

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra etologie a zájmových chovů



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Brachycefalická plemena a jejich onemocnění

Bakalářská práce

Autorka práce: Jitka Márová, DiS.

Program studia: Kynologie

Vedoucí práce: Ing. Adéla Dokoupilová, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Brachycefalická plemena a jejich onemocnění“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21. 4. 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Adéle Dokoupilové, Ph.D. za odborné vedené mé práce a svému partnerovi za podporu.

Brachycefalická plemena a jejich onemocnění

Souhrn

Brachycefalická plemena psů jsou stále populárnější, přestože trpí dobře zdokumentovanými zdravotními problémy. Kombinace dědičných abnormalit, souvisejících s brachycefalickým typem lebky, se souhrnně označují, jako brachycefalický syndrom. Mezi nejčastěji popisované abnormality patří stenotické nozdry, prodloužené a zesílené měkké patro, aberantní turbinálie, zúžení a deformace nosohltanu, hypoplazie trachey. S tím jsou spojeny sekundární změny horních cest dýchacích způsobené chronickou obstrukcí dýchacích cest zahrnující edém sliznice a různý stupeň kolapsu hrtanu, včetně vychlípení laryngálních váčků a mediálního posunu klínových a rohových výběžků arytenoidních chrupavek. Objevují se i kardiovaskulární a gastrointestinální změny a další související zdravotní komplikace. U psů predisponovaných plemen je možné pozorovat zejména obtíže s dýcháním, chrápání zhoršující se po zátěži, celkovou intoleranci zátěže zejména při vysokých teplotách, synkopy, cyanózu, dávení, kašel, spánkovou apnoe. Cílem této kompilační práce je přiblížit problematiku onemocnění psů brachycefalických plemen a přispět tak k rozšíření informací o jejich zhoršujícím se zdravotním stavu. Zvýšená osvěta současných a potenciálních majitelů brachycefalických psů by mohla snížit poptávku po těžce deformovaných psech a následně zlepšit welfare brachycefalických plemen.

Klíčová slova: pes, brachycefalická plemena, onemocnění, obstrukční syndrom dýchacích cest

Brachycephalic breeds and their health issues

Summary

Brachycephalic dog breeds are becoming increasingly popular, despite suffering from well-documented health problems. Combinations of hereditary abnormalities associated with the brachycephalic skull type are collectively referred to as brachycephalic syndrome. The most commonly described abnormalities include stenotic nostrils, elongated and thickened soft palate, aberrant turbinaria, narrowing and deformity of the nasopharynx, and tracheal hypoplasia. Associated with this are secondary upper airway changes due to chronic airway obstruction syndrome involving mucosal edema and varying degrees of laryngeal collapse, including laryngeal sacs deflection and medial displacement of the wedge and horn processes of the arytenoid cartilages. Cardiovascular and gastrointestinal changes and other associated medical complications also occur. In dogs of predisposed breeds it is possible to observe especially breathing difficulties, snoring worsening after exertion, general intolerance to exertion especially at high temperatures, syncope, cyanosis, gagging, coughing, sleep apnoea. The aim of this compilation is to present the problems of diseases of brachycephalic dogs and to contribute to the dissemination of information about their deteriorating health status. Increased education of current and potential owners of brachycephalic dogs could reduce the demand for severely deformed dogs and consequently improve the welfare of brachycephalic breeds.

Keywords: dog, brachycephalic breeds, health issues, obstructive airway syndrome

Obsah

1 Úvod.....	7
2 Cíl práce.....	8
3 Literární rešerše.....	9
3.1 Domestikace psa a vývoj psích plemen.....	9
3.1.1 Domestikace psa	9
3.1.2 Vývoj psích plemen	10
3.2 Brachycefalie	13
3.2.1 Lebka – nejvýrazněji ovlivněný fenotypový znak brachycefalických plemen	13
3.2.1.1 Obličejová část lebky	13
3.2.1.2 Cefalický index a kraniofaciální úhel.....	15
3.2.1.3 Brachycefalie a dědičnost	17
3.2.1.4 Vliv brachycefalické lebky na mozek, čichový bulbus a jazyku.....	19
3.2.2 Brachycefalická plemena	21
3.2.2.1 Lorenzovo dětské schéma	21
3.2.2.2 Zařazení psů s brachycefalickou lebkou do skupin plemen.....	21
3.3 Vybraná onemocnění brachycefalických plemen	24
3.3.1 Brachycefalický obstrukční syndrom dýchacích cest (BOAS).....	24
3.3.1.1 Stenóza nozder	26
3.3.1.2 Hypertrofie turbinátů	26
3.3.1.3 Prodloužené měkké patro	27
3.3.1.4 Změny na hrtanu.....	28
3.3.1.5 Hypoplastická trachea	29
3.3.2 Předkus.....	29
3.3.3 Gastrointestinální poruchy	29
3.3.4 Kardiovaskulární choroby.....	30
3.3.5 Spánková apnoe	31
3.3.6 Dermatitida kožních záhybů.....	32
3.3.7 Oční choroby.....	32
3.4 Chov brachycefalických plemen a jejich welfare	34
4 Závěr	36
5 Literatura.....	37

1 Úvod

Brachycefalická plemena psů jsou stále populárnější, přestože trpí dobře zdokumentovanými zdravotními problémy, souvisejícími s jejich tělesnou konstitucí. Jejich obliba se zvyšuje pravděpodobně díky učenlivosti, vysoké motivovanosti ke komunikaci s majitelem, ale zejména kvůli roztomilému vzhledu. Příbuzenské křížení a následný nedostatek genetické rozmanitosti, který v minulosti provázel šlechtění těchto plemen, vedl k nárůstu negativních dopadů na celkový stav jejich chovu v současnosti, a pokud se něco nezmění, i v budoucnosti (Gobello et al. 2020).

Chovatelé brachycefalických plemen jsou dobře obeznámeni s preferencemi lidí a využívají jich při marketingu. Velké oči, krátký nos a kulatá hlava brachycefalických psů dokonale splňují atributy „miminkovského schématu“, které v lidech vyvolává pečovatelské chování (Hecht & Horowitz 2015).

Anatomické abnormality spojené s brachycefalií způsobují závažné komplexní progresivní onemocnění, jako je akutní a chronická respirační tíseň s potenciální potřebou stabilizace dýchacích cest pomocí chirurgického zákroku, spánková apnoe, neurologické změny, gastrointestinální poruchy, kardiovaskulární choroby, dermatologická, oftalmologická i ortopedická onemocnění. To vše dopadá na zdraví a pohodu těchto psů, kvůli čemuž mohou také majitelům vznikat značné náklady na léčbu. Veterinární lékaři, kteří mají profesionální a morální povinnost předcházet a minimalizovat negativní dopady na zdravotní stav a welfare zvířat v důsledku extrémní morfologie a dědičných poruch, se musí zákonitě zabývat čím dál více brachycefalickým syndromem. A to nejen na úrovni pacienta, ale také jako systémovým problémem welfare. Existují rozsáhlé důkazy dokumentující souvislost mezi extrémně brachycefalickými psy a chronickým onemocněním, které ohrožuje dobré životní podmínky psů (Fawcett et al. 2019).

Cílem této kompilační práce je za pomoci dostupných literárních zdrojů shrnout a přiblížit problematiku onemocnění psů brachycefalických plemen a přispět tak k rozšíření informací o jejich zhoršujícím se welfare. Pouze tím, že budou problémy popisovány a více zveřejňovány, bude moci dojít k pochopení a změně této závažné, situace. Většina majitelů brachycefalických psů, pokládá klinické projevy, jako je například sípání a dušnost, snížená aktivita nebo svědivá dermatitida, za „normální“. Vzděláváním veřejnosti je možné tento pohled změnit (Kenny et al. 2022).

2 Cíl práce

Přiblížení problematiky onemocnění psů tzv. brachycefalických plemen.

3 Literární rešerše

3.1 Domestikace psa a vývoj psích plemen

3.1.1 Domestikace psa

Předpokládá se, že domestikace psů začala před 11 000–40 000lety (Arendt et al. 2016). Ačkoli se na první pohled nezdá vyhledání lidské společnosti pro vlka výhodné (Koler-Matznick 2002), na základě genetických a morfologických dat je známo, že pes domácí pochází skutečně z vlka šedého *Canis lupus* (Larson et al. 2012). Člověk domestikoval více zvířat, zejména za účelem zajištění trvalého zdroje potravy či z důvodu využití jejich síly na práci. Archeologické nálezy po celém světě však ukazují, že prvním domácím zvířetem byl právě pes (Savolainen et al. 2002).

V prvních fázích procesu domestikace pravděpodobně chyběla lidská záměrnost, spíše se jednalo o komenzální cestu, kde hrála největší roli samotná zvířata. Počáteční fáze tohoto modelu zahrnovala habituaci divokých zvířat na člověka, kterou pravděpodobně podnítila přitažlivost lidského odpadu. Mnoho prvních domestikovaných zvířat, včetně psa, jediného zvířete domestikovaného před příchodem zemědělství, následovalo tuto cestu. Další fáze zahrnovaly rostoucí míru záměrného lidského působení, vztah mezi lidmi a zvířaty se stával intenzivnější (Larson & Burger 2013). S příchodem zemědělských společností se psi přizpůsobili přítomnosti škrobu v potravě, což byl zásadní krok v jejich evoluci (Arendt et al. 2016).

Údaje o mitochondriální DNA (mtDNA), zkoumané po celém světě naznačují, že původ psa je možné lokalizovat v Asii jižně od řeky Jang-c'. Tým Z. L. Dinga (2012) provedl analýzu vzorků 14 437 bp sekvence DNA na Y-chromozomu, odebraných 151 psům po celém světě. Bylo nalezeno 28 haplotypů distribuovaných v pěti haploskupinách. Odhaduje se, že 151 psů pochází z 13–24 vlků zakladatelů. Nejvyšší genetická rozmanitost a prakticky kompletní fylogenetické pokrytí bylo zjištěno v rámci oblasti právě jižně od řeky Jang-c'. To potvrzuje dlouhodobou tezi, že byla hlavní a možná jedinou oblastí domestikace vlků. Velké množství vlků zde bylo domestikováno a následná hybridizace psa a vlka přispěla ke genofondu psů. Genomické resekvenování dalších vzorků psovitých šelem napříč euroasijskou pevninou objasnilo migrační trasu z jihovýchodní Asie, čímž zdůraznilo východoasijský původ a předznamenalo počátek domestikace pravděpodobně ještě před 33 000 lety (Wang et al. 2016).

Kromě místa a času první domestikace přitahuje pozornost biologů také adaptace na prostředí. Například u tibetského mastifa, pocházejícího z tibetské náhorní plošiny, byl odhalen gen EPAS1, o kterém se uvádí, že ovlivňuje adaptaci na vysokohorské prostředí u obyvatel Tibetu. Dalším příkladem může být adaptace afrického psa na malárii, která je na africkém kontinentu rozšířená (Zhang et al. 2020).

Proces domestikace je procesem dlouhodobým a dosud neukončeným. Během něj dochází postupně k dlouhodobým změnám v chování, ale i v řadě dalších znaků. Změny

v morfologii psů ve srovnání s morfologií vlků – objevily se hned v začátcích tohoto procesu – souvisely s vlivem domestikace a v populaci psa se fixovaly (Germonpré et al. 2009).

Jensen (2006) přichází s pojmem „domestikovaný fenotyp“. Patří sem následující aspekty:

- vnější morfologické změny, jako je změna zbarvení srsti, změny velikosti těla a vzrůstu a změny relativní velikosti různých částí těla, vč. brachycefalie,
- vnitřní morfologické změny, jako je celkové zmenšení mozku, změna relativní velikosti jiných vnitřních orgánů, např. střev,
- fyziologické změny, jako jsou změny endokrinních reakcí a reprodukčních cyklů,
- vývojové změny, jako je dřívější pohlavní dospělost a změny v délce citlivých období pro socializaci,
- změny v chování, jako je snížení strachu, zvýšení sociability a snížení reakcí proti predátorům (Jensen 2006).

3.1.2 Vývoj psích plemen

Člověk časem pochopil, že on sám může mít vliv na vlastnosti psů a výběrem zvířat pro budoucí křížení dokáže z generace na generaci měnit řadu morfologických a behaviorálních znaků či charakteristik a zejména rozvíjet znaky žádoucí. Tím byl položen základ pro chovatelství a šlechtění psích plemen. V současné době je populace psů roztržštěna na několik stovek plemen, charakterizovaných svými fenotypy, které nabízejí jedinečné spektrum polymorfismu (Galibert et al. 2011).

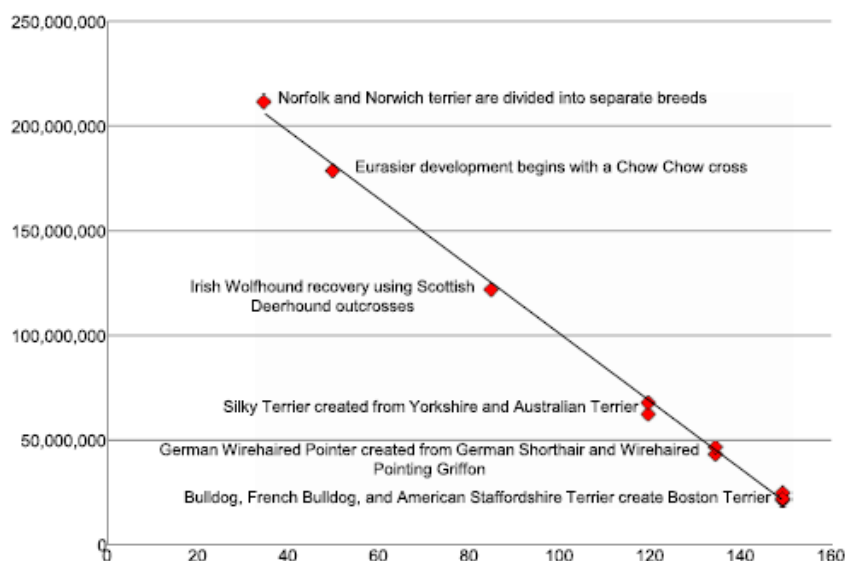
Pes je využíván pro lov, vlastní obranu, ochranu majetku, tah břemen, záchranářské práce, službu v ozbrojených složkách, a podobně. V posledních několika desetiletích je pes využíván i v zooterapii, jako vodící, asistenční, signální pes, ale i jako partner v rekreačním a vrcholovém sportu. Na stejné úrovni je pes velmi rozšířen jako společník. Existují ale i důkazy o využívání psa, jako lidské potravy, či psí srsti v textilním průmyslu (Segura et al. 2022). Každá z těchto disciplín klade na psa určité požadavky a jak je uvedeno výše, člověk svou záměrnou činností dokáže vyšlechtit zvířata, která jsou schopna je splnit.

Žádné jiné domestikované zvíře se nevyskytuje v tak rozmanité škále velikostí, barev a ukotvených charakterových vlastností. Počet plemen psů se postupně zvyšoval až do dnešních zhruba 400 plemen psů registrovaných v zastřešujících organizacích v České republice (<https://www.cmku.cz/>) a Federation cynologique internationale (FCI) (<https://www.fci.be>). Na 200 plemen registruje American Kennel Club (AKC) (<https://www.akc.org/>) či Australian National Kennel Club (ANKC) (<https://ankc.org.au>).

