figuur 3). Dit kan resulteren in een hoorbare stertor (Englar, 2019; Johnson, 2020; Maxwell en Norsworthy, 2010). Stenotische neusopeningen is het meest voorkomende en vaak ook het enige structurele defect bij katten met het brachycephaal obstructief luchtweg



**Figuur 3** (a) Stenotische neusgaten in een Pers. (b) Normale neusopeningen die een grotere luchtstroom doorlaten ten opzichte van (a). (Uit: Englar, 2019)

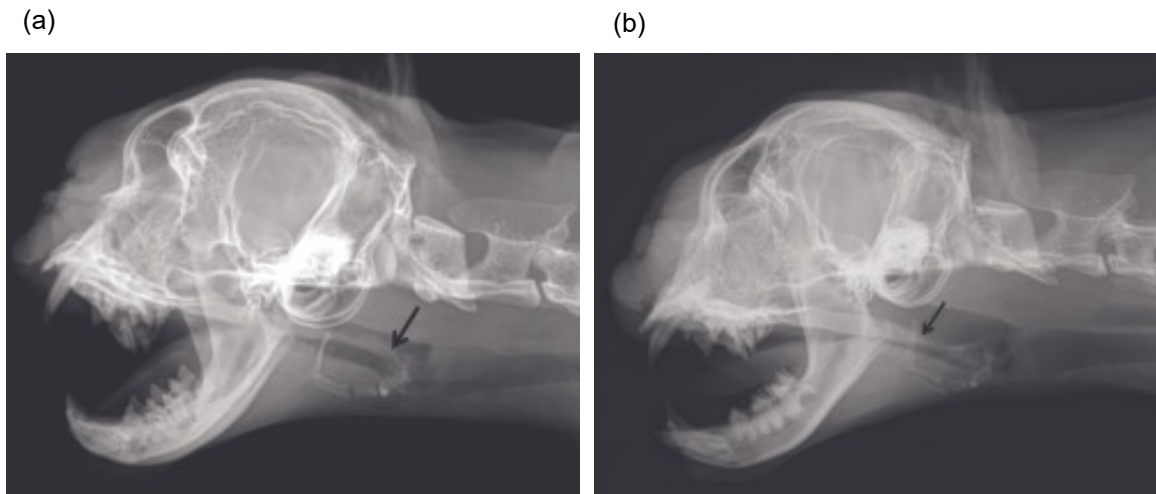
syndroom. De graad van stenose kan variëren van mild tot ernstig, waarbij in het laatste geval het neusgat zich slechts beperkt tot een gleufje. Stenotische neusgaten zorgen ervoor dat het dier meer arbeid moet leveren om lucht op te nemen tijdens inspiratie. Hierdoor is het mogelijk dat de kat tijdens een inspanning noodgedwongen door de mond moet ademen (Berns et al., 2020; Englar, 2019; Maxwell en Norsworthy, 2010).

In een recente studie van Berns et al. (2020) is er een nieuwe chirurgische techniek beschreven om katten met stenotische neusgaten te behandelen, omdat er fundamentele verschillen werden waargenomen tussen brachycephale honden en katten. Bij de hond is de stenose van de neusgaten het gevolg van een axiale uitwijking van de neusvleugels. Brachycephale katten daarentegen werden in deze studie aangeboden met een obstructie van de neusgaten ten gevolge van een ventrale huidplooi, wat bij honden nog niet beschreven zou zijn. Het is dus mogelijk dat de stenotische neusgaten bij kortsnuitige katten en honden anatomisch van elkaar verschillen.

### 1.2.2 Verlengd en verdikt zacht gehemelte

Het zacht gehemelte is een verlengstuk van het hard gehemelte en heeft als functie om tijdens een slikbeweging de nasopharynx af te sluiten zodat er geen voedsel in de neusgangen terecht komt. Normaal reikt het zacht gehemelte tot aan de tip van de epiglottis. Bij een BOLS-patiënt met een verlengd zacht gehemelte is het zacht gehemelte (relatief) te groot en strekt deze zich uit tot voorbij de tip van de epiglottis. Bijgevolg wordt de luchtweg geobstrueerd waardoor de luchtweerstand verhoogd wordt en er een stertor kan optreden, in het bijzonder tijdens de slaap (Englar, 2019; Maxwell en Norsworthy, 2010).

Een verlengd zacht gehemelte zou niet veel voorkomen bij katten. In 2012 rapporteerde Corgozinho et al. een Perzische kat die zich in de kliniek aanbood met klachten van open mond ademen, tachypnee, een snurkende ademhaling en een inspiratoire stridor ten gevolge van een verlengd zacht gehemelte. Volgens de auteurs zou dit de allereerste publicatie zijn van een verlengd zacht gehemelte bij een kat die de bovenste luchtweg obstrueert. In het boek *The Feline Patient, 4th Edition* die is uitgebracht in 2010 wordt er echter ook al gesproken over een verlengd zacht gehemelte bij een kat als onderdeel van het brachycephaal syndroom (zie figuur 4).



**Figuur 4** (a) Deze laterale röntgenopname van een brachycephale kat toont een verlengd zacht gehemelte. Merk op hoe het caudale aspect van het zacht gehemelte (zwarte pijl) verder reikt dan de epiglottis. (b) Een röntgenopname van een brachycephale kat met een normale lengte van het zacht gehemelte. (Uit: Maxwell en Norsworth, 2010)

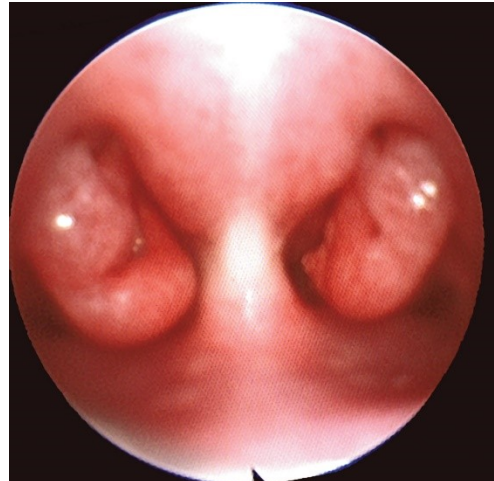
Naast een verlengd zacht gehemelte zijn er bij de hond reeds studies die zowel radiografisch, histologisch als op CT een pathologische verdikking van het zacht gehemelte aangetoond hebben. Dit zou tevens een belangrijke rol kunnen spelen in de nasopharyngeale obstructie (Dupré en Heidenreich, 2016). Grand en Bureau (2011) publiceerden een studie waaruit bleek dat het zacht gehemelte bij honden die ernstig zijn aangetast door BOLS significant dikker was in vergelijking met niet-brachycephale honden en brachycephale honden die niet of minimaal lijden aan BOLS. In een studie van Schlueter et al. (2009) over het effect van brachycephalie op het verloop van het traankanaal in katten, wordt ook een verdikt zacht gehemelte beschreven bij een brachycephale kat. Dit wekt de discussie op of een verdikking van het zacht gehemelte niet mee als component moet beschouwd worden in het brachycephaal obstructief luchtweg syndroom. De oorzaak van de verdikking ligt mogelijk bij musculaire hypertrofie van het zacht gehemelte en/of oedeem van de mucosa (Kim et al., 2019).

### 1.2.3 Abnormale neusschelpen

Voorheen werd uitgelegd dat brachycephalie het resultaat is van een onderdrukking van de postnatale groei van het aangezicht. Hierbij worden onder meer de nasale beenderen vervroegd geossificeerd, waardoor de neus sterk is ingekort. Daartegenover worden de intranasale structuren niet in dezelfde mate verkleind, omdat de remming van de groei van de neusschelpen lijkt te falen (Ginn et al., 2008; Oechtering et al., 2016a). De kennis hieromtrent is hoofdzakelijk gebaseerd op studies bij de hond. Bijgevolg kan men best voorzichtig omspringen met de extrapolatie ervan naar de kat.

In normale omstandigheden stoppen de lamellen van de neusschelpen (conchae) met groeien wanneer deze bijna in contact komen met elkaar. Uit studies blijkt echter dat in brachycephale honden de neusschelpen blijven doorgroeien. Hierdoor ontstaat er een verhoogd mucosaal contact tussen de lamellen van een neusschelp onderling (intraconchaal), tussen de lamellen van verschillende neusschelpen (interconchaal) en tussen de lamellen en de omgevende mucosale oppervlakten van de neusholte (Oechtering et al., 2016a). Hoewel het absolute volume van deze neusschelpen nog steeds klein is, zijn de neusschelpen veel te groot voor de ruimte die is voorzien in de kleine neusholte van een brachycephaal dier. Dit fenomeen wordt daarom omschreven als relatieve conchale hypertrofie (Oechtering et al., 2016a).

Merk hierbij op dat de neusgangen bij de kat al van nature uit relatief smaller zijn ten opzichte van de hond. Het gevolg is dat conchale lamellen zich een andere weg moeten banen om te kunnen groeien. De neusschelpen kunnen zowel rostraal als caudaal uitwijken. De rostraal uitstulpende neusschelpen worden afgekort met RAT (rostral aberrant turbinates) en obstrueren de ventrale en gemeenschappelijke neusgang. De caudaal uitstulpende neusschelpen, ook wel nasopharyngeale neusschelpen genoemd, worden afgekort met CAT (caudal aberrant turbinates) en obstrueren de nasopharyngeale doorgang (Harcourt-Brown, 2006; Oechtering et al., 2016a).



**Figuur 5** De nasopharynx van een brachycephale kat met uitpuilende nasopharyngeale neusschelpen aan beide zijden van het ploegschaarbeen (os vomer). (Uit: Ginn et al., 2008)

Stenotische neusgaten spelen mogelijk een rol in het falen van de groeistop van de neusschelpen. In normocephale honden zorgt de ingeademde luchtstroom namelijk voor een schuifspanning die de conchae op tijd doet stoppen met groeien. In brachycephale honden met stenotische neusgaten daarentegen wordt de binnenkomende luchtstroom reeds op jonge leeftijd gehinderd, waardoor de schuifspanning onderdrukt wordt en de conchae blijven doorgroeien (Schuenemann en Oechtering, 2014).

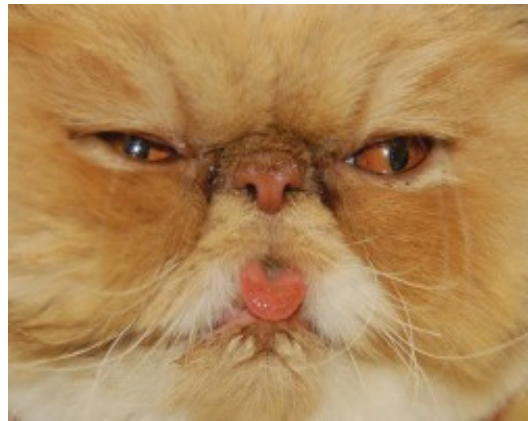
Bovendien zou het verhoogde mucosaal contact kunnen verklaard worden door deviaties in het neusseptum. Uit studies blijkt dat septale deviaties frequent optreden bij brachycephale honden. Aan de concave zijde van zo'n deviatie bevindt er zich een dode ruimte die resulteert in een turbulente luchtstroom. Om deze turbulentie te reduceren, zouden de neusschelpen hun normale gedrag als het ware aanpassen en groeien ze vervolgens in de dode ruimte. Dit wordt beschreven als compensatoire conchale hypertrofie (Oechtering et al., 2016a; Schuenemann en Oechtering, 2014). In een recente studie van Miles en Schwarz (2020) is echter aangetoond dat septale deviaties of krommingen een normale anatomische variatie kunnen zijn bij honden. Uit eerdere studies blijkt dit ook het geval te zijn bij de kat (Reetz et al., 2006). Hoewel Miles en Schwarz een positieve correlatie vonden tussen de mate van brachycephalie en de hoek van de septale deviaties, is er verder onderzoek nodig naar het aandeel van deze krommingen in het brachycephaal syndroom.

Tot slot hebben sommige auteurs vastgesteld dat de histologische structuur van de neusschelpen significant verschilt tussen brachy- en normocephale honden. Hierbij zou zowel het onderliggend bot als de bedekkende mucosa verdikt zijn en de bloedvaten vergroot, wat tevens kan bijdragen tot een obstructie van de luchtwegen. Soortgelijke bevindingen zijn ook beschreven bij brachycephale katten (Oechtering et al., 2016a; Schuenemann en Oechtering, 2014). Het uiteindelijke gevolg van de stenotische neusgaten enerzijds en hypertrofie van de neusschelpen anderzijds is een verminderde intranasale luchtstroom. Dit heeft een negatieve impact op de thermoregulatie en kan mee leiden tot inspanningsintolerantie en oververhitting (Oechtering et al., 2016a; Schuenemann et al., 2017).

Hoewel er in bovenstaande artikelen voornamelijk gefocust is op de hond, heeft Ginn et al. (2008) in zijn onderzoek naar de incidentie van nasopharyngeale neusschelpen bij brachycephale rassen eveneens katten opgenomen in de studie. Hierbij heeft men via endoscopie nasopharyngeale neusschelpen kunnen vaststellen bij 2 op de 10 katten, meer bepaald bij een Pers en een Himalayan (zie figuur 5). Dit suggereert dat brachycephale katten vergelijkbare intranasale problemen kunnen ontwikkelen.

## 1.2.4 Macroglissie

Macroglissie verwijst zowel naar een verlengde als naar een verdikte tong, al dan niet in combinatie (Packer en Tivers, 2015; Topouzelis et al., 2011). Bij brachycephale katten komt het occasioneel voor dat de tong niet in dezelfde mate ingekort is als de mandibula en de maxilla, waardoor deze uit de mond steekt. In het ergste geval kan de tong 1cm of meer uit de mond hangen, waarbij de kat niet in staat is de tong volledig terug te trekken (zie figuur 6). De tip van de tong kan hierdoor uitdrogen met mogelijk infecties of ulceraties tot gevolg (Maxwell en Norsworthy, 2010).

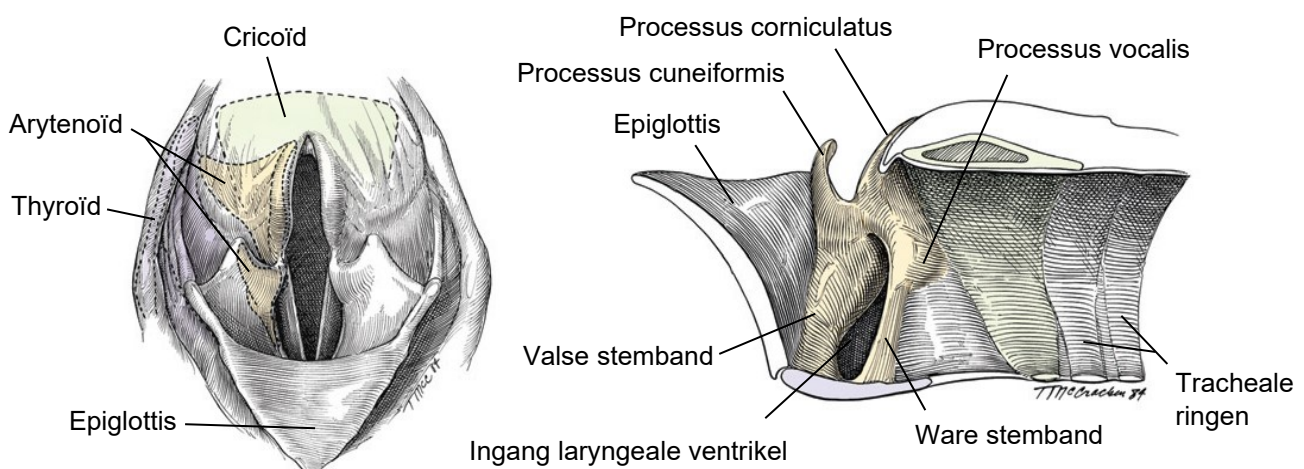


**Figuur 6** Een meer dan 1 cm uitpuilende tong bij een brachycephale kat. (Uit: Maxwell en Norsworthy, 2010)

Hoewel ook bij brachycephale honden gemakkelijk een vergrote tong kan waargenomen worden, werd hier in het verleden niet veel aandacht aan gegeven. De vergrote tong kan het zacht gehemelte naar dorsaal duwen waardoor de oro-en nasopharynx partieel of compleet wordt afgesloten. Bijgevolg kan macroglissie tevens deel uitmaken van de obstructie van de bovenste luchtwegen en zou deze volgens bepaalde auteurs aan de componentenlijst van het brachycephaal obstructief luchtweg syndroom moeten toegevoegd worden (Jones et al., 2020).

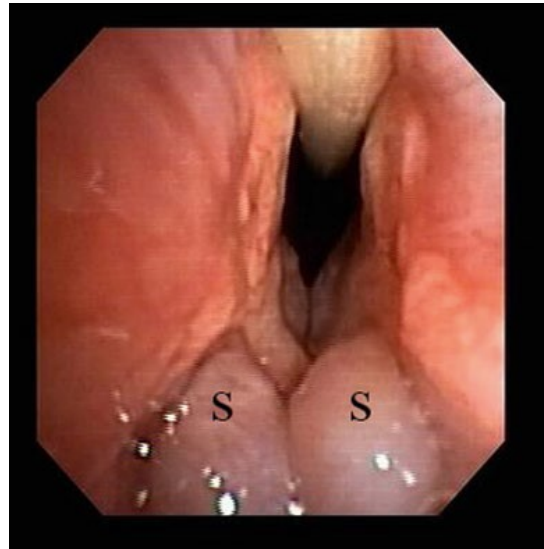
## 1.2.5 Eversie larynxzakjes

Om de eversie of uitstulping van larynxzakjes beter te kunnen begrijpen, wordt eerst de anatomie van de larynx even opgefrist. De larynx is ingebed tussen de pharynx en de eerste tracheale ring. Het is een complexe structuur die bestaat uit verschillende kraakbeenderen, spieren en ligamenten. De smalste doorgang van de larynx wordt gevormd door de gepaarde arytenoïd kraakbeenderen dorsaal en de ware stembanden ventraal. Deze opening wordt de rima glottidis genoemd. De ware stembanden hechten zich vast aan de processus vocalis van het arytenoïd kraakbeen en situeren zich caudaal en mediaal ten opzichte van de valse stembanden. De valse stembanden zijn vastgehecht aan de processus cuneiformis van het arytenoïd kraakbeen. De larynxzakjes, ook wel de laryngeale ventrikels genoemd, zijn normale mucosale divertikels die zich zouden bevinden tussen de valse en de ware stembanden (zie figuur 7) (Bedford, 1983; Englar, 2019; Kirby, 2013; Lodato en Hedlund, 2012).



**Figuur 7** Anatomie van de larynx bij de hond met links een transoraal beeld en rechts een mediaal zicht op de rechterzijde van de larynx. (Naar: Johnston en Tobias, 2019)

Bij gezonde dieren zijn de larynxzakjes nauwelijks zichtbaar. Bij honden met het brachycefaal syndroom kunnen de larynxzakjes zich wel duidelijk tonen wanneer deze everteren. De eversie van de larynxzakjes is het secundaire gevolg van een chronisch toegenomen negatieve druk om voldoende lucht te kunnen opnemen. Deze verhoogde onderdruk wordt bij BOLS-patiënten gecreëerd door eerder besproken primaire componenten die de luchtweg obstrueren en bijgevolg de luchtweerstand verhogen. Op een keelinspectie kan men de larynxzakjes identificeren als wit-rozige en glanzende bolvormige structuren (zie figuur 8). De geëverteerde laryngeale ventrikels vibreren tijdens de ademhaling en zorgen mee voor een stertor (Englar, 2019; Kirby, 2013).



**Figuur 8** De larynxzakjes (S) zijn duidelijk onderaan de foto in beeld gebracht. (Uit: Johnson, 2020)

In het algemeen zijn aandoeningen van de larynx zeldzaam bij de kat. Wat de eversie van larynxzakjes betreft, gaan verscheidene rapporten met elkaar in conflict. Volgens Kirby (2013) zouden geëverteerde larynxzakjes nog nooit beschreven zijn bij de kat. Er zijn zelfs rapporten die beweren dat laryngeale ventrikels niet bestaan bij katachtigen (Kirby, 2013). Nochtans werd er in een studie van Stadler en O'Brien (2013), waarin werd onderzocht of een specifieke CT-techniek als tool kan dienen om bovenste luchtwegobstructies te diagnosticeren bij niet-gesedeerde katten, 2 katten waargenomen met geëverteerde laryngeale zakjes. Beide katten waren niet brachycephaal. De auteurs suggereren dat de eversie werd veroorzaakt door een ernstige inflammatie en zwelling ter hoogte van de ventrale larynx. In deze studie werd wel gerefereerd naar een artikel uit 1985 die een eversie van larynxzakjes zou beschreven hebben bij katten ten gevolge van het brachycephaal syndroom. Daarenboven werd er in de studie van Ginn et al. (2008) bij één op de tien brachycephale katten een eversie van de larynxzakjes geregistreerd. Desondanks is er binnen het bereik van de beschikbare literatuur geen fotomateriaal teruggevonden van geëverteerde larynxzakjes bij de kat. Dit maakt het moeilijk te beoordelen of geëverteerde larynxzakjes al dan niet beschreven zijn en of het als onderdeel kan beschouwd worden van BOLS bij katten. De literatuurstudie geeft in elk geval de indruk dat als het zou voorkomen, het zeer zeldzaam is.

### 1.2.6 Eversie tonsillen

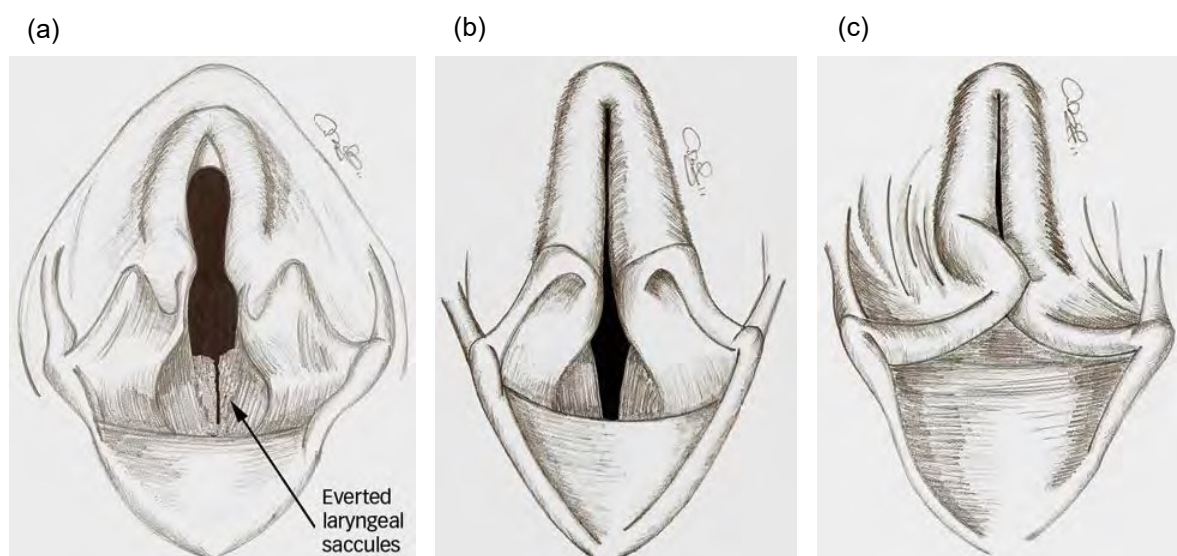
Een eversie van de keelamandelen (tonsilla palatina) is wederom een secundair gevolg van de chronische onderdruk bij honden met het brachycephaal obstructief luchtweg syndroom. De rol hiervan in de pathofysiologie van BOLS is echter nog onduidelijk (Harvey en ter Haar, 2017; Jones et al., 2020). Soms zijn deze tonsillen in BOLS-patiënten eveneens vergroot. Een potentiële verklaring hiervoor is dat de tonsillaire crypten, waar de tonsillen zich in bevinden, kleiner zijn bij brachycephale honden (Lodato en Mauterer, 2014; Ruiz-Drebing et al., 2019). Bij katten zou de betrokkenheid van tonsillen in ademhalingsproblemen zeldzaam zijn (Maxwell en Norsworthy, 2010). Binnen de literatuur die voorhanden is, is een eversie van de tonsillen in relatie tot het brachycephaal syndroom nog niet beschreven bij katten.

