

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra obecné zootechniky a etologie

Centrum pro výzkum chování psů



Schopnost majitelů psů identifikovat svého psa čichem

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Pilná Vendula

Vedoucí práce: Ing. Ludvík Pinc, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Schopnost majitelů psů identifikovat svého psa čichem" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Pincovi, PhD., za odborné vedení mé diplomové práce, nekonečnou trpělivost, jeho vstřícný přístup a podnětné názory při jejím zpracování.

Děkuji Ing. Zuzaně Čapkové za konzultace a pomoc při statistickém zpracování získaných výsledků.

Děkuji všem dobrovolníkům, kteří se zúčastnili praktické části této práce.

Chtěla bych tímto také poděkovat své rodině, přátelům a známým, kteří mě podporovali a měli pro mě pochopení v době, kdy jsem pracovala na své diplomové práci.

Schopnost majitelů psů identifikovat svého psa čichem

Souhrn

Schopnost lidského čichu byla zkoumána mnoha vědci. Díky těmto výzkumům bylo zjištěno, že lidský čich není tak špatný, jak se dříve myslelo. Výzkumy byly zaměřeny např. na schopnost určování stáří osoby dle jejího pachu (Mitro et al., 2012), nebo identifikace pachu příbuzné osoby (Porter et al., 1986), ale i na schopnost vycítit některé látky ve velmi nízké koncentraci. V této práci byla zkoumána schopnost majitelů psů identifikovat svého psa čichem.

Bylo testováno 53 majitelů psů, přesněji 40 žen a 13 mužů různého věku, zda jsou schopni správně identifikovat pach svého psa mezi 5 dalšími pachy jiných psů. Pachy byly odebírány psům bez ohledu na plemennou příslušnost, způsob ustájení, věk, typ srsti nebo druh stravy. Odběry pachů byly uskutečněny v období od října do února. Jako vhodný materiál na odběr pachu byly vybrány sterilní komprese, které byly následně uchovávány ve sterilních sklenicích se sterilním šroubovacím víčkem.

Při experimentu byla každému dobrovolníkovi předložena řada šesti různých vzorků, mezi kterými byl umístěn jeden cílový pach, který měl být dobrovolníkem označen.

Bylo prokázáno, že majitelé psů jsou schopni správně identifikovat svého psa čichem.

Dále bylo zjištěno, že vyšší úspěšnost identifikace pachu psa byla u mužů než u žen. Další z proměnných, kterou byla ovlivněna úspěšnost dle statistických výsledků, byl způsob ustájení psů. U psů, kteří sdílejí obytné prostory se svým majitelem, byla úspěšnost identifikace jejich pachu majiteli nižší než u psů s venkovním ustájením.

U zbylých proměnných, jako je věk, plemenná příslušnost, strava, typ a délka srsti, počet koupelí za použití šampónu v průběhu roku nebo třeba kastrace, nebyl zjištěn vliv na úspěšnost identifikace pachu psa.

Klíčová slova: Mikrosmie, makrosmie, olfakce, diferenciacie

Ability of Dog Owners to Identify Their Dogs by Smell

Summary

The ability of human olfaction has been researched by many scientists. It has been discovered, thanks to these researches, that sense of smell in human isn't as bad as it had been thought. These researches focused for example on ability of determination of age of another people according to their scent (Mitro et al., 2012), or identification of a relative by his/her scent (Porter et al., 1986). The ability of smelling certain substances in low concentration was also examined in these researches. The purpose of this thesis was to find out whether dog owners are able to identify their dogs by smell.

53 dog owners were tested in this thesis, 40 females and 13 males of different age to be exact. They identified the scent of their dog among 5 other scents of different dogs. The scents were collected from dogs without consideration of breed, type of housing, age, type of hair or food. The collection of scent has been conducted since October to February. Nonwoven wound dressing that eas tore in a sterile glass container with a sterile lid was chosen as a suitable material for the scent collection.

During the experiment every volunteer had to choose a correct scent of his/her dog from a line-up of 6 glass containers.

The experiment proved that dog owners are able to identify their dogs by smell. Also male dog owners performed higher rate of succes in identificytion then female dog owners. According to the statistics, type of housing also affected the final results. Dog owners whose dogs live outside performed a higher succes rate in identification then dog owners who live with their dogs in one household.