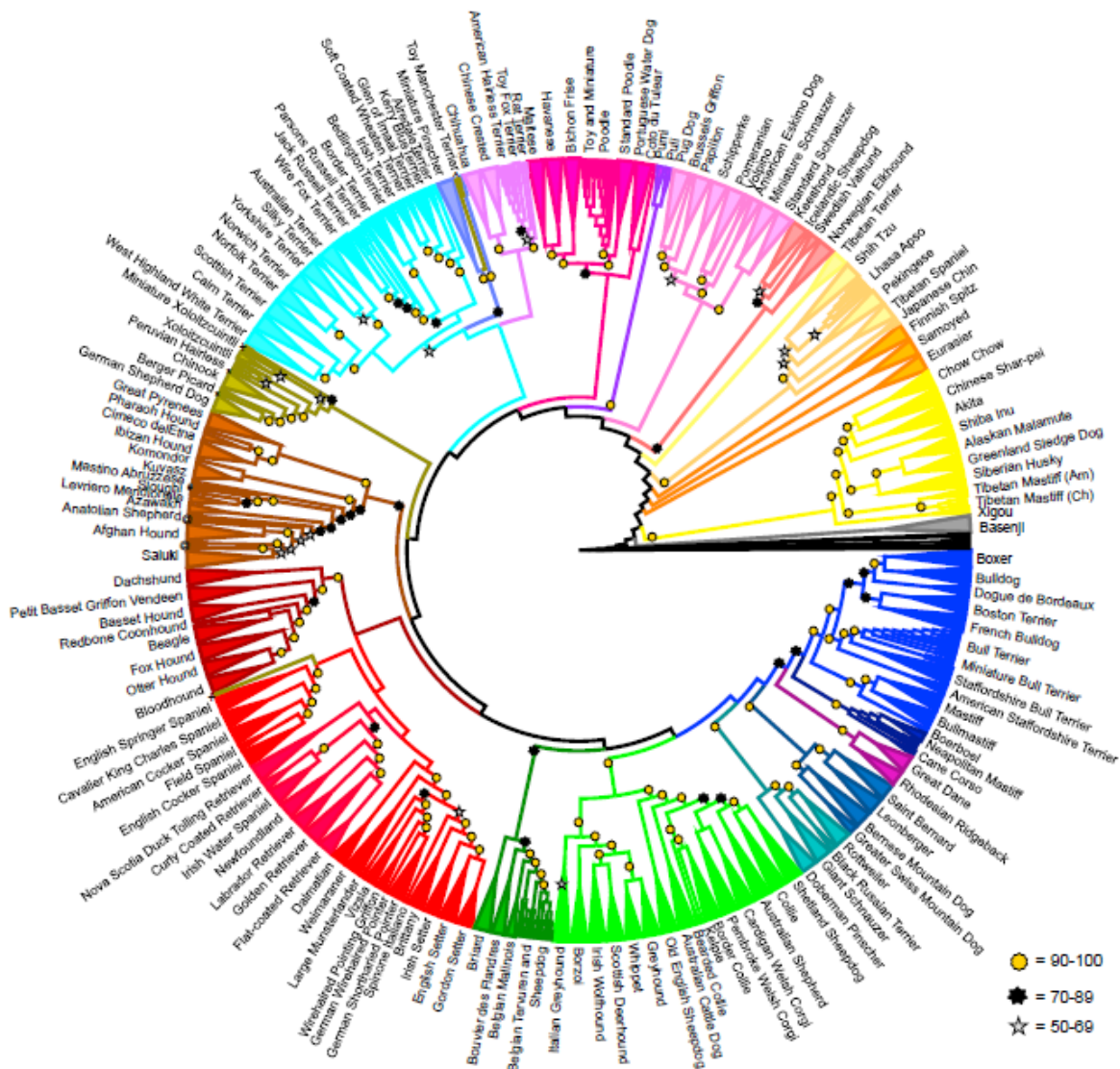
Aby bylo možné sledovat genetické znaky vývoje plemen, shromáždil tým Parker et al. (2017) rozmanitý soubor dat, který odráží rozsáhlou fenotypovou variabilitu a dědičnost psích plemen. Byla zkoumána genomická data ze souboru dat 1 346 psů reprezentujících 161 plemen. Zahrnuty byly populace s velmi rozdílnou historií plemene, pocházející ze všech kontinentů, kromě Antarktidy, která reprezentují celou škálu fenotypové variability přítomné mezi moderními psy. Výsledný kladogram 161 plemen (Obrázek 2) zobrazuje 23 kladů plemen reprezentujících typy plemen, které existovaly před vznikem plemenných klubů a registrů.

Ukazuje se, že mnoho znaků, které jsou spojeny se specifickými psími vlohami, se v historii moderního psa pravděpodobně vyvinulo více než jednou v různých zeměpisných lokalitách.

Rozsáhlé sdílení haplotypů napříč 23 klady je pravděpodobným indikátorem nedávné hybridizace, která proběhla v době od vzniku registrů plemen, a vedla tak ke vzniku většiny moderních plemen. Důkazy o dodatečné hybridizaci napříč klady byly nalezeny u 117 ze 161 zkoumaných plemen. Třicet procent těchto plemen sdílí pouze jedno plemeno mimo svůj klad. Více než polovina (54 %) plemen, která tvoří 23 zavedených kladů, tedy sdílí haplotypy s jedním nebo žádným plemenem mimo svůj klad, což naznačuje vznik plemene selekcí na základě původní zakladatelské populace spíše než nedávnou příměsí. Pouze 6 ze 161 zkoumaných plemen sdílí haplotypy s různými plemeny skupiny, což naznačuje, že tato plemena vznikla v nedávné době z více jiných plemen nebo že představují oblíbenou moderní složku plemene. Celkově nízká míra sdílení haplotypů napříč různými plemeny naznačuje, že křížení mezi plemeny se provádí promyšleně a ze specifických důvodů, jako je zavedení nového znaku nebo imigrace plemene do nové geografické oblasti. Na základě nejspolehlivěji datovaných křížení, z nichž vznikla moderní plemena, se podařilo stanovit lineární vztah mezi celkovou délkou sdílení haplotypů a stářím příměsově události, k níž došlo v rozmezí 35 až 160 let před současností (Obrázek 1). Primární typy plemen však vznikly mnohem dříve, což svědčí o selekci a segregaci psích populací v době, kdy neexistovalo formální uznání plemene. Prototypy plemen se formovaly selekčními tlaky již od starověku v závislosti na práci, kterou měli nejčastěji vykonávat. Druhé kolo hybridizace a selekce se uplatnilo během posledních 200 let, aby vzniklo mnoho jedinečných kombinací znaků, které vykazují moderní plemena. Kombinací vztahů genetické vzdálenosti s patrnostmi sdílení haplotypů je možné objasnit komplexní složení moderních plemen psů a lépe provádět hledání genetických variant důležitých pro vývoj psích plemen, morfologii, chování a nemoci psů. Proces vývoje psích plemen dosud není ukončen.



Obrázek 1: Celkové sdílení haplotypů je nepřímě úměrné době hybridizace mezi plemeny, která se vyvinula během posledních 200 let. Na ose x = doba hybridizace v letech před současností a na ose y = medián celkového sdílení haplotypů pro šest plemen psů se spolehlivou nedávnou historií příměsí při vzniku nebo obnově plemene (Parker et al. 2017).



Obrázek 2: Kladogram 161 plemen domácích psů. Plemena, která tvoří jedinečné klady podpořené 100 % bootstrapů, jsou spojena do trojúhelníků. U všech ostatních větví označuje zlatá hvězda 90 % nebo lepší, černá hvězda 70–89 % a stříbrná hvězda 50–69 % bootstrapovou podporu. Názvy plemen jsou uvedeny po obvodu kruhu. Malý počet psů se neshluje se zbytkem svého plemene, což je označeno následovně: *cane paratore, +peruánský naháč, #sloughi, @země původu saluki a ^miniaturní naháč (Parker et al. 2017).

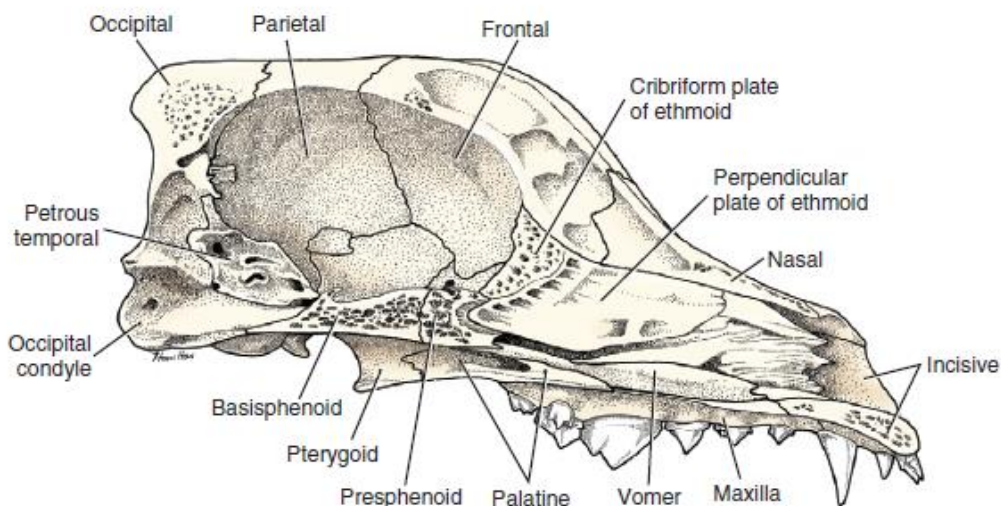
3.2 Brachycefalie

Pojem „brachycefalický“ znamená v doslovném překladu „krátkolebý“. Brachycefalie je spojena zejména s modifikací lebky. Výsledkem je výrazný krátký a zploštělý čenich. Je to důsledek záměrné snahy chovatelů vybírat psy do chovu tak, aby se u nich vyvinula lokální chondrodysplazie a vznikli jedinci s ještě více zkrácenou obličejovou kostrou (Buzek et al. 2022).

3.2.1 Lebka – nejvýrazněji ovlivněný fenotypový znak brachycefalických plemen

Hlava je nejdůležitější a vysoce specializovanou částí těla psa, protože se v ní nachází mozek a důležité smyslové orgány související se sluchem, zrakem a čichem (Buzek et al. 2022).

Lebka je nejsložitější částí osového skeletu. Je tvořena párovými kostmi (například kost čelní, temenní, spánková) a nepárovými kostmi (například kost čichová), z nichž dolní čelist a jazylka jsou samostatné a ostatní kosti jsou spojeny v jeden celek. Kostí lebky jsou spojeny švy a místy chrupavkovými sponami. Čelisti jsou k lebce připojeny klouby. Hlavními částmi lebky jsou *neurokranium* a *splanchnokranium*. *Neurokranium* se skládá z báze lebky, týlní stěny, laterálních stěn a lebeční klenby. V této oblasti je uložen mozek. *Splanchnokranium* je obličejová část, tvořena laterálními stěnami, stropem a dnem nosní dutiny, stropem dutiny ústní a stropem a bočními stěnami hltanové dutiny (Obrázek 3) (Evans & de Lahunta 2013).



Obrázek 3: řez částí lebky psa (Evans & de Lahunta 2013).

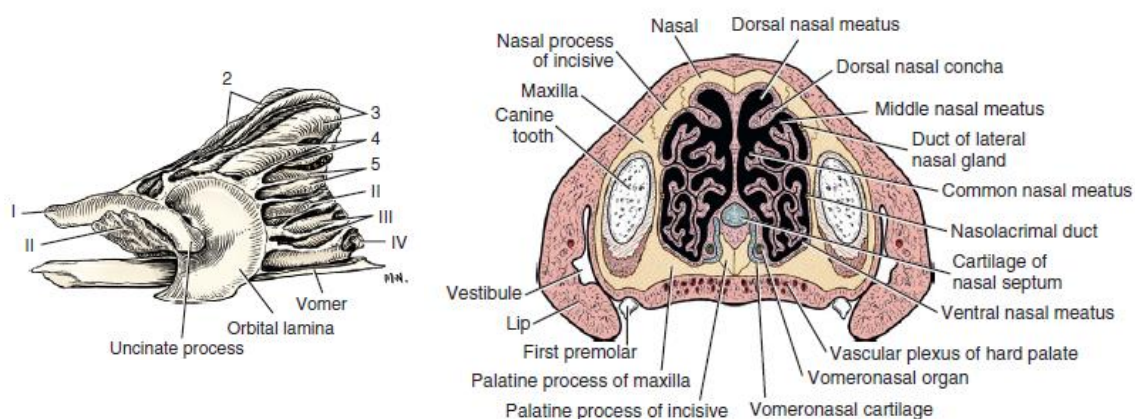
3.2.1.1 Obličejová část lebky

Obličejová část lebky se skládá z 36 kostí a je vyvinuta tak, aby poskytovala dostatečný prostor sloužící dýchacím a čichovým funkcím a dostatečnou plochu pro správný vývoj zubů. Nejvýraznějším znakem u psů je frontonasální část, která je složena zejména z čelní kosti, slzné, nosní kosti, nosní kosti, řezákové kosti a navazujícího tvrdého patra (Evans & de Lahunta 2013).

Nosní dutina je obličejová část dýchacího ústrojí. Skládá se ze dvou symetrických polovin oddělených od sebe nosní přepážkou. Nosní dutina má mimo jiné termoregulační funkci. Upravuje vlastnosti vdechovaného vzduchu dříve, než se dostane do dalších částí dýchacího ústrojí. Zahřívá se průchodem přes vysoce cévnatý povrch sliznice a zvlhčuje se při procesu odpařování slz (Buzek et al. 2022). Nosní kost je dlouhá a úzká párová kost, která se liší velikostí a tvarem, v závislosti na plemeni. Laterálně se nosní kost spojuje s horní čelistí, párovou nosní kostí a řezákovou kostí, čímž vzniká nosomaxilární šev (*sutura nasomaxillaris*) a nazoincisivní šev (*sutura nasoincisiva*). U brachycefalických psů je nosní kost velmi krátká, zatímco u dolichocefalických psů stejné hmotnosti je delší (König & Liebich 2003).

Nozdry jsou součástí čenichu. Jsou pohyblivé, vystužené pouze chrupavkami. Aplikární konec čenichu je zploštělý a vytváří čenichové zrcátko, které je rozdělené brázdičkou. Brázdička může být různě hluboká, podle plemene psa. Nosní chrupavky jsou zakotveny na nosní přepážce a určují tvar nozder. Kůže nozder je bezsrstá a vysoce pigmentovaná (König & Liebich 2002). Otisk nozder má jedinečný vzor, který lze použít jako individuálně identifikovatelný biometrický prostředek k identifikaci psa. Otisky nosu se v průběhu času nemění (Bae et al. 2021).