### 1.2.7 Larynx- en bronchuscollaps

De larynxcollaps wordt gekenmerkt door een mediale verplaatsing van de arytenoïd kraakbeenderen. Het wordt meestal geassocieerd met BOLS, maar het kan tevens geassocieerd worden met bijvoorbeeld een larynxparalyse. Eerder besproken componenten van het brachycephaal syndroom die de bovenste luchtweg obstrueren liggen aan de basis van de larynxcollaps. Deze leiden namelijk tot een chronisch verhoogde luchtweerstand, waardoor de negatieve druk in het lumen van de glottis toeneemt en de arytenoïd kraakbeenderen op termijn collabereren. Het zou nog onduidelijk zijn of de collaps wordt veroorzaakt door een chronische verzwakking van de abductorspieren van de larynx of door een chronische verzwakking van de larynxkraakbeenderen waarbij deze hun stijfheid verliezen. Dit laatste noemt men chondromalacie (Johnson, 2020; MacPhail, 2020). De larynxcollaps kan opgedeeld worden in 3 graderingen. De eversie van de larynxzakjes wordt beschreven als een graad 1 larynxcollaps. Ernstigere vormen zijn de graad 2, waarbij de processus cuneiformis van beide arytenoïd kraakbeenderen zich naar mediaal verplaatsen, en graad 3, die gekenmerkt wordt door beide processi corniculati die naar mediaal collabereren (zie figuur 9) (MacPhail, 2020; Miller en Gannon, 2015).

Binnen het bereik van de beschikbare literatuur is er nog nooit een larynxcollaps beschreven bij katten in relatie met BOLS. De anatomie van de larynx is immers verschillend tussen honden en katten. Bij de kat is zowel de processus cuneiformis als de processus corniculatus afwezig of vallen deze in elk geval nauwelijks op ten opzichte van de hond. Bovendien hebben katten geen echte aryepiglottische plooien. Dit zijn plooien die de randen van de epiglottis verbinden met de processus cuneiformis van elk arytenoïd kraakbeen. In plaats daarvan maken beide zijden van de epiglottis rechtstreeks contact met het cricoïd kraakbeen (Bedford, 1983; Kirby, 2013; MacPhail, 2020).

Nog een element die deel uitmaakt van het brachycephaal obstructief luchtweg syndroom bij honden zijn bronchiale veranderingen zoals een bronchuscollaps. Dit wordt voornamelijk waargenomen in mopshonden. Uit studies blijkt dat een bronchuscollaps sterk geassocieerd is met de ernstigheid van de larynxcollaps. Bovendien lijken de linker bronchi vaker te collabereren dan de rechter bronchi, waarbij de craniale linker bronchus het meest frequent is aangetast. De exacte etiologie van het collabereren van bronchi in brachycephale honden en hun belang in de pathofysiologie van BOLS dient nog verder onderzocht te worden (Dupré en Heidenreich, 2016; Jones et al., 2020). In deze literatuurstudie werden er geen artikels gevonden die een bronchuscollaps beschrijven bij katten die lijden aan het brachycephaal syndroom.



**Figuur 9** De verschillende graderingen van de larynxcollaps. (a) Graad I: Zichtbare geëverteerde larynxzakjes. (b) Graad II: Mediale collaps van de processus cuneiformis van elk arytenoïd kraakbeen. (c) Graad III: Mediale collaps van de twee processi corniculati (met overlap). (Uit: Miller en Gannon, 2015)

### 1.2.8 Hypoplastische trachea

Tot slot wordt vaak een tracheahypoplasie of onderontwikkelde trachea waargenomen in brachycephale honden en bij (Engelse) Bulldogs in het bijzonder. Dit is een congenitale aandoening waarbij de diameter van de trachea verkleind is ten opzichte van de diameter van de thoraxingang. Deze aandoening draagt opnieuw bij tot een verhoogde luchtweerstand (Ginn et al., 2008; Harvey en ter Haar, 2017; Packer en Tivers, 2015). Bij sommige puppy's kan de diameter van de trachea zich tijdens de groei nog normaliseren. Voorlopig lijkt er nog geen consensus te zijn of men de hypoplastische trachea moet beschouwen als component van het brachycephaal syndroom of als een afzonderlijke aandoening (Englar, 2019; Hoareau, 2019). Tracheahypoplasie mag niet verward worden met een tracheacollaps. Een tracheacollaps wordt gekenmerkt door een dorsoventrale afplatting van de trachea waarbij het lumen meer vernauwt tijdens inspiratie en meer opent tijdens expiratie (Beal, 2013). Een tracheahypoplasie kent dit dynamisch karakter niet en beschrijft een trachea die over zijn gehele lengte vernauwd is (Clarke et al., 2011; Kaye et al., 2015).

Een hypoplastische trachea wordt zelden waargenomen bij katten en wanneer het eens wordt beschreven is dit, tot zover dit werd onderzocht in deze literatuurstudie, niet in relatie met het brachycephaal syndroom. In een studie van Hammond et al. (2011) werd de diameter van de trachea vergeleken tussen 68 mesocephale Domestic Shorthairs en 40 brachycephale Perzische katten. Hierbij werden geen significante verschillen opgemerkt. Desondanks heeft men in desbetreffende studie kunnen aantonen dat de thoraxingang van de Pers significant kleiner is in vergelijking met de Domestic Shorthair. Dit kan waarschijnlijk verklaard worden doordat de thoraxingang bij Perzische katten meer dorsoventraal afgeplat is. Vermoedelijk is deze bevinding niet van klinisch belang.

### 1.2.9 Vicious circle van BOLS

Meermaals werd besproken hoe primaire bovenste luchtwegobstructies, zoals bijvoorbeeld stenotische neusgaten, leiden tot een verhoogde luchtweerstand waardoor de patiënt zich meer moet inspannen om voldoende lucht aan te zuigen. De verhoogde chronische onderdruk die hierbij ontstaat, heeft op zijn beurt secundaire gevolgen zoals een eversie van de larynxzakjes, het verdikken en/of verder verlengen van het zacht gehemelte enzovoort. De luchtwegen geraken hierdoor nog meer geobstrueerd. Bovendien leidt het chronisch versterkt inademen tot een ontsteking van de luchtwegen en bijgevolg oedeem, wat opnieuw de luchtweg verder doet vernauwen en de patiënt dwingt nog meer moeite te doen bij het respireren. Naarmate de snelheid van de luchtstroom toeneemt in een poging om voldoende lucht in te ademen, zullen de weefsels en bijhorende secreties steeds erger trillen en wordt de obstructie alsmaar erger. De stridor en/of stertor die aanwezig was, klinkt steeds luider (Davis et al., 2017; Englar, 2019; Johnson, 2020). Elke stimulus die op zichzelf al de ademhaling doet verhogen, zoals een lichamelijke inspanning, stress of hogere temperaturen, doet het effect van de vernauwde luchtwegen alleen maar vergroten (Beausoleil en Mellor, 2015).

Daarnaast doen sommige studies vermoeden dat er ook pathologische veranderingen optreden in de longen. Dit houdt in dat onder meer de alveolen en de pulmonaire capillairen worden beschadigd en dat de elastische weefsels in de long fibroseren. Dit leidt tot een minder efficiënte gasuitwisseling en een verminderde rekbaarheid van de longen (Beausoleil en Mellor, 2015).

Omdat de patiënt zich zodanig moet inzetten bij het ademen, heeft men bij brachycephale honden kunnen aantonen dat deze vaak inspanningsintolerant zijn. Bij erg aangetaste dieren kan zelfs een milde vorm van lichaamsbeweging leiden tot flauwvallen (syncopes) en blauwzucht (cyanose) (Beausoleil en Mellor, 2015).



Daarenboven is er evidentie dat sterk aangetaste honden zelfs in rust chronisch lijden aan een bepaalde mate van hypoxie en hypercapnie, waarschijnlijk omdat de ademhalingsspieren chronisch vermoeid raken en het dier niet in staat is om de extreme luchtweerstand te overwinnen (Beausoleil en Mellor, 2015).

### 1.2.10 Overzicht van beschreven BOLS-componenten bij kat en hond

Gebaseerd op de huidige beschikbare literatuur, werd alvast duidelijk dat niet elk component van het brachycephaal obstructief luchtweg syndroom die beschreven is bij de hond ook beschreven is bij de kat. Om deze verschillen tussen caniene en feliene brachycephalie op een overzichtelijke manier weer te geven, worden alle beschreven componenten van BOLS bij de kat en de hond nog eens opgelijst in tabel 1.

**Tabel 1** Vergelijking tussen de beschreven componenten van BOLS bij de kat en de hond.

	<b>Kat</b>	<b>Hond</b>
Stenotische neusgaten*	X	X
Verlengd en verdikt zacht gehemelte	X	X
Abnormale neusschelpen	X	X
Macroglossie	X	X
Eversie larynxzakjes**	X	X
Eversie tonsillen		X
Larynxcollaps		X
Bronchuscollaps		X
Hypoplastische trachea		X

\*Merk op dat de stenose bij de kat mogelijk wordt veroorzaakt door een ventrale huidplooi, eerder dan een indeuking van de neusvleugel zoals bij de hond het geval is. Bovendien zijn de stenotische neusgaten het meest voorkomende component, terwijl de andere beschreven componenten mogelijk zeldzaam zijn bij de kat.

\*\*Hou in het achterhoofd dat bij de kat verschillende papers met elkaar in conflict gaan en er dus onduidelijkheid bestaat hieromtrent. Er werd slechts 1 artikel uit 2008 teruggevonden waar geëverteerde larynxzakjes zijn waargenomen bij een brachycephale kat.

## 1.3 Secundaire aandoeningen

Tot nu toe werd er alleen gefocust op ademhalingsstoornissen in kortsnuitige katten en honden. Er zijn echter nog veel andere aandoeningen die gerelateerd zijn aan de korte schedel en waar dus brachycephale rassen voor gepredisponerd zijn. De meest voorkomende afwijkingen kunnen onderverdeeld worden in 5 groepen, namelijk reproductiestoornissen tezamen met oog-, tand-, huid- en neurologische aandoeningen (O'Neill et al., 2019). Bij de hond worden er daarenboven multipale gastro-intestinale aandoeningen geassocieerd met brachycephalie, zoals een gastro-oesophageale reflux, oesophagitis, oesophageale deviatie, hiatale hernia en pylorusstenose. Klinische symptomen die hierbij kunnen optreden zijn dysfagie (moeilijk slikken), kokhalzen, regurgiteren, braken en ptyalisme (overmatige speekselproductie) (Harvey en ter Haar, 2017; Kaye et al., 2018).

De exacte pathogenese in het ontstaan van deze gastro-intestinale aandoeningen is nog niet geheel duidelijk, maar vermoedelijk speelt wederom de verhoogde chronische onderdruk in onder meer de thorax een belangrijke rol. Bovendien is de pathogenese mogelijk rasafhankelijk (Harvey en ter Haar, 2017; Kaye et al., 2018; Poncet et al., 2005). Tot zover onderzocht werd, lijken maag-darmklachten ten gevolge van bovenste luchtwegobstructies in kortsnuitige katten nagenoeg niet beschreven te zijn. Er sprong slechts 1 studie in het oog die 31 gevallen van hiatale hernia's bij de kat geregistreerd heeft tussen 1995 en 2018 (Phillips et al., 2019). Een hiatale hernia is een uitpuiling van abdominale organen in de thoraxholte doorheen de hiatus oesophageus, meestal de cardia en fundus van de maag. 9 van de 31 katten bleek op basis van het klinisch onderzoek een aandoening of obstructie van de bovenste of onderste luchtweg te hebben, waarvan er slechts 3 brachycephaal waren (2 Perzen en 1 Himalayan) (Phillips et al., 2019). Dit doet uitschijnen dat gastro-intestinale stoornissen, hiatale hernia's evenzeer, in relatie tot de kortsnuitige conformatie uiterst zeldzaam zijn bij de kat.

In tabel 2 wordt er beknopt een overzicht gegeven van een aantal afwijkingen, gelinkt aan brachycephalie, die wel worden waargenomen bij katten en in welke (kortsnuitige) rassen deze worden beschreven.

**Tabel 2** Lijst van enkele aandoeningen die een hogere prevalentie kennen in brachycephale kattenrassen als gevolg van hun korte schedel.

	<b>Afwijking</b>	<b>Beschrijving</b>	<b>Referenties</b>
O O G	Epiphora	Tranende ogen vanwege een verkleind en vervormd nasolacrimaal kanaal die resulteert in een niet efficiënte afvoer van het traanvocht.  Ras: Pers, Exotische korthaar, Himalayan	(Englar, 2019; Gough et al., 2018; Schlueter et al., 2009)
	Entropion	Één of beide oogleden draaien naar binnen waardoor het hoornvlies (cornea) in aanraking komt met de huid en bijgevolg irriteert. Bij de kat krult gewoonlijk het onderste ooglid naar binnen. Klinisch kan dit leiden tot blepharospasme, chronische oogvloeï en ulceraties van de cornea. Een verklaring voor deze predispositie in kortsnuitige rassen is een verhoogde spanning op het mediaal palpebraal ligament enerzijds en overmatige huidplooïen anderzijds.  Ras: Pers, Exotische Korthaar, Himalayan, Burmees	(Anagrius et al., 2021; Englar, 2019; Gough et al., 2018; McDonald en Knollinger, 2019; Williams en Kim, 2009)
	Sequester	Een gedegeneerde tot necrotische plaque van weefsel aan het oppervlak van de cornea, die meestal zwart gekleurd en opaak is. De pathogenese is nog niet gekend, maar de verhoogde gevoeligheid in brachycephale rassen is mogelijk het gevolg van de uitpuilende ogen die met meer omgevingsfactoren in aanraking komen waardoor de gevoeligheid voor cornea-ulcers en (chronische) keratitis toeneemt. Keratitis leidt op zijn beurt tot de vorming van een sequester. Daarnaast zijn er nog andere predisponerende factoren voor het ontstaan van sequestra, bijvoorbeeld een entropion.  Ras: Pers, Exotische Korthaar, Himalayan, Burmees	(Englar, 2019; Graham et al., 2017; Maxwell en Norsworthy, 2010; Multari et al., 2021)

T A N D	Malocclusie	Een verkeerde uitlijning van de tanden waardoor deze niet op de juiste manier elkaar raken wanneer de kaak gesloten is. Ten gevolge van de brachycephale schedel staan de tanden vaak te dicht opeen en roteren ze naar dorsaal. De hoektanden zijn hierbij het vaakst aangetast. Tandproblemen als deze kunnen ervoor zorgen dat de kat zijn voedsel moeilijker kan vasthouden en maken de kat gevoeliger voor het ontwikkelen van parodontitis op jonge leeftijd.  Ras: Pers, Exotische Korthaar, Himalayan	(Hale, 2013; Maxwell en Norsworthy, 2010; Mestrinho et al., 2018; O'Neill et al., 2019; Verhaert en van Wetter, 2004)
H U I D	Idiopathische faciale dermatitis	Een syndroom van aandoeningen waarbij de kat (jeukende) huidletsels ontwikkelt die vergelijkbaar zijn met atopische dermatitis, in combinatie met otitis externa en een progressieve dermatitis ter hoogte van het aangezicht. Er stapelt zich zwart vetig weefsel (debris) op rond de ogen, de mond en de kin. Epiphora, indien aanwezig, houdt het gezicht vochtig. Gezichtsplooiën kunnen exsudatief en erythemateus worden. Secundaire bacteriële en Malassezia infecties zijn frequent aanwezig.  Ras: Pers, Himalayan	(Chung et al., 2009; Maxwell en Norsworthy, 2010)
N E U R O	Hydrocephalus	Een multifactoriële aandoening waarbij de korte schedel in Perzische katten kan zorgen voor een minder efficiënte afvoer van het cerebrospinaal vocht in de hersenen en dit vocht zich bijgevolg opstapelt. Het resultaat is dat het dier een vergroot (water)hoofd en klinische symptomen kan ontwikkelen zoals een abnormaal bewustzijn, ataxie en blindheid. Uit studies blijken de neurologische klachten in (sterk) brachycephale katten echter vaak mild of afwezig te zijn.  Ras: Pers	(Schmidt et al., 2017a; Thomas, 2010)
R E P R O D U C T I E	Dystocie	Een bemoeijikte verlossing (partus) die kan leiden tot doodgeboortes of een vroege neonatale sterfte van kittens. Studies tonen aan dat brachycephale kattenrassen, waaronder de Pers en de Exotische Korthaar, een kleinere bekkengang en -uitgang hebben en een bredere kortere schedel ten opzichte van mesocephale rassen. Hierdoor is er minder ruimte voor de foetus om te passeren doorheen het geboortekanaal. Zowel het smalle bekken als de vorm van de schedel kunnen een rol spelen in het ontstaan van dystocie. Daarnaast hebben onder meer de Pers en de Exotische korthaar gemiddeld kleinere nestgroottes, wat eveneens tot problemen kan leiden bij de geboorte door bv. beperkte en zwakke baarmoedercontracties of te grote kittens. Bij de Britse Korthaar is de predispositie voor dystocie wellicht niet alleen te verklaren door de conformatie van de schedel, maar eveneens omwille van de hogere prevalentie van obesitas en kleine nestgroottes in het ras.  Ras: Pers, Exotische korthaar, Britse Korthaar	(Gunn-Moore en Thrusfield, 1995; Holst et al., 2017; Monteiro et al., 2013; Noakes et al., 2019; Sparkes et al., 2006)

## 1.4 Conformationele risicofactoren van BOLS

Brachycephale dieren zijn in sterke mate gepredisponeerd voor het brachycephaal obstructief luchtweg syndroom (Gough et al., 2018; Njikam Nsangou et al., 2009; Packer et al., 2015). Desalniettemin zijn er in elk brachycephaal ras individuen die schijnbaar geen ademhalingsproblemen of andere ongemakken ondervinden ondanks hun kortsnuitige conformatie en de aanwezigheid van bepaalde BOLS-componenten (Liu et al., 2017; Packer et al., 2015; Pegram et al., 2020).

Dit geldt zowel voor milde als extreme gevallen. Anderzijds blijkt uit studies dat in bepaalde hondenrassen die klassiek worden omschreven als mesocephaal, zoals de Chow Chow en de Pomeriaan, men ook (sporadisch) het brachycephaal syndroom vaststelt. Dit roept verschillende vragen op. Wat zijn de voornaamste risicofactoren voor het ontwikkelen van BOLS? Worden mesocephale dieren die lijden aan BOLS gekenmerkt door een kortere snuit ten opzichte van hun rasstandaard? Op basis van welke criteria beoordeelt men of een (kortsnuitig) dier al dan niet is aangetast door het brachycephaal syndroom? De laatste jaren is er, voornamelijk bij de hond, veel onderzoek gebeurd om op deze vragen een antwoord te kunnen bieden. Dit wordt in dit subhoofdstuk beknopt toegelicht (Liu et al., 2017; Packer et al., 2015; Pegram et al., 2020).

BOLS kan zich op verschillende manieren uiten, zoals een hoorbare stertor of stridor, dyspnee, inspanningsintolerantie, slaapstoornissen enzovoort. Een gestandaardiseerde diagnostische maatstaf lijkt echter niet te bestaan, waardoor experts subjectief moeten inschatten of het dier significant aangetast is door BOLS en of er moet worden ingegrepen. In een aantal artikels bij de hond wordt BOLS functioneel opgedeeld van asymptomatisch tot ernstig, maar maakt men tegelijk een tweedeling tussen dieren die 'aangetast' en 'niet aangetast' zijn door BOLS. Brachycephale dieren die geen of milde pathologische ademhalingsgeluiden produceren en geen tekenen van inspanningsintolerantie vertonen worden beschouwd als 'niet aangetast' door BOLS. Hierbij ziet men milde ademhalingsgeluiden als geluiden die alleen hoorbaar zijn met een stethoscoop. Honden die in rust (zonder stethoscoop) hoorbare snurkgeluiden maken en/of na een inspanningstest moeizaam ademen, worden beschouwd als 'aangetast' door BOLS (Ladlow et al., 2018; Liu et al., 2017, 2015). Bij de kat zijn er geen soortgelijke (subjectieve) criteria gevonden om BOLS te diagnosticeren.

Om vervolgens aandoeningen als het brachycephaal syndroom te kunnen associëren met een specifieke conformatie, zijn er objectieve morfometrische gegevens nodig die brachycephale rassen typeren (Packer et al., 2015; Schlueter et al., 2009). Bij de hond bestaan er verschillende meetmethoden om brachycephalie morfologisch te definiëren en zo te onderscheiden van meso- en dolichocephale rassen (Boonsri et al., 2019; Meola, 2013; Packer et al., 2015). Bij de kat daarentegen werden er weinig artikels teruggevonden die dergelijke metingen aanwenden. In een studie van Boonsri et al. (2019), waarin 85 kattenschedels werden geanalyseerd, heeft men de opdeling in deze 3 typische schedelvormen gemaakt aan de hand van de craniale index. De craniale index, in dit artikel ook omschreven als de cephalische index, wordt berekend met de formule: 
$$\frac{\text{Breedte neurocranium} \times 100}{\text{Craniale lengte}}$$
 (zie figuur 10).

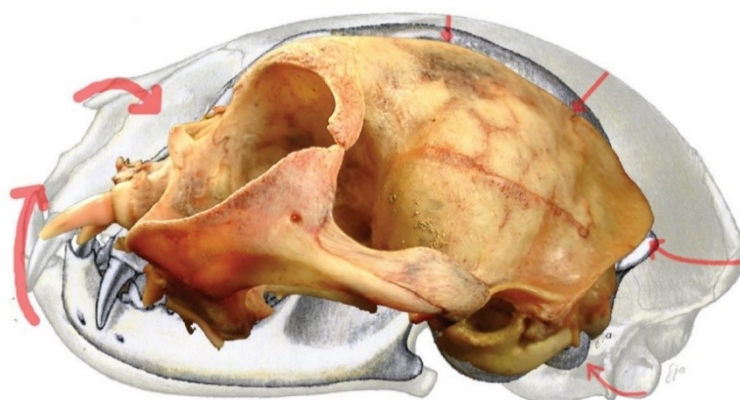
Het neurocranium is het deel van de schedel die de hersenen omvat (Uddin et al., 2013). De craniale index varieerde van 50,34 tot 61,34 in mesocephale schedels en van 43,17 tot 49,96 in dolichocephale schedels. Brachycephale schedels werden in deze studie echter niet geïdentificeerd. Binnen de beschikbare literatuur werden enkele andere artikels gevonden die de craniale index bepaald hebben bij Perzische katten. Helaas kan men de resultaten hiervan niet vergelijken met de studie van Boonsri et al., omdat de craniale lengte op een andere manier gemeten werd (Huizing et al., 2017; Louei Monfared, 2013; Schmidt et al., 2017b). Het geeft in ieder geval de indruk dat er geen gecertificeerde werkwijze bestaat om kattenschedels op te delen in brachy-, meso- en dolichocephaal.



**Figuur 10** De craniale index met A de craniale lengte en B de breedte van het neurocranium. (Uit: Boonsri et al., 2019)

Hoewel er bij de hond meerdere meetmethoden zijn beschreven om deze opdeling te maken, lijkt er ook daar nog geen consensus over welke metingen standaard zijn (Meola, 2013). Daarom is het voor bepaalde (honden)rassen nog onduidelijk in welke categorie deze thuishoren. Bovendien hebben sommige auteurs de voorkeur voor een continue spectrum aan schedelvormen op basis van de cephalische index, gaande van extreem brachycephaal tot extreem dolichocephaal, in plaats van schedels strikt onder te verdelen in 3 groepen (Andreis et al., 2018; Packer et al., 2015). Brachycephale schedels van diverse rassen verschillen immers ook onderling van elkaar. Zelfs binnenin een ras kan men fenotypische variaties opmerken in het schedelprofiel. Een (extreem) voorbeeld van een brachycephale schedelvariëteit vindt men bijvoorbeeld terug bij de Perzische kat (Künzel et al., 2003; Liu et al., 2017). De Pers kan namelijk opgesplitst worden in de 'peke-face' pers en de 'doll-face' pers. De doll-face wordt gekenmerkt door een langere neus ten opzichte van de peke-face pers en zou meer lijken op het originele type uit de 19<sup>e</sup> eeuw. Dit type pers werd voor lange tijd door Duitse fokkers geprefereerd. Desondanks is de neus van de doll-face pers nog steeds korter dan bijvoorbeeld deze van een mesocephale Domestic Shorthair (Schmidt et al., 2017b).