Age, breed, type of food, lenght of hair, bathing or castration didn't affect the identification of dog by its scent.

Keywords: Microsmia, macrosmia, olfaction, differentiation

Obsah

| | |
|---|-----------|
| 1 Úvod | 7 |
| 2 Cíl práce..... | 8 |
| 3 Literární rešerše..... | 9 |
| 3.1 Pach | 9 |
| 3.1.1 Tělesný pach | 9 |
| 3.2 Čich..... | 9 |
| 3.2.1 Využití čichu v průběhu života..... | 10 |
| 3.2.2 Mikrosmie a makrosmie | 13 |
| 3.2.3 Geny..... | 14 |
| 3.3 Vnímání pachu | 16 |
| 3.3.1 Nosní dutina..... | 17 |
| 3.3.2 Vomeronasální orgán..... | 19 |
| 3.3.3 Čichový kyj..... | 19 |
| 3.3.4 Přední čichové jádro | 21 |
| 3.3.5 Primární čichová kůra..... | 22 |
| 3.3.6 Čichový hrbolek..... | 22 |
| 3.3.7 Piriformní kůra..... | 22 |
| 3.3.8 Orbitofrontální kůra | 23 |
| 3.3.9 Talamus..... | 23 |
| 3.3.10 Amygdala..... | 24 |
| 3.3.11 Entorhinální kůra | 25 |
| 3.3.12 Hipokampus | 25 |
| 4 Hypotézy | 26 |
| 5 Materiál a metody | 27 |
| 5.1 Použitý materiál | 27 |
| 5.2 Odběry vzorků..... | 28 |
| 5.3 Popis experimentu..... | 30 |
| 6 Výsledky..... | 32 |
| 7 Diskuze | 38 |
| 8 Závěr | 42 |
| 9 Seznam literatury..... | 43 |

1 Úvod

K tématu zabývajícímu se čichem psa již bylo vypracováno nespočet studií (Steen a Wilsson, 1990; Schoon a Debruin, 1994; Gazit a Terkel, 2003; Hepper a Wells, 2005), které dokazují jeho velice dobré schopnosti a jeho stále nezaměnitelné využití v činnostech, které tento citlivý čich vyžadují. Pro psa, jako šelmu, je čich bezpochyby velice důležitý, a je tedy velice dobře vyvinut.

Čich člověka není obvykle považován za příliš důležitý smysl ve srovnání s jeho důležitostí u jiných savců. Přesto je i lidský čich výjimečný (Berendsen et al., 2015).

Pachy ovlivňují lidské chování (Knecht et al., 2003) a čich je tedy velice důležité medium pro sociální komunikace mezi lidmi (Zou et al., 2016). U většiny savců, a to i primátů, je čich nepostradatelný pro rozpoznání společenské hierarchie, identifikaci jedinců druhu, ale i predátorů (Prescott, 2006).

Po dobu evoluce se pes velice dobře přizpůsobil životu s člověkem a je známo, že mu nedělá problémy poznat svého majitele nejen pomocí sluchu, ale dokáže to velice dobře především svým čichem. U člověka bylo zjištěno, že dokáže svým čichem identifikovat různé osoby a dokonce reagovat na látky vylučované jinou osobou například při agresi. Asi nikdo ještě nezkoumal lidskou schopnost identifikovat jedince jiného druhu.

V této práci byla tato schopnost otestována na druhu, který již dlouho žije po boku člověka a je nejen nástrojem při výkonu práce nebo partnerem ve službě, ale v mnoha případech je i právoplatným členem rodiny. Tímto druhem je pes domácí (*Canis familiaris*).

V minulosti byla např. provedena studie, zda člověk dokáže svého psa identifikovat sluchem. Nebylo potvrzeno, že člověk dokáže svého psa sluchem identifikovat (Molnár et al., 2006).

2 Cíl práce

Cílem práce je otestovat zda lidé mají natolik citlivý čich aby dokázali identifikovat svého psa.

3 Literární rešerše

3.1 Pach

Čichové vjemy jsou spouštěny molekulami pachu, které interagují s čichovými receptory a spouští kaskádu signálů z čichového epitelu až do mozku. Některé druhy zvířat jsou schopny detekovat oxid uhličitý i v nepatrném množství (Menini et al., 2004).