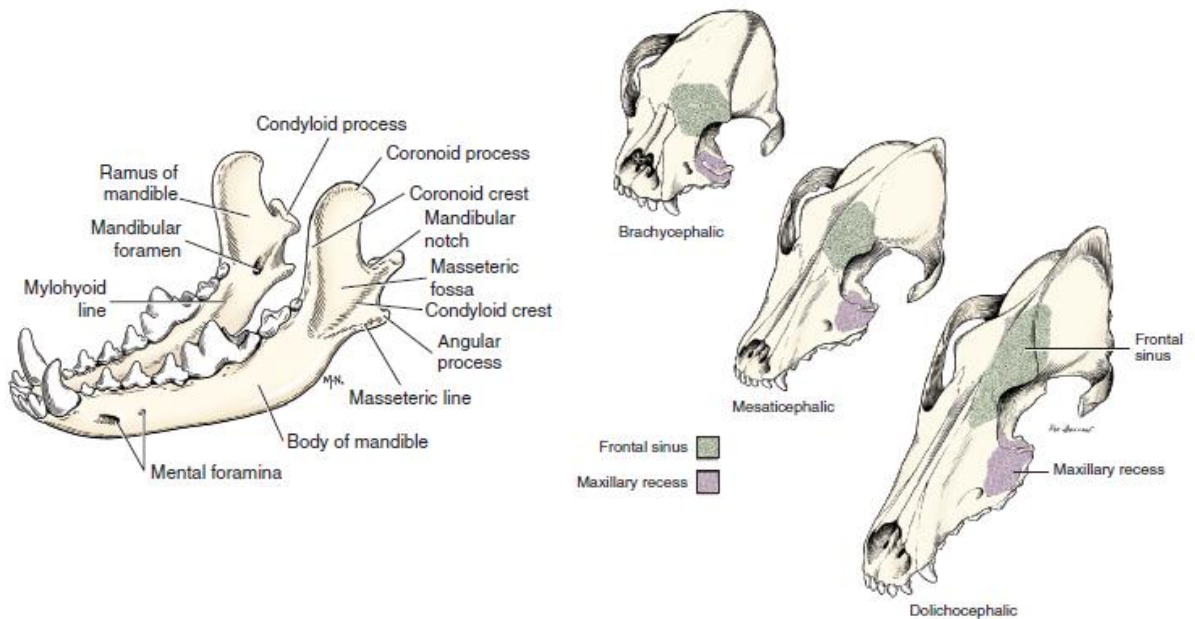
Mezi obličejovou a lebeční částí hlavy se v čelní dutině nacházejí etmoidální labyrinty, kterými proudí při dýchání vzduch (Obrázky 4 a 5). Velikost čelní dutiny se liší podle velikosti a typu plemene. Palatinální výběžek je příčný kostní výběžek, který spolu s kostí patrovou tvoří tvrdé patro (*palatum osseum*) a odděluje dýchací cesty od trávicího ústrojí. Párovou patrovou kost spojuje patrový šev. Kaudální část tvrdého patra poskytuje úchyt pro měkké patro (Evans & de Lahunta 2013).



Obrázek 4 (vlevo): Levá nosní kost a levá část etmoidálního labyrintu. Římské číslice označují endoturbináty, arabské číslice označují ektoturbináty, přičemž není označována jejich velikost, ale umístění.

Obrázek 5 (vpravo): Příčný řez nosní dutinou (Evans & de Lahunta 2013).

Známe tři základní typy psí lebky: brachycefalická, mezocefalická a dolichocefalická (Obrázek 7) (Evans & de Lahunta 2013).



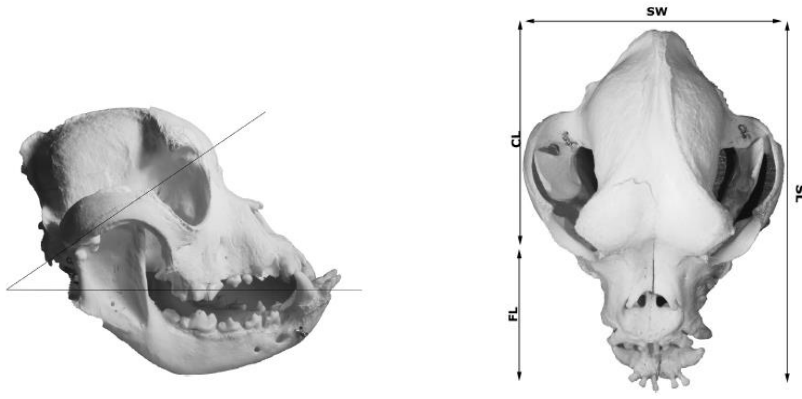
Obrázek 6 (vlevo): dolní čelist psa

Obrázek 7 (vpravo): Tři typy lebky psa – brachycefalická (vlevo), mezocefalická (uprostřed), dolichocefalická (vpravo) (Evans & de Lahunta 2013)

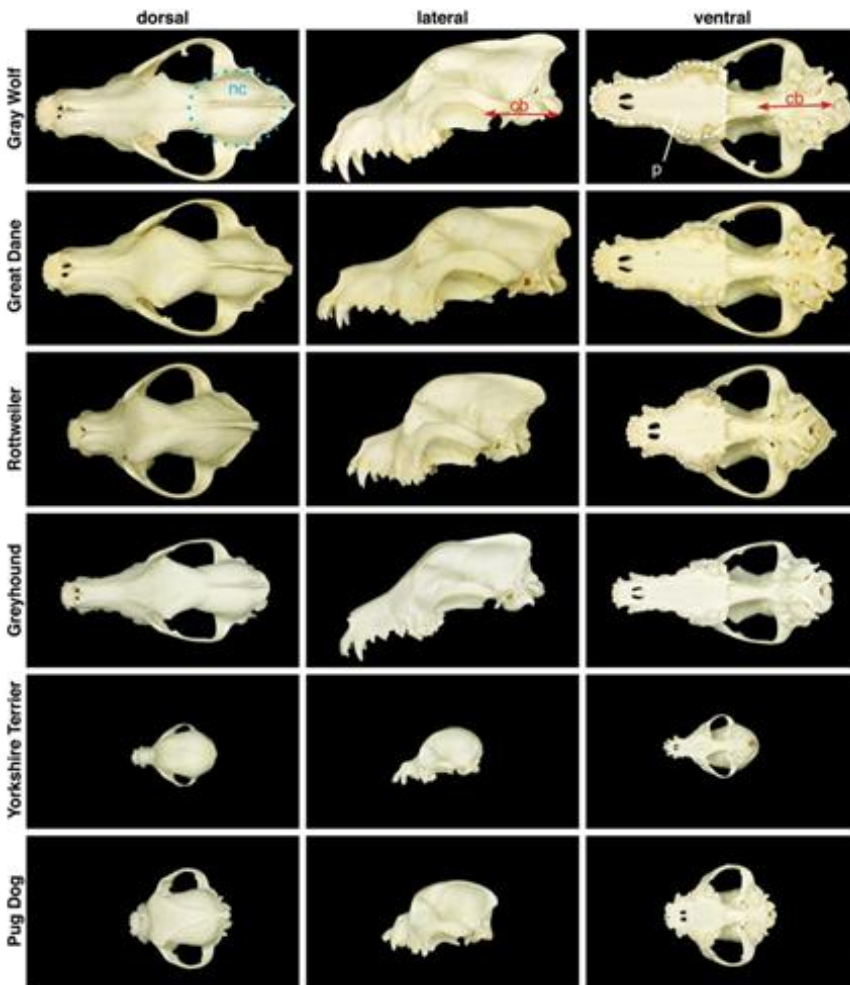
Dolní čelist (Obrázek 6) se skládá z pravé a levé části, které jsou spojeny mezičelistním švem. Dolní čelist se spojuje se spánkovou kostí v čelistním kloubu. V horní a dolní čelisti jsou založeny zuby. Uzavřením čelistí se síla zubů převádí na vše, co je mezi nimi. Tomu se říká skus. Rozměry a tvar lebky ovlivňují sílu skusu (König & Liebich 2003).

3.2.1.2 Cefalický index a kraniofaciální úhel

Variabilita tvaru lebky mezi plemeny psů je výsledkem záměrného působení člověka. Dochází k umělé selekci a upevňování požadovaných fenotypových znaků, tedy k šlechtění (Schoenebeck et al. 2012). Cílem šlechtění je dosáhnout co nejlepší shody všech znaků s plemenným standardem, tedy požadavky, které jsou stanoveny člověkem. Lze říci, že tvar lebky je jedním z nejdůležitějších rozlišovacích znaků jednotlivých plemen. Existuje několik způsobů, jak určit, do jaké kategorie které plemeno patří. Jedním z nich je kraniofaciální úhel mezi spodinou lebeční a obličejovou částí lebky. Dalším způsobem je stanovení cefalického indexu, což je poměr šířky a délky lebky (Obrázek 8) (Meola 2013). Schoenebeck & Ostrander (2013) sledují morfologickou rozmanitost z dorsální, laterální a ventrální perspektivy u vlka šedého a dalších vybraných plemen psů. Výrazné rozdíly zahrnují tvar patra, tvar neurokrania a délku lebeční báze (Obrázek 9).



Obrázek 8: Kraniofaciální úhel (vlevo), poměr šířky a délky lebky – cefalický index (vpravo) – SW šířka, SL délka, CL délka lebeční části, FL délka čenichové partie (Meola 2013)



Obrázek 9: Montáž kraniofaciálního tvaru psů ukazuje neuvěřitelnou morfologickou rozmanitost *Canis familiaris*. Dorsální, laterální a ventrální perspektiva různých plemen psů. Výrazné rozdíly mezi plemeny zahrnují tvar patra (p, označeno bílými tečkami), tvar neurokrania (nc, ohraničeno modrými tečkami), délku lebeční báze (cb, červená linie) (Schoenebeck & Ostrander 2013).

Psi brachycefalických plemen se vyznačují kompaktní obličejovou částí s velmi krátkým čenichem, širší kulovitou hlavou, předkusem a široce umístěnými, mělkými očními (Schoenebeck & Ostrander 2013). Poměr šířky a délky jejich lebky je 0,81 a vyšší. Kraniofaciální úhel svírá mezi základnou lebky a obličejovou částí 9–14°, zatímco u mezocefalických plemen

se tato hodnota pohybuje mezi 19° a 21°. Do kategorie brachycefalických plemen řadíme například německého boxera, francouzského buldočka, mopse, či grifonka. Zástupci mezocefalických plemen jsou například retrívři nebo rotvajler. Jedinci, které řadíme do dolichocefalických plemen, mají úzké a protáhlé čenichy a očníce posazené méně dopředu, což jim umožňuje efektivně sledovat horizont. Jejich kraniofaciální konfigurace svírá úhel 25–26°. Typickými zástupci tohoto typu jsou zejména chrti (Meola 2013).

3.2.1.3 Brachycefalie a dědičnost

Brachycefalický typ lebky je znakem polygenně dědičným, a přestože výzkum genů zodpovědných za brachycefalický typ lebky není zdaleka ukončen, jsou již dnes některé z nich známy. Mutace, které ovlivňují fibroblastový růstový faktor (FGF) jsou zobrazovány prostřednictvím narušené aktivity receptoru, charakteristického u kraniosynostózy u brachycefalického typu lebky, stejně jako u mutace v genech kódujících homeobox2 svalového segmentu (MSX2) a twist homolog 1 (TWIST1). Další genetické defekty vedoucí ke kraniosynostóze se týkají ephrin-B1 (EFNB1), protein RAB23 související s rasem, fibrillulin1 (FNB1), P450 (cytochrom), oxidorektortázy (POR), transformující růstový faktor, receptor beta 1 (TGFBR1) a transformující růstový faktor, receptor beta 2 (TGFBR2). Z tohoto krátkého seznamu kandidátů je zřejmé, že znaky FGF a TGF- β , jsou součástí udržení průchodnosti a růstu na švech a sychondrií. Frontonazální dysplazie mohou nepříznivě ovlivnit tvar obličeje. Například mutace syndromu Treacher Collins-Franchetti 1. (TCOF1), vede k hypoplazii čelních a zygomálních kostí. U psů všech plemen obvykle koronární synostóza chybí, u brachycefalických plemen však dochází ke změně lebeční báze. To naznačuje, že regulace růstu na sychondriích hraje roli v genezi brachycefalických psů (Schoenebeck & Ostrander 2013).

Niskanen et al. (2021) ve své studii potvrzuje, že alela DVL2 je jedním z faktorů přispívající k morfologii brachycefalických psů. Deleční alela v genu Wnt, označována jako DVL2, je spojena se zkrácením, zalomeným až zatočeným ocasem u anglických buldoků, francouzských buldočků a bostnonských teriérů. Ovšem z jedenácti zkoumaných tělesných rozměrů psů jich bylo až pět spojeno s DVL2 genotypem: délka tvrdého patra, délka lebeční báze, délka lebky, poměr délky tvrdého patra k délce lebeční spodiny, faciální index a výška měkkého patra, která souvisela s tělesnou hmotností psa, přičemž silnější měkké patro souvisí s vyšší tělesnou hmotností.

Marchant et al. (2017) studoval souvislost brachycefalie s mutací genu SMOC2 pomocí celogenomových analýz a morfometrie 374 psů. Pomocí těchto metod se jeho týmu podařilo identifikovat lokusy kvantitativních znaků, které jsou zodpovědné za tvary a velikosti psích lebek. Již dříve bylo identifikováno několik lokusů, ovlivňující neurokranium, jako SMAD2, HGMA2, IGF1 a LCORL, ovšem Marchant et al. (2017) uvádí, že velikost jejich účinkuje relativní. Mezi jeho poznatky patří fakt, že retrogenová inserce FGF4 na chromozomech 12 a 18, která byla dříve spojená s apendikulární chondrodysplazií, také snižuje velikost neurokrania. Účinky retrogenu FGF4 na morfologii psů potvrzuje i studie Bannasch et al. (2022). Zkracování lebky sice závisí na více, než dvou genech, nicméně bylo uvedeno, že jedním z nejvýznamnějších

je SMOC2. SMOC2 patří do skupiny matricelulárních proteinů BM-40, které obsahují extracelulární modul vázící vápník a doménu podobnou follistatinu. SMOC2 se od skupiny BM-40 odlišuje přidáním dvou tyreoglobulinových domén a nové domény, která je pro podskupinu SMOC jedinečná. Tento gen, respektive mutace potlačující jeho působení, byl zodpovědný za až 36 % retrakce obličejové části hlavy, u zkoumaných brachycefalických psů.

Schoenebeck (2012) provedl rozsáhlou studii, do které zahrnul 533 lebek reprezentujících 120 plemen psů a čtyři typy vlka. Podrobná analýza pomocí sekvenování celého genomu odhalila missense mutaci v genu BMP3, která mění fenylalanin na leucinomezuje růst kostí.

Missense varianty jsou spojeny s různými fenotypovými znaky a poruchami u psů. Psi gen P2RX7, který kóduje iontový kanál receptoru P2X7 řízený ATP, obsahuje čtyři známé missense varianty. Receptor P2X7 je trimerní kationtový kanál řízený ATP, který je kódován genem P2RX7. Hraje důležitou roli při imunitě a rakovině. U psů je receptor P2X7 přítomen na monocytech, lymfocytech, erytrocytech, epiteliálních buňkách ledvin a neuronech myenterického plexu. Tento receptor je přítomen také v normální mozkové tkáni včetně mozku a v glioblastomech, oligodendroglomech a astrocytomech. Aktivace receptoru P2X7 u psů vede k uvolňování interleukinu-1 β z monocytů. Aktivace receptoru P2X7 navíc vede k expozici fosfatidylserinu a hemolýze psích erytrocytů. Cílem studie Sophocleous et al. (2020) bylo prozkoumat přítomnost těchto variant u náhodného vzorku plemenných a smíšených psů. Exony 3, 8, 11 a 13 genu P2RX7, které kódují tyto čtyři příslušné varianty, byly u 65 psů posouzeny pomocí Sangerova sekvenování a zkombinovány s existujícími sekvenovacími daty od dalších 69 psů. Distribuce těchto variant pak byla vyhodnocena u všech 134 psů dohromady a samostatně v rámci jednotlivých plemen včetně 35 různých čistokrevných plemen. Varianty rs23314713 (p.Phe103Leu) a rs23315462 (p.Pro452Ser) byly přítomny u 47, resp. 40 % všech studovaných psů, přičemž varianta rs23314713 byla spojena s brachycefalickými plemeny. U plemenných psů byly varianty rs23314713 a rs23315462 spojeny s brachycefalickými, respektive nebrachycefalickými plemeny. Varianty rs851148233 (p.Arg270Cys) a rs850760787 (p.Arg365Gln) byly přítomny pouze u psů plemen kokršpanělů, respektive labradorských retrívrů. Kombinovaná data od plemenných a smíšených psů odhalila přítomnost varianty rs23314713 (p.Phe103Leu) u 76 % brachycefalických psů a 31 % nebrachycefalických psů, která se mezi těmito dvěma skupinami významně lišila. V exonech 3, 8, 11 a 13 genu P2RX7 nebyly u psů nalezeny žádné další missense varianty. Závěrem bylo konstatováno, že missense varianty rs23314713 a rs23315462 genu P2RX7 jsou přítomny u velké části psů, přičemž varianta rs23314713 je spojena s řadou brachycefalických plemen. Nelze však vyloučit souvislost této varianty se psy buldočího původu, nikoli s brachycefalií jako takovou.