Omwille van de fenotypische variatie in brachycephalie, heeft Schlueter et al. (2009) in een studie brachycephale kattenschedels onderverdeeld in 4 groepen: graad I (mild), graad II (matig), graad III (diep) en graad IV (ernstig). Deze onderverdeling werd gemaakt op basis van: de rotatie van het viscerocranium, de bovenste hoektanden en de onderkaak; de ontwikkeling van de aangezichtsbeenderen; en de vorm van het neurocranium. Het viscerocranium bevindt zich rostraal van het neurocranium en draagt de beenderen van het aangezicht (Gioso en Carvalho, 2005). Naarmate de graad van brachycephalie toeneemt, roteert zowel het viscerocranium als de onderkaak samen met de bovenste hoektanden alsmaar verder naar dorsaal, wordt de knik tussen het neus- en voorhoofdsbeen meer uitgesproken en zijn de gezichtsbeenderen steeds minder ontwikkeld (zie figuur 11). Een interessante bevinding was dat vanaf graad II epiphora werd waargenomen. Bovendien komt de tip van de neus hoger te liggen dan de onderste oogleden in graad III en IV. Een nadeel van deze studie is dat de verschillende graderingen niet ondersteund werden met behulp van morfometrie, wat de onderverdeling in brachycephale schedels zuiver subjectief maakt. Een gestandaardiseerd objectief classificatiesysteem is nuttig om verschillende schedelvormen nauwkeurig te definiëren, te rangschikken en vervolgens statistisch te kunnen associëren met BOLS en andere afwijkingen zoals epiphora (Schlueter et al., 2009).

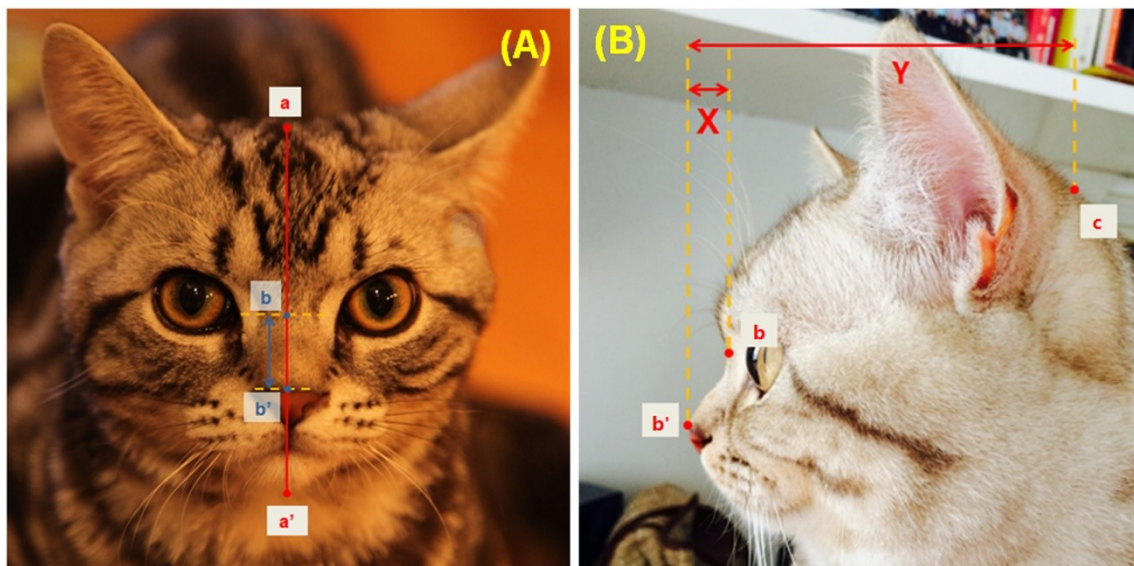


**Figuur 11** Op de achtergrond wordt een schedel van een Domestic Shorthair (mesocephaal) weergegeven met daarbovenop een graad I brachycephale schedel. Vervolgens is een schedel met ernstige brachycephalie (graad IV) hierop gesuperponeerd. Merk daarbij op hoe de beenderen van het aangezicht sterk verkort zijn en hoe het viscerocranium samen met de bovenste hoektanden naar dorsaal roteren (zo ook de onderkaak). (Uit: Schlueter et al., 2009)

Eerder vermelde meetmethoden als de craniale index kan men toepassen door middel van postmortale technieken, radiografie of computertomografie. Dit is echter kostelijk, omslachtig en/of vereist sedatie/anesthesie om uit te voeren en is daarom minder gebruiksvriendelijk (Meola, 2013; Schlueter et al., 2009). Daarom heeft Farnworth et al. (2016) een niet-invasieve manier ontwikkeld om de variatie in kortsnuitigheid en gerelateerde gezondheidsproblemen bij de kat in kaart te brengen. 239 katteneigenaars van verschillende rassen namen deel aan deze studie. Zij kregen de opdracht om een aantal foto's te nemen van hun huisdier en een vragenlijst in te vullen waarin onder meer werd gevraagd een ademhalingscore te geven. Deze score was gebaseerd op de sterkte van ademhalingsgeluiden tijdens de slaap en de frequentie van een bemoeilijkte ademhaling (in relatie met activiteit). Hoe luider de ademgeluiden en hoe vaker de eigenaars een bemoeilijkte ademhaling opmerkten, hoe hoger de score. De onderzoekers voerde 2 metingen uit op de ingestuurde foto's, met name de neuspositie ratio (NP%) en de neuslengte ratio (M%). De ratio's werden berekend met volgende formules:

- $NP\% = \frac{\text{Lengte oog-neus } (b-b') \times 100}{\text{Lengte voorhoofd } (a-a')}$  (zie figuur 12a)
- $M\% = \frac{\text{Lengte neus } (b'-b) \times 100}{\text{Craniale lengte } (b'-c)}$  (zie figuur 12b)

Deze methode laat toe om op grote schaal gegevens te verzamelen die al dan niet associaties kunnen aantonen tussen een kortsnuitige conformatie en gezondheidsproblemen. Hoewel de studie onderhevig is aan een subjectieve beoordeling van zowel de eigenaars als de onderzoekers, kon men een aantal interessante zaken vaststellen. Zo was de reductie van NP% en M% significant gecorreleerd met ademhalingsstoornissen (NP% > M%).



**Figuur 12 (a)** Berekening van de neuspositie ratio (NP%). De oog-neus lengte (b-b') werd berekend als de rechte lijn tussen het middelpunt van de mediale canthus en de dorsale tip van de neus. Indien de dorsale tip van de neus zich op dezelfde lijn bevond als het middelpunt van de mediale canthus, kreeg de afstand de waarde 0. Indien de tip van de neus boven deze lijn uitkwam, werd een negatieve waarde toegekend. De lengte van het voorhoofd (a-a') werd gedefinieerd als de maximale afstand van de faciale lengte. **(b)** Berekening van de neuslengte ratio (M%). De lengte van de neus werd gedefinieerd als horizontale afstand tussen de dorsale tip van de neus en de nasale stop (b-b'). De craniale lengte werd berekend als de horizontale afstand tussen de dorsale tip van de neus en de achterhoofdsknobbel (b'-c). Alle metingen worden uitgedrukt in millimeter (mm). (Uit: Farnworth et al., 2016)

Bovendien kon men een significante associatie aantonen tussen hogere ademhalingscores enerzijds en een verhoogd voorkomen van epiphora en een lagere activiteitsgraad anderzijds. Tot slot bleken de Pers en de Exotische korthaar het sterkst aangetast te zijn door ademhalingsproblemen (Farnworth et al., 2016).

Studies als deze kunnen helpen om een ‘aanvaardbare’ grens te bepalen voor de lengte van de snuit. Desondanks zijn dieren, van verscheidene rassen, met extreem korte snuiten niet altijd aangetast door BOLS. Studies bij de hond geven ook aan dat de relatie tussen korte snuiten en BOLS niet altijd even overtuigend is. Een korte snuit kan immers niet exact voorspellen welke BOLS-componenten zich al dan niet zullen manifesteren. Het impliceert dat er eveneens andere risicofactoren zijn voor het ontwikkelen van klinische symptomen ten gevolge van BOLS. Dit heeft men effectief kunnen aantonen in studies waaruit blijkt dat een toegenomen nekomtrek (t.o.v. de borstomtrek), obesitas en stenotische neusgaten tevens een risicofactor zijn in specifieke kortsnuitige hondenrassen. Een grote nekomtrek is mogelijk gelinkt aan obesitas, omdat dit kan bekomen worden door een vergroot volume aan vet. Vet kan zich accumuleren rond de luchtwegen en bijgevolg bijdragen tot een vernauwing ervan. Het exacte verband tussen een vergrote nekomtrek en het optreden van BOLS dient nog verder onderzocht te worden. In de eerste plaats zou een matige tot ernstige stenose van de neusgaten een sterke risicofactor zijn voor de ontwikkeling van BOLS-klachten bij de hond. De ernstigheid van de stenose wordt echter, net als de meeste andere BOLS-componenten, gewoonlijk subjectief beoordeeld (Liu et al., 2017, 2016; Packer et al., 2015).

In de toekomst kan het interessant zijn om eveneens bij de kat te onderzoeken of er naast een verkorte snuit andere conformationele risicofactoren zijn voor het ontwikkelen van BOLS(-symptomen) (Anagrius et al., 2021). Vooral uitwendig zichtbare kenmerken zoals stenotische neusgaten zijn hierbij van belang, omdat fokkers en kopers zich daar gemakkelijk op kunnen baseren bij het doelgericht selecteren op ‘gezonde’ brachycephale dieren (Liu et al., 2017, 2015). Hoe dan ook blijft het op dit ogenblik een uitdaging om voldoende (ras)specifieke morfologische eigenschappen te definiëren die het gevarieerde verloop van BOLS (asymptotisch tot ernstig) in brachycephale individuen kunnen verklaren. Er stelt zich zelfs de vraag of dat fokken naar (relatief) langere snuiten alleen, daadwerkelijk het risico op het ontwikkelen van BOLS efficiënt zou verminderen voor elk individueel dier (Ladlow et al., 2018; Liu et al., 2017). Overigens is dit idee voor veel eigenaars nog onaanvaardbaar. Om die reden focust men zich momenteel, bij de hond, meer op genetische factoren die een rol spelen in brachycephalie en doet men onderzoek naar (rasspecifieke) genen die kunnen geassocieerd worden met BOLS. In de nabije toekomst wordt verwacht dat er een genetische test op de markt komt die reeds vanaf de geboorte kan voorspellen of een hond een grote kans heeft om (ernstig) te lijden aan BOLS en deze bijgevolg te weren uit de fok (Ladlow et al., 2018).

De drijfveer om dieren die lijden of potentieel zullen lijden aan BOLS uit te sluiten van de fok is omwille van de bezorgdheid voor de gezondheid van de nakomelingen. Hierbij wordt gezondheid en welzijn vaak in één adem genoemd (Aromaa et al., 2019; Farstad, 2018). In dit hoofdstuk werd echter duidelijk dat er in elk brachycephaal ras individuen zijn die schijnbaar geen last hebben van ademhalingsstoornissen of andere gezondheidsproblemen, waardoor zich evenzeer de vraag stelt in welke mate het welzijn fundamenteel aangetast is in (extreem) brachycephale dieren. Het probleem is dat elk persoon, wetenschappers inclusief, geneigd is om dierenwelzijn te beoordelen vanuit eigen subjectieve overtuigingen en waarden. Van de wetenschap wordt er echter een objectieve kijk verwacht. Een manier om hier mee om te gaan is door te zoeken naar accurate objectieve indicatoren die waarschijnlijk relevant zijn om dierenwelzijn te evalueren. Hier wordt in het volgend hoofdstuk dieper op ingegaan (Ladlow et al., 2018; Serpell, 2019).

## 2 Beoordeling van welzijn

### 2.1 Het begrip welzijn en zijn definitie

De mens is over het algemeen bezorgd over het welzijn van dieren. Een verklaring hiervoor is omdat er wordt verondersteld dat dieren over het vermogen beschikken om, op zijn minst een aantal, subjectieve gevoelens te ervaren en deze eveneens te linken aan contexten en ervaringen (Appleby et al., 2018; Ohl en Hellebrekers, 2009; Ryan et al., 2019). Gevoelens kunnen hierbij zowel positief zijn, zoals plezier en tevredenheid, als negatief, zoals pijn en angst (Appleby et al., 2018). Dit niveau van bewustzijn wordt vandaag toegekend aan alle gewervelde en zelfs sommige ongewervelde dieren (Broom en Fraser, 2015; Ohl en Hellebrekers, 2009). Desalniettemin heeft men omtrent dierenwelzijn niet steeds dezelfde bezorgdheid, omdat mensen verschillende waarden en normen omarmen. In discussies kan men welzijn via verschillende invalshoeken benaderen, welke kunnen worden samengebracht tot 3 brede categorieën (Appleby et al., 2018; Ryan et al., 2019):

- Gezondheid (biologisch functioneren) van het dier
- Mogelijkheid om natuurlijk gedrag te uiten en een natuurlijk leven te leiden
- Psychologische of emotionele staat van het dier

Deze 3 benaderingen worden vaak verwerkt in definities van dierenwelzijn. Zo luidt de definitie van de Wereldorganisatie voor diergezondheid (OIE) (2018) bijvoorbeeld als volgt: *“An animal experiences good welfare if the animal is healthy, comfortable, well nourished, safe, is not suffering from unpleasant states such as pain, fear and distress, and is able to express behaviours that are important for its physical and mental state”* (Appleby et al., 2018; McMillan, 2020).

Uiteraard zijn er situaties mogelijk waarin men de 3 categorieën met elkaar kan harmoniseren, maar dat is niet altijd het geval. Een dierenarts kan bijvoorbeeld in een bepaalde context verkiezen elk dier individueel te isoleren om ziekte te voorkomen, terwijl een diergedragsspecialist deze dieren liever in groep wil houden om aan hun natuurlijke behoeften te voldoen. Beiden hebben als doel om het welzijn te optimaliseren, maar de manier om dit doel te bereiken is verschillend. In discussies als deze wordt duidelijk dat mensen andere ideeën hebben over wat het belangrijkste is voor een dier om een ‘goed leven’ te leiden. Het gevolg hiervan is dat er tot op de dag van vandaag nog geen eensgezindheid bestaat over de beste definitie van dierenwelzijn (Appleby et al., 2018; Fraser, 2009; Ryan et al., 2019).

Omdat dierenwelzijn een veelzijdig begrip is die op verscheidene manieren kan benaderd worden, zijn er denkkaders voor dierenwelzijn ontstaan die een lijst van condities opsommen waarin het welzijn goed of slecht is. Een bekend voorbeeld is het kader van de Vijf Vrijheden van de Britse Farm Animal Welfare Council (FAWC) die in 1979, gebaseerd op de richtlijnen van de Brambell Commissie in 1965, goed welzijn omschreef als de vrijheid: (1) van honger, dorst of onjuiste voeding; (2) van thermaal en fysiek ongemak; (3) van pijn, verwonding of ziekten; (4) van angst en chronische stress; (5) om een normaal, soorteigen gedrag te vertonen (Appleby et al., 2018; Green en Mellor, 2011; Ohl en Hellebrekers, 2009). Voor een aantal beleidsmakers, waaronder de Europese Unie, zijn de vijf vrijheden het geprefereerde ontwerp om te implementeren in wettelijke kaders inzake dierenwelzijn (Maaskant et al., 2007). Vanuit wetenschappelijk oogpunt zijn de vijf vrijheden echter achterhaald (McCulloch, 2013). Enerzijds omdat het in de praktijk onmogelijk is absolute vrijheid van al deze punten te bekomen, anderzijds omdat welzijn voornamelijk negatief gedefinieerd wordt waarbij het ontbreken van ‘slecht welzijn’ zou betekenen dat er een toestand van (goed) welzijn bestaat (Mellor, 2016; Ohl en Hellebrekers, 2009).

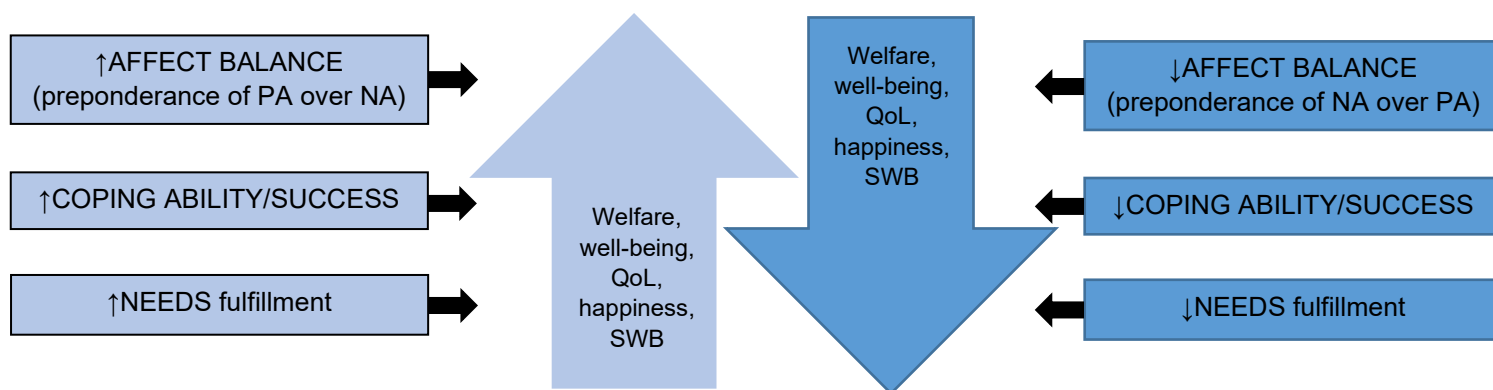


Bovendien leidt dit model vaak tot afwegingen waarbij bijvoorbeeld de vrijheid om natuurlijk gedrag te uiten ten koste gaat van de gezondheid en omgekeerd. Bijgevolg moet men keuzes maken aan welke component van welzijn men het meeste aandacht wil schenken (Appleby et al., 2018).

Na de vijf vrijheden zijn er nog aantal andere werkkaders ontworpen om dierenwelzijn te analyseren, waaronder de vijf domeinen, de vijf provisies en de Quality of Life-schaal (QoL). De vijf domeinen stapt af van het woord vrijheid en evalueert welzijn door na te gaan of er al dan niet wordt voldaan aan de nutritionele, gedragsmatige, omgevings-, gezondheids- en mentale behoeften van het dier. Vernieuwend aan dit ontwerp is dat de mentale toestand van het dier als een vijfde domein wordt toegevoegd die de 4 overige domeinen overkoepelt. Het mentale domein kan dan gezien worden als de algemene uitkomst van het aantal positieve en negatieve ervaringen van het dier (Green en Mellor, 2011; Rault et al., 2020; Webster, 2016). De vijf provisies zijn gelijklopend met de vijf domeinen, maar in dit model wordt welzijn nog positiever benaderd. Goed welzijn wordt hierbij geformuleerd als het voorzien van goede voeding, een goede gezondheid, een goede omgeving, passend gedrag en positieve mentale ervaringen (Green en Mellor, 2011; Mellor, 2016). Tenslotte probeert het Quality of Life-principe eveneens welzijn te definiëren als een balans tussen positieve en negatieve ervaringen. Dit wordt gevisualiseerd aan de hand van een schaal, die terminologisch opgedeeld kan worden in 2 positieve, een neutrale en 2 negatieve categorieën met respectievelijk volgende begrippen: *'a good life'*; *'a life worth living'*; *'point of balance'*; *'a life worth avoiding'*; *'a life not worth living'* (Green en Mellor, 2011). Al deze werkkaders zijn een poging om welzijn beter en correcter te evalueren, maar botsen nog steeds op kritiek. We lijken daarom nog veraf te zijn van het perfecte universeel geaccepteerde model (Appleby et al., 2018; Webster, 2016). Wat in elk geval duidelijk wordt, is dat men zich de voorbije jaren (in tegenstelling tot de vijf vrijheden) steeds meer is gaan focussen op het positieve aspect van welzijn (Ohl en Hellebrekers, 2009; Rault et al., 2020).

Tot nu toe werd het begrip 'welzijn' gebruikt om te verwijzen naar de levenstoestand van het dier (op een continue schaal van goed tot slecht). In de Engelstalige literatuur bestaan er echter meerdere termen om dit te omschrijven, met name: *'welfare'*/*'well-being'* (welzijn), *'quality of life'* (QoL) (levenskwaliteit), *'happiness'* (geluk) en *'subjective well-being'* (SWB) (subjectief welzijn). Deze termen worden dikwijls door elkaar gebruikt. Soms als synoniem, soms met een andere betekenis. Hierbij stelt zich de vraag of het woord 'welzijn' een equivalent is voor *'welfare'* of *'well-being'* of beiden en in welke context. Hoe dan ook bestaat er geen algemeen overeengekomen term (McMillan, 2020). Bijgevolg zal in deze literatuurstudie met het woord 'welzijnsconcepten' collectief verwezen worden naar alle bovengenoemde Engelse termen (en hun Nederlandse vertaling). Wat bovendien extra verwarring zaait, maar belangrijk is om te realiseren, is dat het begrip 'welzijn' in de Nederlandse literatuur een positieve connotatie lijkt te hebben en dus tegelijkertijd verwijst naar een 'goed' of 'positief welzijn' (Ohl en Hellebrekers, 2009). Een negatieve tegenhanger heeft het woord 'welzijn' (net als het woord *'welfare'*) schijnbaar niet (McMillan, 2020). In deze thesis wordt hiervoor het begrip 'slecht' of 'negatief welzijn' gehanteerd.

Om finaal te komen tot de definitie van welzijn die in deze literatuurstudie zal worden toegepast, is het interessant te kijken naar wat de welzijnsconcepten met elkaar gemeen hebben. Men kan stellen dat de welzijnsconcepten door 3 zaken beïnvloed worden, namelijk het copingmechanisme van het dier, de vervulling van behoeften en de emotionele balans (zie figuur 13) (McMillan, 2020). Het copingmechanisme omschrijft de veerkracht die het dier heeft om succesvol om te gaan met externe en interne stress-stimuli (*coping ability*). Dit is afhankelijk van eerder aangeleerd gedrag, ervaringen uit het verleden en genetische factoren (Broom en Johnson, 2019; McMillan, 2020; van Weeghel et al., 2020).



**Figuur 13** Het effect van de emotionele balans (*affect balance*), het copingmechanisme (*coping ability*) en de vervulling van behoeften (*needs fulfillment*) op de welzijnsconcepten. Wanneer één van deze factoren toeneemt, zullen alle welzijnsconcepten toenemen. Wanneer één van deze factoren daalt, zullen alle welzijnsconcepten dalen. *PA*, positieve gevoelens; *NA*, negatieve gevoelens; *Welfare/Well-being*, welzijn; *QoL*, levenskwaliteit; *Happiness*, geluk; *SWB*, subjectief welzijn. (Naar: McMillan, 2020)

Daarnaast wordt de welzijnstoestand bepaald door de mate waarin de behoeften van het dier worden vervuld (*needs fulfillment*). Bevredigde behoeften gaan immers dikwijls gepaard met positieve gevoelens, wat bijgevolg een positieve impact zou hebben op de welzijnsconcepten. Onbevredigde behoeften worden vaak geassocieerd met negatieve gevoelens en hebben dus een negatief effect op de welzijnsconcepten. De associatie met gevoelens wordt hierbij niet toevallig gemaakt. Veel auteurs zijn van mening dat het de emotionele balans is die uiteindelijk het precieze niveau van de welzijnsconcepten vastlegt (*affect balance*). Dit betekent dat een overwicht aan positieve gevoelens ten opzichte van negatieve gevoelens resulteert in een stijging van elk welzijnsconcept en dat het omgekeerde zal resulteren in een daling. Er bestaat vandaag een algemene consensus dat de gevoelens van het dier waarschijnlijk het meest relevant is in de wetenschap rond dierenwelzijn (McMillan, 2020; Ryan et al., 2019). Zo kan men bijvoorbeeld van een ondervoed dier zeggen dat de gezondheid is aangetast, maar dat het subjectief hongergevoel hetgeen is wat echt het welzijn vermindert. In eerder besproken discussies over de gezondheid versus het kunnen uiten van natuurlijk gedrag, kunnen de gevoelens van het dier als een gemeenschappelijke waarde fungeren om de beste keuzes te maken in het optimaliseren van welzijn. Onder welke omstandigheden voelt het dier zich (relatief) het best? (Appleby et al., 2018). Tot slot moet in het achterhoofd gehouden worden dat gevoelens en emoties niet hetzelfde betekenen, maar in deze thesis als synoniem worden gebruikt omdat dit ons anders te ver zou leiden (Ede et al., 2019).