Molekuly pachu jsou vnímány pomocí čichového systému. Pachové molekuly jsou těkavé, mají nízkou molekulární hmotnost, vysokou povrchovou aktivitu a určitou rozpustnost ve vodě a tucích pro schopnost navázání se na čichové receptory (Firestein, 2001).

3.1.1 Tělesný pach

Tělesný pach prochází v průběhu života mnoha změnami, a dá se tedy říci, že věk ovlivňuje chemické složení tělesného pachu (Mitro et al., 2012). Kromě věku ovlivňuje tělesný pach i složení konzumované stravy (Zuniga et al., 2017), hormonální změny v organismu jedince (Doty et al., 1975) nebo třeba onemocnění či napadení jedince parazity, následkem čehož jsou aktivovány imunitní reakce v organismu jedince (Olsson et al., 2014). Tělesný pach může být ovlivněn i spánkem v jedné posteli s jinou osobou nebo zvířetem, tedy blízkým fyzickým kontaktem jedinců (Lenochová et al., 2009).

Každý jedinec má zcela individuální tělesný pach a jde tedy o jakýsi “otisk” (Alho et al., 2015).

3.2 Čich

Čich je také nazýván olfakce (March et al., 2015). Fylogeneticky je právě čich řazen k nejstarším smyslům, a přesto je jedním z nejméně prozkoumaných smyslů člověka (Albrecht a Wiesmann, 2006). Doty (2001) tvrdí, že čichovému smyslu se ze strany lékařů a samozřejmě také vědců začalo dostávat značné pozornosti až koncem dvacátého století. To bylo zejména zásluhou lepší znalosti mechanismu exprese genů olfaktorických receptorů.

3.2.1 Využití čichu v průběhu života

Zvířata z velké části vnímají a poznávají svět kolem sebe za použití čichu. Je tedy možné říci, že svět vnímají detekcí desítek tisíc chemických sloučenin, které jsou nazývány jako odoranty (Go a Niimura, 2008).

I když ještě donedávna panovaly jiné názory, i u primátů hraje čich důležitou a nezastupitelnou roli. U makaků bylo například zjištěno, že čich má pro ně zásadní význam v oblasti sociálních interakcí. Není využíván jen k odlišení pohlaví různých jedinců v tlupě nebo k jejich identifikaci a identifikaci cizích jedinců, ale je využíván k mnoha dalším životně důležitým účelům (Henkel et al., 2015).

Prenatální období

U člověka bylo zjištěno, že je jeho čichový smysl rozvíjen ještě před narozením, a to již v děloze matky, kde je plod schopen vnímat odoranty, které se k němu dostanou z plodové vody jeho matky. Tímto způsobem jsou u plodu do budoucna určeny preference pachů přesně podle matčiny preferencí pachů v průběhu jejího těhotenství (Schaal et al., 2000). Takto získané informace o preferencích pachů, jsou využívány po narození jedince např. k určení potravin vhodných ke konzumaci, kdy je dítě ochotno mnohem častěji a ve větším množství konzumovat potraviny, které matka jedla v průběhu těhotenství (Hepper et al., 2013).

Období dětství

Čichový smysl je po narození již plně funkční a novorozenci mají schopnost na pachy, které zachytí, reagovat nejen svou mimikou nebo zvuky, ale např. i snahou přiblížit se ke zdroji příjemnějšího pachu (Schaal et al., 2004). Dle Soussignana et al. (1997) novorozenci vykazují známky preferencí některých pachů a Romantshik et al. (2007) uvádí, že mohou dokonce rozlišovat mezi známými a neznámými pachy. Schopnost čichu je v tak nízkém věku užívána nejen k identifikaci matky, ale i ke krmení a to tak, že dítě čichem vyhledává matčinu bradavku právě podle charakteristického pachu bradavky a dvorce kojící ženy. Dojde-li tedy k odstranění známého pachu z bradavky a jejího blízkého okolí například jejím důkladným omytím, dítě o ni obvykle nejeví zájem právě z důvodu neznámého pachu dané bradavky. Při takovýchto experimentech byla matce obvykle jedna bradavka omyta, a druhá byla nechána neomyta s původními pachovými látkami.