3.2.1.4 Vliv brachycefalické lebky na mozek, čichový bulbus a jazyku

Bylo prokázáno, že tvar lebky může mít vliv na mozek. Cefalický index koreluje s koncentrací gangliových buněk sítnice a s ventrálními buňkami v sítnici rotace mozkových hemisfér, což je potenciální vysvětlení zvýšené schopnosti zaostřit v centrálním zorném poli spíše než na periférii, a tedy i reagovat na lidská ukazovací gesta. Tyto změny se pak projevují v chování plemen s různým tvarem lebky (Georgevsky et al. 2013), což potvrzuje i studie provedená McGreevy et al. (2013).

Pilegaard et al. (2017) provedl studii, prokazující vliv typu lebky na relativní velikost mozkové kůry a postranních komor u psů. Ve studii byly zkoumány snímky MRI 63 psů mladších 6 let. K označení tvaru lebky použili cefalický index a porovnali jej s měřením objemu postranních komor. Metoda odhadu objemu využívá Cavalieriho princip. Tato technika volumetrického stereologického měření byla použita pro odhad objemu mozku a doporučena například pro klinické použití u starších osob s demencí. Bylo zjištěno, že psi s brachycefalickou lebkou měli menší poměr kortikálního a komorového objemu než plemena mezocefalická a dolichocefalická. Pravděpodobně se jedná o fyziologický jev nebo jev související s plemenem, nikoliv o kortikální atrofii spojenou s kognitivní dysfunkcí psů, protože zúčastnění psi byli příliš mladí na to, aby se u nich projevil změny spojené s touto dysfunkcí. Kognitivní dysfunkce psů mají za následek ztenčení mozkové kůry a zvětšení mozkových komor.

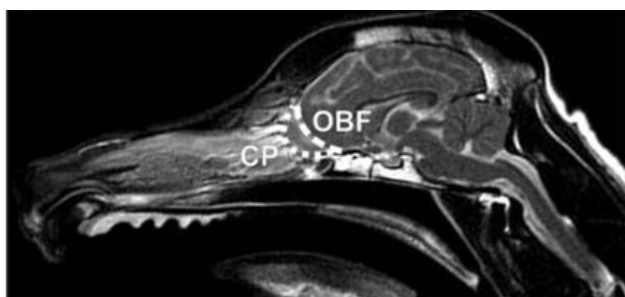
U malých a toy plemen dochází k otáčení mozku podle mediolaterální (šikmé) osy. Stále je otázkou, zda je změna lebeční klenby způsobena otáčením mozku, či zda právě pozměněná lebeční klenba nutí mozek k otočení (Schoenebeck & Ostrander 2013).

Hussein a kolektiv (2012) popsal přímý vliv typu lebky na úhel a orientaci čichového bulbu u psů. Úhel čichového bulbu byl typicky menší u brachycefalických psů ve srovnání se psy s jinou konstitucí hlavy (Obrázky 12 a 13). Tyto anatomické adaptace by mohly představovat biologické řešení prostorového dyskomfortu. Zdá se, že čichový bulbus se posunul do potenciálně vhodnějšího prostoru, čímž uvolnil přední segment pro vývoj frontální kůry (Roberts et al. 2010). Ačkoli má pes domácí horší čichové schopnosti než vlk, nebylo prokázáno, že by měla dolichocefalická a mezocefalická plemena lepší čich, než brachycefalická (Bird et al. 2021). Nejsou ale preferovanou volbou pro náročné pachové práce z obavy nižší výkonnosti v potencionálně náročných podmínkách, jako je zvýšená prašnost terénu nebo vysoké teploty.

Vyšlechtit psy s kratší a pevnější čelistí, kteří budou používáni k boji, bylo původní motivací pro vývoj brachycefalických psů. Archeologické nálezy dokazují vznik těchto psů ještě před vznikem moderních plemen (Bannasch et al. 2010). Brachycefalická stavba hlavy koreluje s velkou silou skusu a má se za to, že poskytuje selektivní výhodu u některých skupin volně žijících masožravců (například hyen, které jsou schopny drtit kosti čelistmi, a exotických mrchožroutů) (Hussein et al. 2012). Kratší rameno vnější páky, tedy kratší čelist, která způsobuje tlak na kořist, totiž zvyšuje sílu skusu. Síla skusu klesá s tím, jak se obličej prodlužuje vzhledem k mozku, jako je to u dolichocefalických plemen. Vliv tvaru lebky na sílu skusu

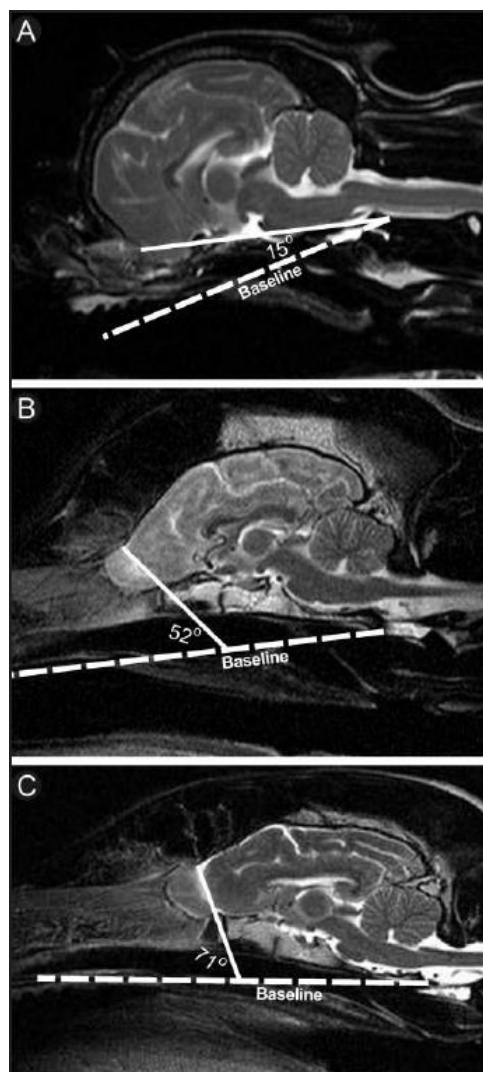
při zkoumání srovnatelně velkých psů, je významný zejména u středních a velkých psů. U malých psů se síla skusu v závislosti na typu lebky výrazně neliší (Ellis et al. 2009).

Velikost jazyka psů nereaguje na zmenšující se ústní a faryngeální prostor spojený se zkráceným čenichem, respektive dosud nebyl zjištěn žádný vztah mezi délkou a velikostí jazyka a obličejovou částí lebky. Velikost jazyka je přizpůsobena celkové velikosti těla a lebky, nikoliv pouze obličej. Jazyk má ve zkrácené obličejové části brachycefalické lebky omezený prostor, a tak přirozeně vyvíjí tlak na jazylku, aby bylo zachováno účinné dýchání, přijímání potravy, polykání a vokalizace. Díky částečné flexibilitě jazylkového skeletu, se mohl přizpůsobit tomuto tlaku změnou délky a konfigurace jednotlivých jazylkových kostí, což vedlo k určitému kaudálnímu posunu polohy hrtanu. Poloha hrtanu v dýchací soustavě závisí na velikosti a konfiguraci jazylky, která u psů tvoří vícesegmentové kostěné spojení mezi lebkou a hrtanem a na tom, jak se spojuje s jazykem, který vyplňuje ústní a hltanový prostor, protože pohyby obou musí být koordinovány při plnění základních funkcí potřebných k přežití. V případě sestupnější polohy mohou vznikat změny těchto funkcí (Plotsky et al. 2016).



Obrázek 12 (nahore): MRI snímek hlavy psa, ilustrující umístění čichového bulbu v etmoidální jámě, ohraničené rostrálně kribriformní deskou (CP) a kaudálně štěrbinou čichového bulbu (OBF; rýha oddělující čichový bulb od zbytku mozku).

Obrázek 13 (vpravo): Reprezentativní sagitální T2 vážené MRI snímky hlavy 3 psů ilustrující typické úhly čichových bulbů spojené s čichovými buňkami u brachycefalického (A), mezocefalického (B) a dolichocefalického typu (C). Brachycefalický typ je spojen s nejmenším úhlem čichového bulbu (Hussein et al. 2012).



3.2.2 Brachycefalická plemena

3.2.2.1 Lorenzovo dětské schéma

Charakteristickými znaky brachycefalických plemen jsou kulatá hlava, výrazně zkrácené čenich, předkus, špičáky jsou umístěné téměř vodorovně, oči jsou široce rozložené, velké, kulaté a vložené do mělkých očních jamek. Tato morfologie odpovídá Lorenzovu dětskému schématu, tedy dětským rysům, které spouštějí pečovatelský vztah (Veselovský 2005). Obličejové rysy dítěte jsou přenášeny na zvířata, která v důsledku vypadají roztomile. U brachycefalických plemen psů vedl takovýto výběr téměř k úplné ztrátě nosu.

3.2.2.2 Zařazení psů s brachycefalickou lebkou do skupin plemen

Vývoj psích plemen je dlouhý a dosud neukončený proces, díky kterému člověk může uspokojit své nároky na psy. Psí plemena vykazují obrovskou variabilitu v tělesné velikosti a tvaru, ve zbarvení, struktuře, délce a tloušťce srsti, a dokonce i tvaru a velikosti ocasu. Rozmanitost je také patrná i ve způsobech chování a charakteru, díky čemuž je soužití a spolupráce mezi lidmi a psy tak úspěšná. Každý si může vybrat své plemeno podle využití (Wayne & Ostrander 2007).

K ukotvení plemenných standardů v Evropě došlo v 19. století ve Velké Británii, ve které se rozšířila nová móda, kterou Britové nejen přijali, ale také aktivně podporovali. Milovníci psů začali záměrně chovat a obchodovat se psy, kteří byli specializováni na určité požadované fyzické i behaviorální vlastnosti a bylo nezbytné, aby byly tyto charakteristiky písemně ukotveny. S příchodem Kennel Clubu v roce 1873, došlo ke sjednocení chovatelských pravidel. Plemena byla standardizována podle názvu, krevní linie, vzhledu a plemenné příslušnosti. Vznikly plemenné knihy a registrace čistokrevných zvířat. Zajímavé je, že standardy jednotlivých plemen často věnují právě atributům lebky značně podrobný popis. Aby byl například daný pes uznán jako buldok, nestačilo, aby byl pes podsaditého vzrůstu a měl zkrácené čenich. Čistokrevný buldok musel už v té době odpovídat požadavkům klubových standardů a co je důležitější, rodiče psa museli být registrovaní v klubu jako buldoci, což zajišťovalo čistotu krevní linie (Schoenebeck & Ostrander 2013).

Postupně byli psi podle svého využití rozděleni do dnes známých 10 skupin zastřešujících FCI (<https://www.fci.be>):

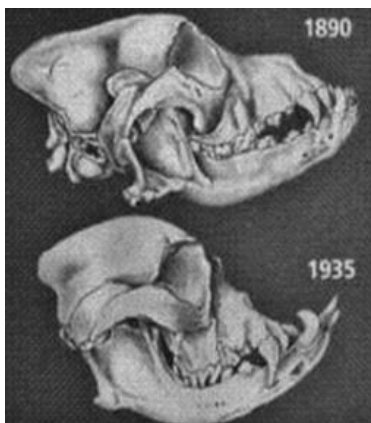
1. plemena ovčácká, pastevecká a honácká
2. pinčové, knírači, plemena molossoidní a švýcarští salašníčtí psi
3. teriéři
4. jezevčáci
5. špicové a plemena primitivní
6. honiči a barváři
7. ohaři
8. slídiči, retrívři a vodní psi

9. společenská plemena

10. chrti

Brachycefalická plemena se vyskytují ve druhé skupině: anglický buldok, anglický mastif, bordeauxská doga, německý boxer, opičí pinč a četněji v deváté skupině: belgický a bruselský grifonek, brabantík, bostonský teriér, francouzský buldoček, japonský chin, King Charles španěl, mops, pekingský palácový psík a shih-tzu (<https://www.fci.be>). Je tedy zřejmé, že se velikost a hmotnost zástupců brachycefalických plemen může podstatně lišit.

Plemenné standardy však ve většině případů také postupem času procházejí vývojem (Obrázek 10) (Sines 2011) .



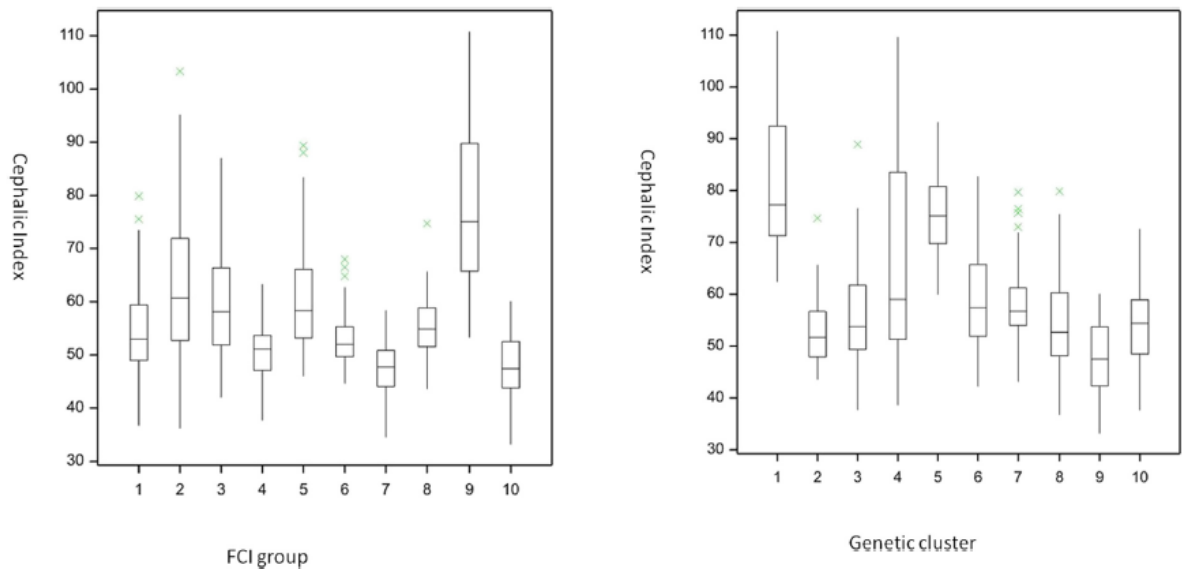
Obrázek 10: Drastická změna v lebce anglického buldoka (Sines 2011)

Psi byli do skupin FCI rozděleni podle využití, nikoli na základě genetických vazeb plemen. Georgevsky (2013) provedl studii, v které zkoumal cefalický index u 960 psů 80 plemen, uznaných Australian National Kennel Clubem (ANKC) a evropskou FCI. Provedl srovnání cefalického indexu napříč skupinami FCI a mezi plemeny roztríděnými dle genetických vazeb, což bylo stanoveno následovně:

1. toy (mini plemena)
2. španělé
3. ohaři
4. služební plemena
5. molosoidní
6. malí teriéři
7. retrívři
8. pastevečtí psi
9. lovečtí psi
10. starověká plemena a špicové

Výsledky jsou přehledně znázorněné na obrázku č. 11. Ukazují, jak se mohou plemena s odlišnou morfologií lebky shlukovat dohromady. Shluky plemen s podobným genotypovým profilem vykazují větší variabilitu lebky než skupiny plemen podle FCI. Souhrnně lze říci,

že existuje dvakrát více významných rozdílů mezi genetickými skupinami než mezi skupinami plemen podle FCI. Mezi deseti genetickými skupinami došlo k většímu překrývání cefalického indexu. Tato studie přispěla k poznání morfologické diverzity domácích psů, protože identifikovala variabilitu lebky mezi psy různých plemenných a genetických skupin (Georgevsky et al. 2013).