Wat de welzijnsconcepten nog met elkaar delen, is dat de perceptie van het dier zelf betrokken wordt in plaats van dat de mens voor het dier beoordeelt wat goed en slecht welzijn is. Dit is echter een uitdaging, omdat de cognitieve complexiteit waarin een dier(soort) over zijn of haar leven oordeelt sterk kan variëren. Denk hierbij aan persoonlijke voorkeuren, ervaringen uit het verleden, vergelijking met andere individuen en zo meer. Bovendien is het niet duidelijk in welke mate dieren eenvoudige emoties als plezier of meer ingewikkelde emoties als schuldgevoel en jaloezie kunnen ervaren. Hoewel de graad waarin een dier(soort) in staat is zijn of haar leven te evalueren heel onzeker is, kan men concluderen dat verschillende individuele dieren onder dezelfde levensomstandigheden zich mogelijk op een ander niveau van welzijn bevinden (McMillan, 2020). Per slot van rekening zal daarom in deze literatuurstudie de volgende definitie van welzijn gehanteerd worden: “Dierenwelzijn is de kwaliteit van leven zoals die door het dier zelf wordt ervaren” (Bracke et al., 1999).

## 2.2 Welzijnsindicatoren

Bij de beoordeling van welzijn kan men allerhande metingen uitvoeren die zich richten op het dier zelf of de omgeving. In de literatuur worden er meerdere termen door elkaar gebruikt om dergelijke metingen te omschrijven, zoals ‘parameter’ en ‘indicator’. Deze woorden zijn dikwijls verwarrend in hun terminologie en betekenis, in het bijzonder wanneer ze los van de context worden gelezen (Gottardo et al., 2015). Om verwarring te vermijden, wordt er in deze thesis steeds gebruik gemaakt van de term: ‘indicator’. Nu het onderzoeken van emoties centraal staat in de wetenschap rond dierenwelzijn, is het de doelstelling om deze bloot te leggen bij dieren aan de hand van bruikbare en betrouwbare indicatoren (McMillan, 2020; Rodan en Heath, 2016). Dit is geen simpele opdracht, omdat gevoelens subjectief zijn en de wijze waarop een dier zijn eigen levenstoestand ervaart niet direct meetbaar is (Ohl en Hellebrekers, 2009). Hoewel in deze thesis welzijn wordt gedefinieerd als de kwaliteit van leven zoals die door het dier zelf wordt ervaren, is het niet noodzakelijk om te weten hoe het dier zich exact voelt. Wat ons voornamelijk interesseert, is of de gevoelens van het dier positief of negatief zijn en in welke mate. Het is bijvoorbeeld niet nodig om te weten of de angst van een kat vergelijkbaar is met de angst die we als mens ervaren, maar wel dat angst een negatief gevoel is die kan variëren in intensiteit en zich onder meer vertaalt in specifieke gedragingen die we kunnen observeren (McMillan, 2020). Het idee dat een gevoel positief of negatief kan zijn met een bepaalde intensiteit, komt voort uit het 2-dimensionale ‘*core affect*’ model die ontworpen is door Mendl et al. (2010). Hierbij werden 2 nieuwe begrippen geïntegreerd, met name de ‘valentie’ (*valence*) en ‘excitatie’ (*arousal*) van een gevoel. De valentie wil zeggen in hoeverre een gevoel als aangenaam (positief) of onaangenaam (negatief) wordt aanschouwd. Excitatie gaat vervolgens over de intensiteit van dit gevoel. Ter illustratie bevinden angst en somberheid zich beiden in het negatieve spectrum, maar somberheid kan gezien worden als ‘minder intens’ ten opzichte van angst. Sommige auteurs voegen nog een derde dimensie toe, namelijk ‘dominantie’ (*dominance*), die de controle over een gevoel omvat (Ede et al., 2019; Warriner et al., 2013).

Er bestaan verschillende soorten indicatoren die ons indirect informatie kunnen verschaffen over de emotionele toestand van het dier. Deze zullen worden opgedeeld in gedragsmatige, fysiologische en andere indicatoren (Broom en Fraser, 2015; Ohl en Hellebrekers, 2009). Een belangrijke opmerking hierbij is dat geen enkele methode om welzijn te meten op zichzelf volstaat, maar dat verschillende methodes dienen gecombineerd te worden (McMillan, 2020). Bovendien kan men gedragsmatige en fysiologische indicatoren, maar ook andere, categoriseren onder ‘diergerelateerde’ indicatoren. Diergerelateerde indicatoren baseren zich op het meten van welzijn bij het dier zelf, terwijl omgevingsgerelateerde indicatoren zich baseren op voorzieningen in of eigenschappen van de omgeving. In het laatste geval zijn indicatoren eerder risicofactoren die het dierenwelzijn potentieel kunnen schaden dan een meting van de interne welzijnstoestand (Canali en Keeling, 2009). In het kader van dit thesisonderwerp zullen uitsluitend diergerelateerde indicatoren besproken worden. Het is echter wel van belang om bij de interpretatie van deze indicatoren rekening te houden met de omgeving, vermits deze invloed kan uitoefenen op de waargenomen welzijnstoestand bij het dier (Amat et al., 2016; Bracke, 2007). Tenslotte zal niet elke bestaande indicator besproken worden, maar zal de focus hoofdzakelijk liggen op indicatoren die relevant lijken in functie van brachycephalie.

### 2.2.1 Welzijn in relatie tot stress

Alvorens we de welzijnsindicatoren bespreken, is het interessant om een woordje uitleg te geven over het begrip ‘stress’. Stress is een veelgebruikte term in de biologie om te refereren naar gedragsmatige, fysiologische en psychologische wijzigingen in het dier die worden geïnitieerd door pijn of andere soorten ongemak. Stress kan acuut of chronisch zijn, afhankelijk van de duur (Amat et al., 2016).

Eén van de belangrijkste oorzaken van stress zijn onvoorspelbaarheid en een gebrek aan controle of zelfs alleen de perceptie van onvoorspelbaarheid en verlies van controle (Broom en Johnson, 2019; McMillan, 2020). Enkele voorbeelden zijn frequente wijzigingen in de huishoudelijke routine of het onvermogen om zich te verbergen op een veilige plaats (Bru, 2019). Bij de aanwezigheid van een dreiging of stressor wordt zowel de hypothalamus-hypofyse-bijnier as (HPA-as) geactiveerd als het sympathisch systeem die op zijn beurt de 'fight-or-flight' respons in gang zet (Amat et al., 2016; McMillan, 2020). Bij deze activatie worden er respectievelijk glucocorticoiden en catecholamines (adrenaline en noradrenaline) vrijgesteld. Dit laatste type hormoon leidt tot een verhoging van de hartslag en bloeddruk, verwijding van de pupillen en zo meer (Jerem et al., 2019; Reusch et al., 2010). De 'fight-or-flight' respons omvat typisch de 4 F's (Little, 2011), met name:

- *Freeze* - de kat zit gehurkt en wordt immobiel (bevroest)
- *Flight* - de kat vermijdt actief een bepaalde stressor (vlucht weg)
- *Fight* - de kat wordt agressief om een stressor te vermijden of er afstand van te nemen (vechten)
- *Fiddle of fidget* - de kat twijfelt of het al dan niet moet wegluchten en vertoont overspronggedrag, bijvoorbeeld zichzelf wassen, als reactie op een stressor (friemelen)

Stress wordt dus eerder beschouwd als iets negatief en nadelig. Het concept van stress wordt vaak vereenvoudigd tot de activatie van de HPA-as (en bijhorende productie van glucocorticoiden). Deze as wordt echter ook geactiveerd tijdens het paren en andere activiteiten die door het brede publiek niet meteen als 'stresserend' worden aanzien. Om die reden zijn veel auteurs van mening dat de gelijkstelling van stress aan de HPA-as onwetenschappelijk is. Bovendien wordt de term stress soms gebruikt als elke mogelijke situatie die een organisme op een bepaalde manier exciteert, zelfs wanneer dit positieve gevolgen heeft voor het dier. Dit maakt het begrip stress echter inhoudsloos (Broom en Johnson, 2019). Daarom wordt stress in het boek van Broom en Johnson (2019) gedefinieerd als een effect, zowel intern als extern, die de controlesystemen van een individu overbelast en bijgevolg de 'fitness' reduceert of waarschijnlijk zal reduceren. Een verminderde 'fitness' houdt in dat de kans op overlijden toeneemt en de kans op het krijgen van nakomelingen afneemt. Ook wanneer dit effect van korte duur is, weet het dier met andere woorden niet om te gaan met de situatie. Het copingmechanisme van het dier faalt, wat wijst op een gereduceerde fitness. Dit kan zich bijvoorbeeld uiten in abnormaal gedrag of een verminderde voedselopname. Er zijn verschillende omstandigheden te bedenken waarin het copingmechanisme van een dier wordt uitgedaagd, maar het dier zich wel voldoende weet aan te passen waardoor er geen nadelige gevolgen zijn op lange termijn. Denk hierbij aan een dier dat vlucht van een vreesinducerende prikkel en vervolgens weer herstelt naar een staat van rust (Broom, 2001; Broom en Johnson, 2019; Bru, 2019). In dat geval wordt er volgens de definitie van Broom en Johnson niet gesproken van stress. Het welzijn daarentegen kan tijdens dergelijke momenten wel negatief beïnvloed worden. Op die manier komen we tot de relatie van welzijn tot stress. Welzijn kan negatief zijn zonder de aanwezigheid van stress, terwijl een (langdurige) staat van stress steeds impliceert dat het welzijn gereduceerd is (Broom en Johnson, 2019).

## 2.2.2 Gedragmatige indicatoren

Een dier kan zijn emoties uiten via lichaamstaal en gedrag. Door het observeren van bewegingen, houdingen en vocalisaties van de kat kunnen we als omstaander hier een idee van krijgen (McMillan, 2020). Het voordeel van gedragmatige indicatoren is dat ze spontaan optreden en op een non-invasieve manier kunnen worden gemeten. Een nadeel is dat deze indicatoren soortspecifiek zijn, wat bijgevolg de interpretatie ervan bemoeilijkt en potentieel leidt tot antropomorfisme (Vojtkovská et al., 2020).

Antropomorfisme betekent dat men geneigd is om dierlijke gedragingen te vertalen naar onze eigen leefwereld en bijgevolg mensachtige kenmerken, onder andere op vlak van emotie en cognitie, toe te schrijven aan dieren (Serpell, 2019). Om dit zoveel mogelijk te vermijden, is het van belang om gedragsmatige indicatoren te laten evalueren door geschoolde personen die over voldoende kennis beschikken van het normale gedrag van het dier (Vojtkovská et al., 2020).

Er bestaan reeds meerdere soorten 'Quality of life scales' en andere modellen die de levenskwaliteit van de kat in een bepaalde context proberen te beoordelen op basis van gedragsmatige en gezondheidsindicatoren. Deze modellen zijn vaak ontworpen in functie van specifieke aandoeningen, maar er bestaan tevens enkele multifunctionele schalen die in meer diverse situaties kunnen gebruikt worden (Vojtkovská et al., 2020). Voorbeelden hierbij zijn de 'CatQoL tool' (Bijsmans et al., 2016), de 'Cat Health and Wellbeing (CHEW) Questionnaire' (Freeman et al., 2016) en de 'Cat-Stress-Score' (CSS) (Kessler en Turner, 1997). Dit laatste model legt de focus nadrukkelijk op het meten van stress. Indicatoren die in deze beoordelingsmodellen frequent opnieuw worden gebruikt zijn bijvoorbeeld het energieniveau van de kat, de eetlust en de mate waarin de kat zijn vacht verzorgt (grooming). Om een algemeen beeld te krijgen van de gedragingen die iets kunnen vertellen over het welzijn van de kat, zijn de voornaamste gedragsmatige indicatoren overzichtelijk samengevat in tabel 3. Deze tabel is ontworpen door Vojtkovská et al. (2020) met als doel (wetenschappelijke) opties aan te reiken om het welzijn te evalueren bij asielkatten.

Typerend voor de kat is dat stress zich vaak manifesteert door inactiviteit en de inhibitie van natuurlijk gedrag in plaats van actief abnormaal gedrag te vertonen. Zo kan negatief welzijn bij de kat zich uiten in een verminderde voedselopname, onvoldoende vachtverzorging, verminderd spelgedrag, agonistisch gedrag (vluchten, dreigen, aanvallen) en zich verschuilen (Verdon en Rault, 2018; Vojtkovská et al., 2020). Anderzijds speelt waarschijnlijk ook het temperament en persoonlijkheid van de kat een belangrijke rol, vermits een studie van McCune (1995) individuele variatie heeft aangetoond in gedragsresponsen bij katten. Hier dient men bijgevolg rekening mee te houden in de gedragsbeoordeling (Vojtkovská et al., 2020).

Vervolgens werd in deze literatuurstudie onderzocht of een aantal brachycephale rassen meer tekenen vertonen van negatief welzijn aan de hand van tabel 3. Ieder ras wordt namelijk omschreven met een aantal typische gedragskenmerken. Daarnaast worden een aantal gedragsproblemen frequenter gerapporteerd in specifieke rassen. Deze rasverschillen kunnen van genetische aard zijn, maar mogelijk spelen ook andere factoren een rol die in het kader van dit thesisonderwerp waardevol kunnen zijn (Wassink-van der Schot et al., 2016). Niet elke gedragsmatige indicator van slecht welzijn wordt hierbij overlopen, maar alleen deze die volgens het onderzoek van de literatuurstudie een hogere prevalentie lijken te hebben in kortsnuitige rassen.

Ten eerste blijkt de Pers in verschillende studies oververtegenwoordigd voor eliminatie buiten de kattenbak, zowel urine als feces (stoelgang) (Amat et al., 2009; Bamberger en Houpt, 2006; Hart en Hart, 2013; Wassink-van der Schot et al., 2016; Wilhelmy et al., 2016)<sup>2</sup>. Eliminatie buiten de kattenbak wijst vaak op een vorm van leed bij katten en kan het gevolg zijn van medische aandoeningen (zoals lagere urineweginfecties en chronische nierziekte), een hoge mate van pijn, een ondermaatse kwaliteit van de kattenbak, conflicten tussen katten onderling of andere oorzaken van stress of angst (Frayne et al., 2019; McGowan et al., 2017; Merola en Mills, 2016a).

---

<sup>2</sup> Al de rassen waarmee vergeleken werd (tot zover bekend), zijn: Ragdoll, Maine Coon, Sphynx, Noorse Boskat, Burmees, Domestic Longhair, Manx, Exotische Korthaar, Blauwe Rus, Tonkanees, Domestic Shorthair, Cornisch Rex, Oosterse Korthaar, Siamees, Abessijn en de Bengaal.

**Tabel 3** Gedragmatige indicatoren die wijzen op een goed of slecht welzijn bij de kat. (Naar: Vojtkovská et al., 2020)

Type activiteit	Gedrag	Signalen goed welzijn	Signalen slecht welzijn
<b>algemene activiteit</b>	exploratie van omgeving	normaal patroon	verminderde of afwezige activiteit (sporadisch verhoogde activiteit)
<b>gedrag geassocieerd met metabole processen</b>	eten	normaal patroon	minder of niet eten [1]
	drinken	normaal patroon	minder of niet drinken
	urineren	normaal patroon	minder of niet urineren; buiten de kattenbak urineren
	defeceren	normaal patroon	minder of niet defeceren [1]
<b>comfortgedrag</b>	rusten	normaal patroon	overmatige waakzaamheid
	slapen	normaal patroon	minder of niet slapen; lichte, onvaste slaap; somnolentie
	grooming of vachtverzorging [2]	normaal patroon	overgrooming [2], automutilatie of minder aan grooming doen
	spelen	vertonen van spelgedrag (individueel spel; spel met andere katten, objecten of mensen)	minder of niet spelen
<b>sociale interacties</b>	interactie met mensen	positieve interacties met mensen (in de buurt blijven van of direct contact opzoeken met mensen); positieve responsen op menselijk geïnitieerde interacties	afwezigheid of negatieve respons op menselijk geïnitieerde interactie, in het bijzonder omgeleide agressie [3] en sommige vormen van emotionele agressie
	interactie met soortgenoten	aanwezige; positieve interacties (allorubbing [4], allogrooming [2], contact niet vermijden)	afwezige of negatieve interacties; vijandigheid, agressie, contact vermijden
<b>communicatie</b>	krabben	normaal patroon	minder of niet krabben
	kopjes geven	normaal patroon	minder of geen kopjes geven
	sproeien [5]	normaal patroon	meer sproeien
<b>overige types activiteiten</b>	compulsief gedrag [6]	afwezigheid van compulsief gedrag	aanwezigheid van compulsief gedrag
	zich verschuilen	zich verschuilen als een normale reactie op beangstigende stimuli of als onderdeel van spelgedrag	zich (overmatig) inspannen om te schuilen
	vocalisatie	normaal patroon	overmatig vocaliseren

[1] Volgens Amat et al. (2016) kan stress bij de kat ook leiden tot diarree en in sommige gevallen tot polyfagie (verhoogde voedselopname). Deze symptomen zouden dus tevens kunnen wijzen op een negatief welzijn.

[2] **Grooming**: verzorging van de vacht, voornamelijk door te likken. **Allogrooming** houdt in dat katten elkaars vacht verzorgen. **Overgrooming** wordt gekenmerkt door overmatig likgedrag, wat zich kan uiten in psychogene alopecie (Amat et al., 2016; Broom en Fraser, 2015).

[3] **Omgeleide agressie**: type agressie waarbij een derde partij wordt aangevallen in plaats van de stimulus die de agressie uitlokt, omdat het uiten van agressief gedrag tegenover het primaire doelwit verhinderd of onderbroken wordt (Overall, 2013).

[4] **Allorubbing**: tegen elkaar aanwrijven (Little, 2011).

[5] **Sproeien**: het afzetten van een kleine hoeveelheid feller ruikende urine om te communiceren met zijn omgeving, bijvoorbeeld voor een territorium af te bakenen (Bru, 2019; Fraser, 2012).

[6] **Compulsief gedrag**: repetitief gedrag dat optreedt als gevolg van een ziekte of als copingmechanisme om te handelen met stresserende prikkels. Voorbeelden van compulsief gedrag zijn het feline hyperesthesie syndroom (wat zich o.a. kan uiten in kortstondig excessief krabben, vocaliseren, aan grooming doen en ongecontroleerd urineren), psychogene alopecie en pica (bv. het eten van niet-nutritionele zaken) (Amat et al., 2016).

Volgens Amat et al. (2009) zou de hogere prevalentie bij de Pers suggereren dat Perzische katten moeilijkheden hebben om eliminatiegewoonten aan te leren. De vraag die ons in deze thesis interesseert, is of de Pers misschien frequenter zou elimineren buiten de kattenbak omwille van een onderliggende oorzaak van stress of pijn die potentieel gelinkt kan worden met brachycephalie.

Bovendien blijkt uit meerdere gedragsstudies in de Verenigde Staten (Hart en Hart, 2013; Wilhelmy et al., 2016)<sup>2</sup> en Japan (Takeuchi en Mori, 2009)<sup>3</sup> dat de Pers het minst actief en speels is en dat deze eveneens het minste jaaggedrag vertoont ten opzichte van andere rassen. Een uitzondering hierop is de studie van Wilhelmy et al. (2016), waarbij enkel de Heilige Birmaan iets lager scoorde op spelgedrag en prooi-interesse ten opzichte van de Pers, en een studie van Salonen et al. (2019)<sup>4</sup> in Finland, waarbij de Britse Langhaar het minst actieve ras bleek te zijn. In de studie van Takeuchi en Mori (2009) werd, naast de Perzische kat, de Himalayan naar voren gebracht als het minst actieve en speelse ras. Verminderde activiteit en spelgedrag kunnen een mogelijk gevolg zijn van negatief welzijn. Het lethargisch karakter zou bijvoorbeeld kunnen wijzen op stress, pijn of depressie (Ahloy-Dallaire et al., 2018; Amat et al., 2016; Broom en Johnson, 2019; Merola en Mills, 2016a). Vermits bovengenoemde rassen brachycephaal zijn (op de Heilige Birmaan na), zou de korte snuit een onderliggende oorzaak kunnen zijn van dit negatief welzijn. De korte snuit kan leiden tot ademhalingsstoornissen en een verstoorde thermoregulatie, wat potentieel gepaard gaat met stress of pijn. Hierdoor zijn brachycephale rassen misschien niet gemotiveerd om zich fysiek in te spannen. Bijgevolg zou dit tevens plezierige activiteiten als spelgedrag in de weg kunnen staan (Beausoleil en Mellor, 2015; Plitman et al., 2019; Roedler et al., 2013).

Anderzijds toonden Plitman et al. (2019) via een online enquête aan dat brachycephale katteneigenaars lagere energie- en activiteitscores geven aan hun huisdier en deze, mogelijk als gevolg hiervan, frequenter hun kortsnuitig dier binnen huisvesten. De stamboekvereniging 'Cat Fanciers Association' (CFA) raadt zelfs aan om Perzische katten binnen te houden (Plitman et al., 2019). Aangezien de meeste gedragsstudies gebaseerd zijn op vragenlijsten ingevuld door eigenaars (Wilhelmy et al., 2016) of dierenartsen (Hart en Hart, 2013; Takeuchi en Mori, 2009), zouden de lage activiteitscores in kortsnuitige rassen het gevolg kunnen zijn van de menselijke perceptie dat deze rassen minder behoefte hebben aan lichaamsbeweging in de buitenlucht. Daartegenover is het binnenhouden van katten op zijn beurt een welzijnsbezorgdheid. Studies wijzen uit dat katten die binnenshuis worden gehouden vaker gedragsproblemen ontwikkelen, zoals eliminatie buiten de kattenbak, ten opzichte van katten die toegang krijgen tot buiten. Vermoedelijk omdat de binnenshuisvesting vaak niet voldoet aan de behoeften van de kat (Foreman-Worsley en Farnworth, 2019). De frequente binnenshuisvesting zou dus eveneens een rol kunnen spelen in een aantal signalen van negatief welzijn bij kortsnuitige kattenrassen.

Daarenboven zou de Exotische Korthaar volgens Hart en Hart (2013) actiever en speelser zijn dan de Pers, de Sphynx en de Noorse Boskat. Vermits de Exotische Korthaar de 'kortharige versie' is van de Pers en dus evenzeer extreem brachycephaal, kan dit tevens een teken zijn dat de lage activiteitscores bij de Pers een andere oorzaak kennen dan de korte snuit (Hart en Hart, 2013).

---

<sup>3</sup> De rassen waarmee in deze studie vergeleken werd, zijn: Abessijn, Japanse Bobtail, Siamees, Blauwe Rus, Amerikaanse Korthaar, Somali, Scottish Fold, Chinchilla, Ragdoll en de Maine Coon.

<sup>4</sup> De rassen waarmee in deze studie vergeleken werd, zijn: Abessijn, Somali, Ocicat, Bengaal, Burmees, Burmilla, Cornish Rex, Devon Rex, Europese Korthaar, Huiskat, Korat, Maine Coon, Noorse Boskat, Balinees, Oosterse Kort- en Langhaar, Seychellois Kort- en Langhaar, Siamees, Pers, Exotische Korthaar, Ragdoll, Blauwe Rus, Heilige Birmaan, Siberische Kat, Neva Masquerade, Turkse Van en Turkse Angora.