Dítě bylo položeno na matčinu hrud' a následně se ve snaze nasytit snažilo dostat k bradavce se známým pachem (Varendi et al., 1994; Varendi a Porter, 2001).

Děti, stejně jako dospělé osoby, jsou ve větší či menší míře, schopni využívat čich k zisku informací o potravě, životním prostředí nebo třeba i o jiných osobách (Schaal 1988). Schopnost čichem poznat své příbuzné, která již byla také zjištěna, může být dána buď tím, že se jedinec s jejich pachem již někdy setkal a byl schopen si daný pach zapamatovat, nebo je daný jedinec schopen detekovat nějaké podobnosti, které jsou obsaženy v jeho vlastním pachu a pachu jemu příbuzných osob (Porter et al., 1986).

Studie ukazují, že tělesný pach ovlivňuje nejen regulační funkce spojené s motorikou kojenců (Schaal et al., 1995; Delaunay-El Allam et al., 2006) ale také, že fyziologicky koreluje s jejich úzkostí a vzrušením (Schaal et al., 1980; Rattaz et al., 2005; Doucet et al., 2007).

Období dospělosti a stáří

Čichový smysl má svou nepopiratelnou důležitost i u lidí v dospělém věku. Bylo zjištěno, že při výběru vhodného partnera, je u žen důležitější pach partnera než jeho fyzický vzhled. U mužů bylo zjištěno, že je při výběru pach partnerky důležitý, ale fyzický vzhled partnerky byl muži hodnocen jako důležitější (Herz a Inzlicht, 2002). Jednou z důležitých složek pachu, která jedince dělá atraktivním pro jedince jiného, je odlišný hlavní histokompatibilní systém (Milinski et al., 2013), který je považován za velice důležitou genetickou složku imunitního systému a bylo zjištěno, že odlišný hlavní histokompatibilní systém ovlivňuje preference výběru partnera u ryb, ptáků i savců a to tak, aby se zvyšovala heterozygotnost potomstva a tedy jeho odolnost proti různým patogenům (Kromer et al., 2016). Dle zjištěných údajů, dávají ženy přednost mužům s co možná nejvíce odlišným hlavním histokompatibilním systémem z důvodu zvýšení šance na přežití jejich potomků (Robert et al., 2008).

Bylo zjištěno, že matky dokáží podle pachu poznat své dítě již několik hodin po narození, a to i po jejich jediném setkání, zatímco u otců tato schopnost nebyla nikdy zjištěna (Russell et al., 1983). Z prováděných prací dále vyplývá, že ženy, které samy nejsou matkami, jsou po krátkém setkání s dítětem a jeho pochování, schopny toto dítě podle jeho pachu identifikovat (Kaitz a Eidelman, 1992).

Je pravděpodobné, že péče o potomky je ovlivněna vnímáním jejich pachu rodiči. Bylo zjištěno, že matky cítí větší náklonost a méně trestají děti, jejichž pach jsou schopny identifikovat. I u otců hraje čich významnou roli, kdy při schopnosti identifikace pachu potomka je potomku věnována větší náklonost a pozornost ze strany otce, než u potomka,

jehož pach otec není schopen identifikovat. Pravděpodobně je toto chování ovlivněno získáváním informace o genetické příbuznosti s domnělým potomkem pomocí čichu (Dubas et al., 2009).

Čich je také u člověka využíván k vyhýbání se patogenům, což způsobuje např., že výkaly jiných jedinců jsou vnímány jako silně zapáchající, ale také bylo zjištěno, že matkám mnohem méně zapáchají výkaly vlastních dětí než výkaly dětí cizích (Case et al., 2006)

I přes to, že byl u člověka ke komunikaci vyvinut jazyk a mnohé další kognitivní schopnosti, čímž mohl být čich zatlačen do pozadí (Rouquier et al., 2000), je tento smysl stále pro komunikaci mezi lidmi velice důležitý. Výzkumy, které se tomuto tématu věnují, ukazují, že díky lidskému pachu je možné získat různé informace, např. informace o pohlaví, věku jedince nebo jeho nemoci, ale také o lidských emocích (Prause et al., 2012; Semin a de Groot, 2013).