Obrázek 11: vlevo se nachází rozložení průměrného cefalického indexu pro plemena, rozdělena do deseti skupin FCI vpravo se nachází rozložení průměrného cefalického indexu pro plemena, rozdělena do deseti skupin dle genetických vazeb (Georgevsky et al. 2013).

3.3 Vybraná onemocnění brachycefalických plemen

Kombinace dědičných abnormalit, souvisejících s brachycefalickým typem lebky, se souhrnně označují, jako brachycefalický syndrom. Mezi nejčastěji popisované abnormality patří stenotické nozdry, prodloužené a zesílené měkké patro, aberantní turbinálie, zúžení a deformace nosohltanu, hypoplazie trachey. S tím jsou spojeny sekundární změny horních cest dýchacích způsobené chronickou obstrukcí dýchacích cest zahrnující edém sliznice a různý stupeň kolapsu hrtanu, včetně vychlípení laryngálních váčků a mediálního posunu klínových a rohových výběžků arytoidních chrupavek. Objevují se i kardiovaskulární a gastrointestinální změny a další související zdravotní komplikace (Jones et al. 2020). U psů predisponovaných plemen je možné pozorovat zejména obtíže s dýcháním, chrápání zhoršující se po zátěži, celkovou intoleranci zátěže zejména při vysokých teplotách, synkopy, cyanózu, dávení, kašel, a podobně (Svoboda et al. 2008).

Epidemiologická studie provedená O'Neillem et al. (2015) ve Velké Británii ukázala, že brachycefalíci psi umírali výrazně mladší než středně staří psi nebrachycefalických plemen a že úhyn zástupců brachycefalických plemen byl častěji spojen s onemocněním horních cest dýchacích ve srovnání s nebrachycefalickými plemeny. Lindsay et al. (2020) dospěl k závěru, že jednou nebo třemi abnormalitami disponuje čtvrtina brachycefalických psů, dvěma abnormalitami až čtyřicet procent jedinců a až čtyřmi abnormalitami může disponovat více, než deset procent brachycefalických psů.

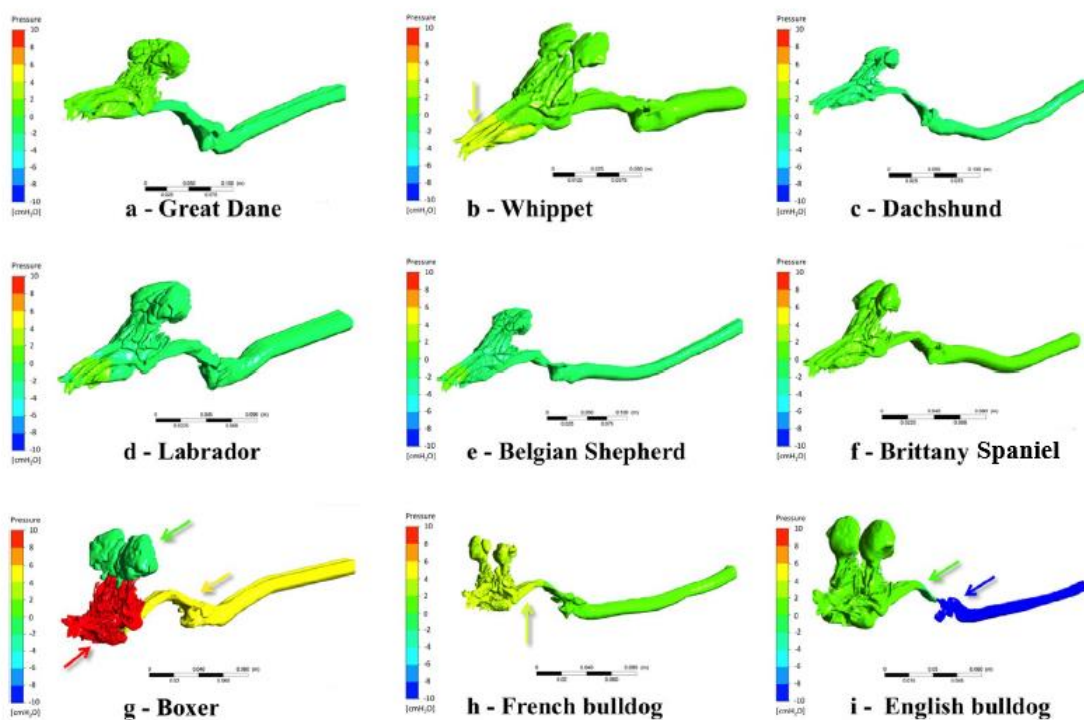
Závažným rizikovým faktorem je obezita, která může zužovat dýchací cesty a zhoršovat míru například spánkové apnoe. Obezita může mít další obecné účinky na dýchací systém psa, přičemž barometrická celotělová pletysmografie prokázala, že obézní psi mají významně snížený dechový objem (na kg) a významně zvýšenou dechovou frekvenci ve srovnání s neobézními psy. Obezita je v psí populaci rozšířená, odhaduje se, že jí trpí 20–40 % psů. V populaci brachycefalických psů se jedná až o 56,5 % psů. Zda je obezita příčinným faktorem zhoršení respiračního komfortu nebo důsledkem omezené schopnosti pohybu brachycefalických psů, ale dosud není objasněno (Packer et al. 2015).

3.3.1 Brachycefalický obstrukční syndrom dýchacích cest (BOAS)

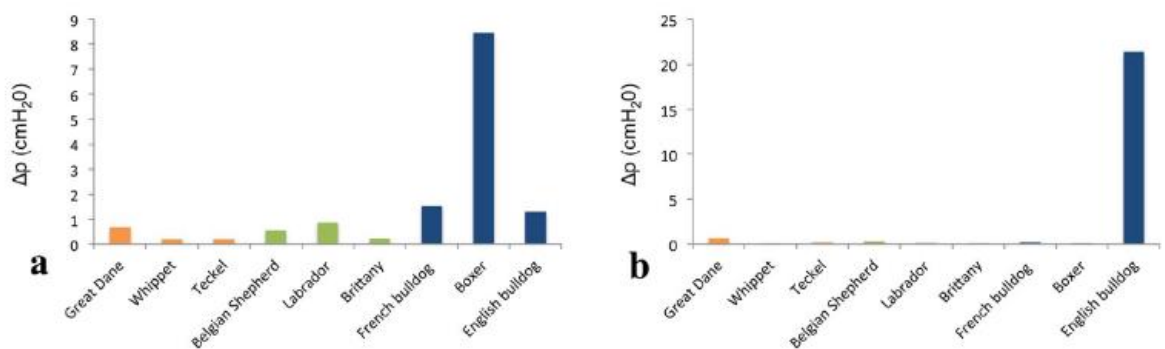
Selektivní šlechtění na extrémní brachycefalii vedlo ke vzniku poruchy dýchání způsobené deformací horních dýchacích cest v důsledku zkrácení lebky bez úměrného zmenšení měkkých tkání hlavy, jakož i k dalším strukturálním abnormalitám zahrnujícím dolní dýchací cesty (Mitze et al. 2022). Do soustavy horních cest dýchacích patří nos, nosní dutina, nosohltan, do dolních cest řadíme hrtan, průdušnice, průdušky v plicích. Brachycefalický obstrukční syndrom dýchacích cest je komplexní progresivní onemocnění, postihující většinu psů brachycefalických plemen (König & Liebich 2002).

Tlak vzduchu a odpor proudění vzduchu v horních cestách dýchacích a průdušnici se může lišit v závislosti na typu lebky. Metody vyšetření, jako spirometrie nebo pneumotachografie se klinicky používají u psů a koček k zaskání průtokově-objemové a/nebo objemově-tlakové smyčky, které poskytují informace o rychlosti proudění vzduchu, objemech

v čase a inspiračních a expiračních špičkových tlacích a časech. Tuto techniku lze také použít k identifikaci kolapsu trachey u psů, ale je relativně necitlivá na odpor horních cest dýchacích vůči proudění vzduchu. Níže je ale popsána analýza výpočetní dynamiky tekutin, která byla provedena pomocí inspiračního proudění přizpůsobeného tělesné hmotnosti každého analyzovaného psa. U každého z nich byla na základě CT snímku provedena manuální rekonstrukce geometrie horních cest dýchacích a průdušnice a následně 3D model, na kterém je možné grafické zobrazení výsledků. Na rozdíl od dolichocefalických a mesocefalických psů, bylo u brachycefalických psů naměřeno velmi nehomogenní rozložení tlaku (Obrázek 14). Další výsledky jsou přehledně zobrazeny na obrázku 15. Takto provedená neinvazivní analýza může pomáhat při rozhodování a efektivním plánování terapie pro psi trpící BOAS, neboť je možné se zaměřit u každého zvířete na konkrétní oblast, u které chirurgický zákrok skutečně vyřeší akutní potíže (Fernández-Parra et al. 2019)



Obrázek 14: výpočet tlaku znázorněný pomocí barevné plochy (Fernández-Parra et al. 2019).



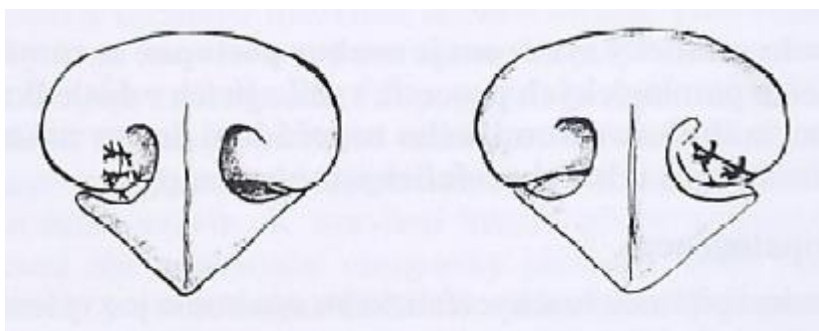
Obrázek 15: (a) Redukce tlaku mezi nosem a hrtanem (vlevo) (b) a mezi hrtanem a průdušnicí (vpravo) (Fernández-Parra et al. 2019).

3.3.1.1 Stenóza nozder

Jednou z typických a snadno rozpoznatelných primárních anatomických složek brachycefalického syndromu jsou stenotické nozdry (Obrázek 16), tedy zúžené zevní nosní dírky až na svislé štěrbiny a snížený průměr nosních vestibulů, které vedou do nosní dutiny (Dupré & Heidenreich 2016). Toto různě velké zúžení nutí psy dýchat s otevřenou tlamou, neboť je pro ně obtížné překonat úzkou štěrbinu při nádechu. Stenóza nozder je pozorovatelná již u mladých jedinců do dvou let věku. Pro snížení pravděpodobnosti sekundárních následků obstrukce horních cest dýchacích se doporučuje časná rhinoplastika, spočívající ve vyříznutí klínu v křídle nozdry, který se potom adaptuje jednotlivými stehy (Obrázek 17). Tím se docílí lokálního rozšíření vstupu do nozdry (Mitze et al. 2022).



Obrázek 16: Reprezentativní příklady čtyř stupňů stenotických nozder u plemene francouzský buldoček. Zleva doprava stupeň 1 až 4 (Ravn-Mølby et al. 2019).

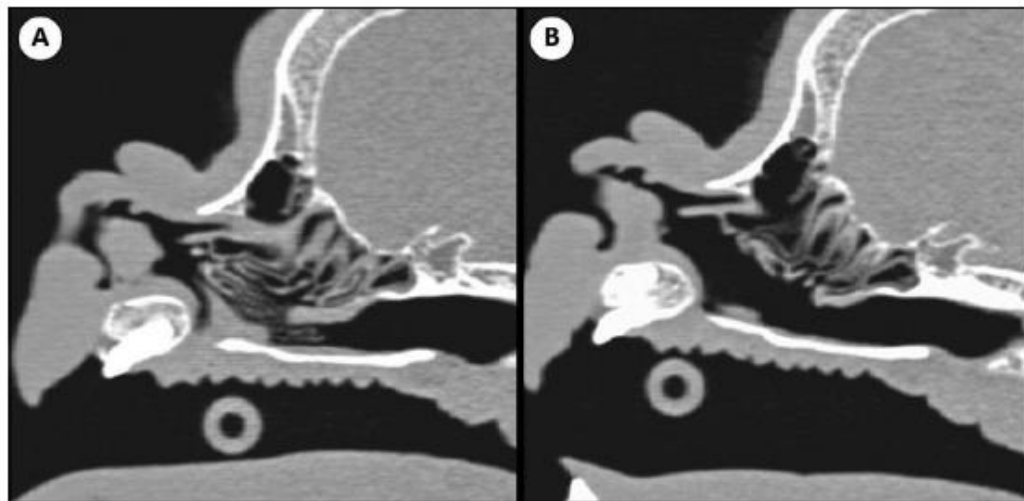


Obrázek 17: doporučený postup při operaci stenotických nozder. Vlevo je klín vytnut ve svislé rovině, vpravo je vytnut vodorovně (Svoboda et al. 2008).

3.3.1.2 Hypertrofie turbinátů

U brachycefalických plemen mohou etmoidální labyrinty vykazovat tendenci výrazně přerůstat do nosohltanu v důsledku omezeného prostoru v již zkostnatělé nosní dutině. Výsledný kontakt mezi turbináty pokrytými sliznicí brání průtoku vzduchu nosem, což není normální struktura dýchacích cest a ukázalo se, že hypertrofie turbinátů směrem k hltanu je u brachycefalických psů běžným jevem. Klinické případy s hypertrofií a deformací nosních turbinátů směrem k hltanu byly zaznamenány mnohokrát. Proto je u všech brachycefalických

psů tak důležité vyhodnotit nosohltan na hypertrofii turbinátů pomocí různých metod, včetně endoskopie horních cest dýchacích, rentgenografie a počítačové tomografie, přičemž se analyzují i kraniometrické míry. Zejména CT umožňuje přeformátovat získaná data do víceplošných a trojrozměrných obrazů. To umožňuje zobrazit celé počáteční dýchací cesty a struktury hrdla. (Buzek et al. 2022). Přerostlé části je možné resekovat, jako součást komplexního chirurgického řešení průchodnosti dýchacích cest (Obrázek 18), nicméně recidiva je v této oblasti častá v důsledku opětovného růstu (Mitze et al. 2022). Jak mopsi, tak francouzští buldočci jsou klasifikováni jako extrémně brachycefalickí psi, ale mezi těmito dvěma plemeny existují rozdíly týkající se klinických příznaků a stavby lebky. U mopsů je hypertrofie turbinátů zvláště častým onemocněním, protože navzdory zkrácení obličejového skeletu nedochází ke zkrácení turbinátů. Předpokládá se, že hypertrofie turbinátů postihuje až 21 % těchto psů (Buzek et al. 2022).