Zo zou de lange vacht bij de Pers eveneens een rol kunnen spelen in een ontregelde thermoregulatie en finaal een verminderde activiteit (O'Neill et al., 2019). Dit is mogelijk ook van toepassing bij de andere langharige rassen (Himalayan, Britse Langhaar en de Heilige Birmaan) die minder actief blijken te zijn. In elk geval wordt duidelijk dat er meer onderzoek nodig lijkt om te achterhalen wat de voornaamste factoren zijn die de lage activiteitscores in een aantal rassen verklaren.

Tot slot viel in de studie van Hart en Hart (2013) op dat de Pers het meest angstig is voor vreemde (menselijke) bezoekers ten opzichte van andere rassen<sup>2</sup>. Naast de Pers (en de Abessijn) zou ook de Exotische Korthaar het hoogst scoren op deze vorm van angst. Volgens Vojtkovská et al. (2020) zijn negatieve interacties met mensen gedragsmatige indicatoren die kunnen wijzen op een negatief welzijn. Of het verhoogd voorkomen van angst in de Pers en de Exotische Korthaar enig verband houdt met brachycephalie is onduidelijk en zou verder onderzocht kunnen worden.

Om dit subhoofdstuk te eindigen, zijn er nog twee soorten gedragingen die de aandacht verdienen: het groomen (vachtverzorging) en het slaappatroon bij de Pers. Uit een studie van O'Neill et al. (2019), waarin onder meer de meest voorkomende aandoeningen statistisch werden onderzocht bij 3235 Perzische katten uit het Verenigd Koninkrijk, blijkt dat 12,7% vachtproblemen heeft. Dit zou kunnen impliceren dat Perzen hun vacht inadequaet verzorgen en aan onder- of overgrooming doen, wat beiden een gevolg kan zijn van (bijvoorbeeld) stress en dus een verminderd welzijn (Amat et al., 2016; O'Neill et al., 2019). Een andere mogelijke oorzaak is het feit dat de Pers wordt gekenmerkt door een lange en dense vacht, wat volgens recent onderzoek van Noel en Hu (2018) ertoe leidt dat de kat zijn vacht onvoldoende kan verzorgen. De vacht bestaat immers uit een oppervlakkige en een diepere laag welke bestaat uit donsharen die voor warmte zorgt. De lange haren leiden ertoe dat de Pers niet tot aan de diepe laag geraakt bij het likken en ze hulp nodig heeft van de eigenaar bij de vachtverzorging (O'Neill et al., 2019; Plitman et al., 2019). Bovendien kan een onverzorgde vacht gepaard gaan met andere gezondheidsproblemen die frequent voorkomen bij Perzen, zoals tandpijn ten gevolge van parodontitis. Bovenal is het waarschijnlijk dat de Pers onvoldoende aan grooming kan doen ten gevolge van de brachycephale conformatie op zichzelf, hoewel er nog geen studies gepubliceerd zouden zijn die dit bevestigen. Grooming is een natuurlijke behoefte van de kat om parasieten te controleren, losse haren te verwijderen en voor de thermoregulatie. De vraag die zich hierbij stelt, is of het potentieel onvermogen van de Pers (en eventueel andere kortsnuitige rassen) om de vacht fatsoenlijk te verzorgen zou kunnen leiden tot frustratie en bijgevolg negatief welzijn (Broom en Johnson, 2019; O'Neill et al., 2019; Ryan et al., 2019).

Daarenboven zou somnolentie of slaperigheid meer voorkomen bij brachycephale honden en katten. Zowel minder als meer slapen bij de kat zou een teken kunnen zijn van pijn en dus een gereduceerd welzijn (Merola en Mills, 2016a). In de literatuur wordt somnolentie bij brachycephale dieren echter in verband gebracht met slaapapneu. Bij slaapapneu wordt de ademhaling onderbroken tijdens de slaap, wat mogelijk gepaard gaat met snurkgeluiden ten gevolge van de bovenste luchtwegobstructies in kortsnuitige dieren. Dit kan vervolgens resulteren in slaperigheid overdag (Malik et al., 2009; Sweere, 2012). Bij de hond zijn er verschillende artikels gepubliceerd die slaapstoornissen beschrijven in relatie met brachycephalie, waaronder slaapapneu (Hendricks et al., 1987; Roedler et al., 2013). In de studie van Roedler et al. (2013), waarin aan Duitse hondeneigenaars van in totaal 61 Mopshonden en 39 Franse Bulldogs werd gevraagd naar de levenskwaliteit van hun huisdier, bleek onder meer dat 56% van de honden slaaproblemen bleek te hebben, waarvan: 31% alleen kon slapen met de kin in een verhoogde positie, 27% slaapapneu had, 24% pogingen deed om te slapen in een zittende positie, 11% verstikkingsaanvallen vertoonden tijdens de slaap, 6% alleen kon slapen met een geopende mond en 6% nauwelijks of niet kon slapen.



Een belangrijke opmerking hierbij is dat in deze studie alleen honden werden opgenomen die zijn doorverwezen voor een operatie van BOLS. Wat de kat betreft, wordt er slechts in 1 artikel gesteld dat slaapapneu voorkomt bij Perzische katten (Sweere, 2012). Binnen de beschikbare literatuur werd er echter geen rapport of studie teruggevonden die dit aantoonde. Uit de gegevens van Farnworth et al. (2016) bleek wel dat kortsnuitige rassen, de Pers en de Exotische Korthaar in het bijzonder, hogere ademhalingscores kregen door hun eigenaar. Deze score was deels gebaseerd op de intensiteit van ademgeluiden tijdens de slaap, wat impliceert dat (extreem) brachycephale katten meer geluiden produceren bij het slapen ten opzichte van andere rassen. Desondanks lijkt er meer onderzoek nodig om na te gaan in welke mate de slaap bij kortsnuitige katten verstoord wordt en welke impact dit heeft op het welzijn.

### 2.2.3 Fysiologische indicatoren

Fysiologische indicatoren worden regelmatig ingezet om stressreponsen te observeren bij dieren. Wanneer het sympathisch systeem in werking treedt, gaat zowel de ademhaling als de hartfrequentie, bloeddruk en temperatuur naar omhoog en verlaagt de hartslagvariabiliteit. Deze fysiologische veranderingen kan men opmeten via verscheidene technieken. In het kader van dit thesisonderwerp lijken deze indicatoren echter minder interessant, omdat ze vooral iets zeggen over acute stresserende situaties in plaats van potentiële langetermijneffecten van de korte snuit op het welzijn (Broom en Johnson, 2019; Vojtkovská et al., 2020). Overigens tonen enkele studies aan dat de conformationele afwijkingen in brachycephale honden, vooral zij die aangetast zijn door BOLS, predisponeren voor een gemiddeld lagere hartfrequentie en hogere bloeddruk en hartslagvariabiliteit (met o.a. sinusaritmieën) (Arulpagasam et al., 2018; Dias et al., 2016; dos Santos Filho et al., 2020). In welke mate dit ook voorkomt bij de kat is onduidelijk. Indien deze verschijnselen zich eveneens voordoen bij (extreem) brachycephale katten, zouden cardiovasculaire indicatoren in het kader van welzijn dus foutief geïnterpreteerd kunnen worden. Om hierop aan te sluiten zou de lichaamstemperatuur, naast het stressgehalte, evenzeer beïnvloed kunnen worden door een verstoorde thermoregulatie in brachycephale dieren (Plitman et al., 2019).

Daarenboven wordt dikwijls de hoeveelheid glucocorticoïden gemeten om stress bij een dier te evalueren (het eindproduct van de HPA-as). Het meest actieve glucocorticoïd bij de kat is cortisol. Het cortisolgehalte kan men zowel bepalen in het bloed (plasma/serum) als in de urine, de stoelgang (metabolieten van cortisol), het speeksel en de vacht. De cortisolwaarden in het bloed en speeksel wijzen wederom op een acute stresstoestand en kunnen beïnvloed worden door de stalname op zichzelf (die mogelijk stresserend is voor het dier). Cortisolconcentraties in de urine, stoelgang en de vacht daarentegen wijzigen niet zo snel, waardoor dit type stalnames een handige tool zijn voor het meten van chronische stress en nuttig lijken om het welzijn op langere termijn te beoordelen bij brachycephale dieren. Desalniettemin zijn er verschillende factoren die potentieel invloed uitoefenen op de cortisolwaarden waar men bijgevolg dient rekening mee te houden, zoals de gezondheidstoestand van het dier. Bovendien zijn er veel voorbeelden van negatieve langetermijnscondities die gewoonlijk niet gepaard gaan met hogere cortisolconcentraties, waaronder depressie bij de mens of erge chronische pijn (Broom en Fraser, 2015; Broom en Johnson, 2019; Vojtkovská et al., 2020). Per slot van rekening zijn metingen van fysiologische stressreponsen vooral nuttig om de intensiteit van een gevoel te bepalen, eerder dan de valentie ervan. De activatie van de HPA-as gaat immers zowel gepaard met positieve als negatieve ervaringen (Broom en Johnson, 2019; McMillan, 2020). Het lijkt daarom finaal onzeker of het meten van cortisolconcentraties een bruikbare indicator is om het effect van brachycephalie op lange termijn te evalueren.

Aan de andere kant kunnen herhaalde piekconcentraties van cortisol (gerelateerd aan stress) leiden tot een bepaalde mate van immunosuppressie. Dit komt doordat het hormoon invloed uitoefent op de witte bloedcellen. Glucocorticoïden reduceren namelijk de lymfocyt-waarden en verminderen de activiteit van B-cellen en cytotoxische T-cellen. Dit maakt het dier vervolgens gevoeliger voor pathogenen (Broom en Johnson, 2019). Een goed voorbeeld hierbij is de studie van Gourkow et al. (2014) die in een asiel lagere s-IgA concentraties in de stoelgang aantoonde bij katten met een emotioneel verstoord gedrag ten opzichte van kalme katten. IgA's zijn antistoffen die geproduceerd worden door B-cellen en een geremde productie van IgA's maakt de kat gevoeliger voor pathogenen die de bovenste luchtwegen infecteren (Broom en Johnson, 2019; Gourkow et al., 2014). Fysiologische metingen die zich richten op het immuunsysteem, zoals het meten van fecale IgA's, kunnen dus misschien wel iets betekenen om langetermijnsproblemen als brachycephalie te evalueren.

Andere fysiologische indicatoren die mogelijk het verschil kunnen maken, zijn deze die de respiratoire functie beoordelen. Deze indicatoren zeggen op zichzelf niet direct iets over welzijn, maar kunnen een manier zijn om de mate van 'kortademigheid' die een brachycephaal dier potentieel ervaart in kaart te brengen. Beausoleil en Mellor (2015) beschrijven kortademigheid namelijk als een onaangenaam gevoel wanneer de ventilatie van het dier niet correleert met het verwachtingspatroon in de hersenen. Een fysieke inspanning bij gezonde mensen wordt bijvoorbeeld niet als onaangenaam ervaren. Bij brachycephale dieren daarentegen kan de verhoogde negatieve druk, die gecreëerd moet worden om voldoende lucht aan te zuigen, leiden tot een verhoogde ademhalingsinspanning die mogelijk wel als onaangenaam gepercipieerd wordt (zelfs in rust). Wanneer een brachycephaal dier daarenboven een fysieke activiteit uitoefent, zou de verhoogde ademhalingsinspanning kunnen overgaan in luchthonger. Luchthonger wordt omschreven als het gevoel die men ervaart aan het eind van een lang ingehouden adem en is door mensen gerapporteerd als de meest onaangename sensatie van kortademigheid. Het kan ontstaan wanneer het dier lijdt aan hypoxie en/of hypercapnie en bijgevolg de drijfveer om te ademen stijgt, maar er verhoudingsgewijs onvoldoende lucht binnenkomt. Bovendien hebben studies bij de mens aangetoond dat bij een verhoogde ademhalingsinspanning en luchthonger dezelfde (cortico-limbische) regio's in de hersenen worden geactiveerd als deze bij dorst, honger en pijn. Diezelfde hersenregio's spelen een belangrijke rol in het genereren van een onaangename sensatie. Brachycephalie predisponeert met andere woorden voor een verhoogde ademhalingsinspanning en potentieel ook voor luchthonger, waarvan de kans reëel is dat deze door het dier als onaangenaam ervaren wordt. Dergelijke ervaringen kunnen zich in een kortsnitig dier manifesteren bij veel mildere vormen van fysieke activiteit ten opzichte van normocephale dieren, in ernstige gevallen zelfs in rust (Beausoleil en Mellor, 2015). Er zijn reeds meerdere studies gepubliceerd die aantonen dat (zelfs gezonde) brachycephale honden gemiddeld lagere zuurstof- en hogere CO<sub>2</sub>-waarden hebben in het bloed ten opzichte van mesocephale honden (Arulpagasam et al., 2018; Dias et al., 2016; Hoareau et al., 2012). Bij de kat bestaan er, tot zover werd onderzocht, nog geen soortgelijke studies.

Om vervolgens de respiratoire functie van brachycephale dieren non-invasief en betrouwbaar te kunnen meten, wordt in een aantal studies bij de hond gebruik gemaakt van de 'whole-body barometric plethysmography' (WBBP) om de ernstigheid van het brachycephaal syndroom in te schatten (zie figuur 14). Deze techniek laat toe om BOLS (rasspecifiek) te graderen in 4 categorieën, van asymptomatisch tot ernstig, aan de hand van objectief meetbare indicatoren (bv. tidaal volume, CO<sub>2</sub>-productie, inspiratie- en expiratie-tijd) (Liu et al., 2016, 2015).



**Figuur 14** De doorzichtige kamer die gebruikt wordt voor de 'whole-body barometric plethysmography' (WBBP) met een Franse Bulldog die de test ondergaat. (Uit: Liu et al., 2015)

De manier waarop het WBBP-model BOLS onderverdeeld, is initieel gebaseerd op de functionele gradering van experts. De gradering van experts is op zijn beurt gebaseerd op klinische symptomen voor- en na een inspanningstolerantietest. Deze inspanningstest bestaat uit een wandeling van 3 minuten aan een snelheid van 4 à 5 mijl per uur. De symptomen die men voor en na de test evalueert zijn onder meer de intensiteit van geproduceerde ademgeluiden (hoorbaar met of zonder stethoscoop) en in welke mate het dier zich moet inspannen om te ademen. De wijze waarop BOLS wordt ingedeeld door de WBBP-techniek en door experts werd met elkaar vergeleken in een testgroep van 20 Franse Bulldogs, waarbij het model voor 95% nauwkeurig bleek te zijn (Liu et al., 2016, 2015). Er bestaan verschillende studies die de plethysmografie-techniek ook hebben toegepast bij katten (García-Guasch et al., 2018; Lin et al., 2016), bijvoorbeeld om de impact van obesitas te onderzoeken op de pulmonaire functie (García-Guasch et al., 2015), maar schijnbaar nog niet in functie van brachycephalie. Het WBBP-model lijkt een nuttige methode om eveneens bij de kat het brachycephaal syndroom te evalueren.

## 2.2.4 Andere indicatoren

### 2.2.4.1 Fysieke indicatoren

Meermaals is besproken hoe brachycephalie predisponeert voor diverse gezondheidsproblemen. Daarnaast komen er echter ook medische aandoeningen voor die stress gerelateerd zijn en bijgevolg kunnen wijzen op een verminderd welzijn. In dit hoofdstuk wordt hierbij specifiek de aandacht gevestigd op felienne idiopathische cystitis (FIC). FIC is een blaasontsteking en de meest voorkomende aandoening van de lagere urinewegen. Het wordt in verband gebracht met negatieve gevoelens als chronische pijn en stress, hoewel het mechanisme erachter nog niet bekend is. Vermoedelijk speelt de activatie van de HPA-as en het sympathisch systeem een rol. Klinische symptomen die kunnen optreden zijn strangurie (pijnlijk en persend urineren), pollakisurie (frequent en in kleine hoeveelheden urineren), hematurie (bloederige urine) en eliminatie buiten de kattenbak (Amat et al., 2016; Broom en Fraser, 2015; Dorsch et al., 2014).

In een studie van Cameron et al. (2004) naar omgevingsgerelateerde en gedragsmatige oorzaken van FIC, werden 31 katten met FIC vergeleken met 24 katten zonder FIC. Hierbij bleek de Pers 13% van de aangetaste katten te representeren, terwijl dit maar 2% was in de controlegroep. Ook in andere studies over aandoeningen van de lage urinewegen, blijkt de Pers steeds een verhoogd risico te hebben (Egenvall et al., 2010; Jones et al., 1997; Lekcharoensuk et al., 2001). Er zijn verschillende factoren die kunnen predisponeren voor FIC, zoals conflicten met andere katten en overgewicht (Cameron et al., 2004). Daarenboven wordt FIC eveneens geassocieerd met inactiviteit (Dorsch et al., 2014), wat mogelijk de hogere prevalentie bij de Pers mee kan verklaren.

#### 2.2.4.2 *Cognitieve bias*

De cognitieve bias test is een non-invasieve methode om de emotionele valentie bij een dier te meten. Deze test gaat uit van het idee dat het vooroordeel van een mens of dier in een dubbelzinnige of twijfelachtige situaties beïnvloed kan worden door zijn emotionele toestand. De meerderheid van de studies ondersteunt deze hypothese (McMillan, 2020). De eerste studie naar cognitieve bias werd uitgevoerd door Harding et al. (2004) op ratten en vormde de basis voor vele studies nadien. Hierbij worden ratten getraind om een respons P te tonen bij het horen van een 'positieve' toon om een beloning (voedsel) te krijgen en een respons N bij het horen van een 'negatieve' toon om een aversieve stimulus (korte ruis) te vermijden. Wanneer de dieren voldoende getraind zijn, laat men occasioneel dubieuze geïntermediate tonen horen. Indien de rat hierop reageert met respons P, suggereert dit dat het dier zich in een positieve emotionele staat bevindt. Als de rat reageert met respons N, suggereert men dat het dier zich in een negatieve emotionele toestand bevindt.

In 2011 hebben Tami et al. specifiek voor de kat een protocol ontwikkeld om de interpretatie van dubieuze stimuli te onderzoeken. 9 katten werden hierbij een aantal dagen getraind om een box met toegang tot smakelijk voedsel in een kom aan één kant van de arena (belonende positie) (*rewarded*, R) te onderscheiden van een box met een voedselkom die bedekt was met een gaas, waardoor de toegang tot het voedsel belemmerd werd, aan de andere kant van de arena (onbeloonde positie) (*unrewarded*, U). De hypothese was dat de bedekte eetkom tot frustratie kan leiden en bijgevolg door de kat als aversief wordt ervaren, waardoor de kat snel leert om richting R te gaan in plaats van U. Vervolgens werden de katten blootgesteld aan 3 twijfelachtige posities van een box met een bedekte eetkom (onbeloond), verdeeld op intermediaire punten tussen R en U. Hierbij kon men aantonen dat hoe verder de box gepositioneerd was van R, hoe langer het duurde vooraleer de katten de eetkom benaderden. Een nadeel van deze studie is onder meer de kleine steekproef (Tami et al., 2011). Bovendien kunnen sterk gestreste katten zich verstoppen in de startbox in plaats van zich te wenden tot de eetkommen, waardoor dit protocol mogelijk gelimiteerd is om te gebruiken bij het evalueren van negatief welzijn (Tami et al., 2011). Verder onderzoek is dus nodig om uit te maken of dit protocol als cognitieve bias test kan dienen om het welzijn te meten bij individuele katten. Hoe dan ook biedt de cognitieve bias test perspectief om bijvoorbeeld het welzijn van brachycephale katten tegenover normocephale katten te bestuderen.

#### 2.2.4.3 *Lateraliteit*

Lateraliteit is een term die refereert naar de asymmetrie tussen de linker en rechter hersenhelft op vlak van verscheidene functies, waaronder het verwerken van emotionele processen. Er zijn aanwijzingen dat de rechter hersenhelft een dominante rol speelt in het verwerken van negatieve emoties, terwijl de linker hersenhelft een dominante rol zou spelen in het verwerken van positieve emoties. Deze hersenasymmetrie kan men meten aan de hand van gelateraliseerde gedragingen bij het dier (McMillan, 2020).

Het linker visuele en auditieve veld van het lichaam wordt namelijk geprojecteerd op de rechter hersenhelft, terwijl het rechter visuele en auditieve veld op de linker hersenhelft wordt geprojecteerd (contralateraal). Een concreet voorbeeld hierbij is dat hagedissen een voorkeur lijken te hebben om een predator (negatieve stimulus) te observeren met het linker oog. Wat betreft olfactorische stimuli verwacht men het tegenovergestelde, omdat zenuwen in het rechter en linker neusgat respectievelijk met de rechter en linker hersenhelft zijn verbonden (ipsilateraal) (McMillan, 2020).

De lateraliteit in gedragingen of hersenactiviteit zou mogelijk de achterliggende emotionele toestand van een individu kunnen blootleggen (McMillan, 2020). Zo suggereren Wells en McDowell (2019) dat de voorkeur van een linker of rechter (voor)poot bij een bepaalde handeling iets kan zeggen over de emotionele reactiviteit bij katten. Zij toonden in hun studie aan dat de Pers bij het grijpen naar voedsel uit een voedertoren (zie figuur 15), de 'paw preference test' genoemd, als enige ras ambilateraal bleek te zijn (geen voorkeur voor linker- of rechterpoot) ten opzichte van de Maine Coone, de Ragdoll en de Bengaal welke wel een pootvoorkeur hadden. De Bengaal had als enige ras een consequente voorkeur voor de linker voorpoot, wat wijst op een dominantie van de rechter hersenhelft. In eerdere studies is er een significante correlatie aangetoond tussen emotioneel labiele individuen en ambilateraliteit of het consistent gebruiken van de linker voorpoot. Bovendien zou onderzoek aangetoond hebben dat ambilaterale individuen angstiger zijn en meer vatbaar voor onaangepast gedrag (Wells en McDowell, 2019). Deze bevindingen komen overeen met de datacollectie van Hart en Hart (2013) waaruit blijkt dat de Bengaal en de Pers twee emotioneel reactieve rassen zijn, met de Bengaal als meest agressieve en de Pers als meest angstige ras. Er bestaat nog onduidelijkheid hoe sterk de relatie is tussen lateraliteit en de emotionele toestand van een dier. Naast temperament kan de voorkeur voor een linker- of rechter (voor)poot bijvoorbeeld ook geassocieerd worden met het geslacht. Daarenboven is deze pootvoorkeur mogelijk hetzelfde principe als de links- en rechtshandigheid bij de mens. In elk geval zou men de 'paw preference test', aan de hand van een voedertoren, in combinatie met traditionele gedragsstudies kunnen gebruiken om een beter beeld te krijgen van ras-gerelateerde eigenschappen die in het kader van dit thesisonderwerp potentieel relevant zijn (McMillan, 2020; Wells en McDowell, 2019). Metingen die zich richten op de lateraliteit hebben immers als voordeel dat ze geen training vereisen zoals bij de cognitieve bias test en dat ze snel kunnen beoordeeld worden (McMillan, 2020).

#### 2.2.4.4 Pijn

Pijn is een onaangename, aversieve en subjectieve ervaring die zowel een sensorische, emotionele als cognitieve component omvat (McLennan et al., 2019; Rodan en Heath, 2016; Steagall en Monteiro, 2019). Het sensorische aspect refereert naar de nociceptie en transmissie van informatie over schadelijke stimuli (mechanisch, thermisch en chemisch) naar de hersenen via perifere pijnreceptoren (nociceptoren), zenuwvezels en neuronen (McLennan et al., 2019).



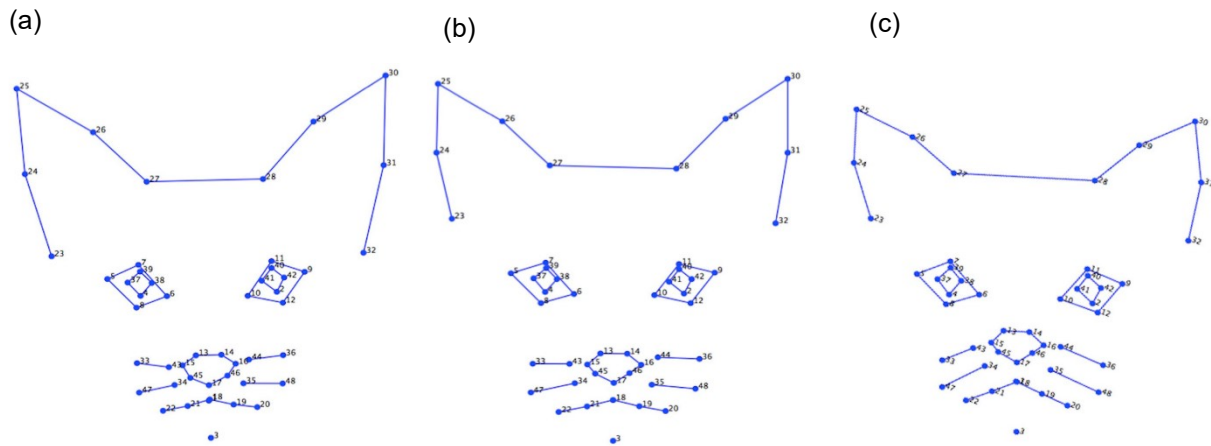
**Figuur 15** De voedertoren die wordt gebruikt om pootvoorkeuren te meten bij de kat. (Uit: Wells en McDowell, 2019)

Zowel de structuur en functie van zenuwsystemen als de gedragsresponsen op pijnlijke stimuli zijn bij mensen en andere zoogdieren gelijkaardig, wat impliceert dat dieren eveneens pijn kunnen voelen en eronder lijden. Men kan een onderscheid maken tussen acute en chronische pijn. Acute pijn is van korte duur en is meestal het gevolg van pathologische weefsel-of zenuw schade die veroorzaakt wordt door letsels, ontstekingen of infecties. Normaliter stopt de ervaring van pijn wanneer de ontsteking of infectie onder controle is. Chronische pijn daarentegen is complexer en kan zelfs na het genezingsproces nog resterend zijn. Bovendien is chronische pijn soms niet afkomstig van perifere nociceptie, wat het moeilijk maakt de achterliggende oorzaak te diagnosticeren (McLennan et al., 2019). Op welk moment acute pijn precies overgaat in chronische pijn is in de literatuur niet duidelijk en varieert van enkele dagen tot weken (Merola en Mills, 2016b).

Pijn kan beoordeeld worden aan de hand van gedragsmatige en fysiologische indicatoren. Acute en chronische pijnsignalen kunnen elkaar overlappen en het onderscheid wordt niet in elke studie even duidelijk gemaakt. Er zijn reeds verschillende soorten pijnschalen ontwikkeld, maar enkel de 'UNESP-Botucatu multidimensional composite pain scale' (UNESP-Botucatu MCPS) (della Rocca et al., 2018) en de 'Glasgow composite measure pain scale-feline' (Glasgow rCMPS-F) (Reid et al., 2017) zijn gevalideerd en voldoende sensitief. De Glasgow rCMPS-F lijkt een betere schaal te zijn omdat deze voor elke vorm van (acute) pijn kan gebruikt worden, terwijl de UNESP-botucatu-schaal specifiek is ontwikkeld om pijn te meten na een ovariohysterectomie (sterilisatie). Desondanks zou de Glasgow rCMPS-F nog niet getest zijn op betrouwbaarheid (Steagall en Monteiro, 2019).

Vanwege een gebrek aan voldoende algemene betrouwbare pijnindicatoren bij de kat, hebben Merola en Mills (2016a) een lijst opgesteld van gedragsmatige pijnindicatoren die volgens diergeneeskundige experts betrouwbaar zijn en een basis kunnen vormen voor toekomstige pijnschalen. Een groot deel van potentieel relevante (chronische) pijnsignalen die in deze studie en in reeds bestaande pijnschalen terugkomen, werden eerder aangehaald bij gedragsmatige indicatoren van negatief welzijn zoals: een verminderde activiteit, minder spelgedrag, zich overmatig verbergen, verminderde eetlust, de afwezigheid van grooming en veranderingen in temperament (bv. snel geprikkeld raken). In de literatuur werd vastgesteld dat een aantal kortsnuitige rassen, de Pers in het bijzonder, volgens meerdere studies minder actief en speels zijn en mogelijk ook minder aan grooming doen. Of deze bevindingen wijzen op een verhoogd voorkomen van pijn in deze rassen dan wel verklaard kunnen worden door brachycephalie op zichzelf of andere factoren, is onderwerp van discussie. Fysiologische indicatoren die men zou kunnen gebruiken om pijn te meten zijn de hartslag, ademhalingsfrequentie, pupilgrootte, de bloeddruk en hormoonconcentraties als catecholamines en cortisol. Deze indicatoren kunnen echter ook beïnvloed worden door stress, angst en een aantal zelfs door positieve ervaringen (zoals cortisol) (Steagall en Monteiro, 2019). Bovendien werd eerder besproken dat de hartslag, ademhalingsfrequentie en de bloeddruk beïnvloed kunnen worden door de brachycephale conformatie, waardoor deze fysiologische indicatoren minder interessant lijken.

Een andere belangrijke methode om pijn te detecteren is door faciale expressies te analyseren. In dit onderzoeksdomein werd er recentelijk vooruitgang geboekt met de ontwikkeling van de 'Feline Grimace Scale' (Evangelista et al., 2019). Deze schaal is een bruikbare, valide en volgens een recente studie van Evangelista en Steagall (2021) eveneens betrouwbare tool om (acute) pijn te beoordelen bij katten (Evangelista et al., 2019). Evangelista et al. (2019) hebben hierbij vijf soorten gezichtsbewegingen of 'action units' (AU) geïdentificeerd die wijzen op pijn, met name: het naar buiten draaien van de oren; het sluiten van de oogleden; het verdikken en strekken van de snuit(streek) van een ronde naar elliptische vorm; het rechtop staan van de snorharen naar rostraal en weg van het gezicht; en het laag houden van de kop tot onder de schouderlijn met de kin richting de borst.



**Figuur 16** Geometrische wireframes, gebaseerd op de gemiddelde posities van faciale oriëntatiepunten, voor het (a) dolichocephaal, (b) mesocephaal en (c) brachycephaal gezichtstype bij de kat. 19 rassen werden hiervoor met elkaar vergeleken. (Uit: Finka et al., 2020)

Een nadeel van deze studie is dat er geen brachycephale katten werden opgenomen en het volgens Evangelista et al. (2019) onduidelijk is of brachycephale rassen, als gevolg van hun specifieke conformatie, dezelfde ‘action units’ hebben als normocephale rassen.

In een onlangs gepubliceerde studie van Finka et al. (2020) wordt eveneens gesuggereerd dat het beoordelen van pijn aan de hand van faciale expressies in diersoorten met variërende morfologieën mogelijk problematisch is, omdat een neutraal gezicht in sommige rassen kan lijken op een emotioneel geladen gezichtsuitdrukking bij andere rassen en vica versa. Bijgevolg hebben zij in hun studie onderzoek gedaan naar de invloed van rasspecifieke gezichtsmorfologieën bij de kat op de relatieve positie van multiële faciale oriëntatiepunten en de beoordeling van pijn. Deze oriëntatiepunten zijn geassocieerd met aanhechtingspunten van spieren en ‘action units’ van de ‘Cat Facial Action Coding System’ (CatFACS) (Finka et al., 2020). CatFACS is een geometrische morfometrische tool waarbij elke spierbeweging van het gezicht objectief wordt geïdentificeerd en gecodeerd, gebaseerd op de faciale anatomie van de kat. Elke spierbeweging die leidt tot een zichtbare verandering van het aangezicht (gelaatsuitdrukking) vormt dan de ‘action unit’<sup>5</sup>. 1888 gezichtsfoto’s, afkomstig van de ‘Oxford Pet dataset’ en google, van verschillende rassen werden met elkaar vergeleken<sup>6</sup>. Hierbij kon men onder meer concluderen dat bij het brachycephale gezichtstype: de oriëntatiepunten van de neus dicht bij de ogen geïdentificeerd zijn; de oriëntatiepunten aan de laterale randen van de ogen meer horizontaal gelegen zijn; de oriëntatiepunten op de laterale randen van het wang- en mondgebied verder weg geïdentificeerd staan van deze van de neus en de ogen; en de afstand tussen de oriëntatiepunten van beide oorschelpen groter is. Bij het dolichocephale gezichtstype waren dezelfde oriëntatiepunten meer in de tegenovergestelde richting geïdentificeerd. De oriëntatiepunten van het mesocephale gezichtstype bevonden zich tussenin deze van de 2 andere gezichtstypes (zie figuur 16).

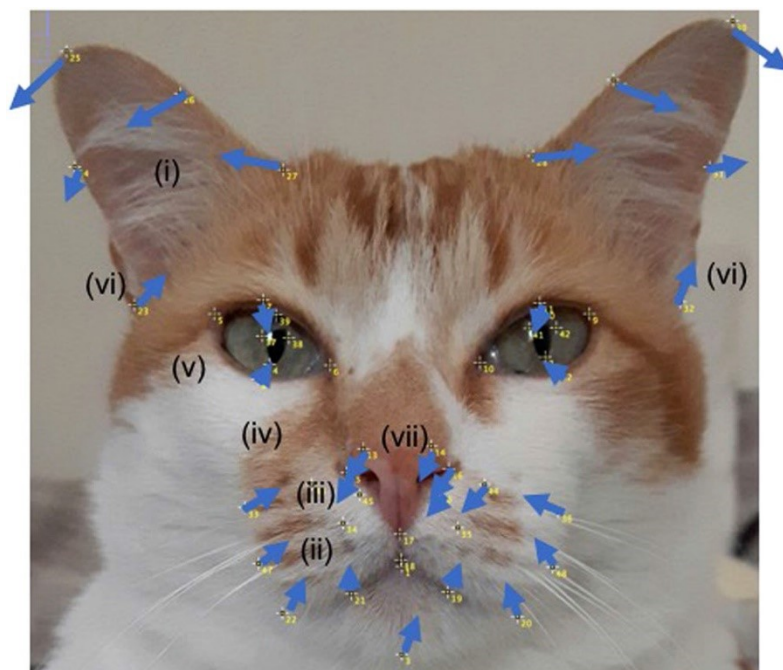
Vervolgens werd geëvalueerd in welke mate gelaatsuitdrukkingen, die gerelateerd zijn aan pijn, kunnen worden gedetecteerd in diverse gezichtsmorfologieën. Hierbij maakte men gebruik van 50 gezichtsfoto’s van Domestic Shorthair-achtige rassen die een ovariohysterectomie hebben ondergaan.

<sup>5</sup> Terug te vinden op: <https://animalfaces.com/catfacs> (laatst geconsulteerd in mei 2021).

<sup>6</sup> De rassen die opgenomen werden in deze studie, zijn: brachycephaal – Amerikaanse Korthaar, Bombay, Britse Korthaar, Devon Rex, Exotische Korthaar, Pers en de Scottish Fold; dolichocephaal – Abessijn, Bengaal, Egyptische Mau, Oosterse Korthaar en de Sphynx; mesocephaal – Heilige Birmaan, Domestic Short- en Longhair, Maine Coon, Ragdoll, Blauwe Rus en de Noorse Boskat.

Postoperatieve foto's van het aangezicht voor (T2) en na (T3) het toedienen van pijnmedicatie werden tegenover elkaar gezet, waarna men de veranderingen in faciale oriëntatiepunten tussen T2 en T3 identificeerde en omzette in een pijnscore. Deze methode van pijnbeoordeling werd in een eerdere studie van Finka et al. (2019) reeds uitgetest en gevalideerd tegenover de UNESP-Botucatu schaal. Finka et al. (2019) stelden vast dat de verplaatsing van oriëntatiepunten bij een toegenomen pijnintensiteit overeenkwam met: een meer laterale en ventrale positie van de oren; een meer dorsale positionering van de wang en de mond; een verminderde afstand tussen de wangen, de mond en de ogen; een vernauwde oogopening; laterale verschillen van de buitenste oorschelpvanden en een links laterale positie van de neus (zie figuur 17).

Tenslotte gaven Finka et al. (2020) op dezelfde wijze een pijnscore aan 25 (neutrale) gezichtsfoto's van elk ras<sup>6</sup> die werd opgenomen in de studie. Via deze weg heeft men kunnen aantonen dat de faciale morfologie in brachycephale katten significant meer pijn-gerelateerde kenmerken heeft in vergelijking met dolicho- en mesocephale katten. Onder meer bij de Pers, de Exotische Korthaar en de Scottish Fold werden lagere pijnscores aangetoond (wat in deze studie overeenkwam met meer pijn). Het neutrale gezicht van de Scottish Fold bleek zelfs meer pijn-gerelateerde kenmerken te hebben dan de Domestic Shorthair die pijn lijdt (na ovariohysterectomie). Dit zou suggereren dat men bij brachycephale rassen kunstmatig geselecteerd heeft op pijn-gerelateerde kenmerken, waardoor pijn (foutief) meer gerapporteerd kan worden bij kortsnuitige rassen op basis van faciale expressies. Deze kenmerken zouden een ras er meer kwetsbaar doen uitzien, wat bij de mens mogelijk een bepaalde zorg opwekt en ons bijgevolg aanspreekt (Finka et al., 2020). Anderzijds zouden brachycephale rassen volgens Finka et al. (2020) ook kunnen lijden aan chronische pijn of ongemak ten gevolge van verscheidene congenitale gezondheidsproblemen. Er is dus meer onderzoek nodig om te achterhalen of de lagere pijnscores bij brachycephale katten te verklaren is door de artificiële selectie op pijn-gerelateerde kenmerken of dat dit wijst op een verminderd welzijn in deze rassen ten gevolge van pijn of een combinatie van beiden (Finka et al., 2020).



**Figuur 17** Verplaatsing van 48 faciale oriëntatiepunten in relatie met een verhoogde pijnintensiteit, verduidelijkt met pijlen om de richting en grootte van deze verplaatsingen weer te geven. (Uit: Finka et al., 2019)



### 3 Bespreking

Het doel van deze thesis was om te onderzoeken in hoeverre een kat lijdt ten gevolge van brachycephalie en welke welzijnsindicatoren er bestaan die dit onderbouwen of potentieel kunnen onderbouwen. Omdat er veel meer informatie beschikbaar is rond dit thema bij de hond, werden er tijdens het literatuuronderzoek frequent caniene studies geanalyseerd wanneer de kennis bij de kat leek te ontbreken. In het eerste hoofdstuk werd voornamelijk gefocust op de verschillen tussen caniene en feliene brachycephalie en op de huidige uitdagingen in het identificeren van de voornaamste morfologische risicofactoren van het brachycephaal obstructief luchtweg syndroom (BOLS). Als eerste punt van de discussie willen we hieruit een aantal aspecten toelichten.

Katten lijken over het algemeen in mindere mate te lijden aan het brachycephaal syndroom in vergelijking met honden. Ten eerste wordt de kat minder frequent aangeboden op een kliniek met spoedeisende hulp ten gevolge van BOLS (Hoareau, 2019). Daarenboven blijkt uit een studie van O'Neill et al. (2019) dat slechts 7,7% van de Perzische katten in het Verenigd Koninkrijk, wat een extreem brachycephaal ras is, een aandoening heeft van de bovenste luchtwegen. Verder laat deze literatuurstudie zien dat er minder BOLS-componenten beschreven zijn bij de kat ten opzichte van de hond. Mogelijk wordt de ware prevalentie van deze componenten zelfs overschat, omdat in studies en casusrapporten zich alleen de ernstigste gevallen presenteren (Ginn et al., 2008; O'Neill et al., 2019). Anderzijds zou het voorkomen van BOLS-componenten bij de kat ook onderschat kunnen worden. Klinische symptomen als pathologische ademgeluiden kunnen eigenaars beschouwen als 'normaal' voor het ras, waardoor kortsnuitige katten als de Pers minder vaak op kliniek komen voor dergelijke respiratoire klachten. Om de meeste BOLS-componenten te diagnosticeren is er overigens medische beeldvorming en/of sedatie/anesthesie nodig, waardoor men zich moet verantwoorden om dit uit te voeren. Om een representatief beeld te krijgen van de ware prevalentie van bepaalde BOLS-componenten, zou men meer keelinspecties kunnen uitvoeren op brachycephale katten die om eender welke reden onder anesthesie worden gebracht (Ginn et al., 2008; Liu et al., 2016; O'Neill et al., 2019).

Daarnaast tonen studies bij de hond aan dat de correlatie tussen de korte snuit en het ontwikkelen van BOLS niet altijd even overtuigend is (Liu et al., 2017). Hoewel de studie van Farnworth et al. (2016) bij de kat een significante correlatie aantoonde tussen een gereduceerde lengte van de neus en het optreden van ademhalingsstoornissen, stelt men bij de hond vast dat er in elk brachycephaal ras individuen zijn met extreem korte snuiten die 'gezond' lijken (Pegram et al., 2020). Vermoedelijk geldt dit ook voor de kat. De lengte van de snuit kan immers geen exacte voorspelling geven over welke BOLS-componenten zich al dan niet zullen manifesteren (Liu et al., 2017). Bovendien konden Liu et al. (2017) andere conformationele kenmerken identificeren bij de hond die een potentieel belangrijkere risicofactor vormen voor de ontwikkeling van klinische symptomen van BOLS, waaronder een vergrote nekomtrek (t.o.v. de borstomtrek) en stenotische neusgaten. Voorbeelden van dergelijke symptomen zijn dyspnee en inspanningsintolerantie. Bijgevolg zou het eveneens bij de kat waardevol kunnen zijn om in de toekomst andere morfologische kenmerken objectief te definiëren in brachycephale rassen (naast de korte snuit) en vervolgens te onderzoeken in welke mate dergelijke (ras)specifieke eigenschappen zich verhouden tot het ontwikkelen van BOLS-klachten en eventueel secundaire afwijkingen. Vooral uitwendig zichtbare kenmerken lijken hierbij van belang, omdat deze geen invasieve technieken vereisen om waar te nemen en dit tevens perspectieven biedt voor de selectie in fokkerijen (Liu et al., 2017, 2015). Los daarvan blijft de zoektocht naar nauwkeurige conformationele risicofactoren van BOLS een uitdaging. Daarom zijn er bij de hond genetische testen in de maak die reeds vanaf de geboorte zouden voorspellen wat de kans is op het lijden ten gevolge van BOLS (Ladlow et al., 2018).

Mogelijk is dit bij de kat evenzeer een interessante piste om te realiseren en zo het brachycephaal syndroom op een betere manier te managen. In het tweede hoofdstuk werd dieper ingegaan op de welzijnsindicatoren die van toepassing kunnen zijn om het welzijn te evalueren bij brachycephale katten. Volgens Beausoleil en Mellor (2015) zijn er aanwijzingen dat brachycephalie predisponeert voor onaangename sensaties van kortademigheid. De toegenomen luchtweerstand in brachycephale dieren kan leiden tot een verhoogde ademhalingsinspanning (zelfs in rust) en potentieel tot luchthonger, wat twee soorten ervaringen zijn die volgens studies bij de mens gepaard gaan met een activatie van dezelfde regio's in de hersenen als deze bij dorst, honger en pijn (en dus geassocieerd zijn met onaangename gevoelens). Het meten van de respiratoire functie zou daarom waardevol kunnen zijn om het brachycephaal syndroom en mogelijk ook indirect het welzijn te evalueren in kortsnuitige dieren. Een tool die deze taak op zich kan nemen is het 'whole-body barometric plethysmography' (WBBP) model, wat bij de hond zijn nut reeds bewezen heeft om objectief en rassiciefiek BOLS te graderen van asymptomatisch tot ernstig (Liu et al., 2016, 2015). In studies bij de kat is deze techniek al gebruikt voor andere doeleinden, bijvoorbeeld om de pulmonaire functie te vergelijken tussen obese en niet-obese katten (García-Guasch et al., 2015). Het lijkt zinvol om dit in de toekomst eveneens bij de kat toe te passen in functie van brachycephalie.

Naast respiratoire metingen werden er nog een aantal indicatoren gevonden die potentieel relevant zijn om de impact van brachycephalie op het welzijn te beoordelen. In het bijzonder werd er aandacht besteed aan fysiologische indicatoren die zich richten op het immuunsysteem, de cognitieve bias test en de 'paw preference test'. Deze indicatoren zijn interessant omdat ze mogelijk de emotionele toestand van een kortsnuitig dier op lange termijn kunnen evalueren in plaats van een acute toestand van negatief welzijn te meten (Broom en Johnson, 2019; McMillan, 2020). Om verder te gaan op de immunologische indicatoren, werd het voorbeeld aangehaald van de lage concentraties aan fecale s-IgA's die in de studie van Gourkow et al. (2014) geassocieerd werd met emotioneel reactieve asielkatten. Een geremde productie van IgA's ten gevolge van langdurige stress, maakt de kat gevoeliger voor pathogenen die de bovenste luchtwegen infecteren. Uit de studie van O'Neill et al. (2019) blijkt echter dat slechts 7,7% van de Perzische katten een aandoening (bv. infectie) van de bovenste luchtwegen heeft. Dit zou kunnen betekenen dat de Pers in mindere mate lijdt aan het brachycephaal syndroom dan men vermoedt. Aan de andere kant kunnen pathologische ademgeluiden door de eigenaar aanzien worden als 'normaal' voor het ras, waardoor een deel van de Perzische katten met bovenste luchtwegaandoeningen nooit werd aangeboden bij de dierenarts (O'Neill et al., 2019). Het ene sluit het andere dus niet uit. Daaropvolgend zou men bovengenoemde indicatoren kunnen aanvullen met een aantal gedragsmatige indicatoren die zijn opgelijst in tabel 3, waardoor men aanwijzingen voor een negatieve welzijnstoestand extra kracht bij kan zetten. Gedragingen als een verminderde activiteit of eliminatie buiten de kattenboek zouden bijvoorbeeld een teken kunnen zijn van pijn of stress (Amat et al., 2016; Frayne et al., 2019; Merola en Mills, 2016a), die potentieel gelinkt is aan brachycephalie. Tenslotte zijn de resultaten uit de studie van Finka et al. (2020), waarbij de faciale morfologie in brachycephale kattenrassen significant meer pijn-gerelateerde kenmerken bleek te hebben ten opzichte van normocephale rassen, een interessante meerwaarde om verder te onderzoeken of deze bevinding het gevolg is van chronische pijn in deze rassen dan wel van de artificiële selectie op pijn-gerelateerde kenmerken.

Finaal werd in de thesis onderzocht of er uit studies, aan de hand van bovenstaande indicatoren, reeds aanwijzingen zijn van een fundamenteel verminderd welzijn in brachycephale kattenrassen. Hierbij waren er herhaaldelijk bij de Pers indicaties van een negatief welzijn. Zo zou de Pers in meerdere studies oververtegenwoordigd zijn voor eliminatie buiten de kattenbak (Amat et al., 2009; Bamberger en Houpt, 2006; Hart en Hart, 2013; Wassink-van der Schot et al., 2016; Wilhelmy et al., 2016), een hogere prevalentie kennen van idiopathische cystitis (FIC) (Cameron et al., 2004) en volgens een aantal gedragsstudies het minst actief (Hart en Hart, 2013; Takeuchi en Mori, 2009; Wilhelmy et al., 2016) en

het minst speels zijn (Hart en Hart, 2013; Takeuchi en Mori, 2009). Volgens Hart en Hart (2013) zouden de gedragskenmerken van een ras, zoals een lagere activiteit, het gevolg zijn van de genetische selectie op dit soort gedragingen. Er zijn echter nog andere verklaringen denkbaar die binnen het kader van deze thesis relevant zijn en bijgevolg één voor één worden besproken. Ten eerste zouden deze bevindingen veroorzaakt kunnen worden door een verhoogde mate van stress of pijn bij de Pers (Amat et al., 2016; Broom en Fraser, 2015; Merola en Mills, 2016a), wat mogelijk geassocieerd is met brachycephalie. Wat de lage activiteit betreft, is er alvast een verband met de korte snuit (Plitman et al., 2019). Farnworth et al. (2016) legden namelijk een correlatie bloot tussen hogere ademhalingscores (in relatie met een gereduceerde lengte van de snuit) en een lagere activiteit. Bovenste luchtwegobstructies kunnen leiden tot dyspnee tijdens een inspanning, wat potentieel als onaangenaam ervaren wordt waardoor een brachycephaal dier deze inspanning mijdt (Beausoleil en Mellor, 2015; Plitman et al., 2019). Tenslotte kan de korte snuit evenzeer de thermoregulatie verstoren en zodoende predisponeren voor ademhalingsmoeilijkheden (Plitman et al., 2019). Overigens wordt zowel eliminatie buiten de kattenbak als FIC in verband gebracht met inactiviteit (Dorsch et al., 2014; Hart en Hart, 2013). Dit kan suggereren dat deze bevindingen met elkaar gelinkt zijn.