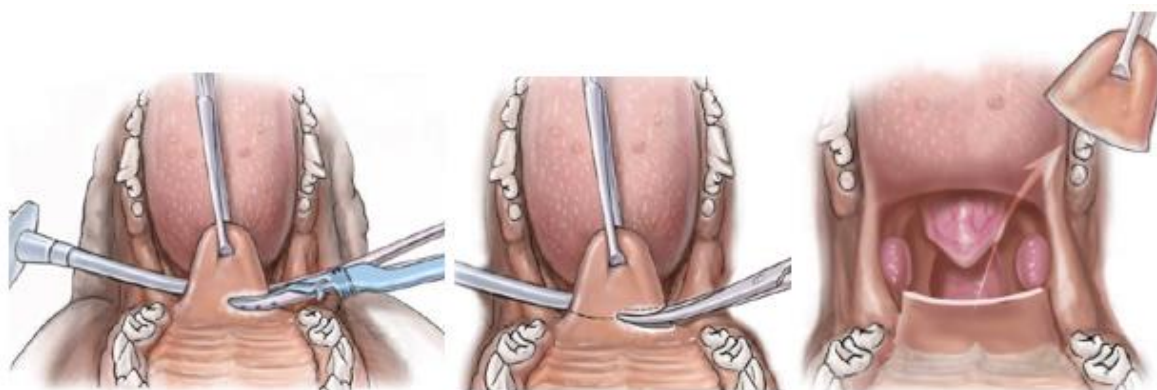
Obrázek 18: Sagitální počítačová tomografie nosní dutiny francouzského buldočka: vlevo (A) před resekcí a vpravo (B) 6 měsíců po resekci přerostlých turbinálí (Oechtering et al. 2016).

3.3.1.3 Prodloužené měkké patro

Delší a zbytnělé měkké patro je jedním z hlavních faktorů přispívajících k zúžení hltanu při normální dechové činnosti brachycefalických plemen. K zesílení měkkého patra přispívá hyperplazie patrových slinných žláz spolu s akumulací luminálního mucinu, který způsobuje zvýšenou hustotu hlenu. Slinné žlázy mění svůj metabolický stav v závislosti na potřebách tkání a obsahu vlákniny v potravě a stávají se buď hyperplastickými, nebo atrofickými. Vzhledem k tomu, že hyperplazie patrových žláz bývá přítomna u všech brachycefalických psů, je méně pravděpodobné, že za tento jev jsou zodpovědné dietní faktory. Oprávněné příčiny by mohly představovat vibrace a tření měkkého patra při inspiračním úsilí a chrápání. Anatomie patrové svaloviny brachycefalických psů může vykazovat degenerativní změny svalových vláken (Arrighi et al. 2011). Většinu tkáňových složek měkkého patra brachycefalických psů charakterizují nápadné mikroskopické znaky, které vysvětlují zvětšenou šířku a tloušťku orgánu. Nejdůležitějšími mikroskopickými aspekty jsou hyperplazie a intracelulární edém

slizniční výstelky, difuzní edém a zesílená myxoidní matrix v lamina propria. Dysfunkce měkkého patra se podílí na patogenezi dobře rozpoznávaných respiračních syndromů. Řešením může být operace (Pichetto et al. 2011).

Chirurgicky lze korigovat jak nadměrnou délku, tak tloušťku měkkého patra a tím zmírnit i nosohltanovou obstrukci. Při této technice se měkké patro ztenčí vyříznutím části orofaryngeální sliznice a pod ní ležících měkkých tkání. Kromě toho je patro zkráceno tak, že je složeno na sebe, až je kaudální nosohltanový otvor dobře viditelný transorálně. Způsobů odstranění patra je několik, kromě použití skalpelu a BSD nůžek (Obrázek 19), vzduchového plazmového zařízení a nebo diodového laseru, přičemž ve většině případů není nutné šití (Dupré & Heidenreich 2016; Tamburro et al. 2019).



Obrázek 19: Ilustrace použití BSD pro resekci prodlouženého měkkého patra u brachycefalického psa (Brdecka et al. 2008).

Mezi popsané pooperační komplikace, které se mohou objevit téměř u čtvrtiny operovaných psů, patří respirační tíseň, edém hltanu, pooperační krvácení, regurgitace, aspirační pneumonie a ojediněle i úhyn. Proto je důležité pooperační sledování v zařízení s nepřetržitým dohledem (Lindsay et al. 2020).

Současně s diagnostikou měkkého patra je možné získat údaje o poruchách hltanu. V důsledku své anatomické polohy se onemocnění hltanu může projevovat klinickými příznaky vztahujícími se buď k horním cestám dýchacím, nebo k horním cestám zažívacím. Lze popsat poruchy postihující nasofaryngeální, orofaryngeální, laryngofaryngeální nebo intrafaryngeální ústí a nazofaryngeální stenóza a choanální atrézie. Klasifikace poruch na základě hlavních endoskopických nálezů je obtížné, protože mohou překrývat sousední oblasti hltanu (Billen et al. 2006) nicméně kolaps hltanu je jedním z faktorů, které výrazně přispívají k zhoršenému respiračnímu komfortu u brachycefalických psů (Hara et al. 2020) a zvýšená tloušťka a objem měkkého patra mohou být příčinou zúžení nosohltanu, což přispívá ke kolapsu nosohltanu (Kim et al. 2019).

3.3.1.4 Změny na hrtanu

Závažnou zdravotní komplikací je kolaps hrtanu. Zpočátku je pozorován pouze otok a zesílení sliznice hrtanu, následně dochází k vychlípění laryngeálních váčků do ventrální části hlasivkové štěrby a konečným stadiem je kolaps. Laryngeální chrupavky ztrácejí svou

pevnost, arytenoidní chrupavky se postupně bortí směrem do hlasivkové štěrbiny, kterou následně stále více zužují. Někdy jsou tyto změny popisovány jako tři stupně kolapsu hrtanu. Při prvním stupni je charakteristickým nálezem vychlípení laryngeálních váčků, při druhém stupni je pozorována ztráta pevnosti hlasivkových chrupavek a zúžení laryngeální štěrbiny a při třetím stupni kuneiformní výběžky zcela kolabují, přičemž se navzájem dotýkají nebo se dokonce překrývají. Kolaps hrtanu je někdy provázen i tracheálním kolapsem. Rozdíl mezi kolapsem hrtanu a jeho paralýzou, která není typickým problémem brachycefalických plemen spočívá v tom, že zatímco kolaps hrtanu vzniká v důsledku zhroucení chrupavčité struktury hrtanu, paralýza je neschopnost unést arytenoidní chrupavku hrtanu během nádechu z důvodu narušení funkce laryngeálních nervů. To vede k částečné nebo úplné obstrukci dýchacích cest a následným dýchacím obtížím (Svoboda et al. 2008). Celkově se výskyt kolapsu hrtanu pohybuje od 50 % až do 95 % u psů postižených BOAS (Dupré & Heidenreich 2016).

3.3.1.5 Hypoplastická trachea

Hypoplazie průdušnice je definovaná jako poměr průměru průdušnice k hrudnímu vchodu menší, než 0,2 u nebraniční a menší než 0,16 u hrudní chlopně (Dupré & Heidenreich 2016). Často se vyskytuje u anglických buldoků a není vždy spojena s klinickými příznaky. Je však uznávána jako negativní prognostický ukazatel u pacientů s BOAS. U mladých rostoucích psů je možné zlepšení průměru průdušnice (Mitze et al. 2022).

3.3.2 Předkus

Ačkoli předkus není anatomicky normální, je u brachycefalických psů považován za standard. Tato porucha skusu vede k traumatickému kontaktu mandibulárních řezáků s tvrdým patrem, následných zánětlivých onemocnění. K dalším dentálními abnormalitám patří stěsnání zubů, rotace zubů, neprořezané zuby, prominující palatinální rýhy, onemocnění paradontu a následná systémová bakteriémie. Dýchací a trávicí trakt mají společné překrývající se mechanismy a mohou se vzájemně patologicky ovlivňovat (Mitze et al. 2022).

3.3.3 Gastrointestinální poruchy

Důsledky zvýšeného úsilí při respiraci mohou být poruchy trávicího traktu. Poruchy motility jícnu u psů jsou špatně definované a zřídka uváděné, z velké části kvůli omezenému množství kvantitativních a kvalitativních údajů o normální funkci jícnu psů. Jedná se o sekundární příčinu některé z vrozených nebo získaných poruch, jako je například hiátová hernie. Videofluoroskopické vyšetření polykacího aktu je radiologická metoda, která umožňuje detailně zaznamenat průběh všech fází polykacího aktu a tím i hodnocení výsledků v reálném čase i po pořízení materiálu více pozorovateli, což pravděpodobně zvyšuje diagnostickou přesnost. V letech 2006–2017 bylo tímto způsobem analyzováno týmem Eiverse et al. (2019) 36 psů s potížemi s polykáním a díky tomu bylo možné porovnat zjištěné znaky u nebrachycefalických a brachycefalických psů, kterých se zúčastnilo 22. Všichni brachycefalíční psi měli příznaky zpětného pohybu žaludečních tekutin, které trvaly nejméně

2 týdny. Většina z celkového počtu zkoumaných psů vykazovala kašel, dávení, zvracení, kolaps, ingoleranci pohybu, nadměrnou produkci slin, výtok z nosu a mlaskání rtů. U 17 psů byl diagnostikován BOAS. Studie potvrdila vysokou prevalenci idiopatické jícnové dysmotility u mladých brachycefalických psů a byla jim doporučena operace dýchacích cest, jako řešení příčiny těchto stavů.

Zpětný tok žaludečních šťáv ze žaludku do jícnu je multifaktoriální proces, který je charakterizován selháním normální antirefluxní bariéry chránící před zpětným tokem. Za klinické příznaky refluxu u psů se považuje dávení, olizování tlamy, natahování krku po krmení, škytání. Předpokládanou částečnou příčinou jsou nitrohruční tlaky, vznikající při zvýšeném úsilí při dýchání, nicméně přetrvávání těchto problémů může být pozorováno i po operaci postižených horních cest dýchacích. Za možnou příčinu se považuje hyátová hernie a v takových případech hrozí aspirační pneumonie, která vzniká v důsledku vdechnutí gastrointerstiniálního nebo orofaryngeálního obsahu a způsobuje poškození dýchacích cest. Existuje pravděpodobnost, že bude reflux výrazně snížen po rekonstrukci jícnového hiátového okraje (Dupré & Heidenreich 2016; Appelgrein et al. 2022).

3.3.4 Kardiovaskulární choroby

Anatomické změny, které v důsledku brachycefalického syndromu postihují tato plemena, vedou k významným abnormalitám v oblasti kardiovaskulární a u krevních plynů, již u mladých psů. Jedná se o vysoký arteriální tlak a nižší arteriální saturaci hemoglobinu. Často se objevuje také sinusová arytmie. Analýza krevních plynů, EKG a měření arteriálního tlaku jsou proto zásadní pro diagnostiku a následné sledování zdravotního stavu těchto jedinců. Je nutné pro stanovení co nejčasnější léčby, která zlepšuje životní kvalitu takových psů (Luíza de Melo Dias et al. 2016).

Pro srovnání echokardiografických parametrů, byla provedena studie týmem Brložníka et al. (2023), do níž bylo zařazeno 57 brachycefalických psů (30 francouzských buldočků, 15 mopsů a 12 bostonských teriérů) a 10 kontrolních psů bez brachycefalických vad. Brachycefalíční psi měli významně vyšší poměr rychlosti levé síně k aortě a rychlosti časné mitrální vlny k rychlosti aorty. časnou diastolickou rychlost prstence septa; menší index diastolického vnitřního průměru levé komory a nižší index systolické exkurze roviny trikuspidálního prstence, pozdní diastolickou rychlost volné stěny levé komory, vrcholovou systolickou rychlost prstence septa, pozdní diastolickou rychlost prstence septa a globální napětí pravé komory než u nebrachycefalických psů. Francouzští buldočci se známkami BOAS měli menší index průměru levé síně a index systolické plochy pravé komory, vyšší index kolabability kaudální duté žíly při vdechu a nižší index kolabability kaudální duté žíly, pozdní diastolickou prstencovou rychlost volné stěny levé komory a vrcholovou systolickou prstencovou rychlost interventrikulárního septa než psi bez brachycefalie. Rozdíly v echokardiografických parametrech mezi brachycefalickými a nebrachycefalickými psy, brachycefalickými psy s příznaky BOAS a nebrachycefalickými psy a brachycefalickými psy s příznaky BOAS a bez nich, ukazují na vyšší diastolický tlak v pravé komoře, ovlivňující funkci srdce u brachycefalických psů a psů s příznaky BOAS. Většinu změn srdeční morfologie

a funkce lze přičíst pouze anatomickým změnám u brachycefalických psů, nikoliv symptomatickému stadiu.

3.3.5 Spánková apnoe

Psi s brachycefalickým obstrukčním syndromem dýchacích cest mají mnoho společných morfologických, fyziologických a respiračních charakteristik s lidmi se syndromem obstrukční spánkové apnoe. Jak u psů s BOAS, tak u jedinců se spánkovou apnoe, dochází ke zvýšenému dechovému úsilí, stertorickému dýchání, chrápání, progresivní hypoxii, hyperkapnii, chronické únavě, snížené kvalitě spánku a probouzení ze spánku (Jones et al. 2020).

Nekvalitní spánek, či jeho nedostatek, může mít negativní vliv na celkové zdraví psů.

Negativními důsledky spánkové deprivace mohou být:

- zvýšená únava, která může přerůst do denní hypersomnie,
- kardiovaskulární morbidita až mortalita,
- nesoustředěnost, roztěkanost, nervozita, špatná paměť a bolesti hlavy,
- desaturace kyslíkem, hypoxie (Barker et al. 2021).

Barker et al. (2021) provedl studii, v které porovnával fyzickou aktivitu a délku a kvalitu spánku 20 brachycefalických psů a 15 kontrolních nebrachycefalických psů. Cílem této studie bylo pomocí monitoru aktivity a akcelerometrem zjistit vnímanou a skutečnou denní aktivitu a dobu spánku a změřit kvalitu spánku pomocí videozáznamu a skóre dýchání udávané majitelem. Zajímavé je, že až 58 % majitelů psů si nemyslelo, že jejich pes má problémy s dýcháním. Výsledky této studie ukazují, že při kvantifikaci veterinárním pozorovatelem mají brachycefalíční psi více narušený spánek než psi z kontrolní skupiny. Na videozáznamu byl zjištěn významný rozdíl v počtu poruch spánku mezi brachycefalickými a ostatními psy. Přestože pozorování probíhalo pouze 1 hodinu typického spánku, rozdíly byly výrazné. U 80 % brachycefalických psů byl spánek narušen v důsledku jejich problémů s dýcháním. U lidí se za signifikantní epizodu apnoe považuje pokles saturace kyslíkem o 4 %, ale u anglických buldoků byla zjištěna na delší dobu desaturace na více, než 90 %, zatímco u kontrolních psů k poklesu saturace nedošlo. Ve stejné studii byli buldočci popsáni jako hypersomnolentní s výrazně kratší latencí spánku (tj. usínali rychleji) než skupina nebrachycefalických psů, což by mohlo svědčit o chronické únavě, způsobené spánkovou deprivací. Je pravděpodobné, že poruchy spánku jsou pro psy škodlivé a vyžadují další zkoumání.