Anderzijds hebben eigenaars volgens Plitman et al. (2019) mogelijk de perceptie dat hun kortsnuitig huisdier minder behoeften heeft aan lichaamsbeweging in de buitenlucht omwille van het (schijnbaar) lage energie- en activiteitsniveau. Dit zou eveneens een verklaring kunnen zijn voor de (subjectieve) lage activiteitscores die gegeven werden door eigenaars en dierenartsen in gedragsstudies (Hart en Hart, 2013; Takeuchi en Mori, 2009). Bovendien is het binnenhouden van katten op zijn beurt een welzijnsbezorgdheid. Studies wijzen uit dat katten die binnenshuis worden gehouden frequenter gedragsproblemen ontwikkelen, zoals eliminatie buiten de kattenbak, ten opzichte van katten die toegang krijgen tot buiten omdat de behoeften van de kat onvoldoende bevredigd worden (Foreman-Worsley en Farnworth, 2019). Om die reden is de frequente binnenshuisvesting bij kortsnuitige rassen als de Pers een bijkomende potentiële verklaring voor de negatieve welzijnssignalen in het ras.

Daarnaast is het frappant dat de Exotische Korthaar, op de datacollectie van Hart en Hart (2013) na, in geen enkele gedragsstudie éénduidig werd opgenomen. Dit is een gemiste kans om de activiteitsgraad nauwgezet te evalueren in dit ras. Volgens Hart en Hart (2013) zou de Exotische Korthaar actiever en speelser zijn dan de Pers (en zelfs de Sphynx en de Noorse boskat). Vermits de Exotische Korthaar de 'kortharige versie' is van de Pers en tevens extreem brachycephaal, is het mogelijk dat de lage activiteit bij de Pers dus niet het gevolg is van de korte snuit. Volgens de studie van Salonen et al. (2019) en Wilhelmy et al. (2016) bleek respectievelijk de Britse Langhaar het minst actief te zijn en de Heilige Birmaan het minst speels. In de studie van Takeuchi en Mori (2009) scoorde, naast de Pers, de Himalayan het laagst op activiteit en spelgedrag. Op de Heilige Birmaan na zijn deze rassen brachycephaal, maar in tegenstelling tot de Exotische Korthaar zijn ze allemaal langharig. Aangezien de lange vacht evenzeer de thermoregulatie zou kunnen verstoren, speelt dit eventueel een rol in de lage activiteitsgraad bij deze rassen (Plitman et al., 2019). Ook in de studie van Cameron et al. (2004) kwamen langharige rassen, waaronder de Pers, meer voor in de aangetaste groep met FIC. Het is echter onduidelijk welke andere rassen dan de Pers dit dan precies zijn.

Daarenboven blijkt de Pers volgens Hart en Hart (2013) het meest angstig te zijn voor vreemde (menselijke) bezoekers. Wells en McDowell (2019) toonden eveneens aan, met behulp van de 'paw preference test', dat de Pers als enige ras ambilateraal was (t.o.v. de Main Coone, Ragdoll en Bengaal). Ambilateraliteit zou volgens eerdere studies geassocieerd worden met angst (Wells en McDowell, 2019). In een studie van Heidenberger (1997) werd aangetoond dat katten die minimum 2 à 3 keer per week naar buiten gaan minder angstproblemen hebben. Bijgevolg is de angst bij de Pers mogelijk het gevolg van de frequente binnenshuisvesting.

Of deze angst daarnaast enig verband houdt met brachycephalie, zou verder onderzoek kunnen uitwijzen. Buitendien stelden Finka et al. (2020) vast dat het aangezicht bij de Pers, maar de Exotische Korthaar en de Scottish Fold evenzeer, meer pijn-gerelateerde kenmerken heeft. De Scottish Fold had hierbij de laagste pijnscores (wat in deze studie overeenkwam met meer pijn). Dit lijkt logisch, aangezien de Scottish Fold (naast brachycephalie) tevens te kampen heeft met pijnlijke musculoskeletale problemen (Finka et al., 2020). Hoe dan ook dient men verder te onderzoeken of de lagere pijnscores in brachycephale rassen het gevolg is van pijnlijke congenitale gezondheidsproblemen of van de kunstmatige selectie op pijn-gerelateerde kenmerken of een combinatie van beiden. Tenslotte stellen O'Neill et al. (2019) en Sweere (2012) respectievelijk dat het groomen en slapen bij de Pers (en misschien ook bij andere kortsnuitige rassen) verstoord kan worden ten gevolge van de brachycephale conformatie op zichzelf, met vachtproblemen en somnolentie tot gevolg. Desondanks lijken studies te ontbreken om dit te bevestigen. Wat het groomen betreft, zouden de lange haren volgens een recente studie (Noel en Hu, 2018) eveneens ertoe lijden dat de Pers zijn vacht onvoldoende kan verzorgen. In welke mate brachycephalie bij de kat dus leidt tot een verstoorde vachtverzorging en slaapapneu (t.g.v. bovenste luchtwegobstructies), evenals de impact die dit heeft op het welzijn bij het dier, zou men in de toekomst verder kunnen bestuderen.

Kortom, er zijn een aantal tekenen van slecht welzijn aanwezig in kortsnuitige kattenrassen en dit vooral bij de Pers. Desalniettemin bestaat er nog onduidelijkheid of deze negatieve welzijnssignalen het gevolg zijn van de korte snuit dan wel van de lange vacht, de binnenhuisvesting, genetische elementen of een combinatie van factoren.

Tenslotte is het belangrijk om de bedenking te maken dat deze literatuurstudie onderhevig is aan een aantal limitaties die de conclusies potentieel negatief beïnvloeden. Enerzijds zijn de meeste studies omtrent gedrag gebaseerd op vragenlijsten ingevuld door eigenaars (Amat et al., 2009; Farnworth et al., 2016; Roedler et al., 2013; Salonen et al., 2019; Wassink-van der Schot et al., 2016; Wilhelmy et al., 2016). Hierbij is het onduidelijk in hoeverre eigenaars over de kennis beschikken om normaal en abnormaal gedrag te herkennen bij hun huisdier (Roedler et al., 2013). Daarenboven is het bij de hond geweten dat sommige klinische symptomen als 'normaal' worden aanschouwd, wat tevens kan gelden voor de kat. Het finale gevolg is dat een aantal bevindingen mogelijk een onder-of overschatting zijn van de werkelijkheid. Anderzijds zijn er misschien andere welzijnsindicatoren relevant die vanwege een gebrek aan tijd en ruimte niet besproken zijn. Obesitas bleek bijvoorbeeld ook een risicofactor te zijn voor de ontwikkeling van BOLS bij honden (Liu et al., 2017). Bijgevolg zouden methoden om de verdeling van lichaamsvet te beoordelen, zoals de 'Body Condition Scoring' (BCS) (Vojtkovská et al., 2020), eveneens een belangrijke indicator kunnen zijn om in rekening te brengen bij het evalueren van brachycephalie en zijn impact op welzijn.

Op basis van de bevindingen in deze literatuurstudie kan men concluderen dat de kat ogenschijnlijk in mindere mate lijdt aan brachycephalie ten opzichte van de hond. Anderzijds zijn er indicaties dat, zowel bij de hond als bij de kat, brachycephalie predisponeert voor onaangename sensaties van kortademigheid. Vooral bij de Pers zijn er een aantal signalen van een negatief welzijn, maar in hoeverre dit in relatie staat met brachycephalie is onzeker. Meer onderzoek lijkt nodig om een duidelijk verband aan te tonen tussen een verminderd welzijn bij brachycephale katten en de korte snuit of andere morfologische risicofactoren van BOLS, zoals stenotische neusgaten. In de toekomst zou men de impact van het brachycephaal syndroom op het welzijn verder kunnen onderzoeken aan de hand van besproken indicatoren, waaronder immunologische metingen en de cognitieve bias test, en eventueel andere indicatoren. Tot slot kan ook een ontwikkeling van genetische testen om de kans op en de ernstigheid van BOLS te voorspellen en het gebruik van het WBBP-model perspectief bieden om het brachycephaal syndroom, evenals het welzijn, bij de kat beter op te volgen.

## Bibliografie

- Ahloy-Dallaire, J., Espinosa, J., Mason, G., 2018. Play and optimal welfare: Does play indicate the presence of positive affective states? *Behavioural Processes* 156, 3–15. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2017.11.011>
- Amat, M., Camps, T., Manteca, X., 2016. Stress in owned cats: behavioural changes and welfare implications. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 18, 577–586. <https://doi.org/10.1177/1098612X15590867>
- Amat, M., de la Torre, J.L.R., Fatjó, J., Mariotti, V.M., van Wijk, S., Manteca, X., 2009. Potential risk factors associated with feline behaviour problems. *Applied Animal Behaviour Science* 121, 134–139. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.09.012>
- Anagrius, K.L., Dimopoulou, M., Moe, A.N., Petterson, A., Ljungvall, I., 2021. Facial conformation characteristics in Persian and Exotic Shorthair cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. <https://doi.org/10.1177/1098612X21997631>
- Andreis, M.E., Polito, U., Veronesi, M.C., Faustini, M., Giancamillo, M. di, Modena, S.C., 2018. Novel contributions in canine craniometry: Anatomic and radiographic measurements in newborn puppies. *PLoS ONE* 13, 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196959>
- Appleby, M.C., Olsson, A.S., Galindo, F., 2018. *Animal Welfare*, 3rd ed. CABI, Wallingford.
- Aromaa, M., Lilja-Maula, L., Rajamäki, M.M., 2019. Assessment of welfare and brachycephalic obstructive airway syndrome signs in young, breeding age French Bulldogs and Pugs, using owner questionnaire, physical examination and walk tests. *Animal Welfare* 28, 287–298. <https://doi.org/10.7120/09627286.28.3.287>
- Arulpagasam, S., Lux, C., Odunayo, A., Biskup, J., Sun, X., 2018. Evaluation of Pulse Oximetry in Healthy Brachycephalic Dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association* 54, 344–350. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-6654>
- Asher, L., Diesel, G., Summers, J.F., McGreevy, P.D., Collins, L.M., 2009. Inherited defects in pedigree dogs. Part 1: Disorders related to breed standards. *Veterinary Journal* 182, 402–411. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.08.033>
- Atkinson, T., 2018. *Practical Feline Behaviour: Understanding Cat Behaviour and Improving Welfare*. CABI.
- Bamberger, M., Houpt, K.A., 2006. Signalment factors, comorbidity, and trends in behavior diagnoses in cats: 736 cases (1991–2001). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 229, 1602–1606.
- Beal, M.W., 2013. Tracheal Stent Placement for the Emergency Management of Tracheal Collapse in Dogs. *Topics in Companion Animal Medicine* 28, 106–111. <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2013.06.001>
- Beausoleil, N.J., Mellor, D.J., 2015. Introducing breathlessness as a significant animal welfare issue. *New Zealand Veterinary Journal* 63, 44–51. <https://doi.org/10.1080/00480169.2014.940410>
- Bedford, P.G.C., 1983. Displacement of the glosso-epiglottic mucosa in canine asphyxiate disease. *Journal of Small Animal Practice* 24, 199–207. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1983.tb00432.x>
- Beeler-Marfisi, J., Bichot, A.D., Bienzle, D., 2020. Upper Respiratory Tract of the Dog and Cat, in: *Veterinary Cytology*. Wiley, pp. 259–280. <https://doi.org/10.1002/9781119380559.ch24>
- Berns, C.N., Schmiedt, C.W., Dickerson, V.M., Murphy, S.M., 2020. Single pedicle advancement flap for treatment of feline stenotic nares: technique and results in five cases. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 22, 1238–1242. <https://doi.org/10.1177/1098612X20910539>

- Bertolini, F., Gandolfi, B., Kim, E.S., Haase, B., Lyons, L.A., Rothschild, M.F., 2016. Evidence of selection signatures that shape the Persian cat breed. *Mammalian Genome* 27, 144–155. <https://doi.org/10.1007/s00335-016-9623-1>
- Bichot, A.D., Bienzle, D., 2020. Lower Respiratory Tract of the Dog and Cat, in: *Veterinary Cytology*. Wiley, pp. 281–301. <https://doi.org/10.1002/9781119380559.ch25>
- Bijsmans, E.S., Jepson, R.E., Syme, H.M., Elliott, J., Niessen, S.J.M., 2016. Psychometric Validation of a General Health Quality of Life Tool for Cats Used to Compare Healthy Cats and Cats with Chronic Kidney Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 30, 183–191. <https://doi.org/10.1111/jvim.13656>
- Boonsri, B., Pitakarnnop, T., Buddhachat, K., Changtor, P., Nganvongpanit, K., 2019. Can feline (*Felis catus*) flat and long bone morphometry predict sex or skull shape? *Anatomical Science International* 94, 245–256. <https://doi.org/10.1007/s12565-019-00480-8>
- Bracke, M., 2007. Animal-based parameters are no panacea for on-farm monitoring of animal welfare. *Animal Welfare* 16, 229–231. <https://doi.org/10.5840/harvardreview2018251>
- Bracke, M.B.M., Spruijt, B.M., Metz, J.H.M., 1999. Overall animal welfare assessment reviewed. Part 1: Is it possible? *Netherlands Journal of Agricultural Science* 47, 279–291. <https://doi.org/10.18174/njas.v47i3.466>
- Broom, D., Fraser, A., 2015. *Domestic animal behaviour and welfare*, 5th ed. CABI.
- Broom, D.M., 2001. Coping, stress and welfare. *Coping with Challenge: Welfare in Animals including Humans*, Proceedings of Dahlem Conference 1–9.
- Broom, D.M., Johnson, K.G., 2019. *Stress and Animal Welfare*, 2nd ed. Springer Nature Switzerland AG. <https://doi.org/10.1007/978-94-024-0980-2>
- Bru, A., 2019. *I love Happy Cats Revolutie*. Felinova Uitgeverij, Kruibeke.
- Bush, B.M., 2006. *Hill's Atlas of Veterinary Clinical Anatomy*. Hill's pet nutrition, Richmond.
- Cameron, M.E., Casey, R.A., Bradshaw, J.W.S., Waran, N.K., Gunn-Moore, D.A., 2004. A study of environmental and behavioural factors that may be associated with feline idiopathic cystitis. *Journal of Small Animal Practice* 45, 144–147. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2004.tb00216.x>
- Canali, E., Keeling, L., 2009. Welfare Quality® project: From scientific research to on farm assessment of animal welfare. *Italian Journal of Animal Science* 8, 900–903. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s2.900>
- Chung, T.H., Ryu, M.H., Kim, D.Y., Yoon, H.Y., Hwang, C.Y., 2009. Topical tacrolimus (FK506) for the treatment of feline idiopathic facial dermatitis. *Australian Veterinary Journal* 87, 417–420. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2009.00488.x>
- Clarke, D.L., Holt, D.E., King, L.G., 2011. Partial resolution of hypoplastic trachea in six english bulldog puppies with bronchopneumonia. *Journal of the American Animal Hospital Association* 47, 329–335. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-5596>
- Davis, M.S., Cummings, S.L., Payton, M.E., 2017. Effect of brachycephaly and body condition score on respiratory thermoregulation of healthy dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 251, 1160–1165. <https://doi.org/10.2460/javma.251.10.1160>
- della Rocca, G., Catanzaro, A., Conti, M.B., Bufalari, A., de Monte, V., di Salvo, A., Brondani, J.T., Luna, S.P.L., 2018. Validation of the italian version of the UNESP-botucatu multidimensional composite pain scale for the assessment of postoperative pain in cats. *Veterinaria Italiana* 54, 49–61. <https://doi.org/10.12834/VetIt.567.2704.2>
- Dias, M.L. de M., Morris, C.F.M., Moreti, B.M., Santos, A.V. do E., McManus, C.M., Almeida, R.M. de, Galera, P.D., 2016. Anatomical, Cardiovascular, and Blood Gas Parameters in Dogs with

- Brachycephalic Syndrome. *Acta Scientiae Veterinariae* 44, 6. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.80932>
- Dorsch, R., Remer, C., Sauter-Louis, C., Hartmann, K., 2014. Feline lower urinary tract disease in a German cat population: A retrospective analysis of demographic data, causes and clinical signs. *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere - Heimtiere* 42, 231–239. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1623769>
- dos Santos Filho, M., Hainfellner, D.C., de Oliveira Lemos, N.M., Macambira, K.D.B., do Carmo, J.S., Alberigi, B.R.S., do Valle Aben Athar, C., Mendes, A.F., da Veiga, C.C.P., Soares, A.M.B., Botteon, P.D.T.L., Fernandes, J.I., Paiva, J.P., 2020. Study of heart rate variability in dogs with brachycephalic syndrome that underwent rhinoplasty. *Revista Brasileira de Medicina Veterinaria* 52, 1–16. <https://doi.org/10.29374/2527-2179.bjvm104920>
- Dupré, G., Findji, L., Oechtering, G., 2013. Brachycephalic Airway Syndrome. *Small Animal Soft Tissue Surgery* 167–183. <https://doi.org/10.1002/9781118997505.ch19>
- Dupré, G., Heidenreich, D., 2016. Brachycephalic Syndrome. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice* 46, 691–707. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2016.02.002>
- Ede, T., Lecorps, B., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M., 2019. Symposium review: Scientific assessment of affective states in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 102, 10677–10694. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16325>
- Egenvall, A., Bonnett, B.N., Häggström, J., Ström Holst, B., Möller, L., Nødtvedt, A., 2010. Morbidity of insured Swedish cats during 1999-2006 by age, breed, sex, and diagnosis. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 12, 948–959. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2010.08.008>
- Englar, R.E., 2019. *Common Clinical Presentations in Dogs and Cats*, Journal of Chemical Information and Modeling. John Wiley & Sons, Inc.
- Evangelista, M.C., Steagall, P. v., 2021. Agreement and reliability of the Feline Grimace Scale among cat owners, veterinarians, veterinary students and nurses. *Scientific Reports* 11, 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84696-7>
- Evangelista, M.C., Watanabe, R., Leung, V.S.Y., Monteiro, B.P., O'Toole, E., Pang, D.S.J., Steagall, P. v., 2019. Facial expressions of pain in cats: the development and validation of a Feline Grimace Scale. *Scientific Reports* 9, 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55693-8>
- Farnworth, M.J., Chen, R., Packer, R.M.A., Caney, S.M.A., Gunn-Moore, D.A., 2016. Flat feline faces: Is brachycephaly associated with respiratory abnormalities in the domestic cat (*Felis catus*)? *PLoS ONE* 11, 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161777>
- Farnworth, M.J., Packer, R.M.A., Sordo, L., Chen, R., Caney, S.M.A., Gunn-Moore, D.A., 2018. In the eye of the beholder: Owner preferences for variations in cats' appearances with specific focus on skull morphology. *Animals* 8. <https://doi.org/10.3390/ani8020030>
- Farstad, W., 2018. Ethics in animal breeding. *Reproduction in Domestic Animals* 53, 4–13. <https://doi.org/10.1111/rda.13335>
- Finka, L.R., Luna, S.P., Brondani, J.T., Tzimiropoulos, Y., McDonagh, J., Farnworth, M.J., Ruta, M., Mills, D.S., 2019. Geometric morphometrics for the study of facial expressions in non-human animals, using the domestic cat as an exemplar. *Scientific Reports* 9, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46330-5>
- Finka, L.R., Luna, S.P.L., Mills, D.S., Farnworth, M.J., 2020. The Application of Geometric Morphometrics to Explore Potential Impacts of Anthropocentric Selection on Animals' Ability to Communicate via the Face: The Domestic Cat as a Case Study. *Frontiers in Veterinary Science* 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.606848>
- Foreman-Worsley, R., Farnworth, M.J., 2019. A systematic review of social and environmental factors and their implications for indoor cat welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 220, 104841. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.104841>

- Fraser, A.F., 2012. *Feline behaviour and welfare*. CABI.
- Fraser, D., 2009. Assessing animal welfare: Different philosophies, different scientific approaches. *Zoo Biology* 28, 507–518. <https://doi.org/10.1002/zoo.20253>
- Frayne, J., Murray, S.M., Croney, C., Flickinger, E., Edwards, M., Shoveller, A.K., 2019. The behavioural effects of innovative litter developed to attract cats. *Animals* 9, 1–14. <https://doi.org/10.3390/ani9090683>
- Freeman, L.M., Rodenberg, C., Narayanan, A., Olding, J., Gooding, M.A., Koochaki, P.E., 2016. Development and initial validation of the Cat HEalth and Wellbeing (CHEW) Questionnaire: a generic health-related quality of life instrument for cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 18, 689–701. <https://doi.org/10.1177/1098612X16657386>
- García-Guasch, L., Caro-Vadillo, A., Manubens-Grau, J., Carretón, E., Camacho, A.A., Montoya-Alonso, J.A., 2015. Pulmonary function in obese vs non-obese cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 17, 494–499. <https://doi.org/10.1177/1098612X14548786>
- García-Guasch, L., Manubens, J., Laporta, M., Carretón, E., Montoya-Alonso, J.A., 2018. First case reported of bronchoconstriction in feline aelurostrongylosis by using barometric whole-body plethysmography. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society* 66, 101. <https://doi.org/10.12681/jhvms.15615>
- Ginn, J.A., Kumar, M.S.A., McKiernan, B.C., Powers, B.E., 2008. Nasopharyngeal turbinates in brachycephalic dogs and cats. *Journal of the American Animal Hospital Association* 44, 243–249. <https://doi.org/10.5326/0440243>
- Gioso, M.A., Carvalho, V.G.G., 2005. Oral Anatomy of the Dog and Cat in Veterinary Dentistry Practice 35, 763–780. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2004.10.003>
- Gottardo, F., Contiero, B., Brscic, M., 2015. The use of animal-based measures to assess animal welfare in the EU – state of art of the last 10 years of activities and analysis of the gaps. Preparatory work. EFSA Supporting Publications 12. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2015.EN-902>
- Gough, A., Thomas, A., O'Neill, D., 2018. Breed predispositions to disease in dogs and cats: Third Edition, *Breed Predispositions to Disease in Dogs and Cats: Third Edition*. <https://doi.org/10.1002/9781119225584>
- Gourkow, N., LaVoy, A., Dean, G.A., Phillips, C.J.C., 2014. Associations of behaviour with secretory immunoglobulin A and cortisol in domestic cats during their first week in an animal shelter. *Applied Animal Behaviour Science* 150, 55–64. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.11.006>
- Graham, K.L., White, J.D., Billson, F.M., 2017. Feline corneal sequestra: outcome of corneconjunctival transposition in 97 cats (109 eyes). *Journal of Feline Medicine and Surgery* 19, 710–716. <https://doi.org/10.1177/1098612X16645144>
- Grand, J.G.R., Bureau, S., 2011. Structural characteristics of the soft palate and meatus nasopharyngeus in brachycephalic and non-brachycephalic dogs analysed by CT. *Journal of Small Animal Practice* 52, 232–239. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2011.01047.x>
- Green, T.C., Mellor, D.J., 2011. Extending ideas about animal welfare assessment to include ' quality of life ' and related concepts. *New Zealand Veterinary Journal* 0169, 263–271. <https://doi.org/10.1080/00480169.2011.610283>
- Gunn-Moore, D., Thrusfield, M., 1995. Feline dystocia: prevalence, and association with cranial conformation and breed. *Veterinary Record* 136, 350–353. <https://doi.org/10.1136/vr.136.14.350>
- Hale, F., 2013. Stop brachycephalism, now! *Canadian Veterinary Journal* 54, 185–186.
- Hammond, G., Geary, M., Coleman, E., Gunn-Moore, D., 2011. Radiographic measurements of the trachea in domestic shorthair and Persian cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 13, 881–884. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2011.05.015>