V souvislosti se spánkovou apnoe může dojít k hyperkoagulačnímu stavu. Stejně, jako u lidí se spánkovou apnoe, může i u BOAS k rozvoji hyperkoagulace přispívat řada faktorů, včetně systémového zánětu, aktivace destiček a opožděné fibrinolýzy (Crane et al. 2017). Trombocytóza byla zjištěna téměř u poloviny pacientů s BOAS a související spánkovou apnoe (Erjavec & Nemeč Svete 2023).

Psi trpící dlouhodobou spánkovou nedostatečností mají významně vyšší systolický, střední a diastolický arteriální krevní tlak ve srovnání s dolichocefalickou a mezocefalickou skupinou. Ačkoli přesný základní mechanismus není znám, předpokládá se, že roli hraje zvýšená aktivita sympatiku a metabolická dysfunkce (Mitze et al. 2022).

3.3.6 Dermatitida kožních záhybů

Dermatitida kožních záhybů je vyvolána vzájemným třením kožních ploch a vyskytuje se po celém těle nebo lokálně. Lokální dermatitida se vyskytuje v obličejové části hlavy, v oblasti kořene ocasu, v oblasti vulvy. Mikrotraumata kůže interagují s nahromaděnými sekrety nebo exkrety, jako jsou sliny, slzy, výměšky mazových a potních žláz. Špatná cirkulace vzduchu v kožních záhybech a kumulace nečistot je ideální prostředí pro mikroorganismy, zejména *Staphylococcus intermedius* a kvasinky. V důsledku infekce vzniká v oblasti záhybů sekundární pyodermie. Postižená místa zapáchají a jsou zarudlá, dochází k vypadávání srsti a jsou svědivá. Je žádoucí rizikové části kůže preventivně ošetřovat (Svoboda et al. 2008).

O'Neill et al. (2022) analyzoval data 11 375 případů dermatitidy kožních záhybů, poskytnutá 887 veterinárními klinikami. Prevalence dermatitidy kožních záhybů u brachycefalických plemen celkově činila 1,02 % v porovnání s prevalencí 0,26 % u mezocefalických plemen a 0,22 % u dolichocefalických plemen.

Lokální dermatitida se může vyskytovat i na tlapkách a v uších. Seppänen et al. (2019) provedl dermatologické vyšetření u 27 anglických buldoků. Zároveň byl majitelům předložen dotazník ohledně vnímání kožních problémů těchto psů. Všichni psi v tomto souboru měli abnormální dermatologické nálezy, kterých si téměř polovina jejich majitelů nevšimla nebo je považovala za málo významné pro kvalitu života. Rozpory mezi kožními problémy uváděnými majiteli a klinickými nálezy ukázaly, že majitelé těchto psů nepozorují klinické příznaky dermatitidy, obzvláště, pokud jsou mírné.

3.3.7 Oční choroby

Brachycefalický oční syndrom (BOS) je výsledkem různých obličejových změn, které mohou způsobit oční komplikace, ohrožujících zrak těchto psů. Typický vzhled obličeje a téměř rovných očních u brachycefalických psů, vede k fyziologickému stupni exoftalmie – vysunutí očního bulbu ven. Tyto výrazné oči spolu s makroblefaronem nebo nadměrně dlouhými palpebrálními štěrbinami, neumožňují dostatečné pokrytí očí a jejich ochranu víčky a zvlhčování. Tyto vlastnosti spolu se sníženou citlivostí rohovky způsobují, že oči jsou náchylnější k chronické expozici, což vede k nejrůznějším problémům, jako je trauma, expoziční keratopatie, povrchová pigmentová keratitida, eroze rohovky nebo dokonce ulcerace. Mezi další časté oftalmologické nálezy u BOS patří entropium, zánět rohovky a spojivky v souvislosti se syndromem suchého oka a poruchy řas, jako je distichiáza, trichiáza a ektopické řasy. Je však důležité poznamenat, že tyto změny lze nalézt i u jiných plemen, nejsou specifické pro BOS. Pokud nejsou léčeny, vedou k trvalému poškození. Do studie, kterou provedla J. Costa (2021) bylo zařazeno 93 brachycefalických psů za účelem popisu vzorku těchto psů z hlediska očních chorob. Nejčastějšími očními abnormalitami byly vředy rohovky u 44 %, pigmentace rohovky u 36 %, fibróza rohovky u 25 % a entropium u 22 % zvířat. Vyšší výskyt pigmentové keratitidy rohovky byl zaznamenán u mopsů (53 %) a fibrózy rohovky u shih-tzu (36 %). Nejčastější chirurgické techniky byly mediální kantoplastika ve 22 %, spojivkový lalok v 10 % a elektroepilace v 7 % případů, bez pooperačních komplikací. Procento

očních poruch, jako je entropium, pigmentace rohovky, fibróza a vředy, bylo vysoké, což zdůrazňuje význam pravidelných oftalmologických kontrol a včasné diagnostiky primárních poruch. Vyšší výskyt pigmentace rohovky byl zaznamenán u mopsů a fibrózy rohovky u shih-tzu, což naznačuje, že některá brachycefalická plemena mohou být náchylná k určitým očním abnormalitám. Měla by být zavedena zodpovědná reprodukční strategie, aby se zabránilo nežádoucímu přenosu abnormálních znaků na potomstvo.

3.4 Chov brachycefalických plemen a jejich welfare

Etický chov zahrnuje použití zdravých zvířat, která jsou svým chováním a vzhledem věrná svému druhu. Zájem o daný druh nebo jeho plemeno je podstatnou součástí chovatelských cílů, včetně zachování genetických zdrojů v rámci druhu a plemene a zdraví a welfare jednotlivých zvířat. Etická hlediska a hlediska dobrých životních podmínek často nebyla upřednostňována při šlechtění nových plemen. Výsledkem je, že se šlechtitelské postupy stále častěji stávají součástí debaty o zvířatech a welfare. U společenských psů může jít o chov pro roztomilost, ačkoli psi jsou chováni také pro užitek. V různých zemích světa však již dnes existuje různá regulace zdravotních požadavků pro chovná zvířata (Farstad 2018).

V nedávných průzkumech mezi veterinárními lékaři a dalšími zainteresovanými stranami ve Velké Británii byla změna plemenných standardů nejčastějším návrhem pro snížení výskytu dědičných onemocnění u plemenných psů, přičemž veterinární lékaři také silně nesouhlasili s tvrzením, že plemenné standardy podporují zdraví a pohodu brachycefalických psů. Údaje spojující dědičná onemocnění s morfologií podporovanou standardy plemen, by tak mohly být podnětem k revizi plemenných standardů na mezinárodní úrovni se zahrnutím kvantitativních limitů, které by podpořily potřebné změny a zvrátily současný trend zvyšující se popularity brachycefalických plemen (Packer et al. 2015). Profesionální organizace, jako je Britská veterinární asociace (BVA), zpřístupnila veterinárním lékařům online nástroje, včetně desetibodového plánu na zlepšení zdraví a pohody brachycefalických psů a na podporu odpovědného vlastnictví. Na úrovni pacientů plán zahrnuje nabídku konzultací novým majitelům psů před jejich nákupem, aby bylo možné identifikovat potenciální zdravotní problémy u psů s extrémní brachycefalickou konstitucí, provádění hodnocení tolerance pohybu a funkční klasifikace v rámci každoročního hodnocení zdravotního stavu a důrazné varování před chovem psů s BOAS nebo psů, kteří vyžadují chirurgickou úpravu konstituce. Plán zahrnuje vývoj a dodržování komunikační strategie pro praxi a mechanismy na podporu místních klubů a zástupců plemen. Kromě úsilí odborných veterinárních asociací, včetně organizace Vets Against Brachycephalism, která se této problematice věnuje, existuje mnoho meziorganizačních iniciativ. Například Brachycephalic Working Group a kampaň Love is Blind Australské veterinární asociace a RSPCA, jejichž cílem je předcházet zdravotním problémům souvisejícím s konformitou a snížit poptávku po brachycefalických psech. Nicméně navzdory pozornosti, kterou problematika extrémní brachycefalie získala díky angažovanosti veterinární profese, charitativních zvířecích organizací a rozsáhlým mediálním pokrytím, dochází k pokračujícímu nárůstu vlastnictví brachycefalických psů. Pro zlepšení zdraví a welfare brachycefalických psů může být nutné použít jiné strategie, které budou mít dopad (Mitze et al. 2022).

V Evropské unii byl zahájen legislativní přístup k rychlejší změně. Evropská komise zřídila v roce 2017 odbornou skupinu s názvem *Platforma pro dobré životní podmínky zvířat*, za účelem podpory intenzivnějšího dialogu o otázkách dobrých životních podmínek zvířat, které jsou důležité na úrovni Evropské unie (EU), mezi příslušnými orgány, podniky, občanskou společností a vědci. Cílem je rozvíjet a vyměňovat si koordinované akce v oblasti dobrých

životních podmínek zvířat se zvláštním zaměřením na lepší uplatňování pravidel EU o dobrých životních podmínkách zvířat prostřednictvím výměny informací a osvědčených postupů a přímého zapojení zúčastněných stran. Dále rozvoj a využívání dobrovolných závazků podniků k dalšímu zlepšování dobrých životních podmínek zvířat a prosazování norem EU v oblasti dobrých životních podmínek zvířat (European commission 2017).

V roce 2014 zavedla nizozemská vláda legislativu zakazující chov zvířat, která mají specifický stav nebo vzhled, který může ovlivnit zdraví nebo pohodu zvířete nebo jeho potomků. V návaznosti na to byla v roce 2019 zveřejněna kritéria zadaná nizozemským ministerstvem zemědělství, která popisují závažné zdravotní problémy a problémy s welfare brachycefalických psů a systém semaforů v chovu, který vede chovatele a veterináře k vytváření zdravější populace psů. V červnu 2019 bylo uvedeno, že zákon o zvířatech, pokud jde o chov brachycefalických psů se špatným zdravotním stavem v důsledku závažných konstitučních poruch, začne být prosazován s využitím pokynů v systému na semaforu (Chaters et al. 2020). Podobný přístup byl prosazen v Norsku, a přestože v současné době probíhá odvolací řízení, na základě dvou případů anglického buldoka a kavalíra King Charles španěla soudní rozhodnutí v Oslu prohlásilo, že chov psů s dědičnými chorobami porušuje zákon o dobrých životních podmínkách zvířat v zemi (Mitze et al. 2022). V roce 2017 podepsalo 1 500 norských veterinárních lékařů petici proti chovu brachycefalických plemen. Kromě toho byla během kongresu FECAVA v roce 2017 zveřejněna výzva jejímž cílem je povzbudit veterinární lékaře, aby se vyslovili proti neetickým chovatelským praktikám souvisejícím s brachycefalickými plemeny psů (Farstad 2018).

Pochopení vnímání postoje lidí k brachycefalickým plemenům má zásadní význam pro implementaci strategií na zlepšení problémů, souvisejících s jejich welfare. Zvýšená osvěta současných a potenciálních majitelů brachycefalických psů by mohla snížit poptávku po těžce deformovaných psech. Tým D. Kennyho (2022) se pokusil o změnu veřejného mínění. Před intervencí většina účastníků považovala charakteristiky brachycefalického syndromu za normální pro brachycefalické psy. Po intervenci se tento názor mírně snížil. Odpovědi zdůraznily, že definovat "normální" plemeno je obtížné. Až 99,7 % účastníků po intervenci lépe porozumělo symptomům brachycefalickému syndromu. Nicméně pouze u 53 % všech účastníků a 29,3 % účastníků vlastních brachycefalické psy se změnil jejich názor na brachycefalické psy. 99,5 % účastníků se domnívalo, že potenciální majitelé by měli mít větší povědomí o brachycefalickém syndromu a 57,3 % majitelů brachycefalických psů by si přálo dostupnější informace o zdravotních problémech plemene před koupí psa.

Problémy je třeba řešit odpovídajícím způsobem a k účinnému zlepšení situace nedojde, dokud si všechny zúčastněné strany nepřiznají vlastní odpovědnost v tomto procesu (Farstad 2018).

4 Závěr

Od počátku domestikace, prošel pes velkým vývojem, který dosud není ukončen. Člověk brzy pochopil, že on sám může mít vliv na vlastnosti psů a výběrem zvířat pro budoucí křížení dokáže z generace na generaci měnit řadu morfologických a behaviorálních znaků či charakteristik a rozvíjet znaky žádoucí. Současně by měl být stejný důraz kladen na zdravou populaci, což se ale nedaří, obzvláště u některých skupin plemen. V současnosti existuje více, než 400 uznaných plemen psů, využívaných pro různé účely, zejména je ale pes rozšířen jako společník. V poslední době je kladen větší důraz na vzhled než na zdraví, což dokazuje množství popsaných a dokázaných zdravotních problémů psů brachycefalických plemen.

Kombinace dědičných abnormalit, souvisejících s brachycefalickým typem lebky, se souhrnně označují, jako brachycefalický syndrom. Mezi nejčastěji popisované abnormality patří stenotické nozdry, prodloužené a zesílené měkké patro, aberantní turbinálie, zúžení a deformace nosohltanu, hypoplazie trachey. S tím jsou spojeny sekundární změny horních cest dýchacích způsobené chronickou obstrukcí dýchacích cest zahrnující edém sliznice a různý stupeň kolapsu hrtanu, včetně vychlípení laryngálních váčků a mediálního posunu klínových a rohových výběžků arytoidních chrupavek. Objevují se i kardiovaskulární a gastrointestinální změny a další související zdravotní komplikace. U psů predisponovaných plemen byly pozorovány zejména obtíže s dýcháním, chrápání zhoršující se po zátěži, celkovou intolerancí zátěže zejména při vysokých teplotách, synkopy, cyanózu, dávení, kašel, a podobně čímž je ovlivněn mozek a životní funkce, jako je přijímání potravy a dýchání. Některé projevy lze zmírnit pomocí chirurgického zákroku, neřeší ale příčiny, nýbrž důsledky. Většina majitelů brachycefalických psů považuje klinické projevy onemocnění, jako „normální“, ale po studiu informací o brachycefalickém syndromu, část z nich názor změní.

Vzhledem k tomu, že chovatelé svou šlechtitelskou činností dosáhli hranic etického chovu, mnoho zemí, jako Velká Británie, Norsko a Evropská unie, začalo řešit tento problém legislativní cestou, díky které by mohla být dosažena změna. Veterinární lékaři a některé zájmové skupiny prosazují, aby údaje spojující dědičná onemocnění s morfologií podporovanou standardy brachycefalických plemen, vedly k revizi plemenných standardů na mezinárodní úrovni se zahrnutím kvantitativních limitů, které by potřebné změny podpořily. Pochopení vnímání postoje lidí k brachycefalickým plemenům má zásadní význam pro implementaci strategií na vyřešení problémů, souvisejících s jejich welfare. Zvýšená osvěta současných a potenciálních majitelů brachycefalických psů by mohla snížit poptávku po těžce deformovaných psech a následně zlepšit welfare brachycefalických plemen.

5 Literatura

- Appelgrein C, Hosgood G, Thompson M, Coiacetto F. 2022. Quantification of gastroesophageal regurgitation in brachycephalic dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **36**:927–934. John Wiley and Sons Inc.
- Arendt M, Cairns KM, Ballard JWO, Savolainen P, Axelsson E. 2016. Diet adaptation in dog reflects spread of prehistoric agriculture. *Heredity* **117**:301–306. Nature Publishing Group.
- Arrighi S, Pichetto M, Roccabianca P, Romussi S. 2011. The anatomy of the dog soft palate. I. histological evaluation of the caudal soft palate in mesaticephalic breeds. *Anatomical Record* **294**:1261–1266.
- Bae HB, Pak D, Lee S. 2021. Dog nose-print identification using deep neural networks. *IEEE Access* **9**:49141–49153. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Bannasch D et al. 2010. Localization of canine brachycephaly using an across breed mapping approach. *PLoS ONE* **5**.
- Bannasch D, Batcher K, Leuthard F, Bannasch M, Hug P, Marcellin-Little DJ, Dickinson PJ, Drögemüller M, Drögemüller C, Leeb T. 2022. The Effects of FGF4 Retrogenes on Canine Morphology. *Genes* **13**. MDPI.
- Barker DA, Tovey E, Jeffery A, Blackwell E, Tivers MS. 2021. Owner reported breathing scores, accelerometry and sleep disturbances in brachycephalic and control dogs: A pilot study. *Veterinary Record* **189**:no. John Wiley and Sons Inc.
- Billen F, Day MJ, Clercx C. 2006, March. Diagnosis of pharyngeal disorders in dogs: A retrospective study of 67 cases.
- Bird DJ, Jacquemetton C, Buelow SA, Evans AW, Van Valkenburgh B. 2021. Domesticating olfaction: Dog breeds, including scent hounds, have reduced cribriform plate morphology relative to wolves. *Anatomical Record* **304**:139–153. Blackwell Publishing Inc.
- Brdecka DJ, Rawlings CA, Perry AC, Anderson JR. (n.d.). 2008. Use of an electrothermal, feedback-controlled, bipolar sealing device for resection of the elongated portion of the soft palate in dogs with obstructive upper airway disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **233**, 1265–1269.
- Brložnik M, Nemec Svete A, Erjavec V, Domanjko Petrič A. 2023. Echocardiographic parameters in French Bulldogs, Pugs and Boston Terriers with brachycephalic obstructive airways syndrome. *BMC Veterinary Research* **19**. BioMed Central Ltd.
- Buzek A, Serwańska-Leja K, Zaworska-Zakrzewska A, Kasprowicz-Potocka M. 2022, February 1. The Shape of the Nasal Cavity and Adaptations to Sniffing in the Dog (*Canis familiaris*) Compared to Other Domesticated Mammals: A Review Article. MDPI.
- Chaters G, Alexander J, Trees J, Laing G. (n.d.). 2020, Investigation into UK dog health insurance premium prices shows greatly increased costs for popular brachycephalic breeds-consistent with their known health risks.
- Costa J, Steinmetz A, Delgado E. 2021. Clinical signs of brachycephalic ocular syndrome in 93 dogs. *Irish Veterinary Journal* **74**. BioMed Central Ltd.
- Crane C, Rozanski EA, Abelson AL, deLaforcade A. 2017. Severe brachycephalic obstructive airway syndrome is associated with hypercoagulability in dogs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* **29**:570–573. SAGE Publications Inc.

- Ding ZL, Oskarsson M, Ardalan A, Angleby H, Dahlgren LG, Tepeli C, Kirkness E, Savolainen P, Zhang YP. 2012. Origins of domestic dog in Southern East Asia is supported by analysis of Y-chromosome DNA. *Heredity* **108**:507–514.
- Dupré G, Heidenreich D. 2016, July 1. *Brachycephalic Syndrome*. W.B. Saunders.
- Eivers C, Chicon Rueda R, Liuti T, Salavati Schmitz S. 2019. Retrospective analysis of esophageal imaging features in brachycephalic versus non-brachycephalic dogs based on videofluoroscopic swallowing studies. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **33**:1740–1746. Blackwell Publishing Inc.
- Ellis JL, Thomason J, Kebreab E, Zubair K, France J. 2009. Cranial dimensions and forces of biting in the domestic dog. *Journal of Anatomy* **214**:362–373. Blackwell Publishing Ltd.
- Erjavec V, Nemec Svete A. 2023. Thrombocytosis in brachycephalic dogs with brachycephalic obstructive airway syndrome. *Veterinární medicína* **68**:57–61. Czech Academy of Agricultural Sciences.
- European commission, 2017. (n.d.). Available from https://food.ec.europa.eu/animals/animal-welfare/eu-platform-animal-welfare_en (accessed April 18, 2023).
- Evans HE, de Lahunta A. (n.d.). 2013 *Miller's anatomy of the dog*. 4th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier.
- Farstad W. 2018, November 1. *Ethics in animal breeding*. Blackwell Publishing Ltd.
- Fawcett A, Barrs V, Awad M, Child G, Brunel L, Mooney E, Martinez-Taboada F, McDonald B, McGreevy P. 2019, January 1. Consequences and management of canine brachycephaly in veterinary practice: perspectives from Australian veterinarians and veterinary specialists. MDPI AG.
- Fernández-Parra R, Pey P, Zilberstein L, Malvè M. 2019. Use of computational fluid dynamics to compare upper airway pressures and airflow resistance in brachycephalic, mesocephalic, and dolichocephalic dogs. *Veterinary Journal* **253**. Bailliere Tindall Ltd.
- Galibert F, Quignon P, Hitte C, André C. 2011. Toward understanding dog evolutionary and domestication history. Elsevier Masson SAS.
- Georgevsky D, Carrasco JJ, Valenzuela M, McGreevy PD. 2013. Domestic dog skull diversity across breeds, breed groupings, and genetic clusters. *Journal of Veterinary Behavior* **9**:228–234. Elsevier USA.
- Germonpré M, Sablin M v., Stevens RE, Hedges REM, Hofreiter M, Stiller M, Després VR. 2009. Fossil dogs and wolves from Palaeolithic sites in Belgium, the Ukraine and Russia: osteometry, ancient DNA and stable isotopes. *Journal of Archaeological Science* **36**:473–490. Academic Press.
- Gobello C, Alonge S, Veterinaria S, Melograno I, Ortega-Pacheco A, Estevam MV. (n.d.). Congenital malformations in brachycephalic dogs: A retrospective study.
- Hara Y, Teshima K, Seki M, Asano K, Yamaya Y. 2020. Pharyngeal contraction secondary to its collapse in dogs with brachycephalic airway syndrome. *Japanese Society of Veterinary Science*.
- Hecht J, Horowitz A. 2015. Seeing dogs: Human preferences for dog physical attributes. *Anthrozoos* **28**:153–163. Taylor and Francis Ltd.
- <https://ankc.org.au/>. (n.d.).
- <https://www.akc.org/>. (n.d.).
- <https://www.cmku.cz/>. (n.d.).
- <https://www.fci.be/>. (n.d.).

- Hussein AK, Sullivan M, Penderis J. 2012. Effect of brachycephalic, mesaticephalic and dolichocephalic head conformations on olfactory bulb angle and orientation in dogs as determined by use of in vivo magnetic resonance imaging. *m. J. Vet. Res.* 73, 946e951.
- Jensen P. 2006. Domestication - From behaviour to genes and back again. Pages 3–15 *Applied Animal Behaviour Science*.
- Jones BA, Stanley BJ, Nelson NC. 2020. The impact of tongue dimension on air volume in brachycephalic dogs. *Veterinary Surgery* 49:512–520. Blackwell Publishing Inc.
- Kenny DD, Freemantle R, Jeffery A, Tivers MS. 2022a. Impact of an educational intervention on public perception of brachycephalic obstructive airway syndrome in brachycephalic dogs. *Veterinary Record* 190:no. John Wiley and Sons Inc.
- Kenny DD, Freemantle R, Jeffery A, Tivers MS. 2022b. Impact of an educational intervention on public perception of brachycephalic obstructive airway syndrome in brachycephalic dogs. *Veterinary Record* 190:no. John Wiley and Sons Inc.
- Kim YJ, 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. Japanese Society of Veterinary Science.
- Koler-Matznick J. 2002. The origin of the dog revisited. *Anthrozoos* 15:98–118. Purdue University Press.
- König HE, Liebich HG. (n.d.). König HE, Liebich HG. 2003. Anatomie domácích savců: Pohybový aparát. Hajko & Hajková, Bratislava.
- König HE, Liebich HG. (n.d.). König HE, Liebich HG. 2002. Anatomie domácích savců: Splanchnologie, cévní a nervová soustava. Hajko & Hajková, Bratislava.
- Larson G et al. 2012. Rethinking dog domestication by integrating genetics, archeology, and biogeography. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109:8878–8883.
- Larson G, Burger J. 2013, April. . A population genetics view of animal domestication. *Trends in Genetics* 29(4): 197 – 205. DOI: 10.1016/j.tig.2013.01.003.
- Lindsay B, Cook D, Wetzel JM, Siess S, Moses P. 2020. Brachycephalic airway syndrome: management of post-operative respiratory complications in 248 dogs. *Australian Veterinary Journal* 98:173–180. Blackwell Publishing.
- Luíza de Melo Dias M, Fernando Matias Morris C, Marques Moreti B, Victor do Espírito Santo A, Margaret McManus C, Miyasaka de Almeida R, Diniz Galera P. 2016. Anatomical, Cardiovascular, and Blood Gas Parameters in Dogs with Brachycephalic Syndrome 44:1356.
- Marchant TW et al. 2017. Canine Brachycephaly Is Associated with a Retrotransposon-Mediated Missplicing of SMOC2. *Current Biology* 27:1573-1584.e6. Cell Press.
- McGreevy PD, Georgevsky D, Carrasco J, Valenzuela M, Duffy DL, Serpell JA. 2013. 2013 Dog behavior co-varies with height, bodyweight and skull shape. *PLoS ONE* 8.
- Meola SD. 2013. Brachycephalic Airway Syndrome. *Topics in Companion Animal Medicine* 28:91–96.
- Mitze S, Barrs VR, Beatty JA, Hobi S, Bęczkowski PM. 2022. Brachycephalic obstructive airway syndrome: much more than a surgical problem. Taylor and Francis Ltd.
- Niskanen JE, Reunanen V, Salonen M, Bannasch D, Lappalainen AK, Lohi H, Hytönen MK. 2021. Canine DVL2 variant contributes to brachycephalic phenotype and caudal vertebral anomalies. *Human Genetics* 140:1535–1545. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH.

- Oechtering GU, Pohl S, Schlueter C, Schuenemann R. 2016. A Novel Approach to Brachycephalic Syndrome. 2. Laser-Assisted Turbinectomy (LATE). *Veterinary Surgery* **45**:173–181. Blackwell Publishing Inc.
- O’Neill DG, Jackson C, Guy JH, Church DB, McGreevy PD, Thomson PC, Brodbelt DC. 2015. Epidemiological associations between brachycephaly and upper respiratory tract disorders in dogs attending veterinary practices in England. *Canine Genetics and Epidemiology* **2**. Springer Science and Business Media LLC.
- O’Neill DG, Rowe D, Brodbelt DC, Pegram C, Hendricks A. 2022. Ironing out the wrinkles and folds in the epidemiology of skin fold dermatitis in dog breeds in the UK. *Scientific Reports* **12**. Nature Research.
- Packer RMA, Hendricks A, Tivers MS, Burn CC. 2015. Impact of facial conformation on canine health: Brachycephalic obstructive airway syndrome. *PLoS ONE* **10**. Public Library of Science.
- Parker HG, Dreger DL, Rimbault M, Davis BW, Mullen AB, Carpintero-Ramirez G, Ostrander EA. 2017. Genomic Analyses Reveal the Influence of Geographic Origin, Migration, and Hybridization on Modern Dog Breed Development. *Cell Reports* **19**:697–708. Elsevier B.V.
- Pichetto M, Arrighi S, Roccabianca P, Romussi S. 2011. The anatomy of the dog soft palate. II. Histological evaluation of the caudal soft palate in brachycephalic breeds with grade I brachycephalic airway obstructive syndrome. *Anatomical Record* **294**:1267–1272.
- Pilegaard AM, Berendt M, Holst P, Møller A, McEvoy FJ. 2017. Effect of skull type on the relative size of cerebral cortex and lateral ventricles in dogs. *Frontiers in Veterinary Science* **4**. Frontiers Media S.A.
- Plotsky K, Rendall D, Chase K, Riede T. 2016. Cranio-facial remodeling in domestic dogs is associated with changes in larynx position. *Journal of Anatomy* **228**:975–983. Blackwell Publishing Ltd.
- Ravn-Mølby EM, Sindahl L, Saxmose Nielsen S, Bruun CS, Sandøe P, Fredholm M. 2019. Breeding French bulldogs so that they breathe well — A long way to go. *PLoS ONE* **14**. Public Library of Science.
- Roberts T, McGreevy P, Valenzuela M. 2010. Human induced rotation and reorganization of the brain of domestic dogs. *PLoS ONE* **5**.
- Savolainen P, Zhang Y-P, Luo J, Lundeberg J, Leitner T. (n.d.). 2002 Genetic evidence for an East Asian origin of domestic dogs.
- Schoenebeck JJ et al. 2012. Variation of BMP3 Contributes to Dog Breed Skull Diversity. *PLoS Genetics* **8**.
- Schoenebeck JJ, Ostrander EA. 2013. The genetics of canine skull shape variation. *Genetics* **193**:317–325.
- Segura V, Geiger M, Monson TA, Flores D, Sánchez-Villagra MR. 2022. Biological and cultural history of domesticated dogs in the Americas. *Anthropozoologica* **57**. L’Homme et l’Animal, Societe de Recherche Interdisciplinaire (HASRI).
- Seppänen RTK, Kaimio M, Schildt KJM, Lilja-Maula L, Hyytiäinen HK, Mölsä S, Morelius M, Rajamäki MM, Lappalainen AK, Rantala M. 2019. Skin and ear health in a group of English bulldogs in Finland – a descriptive study with special reference to owner perceptions. *Veterinary Dermatology* **30**:307–e85. Blackwell Publishing Ltd.
- Sines D. (n.d.). 2011. Brachycephalic breeds and their respiratory problems. *Veterinary Nursing Journal*. 26(3). 92-95.

- Sophocleous R, Sluyter V, Curtis BL, Curtis SJ, Jurak LM. 1501. Part of the Medicine and Health Sciences Commons (2020). Illawarra Health and Medical Research Institute. Available from <https://ro.uow.edu.au/ihmri><https://ro.uow.edu.au/ihmri/1501>.
- Svoboda M, Senior D, Doubek J, Klimeš J. (n.d.). 2008 Nemoci psa a kočky. Brno: Noviko.
- Tamburro R, Brunetti B, Muscatello L V., Mantovani C, De Lorenzi D. 2019. Short-term surgical outcomes and histomorphological evaluation of thermal injury following palatoplasty performed with diode laser or air plasma device in dogs with brachycephalic airway obstructive syndrome. *Veterinary Journal* **253**. Bailliere Tindall Ltd.
- Veselovský Z. (n.d.). 2005 Etologie: biologie chování zvířat. Praha, Academia.
- Wang GD et al. 2016. Out of southern East Asia: The natural history of domestic dogs across the world. *Cell Research* **26**:21–33. Nature Publishing Group.
- Wayne RK, Ostrander EA. 2007, November. Lessons learned from the dog genome.
- Zhang Z, Khederzadeh S, Li Y. 2020. Deciphering the puzzles of dog domestication. *Zoological Research* **41**:97–104. Science Press.