- Harcourt-Brown, N., 2006. Rhinoscopy in the cat. In *Practice* 28, 462–468. <https://doi.org/10.1136/inpract.28.8.462>
- Harding, E.J., Paul, E.S., Mendl, M., 2004. Cognitive bias and affective state I- *Animal Behaviour*. Nature Publishing Group 427, 312.
- Hart, B.L., Hart, L.A., 2013. *Your Ideal Cat: Insights Into Breed and Gender Differences in Cat Behavior*, Journal of Chemical Information and Modeling. Purdue University Press, West Lafayette, Indiana.
- Harvey, R.G., ter Haar, G., 2017. *Ear, Nose and Throat Diseases of the Dog and Cat*. Taylor & Francis Group.
- Heidenberger, E., 1997. Housing conditions and behavioural problems of indoor cats as assessed by their owners. *Applied Animal Behaviour Science* 52, 345–364. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(96\)01134-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(96)01134-3)
- Hendricks, J.C., Kline, L.R., Kovalski, R.J., O'Brien, J.A., Morrison, A.R., Pack, A.I., 1987. The English bulldog: a natural model of sleep-disordered breathing. *Journal of Applied Physiology* 63, 1344–1350. <https://doi.org/10.1152/jappl.1987.63.4.1344>
- Hilde, V., Steven, J., Nadine, B., Isabelle, V.I., 2016. *Hybride katten in Vlaanderen*.
- Hoareau, G.L., 2019. Brachycephalic Syndrome, in: *Textbook of Small Animal Emergency Medicine*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119028994>
- Hoareau, G.L., Jourdan, G., Mellema, M., Verwaerde, P., 2012. Evaluation of Arterial Blood Gases and Arterial Blood Pressures in Brachycephalic Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 26, 897–904. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2012.00941.x>
- Holst, B.S., Axnér, E., Öhlund, M., Möller, L., Egenvall, A., 2017. Dystocia in the cat evaluated using an insurance database. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 19, 42–47. <https://doi.org/10.1177/1098612X15600482>
- Huizing, X., Sparkes, A., Dennis, R., 2017. Shape of the feline cerebellum and occipital bone related to breed on MRI of 200 cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 19, 1065–1072. <https://doi.org/10.1177/1098612X16676022>
- Jerem, P., Jenni-Eiermann, S., McKeegan, D., McCafferty, D.J., Nager, R.G., 2019. Eye region surface temperature dynamics during acute stress relate to baseline glucocorticoids independently of environmental conditions. *Physiology and Behavior* 210, 112627. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112627>
- Johnson, L.R., 2020. *Canine and Feline Respiratory Medicine*, *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*. John Wiley & Sons, Inc, California. <https://doi.org/10.1016/j.cvs.2013.09.002>
- Johnston, S.A., Tobias, K.M., 2019. *Veterinary Surgery Small Animal Second Edition*, 2nd ed. Elsevier Inc.
- Jones, B.A., Stanley, B.J., Nelson, N.C., 2020. The impact of tongue dimension on air volume in brachycephalic dogs. *Veterinary Surgery* 49, 512–520. <https://doi.org/10.1111/vsu.13302>
- Jones, B.R., Sanson, R.L., Morris, R.S., 1997. Elucidating the risk factors of feline lower urinary tract disease. *New Zealand Veterinary Journal* 45, 100–108. <https://doi.org/10.1080/00480169.1997.36003>
- Kaye, B.M., Boroffka, S.A.E.B., Haagsman, A.N., Haar, G. ter, 2015. Computed tomographic, radiographic, and endoscopic tracheal dimensions in english bulldogs with grade 1 clinical signs of brachycephalic airway syndrome. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 56, 609–616. <https://doi.org/10.1111/vru.12277>
- Kaye, B.M., Rutherford, L., Perridge, D.J., ter Haar, G., 2018. Relationship between brachycephalic airway syndrome and gastrointestinal signs in three breeds of dog. *Journal of Small Animal Practice* 59, 670–673. <https://doi.org/10.1111/jsap.12914>

- Kernot, H., 2017. Charities highlight brachycephaly in rabbits and cats. *Vet Times* 1–3.
- Kessler, M.R., Turner, D.C., 1997. Stress and adaptation of cats (*Felis silvestris catus*) housed singly, in pairs and in groups in boarding catteries. *Animal Welfare* 6, 243–254.
- Kim, Y.J., Lee, N., Yu, J., Lee, H., An, G., Bang, S., Chang, J., Chang, D., 2019. Three-dimensional volumetric magnetic resonance imaging (MRI) analysis of the soft palate and nasopharynx in brachycephalic and non-brachycephalic dog breeds. *Journal of Veterinary Medical Science* 81, 113–119. <https://doi.org/10.1292/jvms.17-0711>
- Kirby, B., 2013. *Larynx, Feline Soft Tissue and General Surgery*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-4336-9.00052-4>
- Künzel, W., Breit, S., Oppel, M., 2003. Morphometric investigations of breed-specific features in feline skulls and considerations on their functional implications. *Journal of Veterinary Medicine Series C: Anatomia Histologia Embryologia* 32, 218–223. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0264.2003.00448.x>
- Ladlow, J., Liu, N.C., Kalmar, L., Sargan, D., 2018. Brachycephalic obstructive airway syndrome. *Veterinary Record* 182, 375–378. <https://doi.org/10.1136/vr.k1403>
- Lekcharoensuk, C., Osborne, C.A., Lulich, J.P., 2001. Epidemiologic study of risk factors for lower urinary tract diseases in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 218, 1429–1435. <https://doi.org/10.2460/javma.2001.218.1429>
- Lin, C.H., Wu, H.D., Lo, P.Y., Lee, J.J., Liu, C.H., 2016. Simultaneous visual inspection for barometric whole-body plethysmography waveforms during pulmonary function testing in client-owned cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 18, 761–767. <https://doi.org/10.1177/1098612X15592662>
- Little, S., 2011. *The Cat: Clinical Medicine and Management*. Saunders/Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0660-4.00001-6>
- Liu, N.C., Adams, V.J., Kalmar, L., Ladlow, J.F., Sargan, D.R., 2016. Whole-Body Barometric Plethysmography Characterizes Upper Airway Obstruction in 3 Brachycephalic Breeds of Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 30, 853–865. <https://doi.org/10.1111/jvim.13933>
- Liu, N.C., Sargan, D.R., Adams, V.J., Ladlow, J.F., 2015. Characterisation of brachycephalic obstructive airway syndrome in French bulldogs using whole-body barometric plethysmography. *PLoS ONE* 10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130741>
- Liu, N.C., Troconis, E.L., Kalmar, L., Price, D.J., Wright, H.E., Adams, V.J., Sargan, D.R., Ladlow, J.F., 2017. Conformational risk factors of brachycephalic obstructive airway syndrome (BOAS) in pugs, French bulldogs, and bulldogs. *PLoS ONE* 12, 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181928>
- Lodato, D., Mauterer, J. v, 2014. *Techniques for Performing Corrective Surgery: Dogs with Brachycephalic Airway Syndrome*. Today's Veterinary Practice.
- Lodato, D.L., Hedlund, C.S., 2012. Brachycephalic airway syndrome: Pathophysiology and diagnosis. *Compendium: Continuing Education For Veterinarians* 34, 3–7.
- Louei Monfared, A., 2013. Anatomy of the Persian cat's skull and its clinical value during regional anesthesia. *Global Veterinaria* 10, 551–555. <https://doi.org/10.5829/idosi.gv.2013.10.5.72101>
- Maaskant, J., Beers, S., Brandwijk, T., Greutink, T., Klink, E. van, Lambers, J., Snijdelaar, M., 2007. *Dierenwelzijn: Een analyse van beleidsnota's en een overzicht van welzijnsitems in de sectoren*. Ede.
- MacPhail, C.M., 2020. Laryngeal Disease in Dogs and Cats: An Update. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice* 50, 295–310. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.11.001>
- Malik, R., Sparkes, A., Bessant, C., 2009. Brachycephalia - a Bastardisation of what Makes Cats Special. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 11, 889–890. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.09.009>

- Maxwell, M., Norsworthy, G.D., 2010. Brachycephalic syndrome, in: *The Feline Patient*. Wiley-Blackwell, pp. 53–57. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-0306-7.00018-0>
- McCulloch, S.P., 2013. A Critique of FAWC's Five Freedoms as a Framework for the Analysis of Animal Welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 26, 959–975. <https://doi.org/10.1007/s10806-012-9434-7>
- McCune, S., 1995. The impact of paternity and early socialisation on the development of cats' behaviour to people and novel objects. *Applied Animal Behaviour Science* 45, 109–124. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(95\)00603-P](https://doi.org/10.1016/0168-1591(95)00603-P)
- McDonald, J.E., Knollinger, A.M., 2019. The use of hyaluronic acid subdermal filler for entropion in canines and felines: 40 cases. *Veterinary Ophthalmology* 22, 105–115. <https://doi.org/10.1111/vop.12566>
- McGowan, R.T.S., Ellis, J.J., Bensky, M.K., Martin, F., 2017. The ins and outs of the litter box: A detailed ethogram of cat elimination behavior in two contrasting environments. *Applied Animal Behaviour Science* 194, 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.05.009>
- McLennan, K.M., Miller, A.L., Dalla Costa, E., Stucke, D., Corke, M.J., Broom, D.M., Leach, M.C., 2019. Conceptual and methodological issues relating to pain assessment in mammals: The development and utilisation of pain facial expression scales. *Applied Animal Behaviour Science* 217, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.06.001>
- McMillan, F.D., 2020. *Mental Health and Well-Being in Animals*, 2nd ed. CABI, Wallingford. <https://doi.org/10.1002/9780470384947>
- Mellor, D.J., 2016. Moving beyond the “Five freedoms” by updating the “five provisions” and introducing aligned “animal welfare aims.” *Animals* 6, 1–7. <https://doi.org/10.3390/ani6100059>
- Mendl, M., Burman, O.H.P., Paul, E.S., 2010. An integrative and functional framework for the study of animal emotion and mood, in: *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. Royal Society, pp. 2895–2904. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.0303>
- Meola, S.D., 2013. Brachycephalic Airway Syndrome. *Topics in Companion Animal Medicine* 28, 91–96. <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2013.06.004>
- Merola, I., Mills, D.S., 2016a. Behavioural signs of pain in cats: An expert consensus. *PLoS ONE* 11, 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150040>
- Merola, I., Mills, D.S., 2016b. Systematic review of the behavioural assessment of pain in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 18, 60–76. <https://doi.org/10.1177/1098612X15578725>
- Mestrinho, L.A., Louro, J.M., Gordo, I.S., Niza, M.M.R.E., Requicha, J.F., Force, J.G., Gawor, J.P., 2018. Oral and dental anomalies in purebred, brachycephalic persian and exotic cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 253, 66–72. <https://doi.org/10.2460/javma.253.1.66>
- Miles, S., Schwarz, T., 2020. Canine nasal septum deviation can be a normal variation and correlates with increasing skull indices. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 61, 279–284. <https://doi.org/10.1111/vru.12846>
- Miller, J., Gannon, K., 2015. Perioperative Management of Brachycephalic Dogs. *Clinician's Brief* 54–59.
- Monteiro, C.L.B., Campos, A.I.M., Madeira, V.L.H., Silva, H.V.R., Freire, L.M.P., Pinto, J.N., de Souza, L.P., da Silva, L.D.M., 2013. Pelvic differences between brachycephalic and mesaticephalic cats and indirect pelvimetry assessment. *Veterinary Record* 172, 16. <https://doi.org/10.1136/vr.100859>
- Multari, D., Perazzi, A., Contiero, B., Carobbi, B., Bertoldi, M., Iacopetti, I., 2021. Corneal sequestra in cats: 175 eyes from 172 cases (2000–2016). *Journal of Small Animal Practice* 1–6. <https://doi.org/10.1111/jsap.13303>

- Njikam Nsangou, I., Huault, M., Pirson, V., Detilleux, J., 2009. The Influence of Phylogenetic Origin on the Occurrence of Brachycephalic Airway Obstruction Syndrome in a Large Retrospective Study. *International journal of applied research in veterinary medicine* 7, 138–143.
- Noakes, D.E., Parkinson, T.J., England, G.C.W., 2019. *Veterinary Reproduction and Obstetrics*, 10th ed. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/C2014-0-04782-X>
- Noel, A.C., Hu, D.L., 2018. Cats use hollow papillae to wick saliva into fur. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115, 12377–12382. <https://doi.org/10.1073/pnas.1809544115>
- Oechtering, G.U., Pohl, S., Schlueter, C., Lippert, J.P., Alef, M., Kiefer, I., Ludewig, E., Schuenemann, R., 2016a. A Novel Approach to Brachycephalic Syndrome. 1. Evaluation of Anatomical Intranasal Airway Obstruction. *Veterinary Surgery* 45, 165–172. <https://doi.org/10.1111/vsu.12446>
- Oechtering, G.U., Pohl, S., Schlueter, C., Schuenemann, R., 2016b. A Novel Approach to Brachycephalic Syndrome. 2. Laser-Assisted Turbinectomy (LATE). *Veterinary Surgery* 45, 173–181. <https://doi.org/10.1111/vsu.12447>
- Ohl, F., Hellebrekers, L.J., 2009. 'Dierenwelzijn' – De diergeneeskundige positie. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde* 134, 754–755.
- Oldenbroek, K., Windig, J., 2012. Het fokken van rashonden.
- O'Neill, D.G., Romans, C., Brodbelt, D.C., Church, D.B., Černá, P., Gunn-Moore, D.A., 2019. Persian cats under first opinion veterinary care in the UK: demography, mortality and disorders. *Scientific Reports* 9, 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49317-4>
- Overall, K.L., 2013. *Manual of Clinical Behavioral Medicine for Dogs and Cats*. Elsevier, St. Louis, MO, USA.
- Packer, R.M., Tivers, M., 2015. Strategies for the management and prevention of conformation-related respiratory disorders in brachycephalic dogs. *Veterinary Medicine: Research and Reports* 219. <https://doi.org/10.2147/vmrr.s60475>
- Packer, R.M.A., Hendricks, A., Tivers, M.S., Burn, C.C., 2015. Impact of facial conformation on canine health: Brachycephalic obstructive airway syndrome. *PLoS ONE* 10, 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137496>
- Pegram, C.L., Bonnett, B.N., Skarp, H., Arnott, G., James, H., Hedhammar, Å., Leroy, G., Llewellyn-Zaidi, A., Seath, I.J., O'Neill, D.G., 2020. Moving from information and collaboration to action: report from the 4th international dog health workshop, Windsor in May 2019. *Canine Medicine and Genetics* 7, 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40575-020-00083-x>
- Phillips, H., Corrie, J., Engel, D.M., Duffy, D.J., Holt, D.E., Kendall, A.R., Schmiedt, C.W., Vetter, A., Meren, I.L., Follette, C., Schaeffer, D.J., Mayhew, P.D., Marks, S.L., 2019. Clinical findings, diagnostic test results, and treatment outcome in cats with hiatal hernia: 31 cases (1995-2018). *Journal of Veterinary Internal Medicine* 33, 1970–1976. <https://doi.org/10.1111/jvim.15583>
- Plitman, L., Černá, P., Farnworth, M.J., Packer, R.M.A., Gunn-Moore, D.A., 2019. Motivation of owners to purchase pedigree cats, with specific focus on the acquisition of brachycephalic cats. *Animals* 9. <https://doi.org/10.3390/ani9070394>
- Poncet, C.M., Dupre, G.P., Freiche, V.G., Estrada, M.M., Poubanne, Y.A., Bouvy, B.M., 2005. Prevalence of gastrointestinal tract lesions in 73 brachycephalic dogs with upper respiratory syndrome. *Journal of Small Animal Practice* 46, 273–279. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2005.tb00320.x>
- Rand, J., 2006. *Problem-Based Feline Medicine, Problem-Based Feline Medicine*. Saunders/Elsevier.
- Rault, J., Hintze, S., Camerlink, I., Yee, J.R., 2020. Positive Welfare and the Like : Distinct Views and a Proposed Framework 7, 4–6. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00370>

- Reetz, J.A., Maï, W., Muravnick, K.B., Goldschmidt, M.H., Schwarz, T., 2006. Computed tomographic evaluation of anatomic and pathologic variations in the feline nasal septum and paranasal sinuses. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 47, 321–327. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2006.00147.x>
- Reid, J., Scott, E.M., Calvo, G., Nolan, A.M., 2017. Definitive Glasgow acute pain scale for cats: Validation and intervention level. *Veterinary Record* 180, 449. <https://doi.org/10.1136/vr.104208>
- Reusch, C.E., Schellenberg, S., Wenger, M., 2010. Endocrine Hypertension in Small Animals. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice* 40, 335–352. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2009.10.005>
- Riggs, J., Liu, N.C., Sutton, D.R., Sargan, D., Ladlow, J.F., 2019. Validation of exercise testing and laryngeal auscultation for grading brachycephalic obstructive airway syndrome in pugs, French bulldogs, and English bulldogs by using whole-body barometric plethysmography. *Veterinary Surgery* 48, 488–496. <https://doi.org/10.1111/vsu.13159>
- Rodan, I., Heath, S., 2016. *Feline Behavioral, Health and Welfare*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2011-0-07596-8>
- Roedler, F.S., Pohl, S., Oechtering, G.U., 2013. How does severe brachycephaly affect dog's lives? Results of a structured preoperative owner questionnaire. *Veterinary Journal* 198, 606–610. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.09.009>
- Ruiz-Drebing, M., Dennis, R., Sparkes, A., Dominguez, E., 2019. MRI features of presumed normal palatine tonsils in dogs. *Journal of Small Animal Practice* 60, 231–238. <https://doi.org/10.1111/jsap.12967>
- Ryan, S., Bacon, H., Endenburg, N., Hazel, S., Jouppi, R., Lee, N., Seksel, K., Takashima, G., 2019. WSAVA Animal Welfare Guidelines. *Journal of Small Animal Practice* 60, E1–E46. <https://doi.org/10.1111/jsap.12998>
- Salonen, M., Vapalahti, K., Tiira, K., Mäki-Tanila, A., Lohi, H., 2019. Breed differences of heritable behaviour traits in cats. *Scientific Reports* 9, 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44324-x>
- Schlueter, C., Budras, K.D., Ludewig, E., Mayrhofer, E., Koenig, H.E., Walter, A., Oechtering, G.U., 2009. Brachycephalic feline noses. CT and anatomical study of the relationship between head conformation and the nasolacrimal drainage system. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 11, 891–900. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.09.010>
- Schmidt, M.J., Kampschulte, M., Enderlein, S., Gorgas, D., Lang, J., Ludewig, E., Fischer, A., Meyer-Lindenberg, A., Schaubmar, A.R., Failing, K., Ondreka, N., 2017a. The Relationship between Brachycephalic Head Features in Modern Persian Cats and Dymorphologies of the Skull and Internal Hydrocephalus. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 31, 1487–1501. <https://doi.org/10.1111/jvim.14805>
- Schmidt, M.J., Kampschulte, M., Enderlein, S., Gorgas, D., Lang, J., Ludewig, E., Fischer, A., Meyer-Lindenberg, A., Schaubmar, A.R., Failing, K., Ondreka, N., 2017b. The Relationship between Brachycephalic Head Features in Modern Persian Cats and Dymorphologies of the Skull and Internal Hydrocephalus. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 31, 1487–1501. <https://doi.org/10.1111/jvim.14805>
- Schuenemann, R., Oechtering, G.U., 2014. Inside the brachycephalic nose: Intranasal mucosal contact points. *Journal of the American Animal Hospital Association* 50, 149–158. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-5991>
- Schuenemann, R., Pohl, S., Oechtering, G.U., 2017. A novel approach to brachycephalic syndrome. 3. Isolated laser-assisted turbinectomy of caudal aberrant turbinates (CAT LATE). *Veterinary Surgery* 46, 32–38. <https://doi.org/10.1111/vsu.12587>

- Selba, M.C., Oechtering, G.U., Heng, H.G., DeLeon, V.B., 2020. The Impact of Selection for Facial Reduction in Dogs: Geometric Morphometric Analysis of Canine Cranial Shape. *Anatomical Record* 303, 330–346. <https://doi.org/10.1002/ar.24184>
- Serpell, J.A., 2019. How happy is your pet? The problem of subjectivity in the assessment of companion animal welfare. *Animal Welfare* 28, 57–66. <https://doi.org/10.7120/09627286.28.1.057>
- Sparkes, A.H., Rogers, K., Henley, W.E., Gunn-Moore, D.A., May, J.M., Gruffydd-Jones, T.J., Bessant, C., 2006. A questionnaire-based study of gestation, parturition and neonatal mortality in pedigree breeding cats in the UK. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 8, 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2005.10.003>
- Stadler, K., O'Brien, R., 2013. Computed tomography of nonanesthetized cats with upper airway obstruction. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 54, 231–236. <https://doi.org/10.1111/vru.12019>
- Steagall, P. v., Monteiro, B.P., 2019. Acute pain in cats: Recent advances in clinical assessment. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 21, 25–34. <https://doi.org/10.1177/1098612X18808103>
- Sweere, Y., 2012. Slaap bij dieren. *DIER•EN•ARTS* 354–356.
- Takeuchi, Y., Mori, Y., 2009. Behavioral profiles of feline breeds in Japan. *Journal of Veterinary Medical Science* 71, 1053–1057. <https://doi.org/10.1292/jvms.71.1053>
- Tami, G., Torre, C., Compagnucci, M., Manteca, X., 2011. Interpretation of ambiguous spatial stimuli in cats. *Animal Welfare* 20, 185–189.
- Thomas, W.B., 2010. Hydrocephalus in Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice* 40, 143–159. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2009.09.008>
- Topouzelis, N., Iliopoulos, C., Kolokitha, O.E., 2011. Macroglossia. *International Dental Journal* 61, 63–69. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595X.2011.00015.x>
- Uddin, M., Sarker, M.H.R., Hossain, M.E., Islam, M.S., Hossain, M.B., Shil, S.K., 2013. MORPHOMETRIC INVESTIGATION OF NEUROCRANIUM IN DOMESTIC CAT ( *Felis catus* ) 11, 69–73.
- van Weeghel, E., de Jong, I., van Niekerk, T., Bos, B., 2020. Programma van Eisen van de leghen 2020 : Ontwerpen voor een goed dierenwelzijn. <https://doi.org/10.18174/525841>
- Verdon, M., Rault, J.L., 2018. Aggression in group housed sows and fattening pigs, *Advances in Pig Welfare*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101012-9.00006-X>
- Verhaert, L., van Wetter, C., 2004. Survey of oral diseases in cats in Flanders. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 73, 331–340.
- Vojtkovská, V., Voslářová, E., Večerek, V., 2020. Methods of assessment of the welfare of shelter cats: A review. *Animals* 10, 1–34. <https://doi.org/10.3390/ani10091527>
- Warriner, A.B., Kuperman, V., Brysbaert, M., 2013. Norms of valence, arousal, and dominance for 13,915 English lemmas. *Behavior Research Methods* 45, 1191–1207. <https://doi.org/10.3758/s13428-012-0314-x>
- Wassink-van der Schot, A.A., Day, C., Morton, J.M., Rand, J., Phillips, C.J.C., 2016. Risk factors for behavior problems in cats presented to an Australian companion animal behavior clinic. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* 14, 34–40. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.06.010>
- Webster, J., 2016. Animal welfare: Freedoms, dominions and “A life worth living.” *Animals* 6, 2–7. <https://doi.org/10.3390/ani6060035>
- Wells, D.L., McDowell, L.J., 2019. Laterality as a tool for assessing breed differences in emotional reactivity in the domestic cat, *Felis silvestris catus*. *Animals* 9, 1–10. <https://doi.org/10.3390/ani9090647>

- Wilhelmy, J., Serpell, J., Brown, D., Siracusa, C., 2016. Behavioral associations with breed, coat type, and eye color in single-breed cats. *Journal of Veterinary Behavior* 13, 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.03.009>
- Williams, D.L., Kim, J.Y., 2009. Feline entropion: A case series of 50 affected animals (2003-2008). *Veterinary Ophthalmology* 12, 221–226. <https://doi.org/10.1111/j.1463-5224.2009.00705.x>