Rozpoznávání jednotlivých tělesných pachů by mělo být podobné jako je vizuální rozpoznávání tváře a to v tom, že jsou jedinci poskytovány informace o identitě jiného jedince (Schaefer et al., 2001). Výzkumy dokazují, že je možné rozlišit dle pachu jedince různý věk jeho majitele jiným jedincem stejného druhu. Také bylo zjištěno, že lidé jsou schopni poznat, že pach pochází z jedince stejného nebo jiného stáří než jakého stáří jsou oni sami. Pravděpodobně je při používání této schopnosti využíváno také podobnosti s vlastním pachem (Mitro et al., 2012).

Při prožívání strachu nebo stresu jsou zvířata schopna produkovat chemické signály, které mohou ovlivnit nejen chování, ale i endokrinní nebo imunologické procesy u zvířat stejného druhu, které tyto signály zachytí. Bylo zjištěno, že lidé vystavení pachu značící strach, byli schopni rychleji a přesněji splnit zadaný úkol, tedy že takovým stimulem byla zlepšena kognitivní výkonnost jedince stejného druhu, který signál přijal (Chen et al., 2006).

Dále bylo díky výzkumům zjištěno, že s postupem stárnutí je snižována výkonnost čichu jak u samotného člověka, tak i u ostatních primátů (Aujard a Némoz-Bertholet, 2004). Tyto čichové dysfunkce, mohou způsobit, že některé pachy jsou vnímány slaběji, ale jiné si mohou zachovat svou intenzitu (Hoover, 2010).

3.2.2 Mikrosmie a makrosmie

V průběhu evoluce se u primátů s denní aktivitou, kteří se více orientují zrakem než čichem, mezi které je řazen i člověk, snížila výkonnost mozkových čichových center a zvětšila se velikost mozkových center vizuálních (Barton et al., 1995).

Výrazy *mikrosmatický* a *makrosmatický* jsou používány k porovnávání rozdílů mezi druhy s nižší nebo vyšší schopností čichu, jako jsou např. primáti a šelmy. Tyto kategorie byly definovány dle velikosti čichového kyje (*bulbus olfactorius*) a odhadované velikosti čichového epitelu nosní sliznice (Smith et al., 2004).

Novější výzkumy ale ukazují, že i při odstranění větší části čichového systému, nemusí nutně dojít k výraznému zhoršení čichového smyslu jedince. Toto bylo zjištěno při výzkumech u krys, kdy jim bylo odstraněno zhruba 80 % glomerulů čichového kyje (*bulbus olfactorius*) a přesto nebyl jejich čich výrazně negativně ovlivněn. Tedy schopnost čichu nemusí být výrazně ovlivněna velikostí čichového kyje (*bulbus olfactorius*) jak bylo původně předpokládáno (Bisulco a Slotnick, 2003).

Člověk byl zařazen mezi tzv. *mikrosmatické* živočichy. Tedy živočichy s relativně slabě vyvinutým čichovým smyslem. K takovým živočichům byli řazeni také například lidoopi.

Opakem mikrosmatických živočichů jsou živočichové *makrosmaticí*, tedy ti, kteří mají vysoce vyvinutý čichový smysl. Do této skupiny byly zařazeny především šelmy, ale samozřejmě i většina ostatních savců.

Skupina živočichů, kteří byly považováni za neschopné čichu s tím, že u nich nebyl čichový smysl vůbec vyvinut, byli nazýváni živočichy *anosmatickými* (Turner, 1890).

Bylo zjištěno, že lidé jsou schopni čich používat podobně jako tzv. makrosmaticí savci. Čich se svým častým používáním a tréninkem zlepšuje, a tedy, špatná pověst lidského čichového smyslu není jen následkem špatných předpokladů na jeho využívání, ale spíše nároky a chováním člověka, který dává přednost svému vizuálnímu vnímání, stejně jako mnoho jiných primátů, jejichž převážná aktivita je soustředěna na den a nikoliv na noc. Čichové schopnosti se tedy u primátů liší v závislosti na aktivitě v průběhu dne, kdy druhy s výraznější noční aktivitou, které tedy nemají možnost tak aktivně využívat vizuální vjemy, dokáží svůj čich používat mnohem lépe než druhy s aktivitou denní (Porter et al., 2007).

Již Schaal a Porter (1991) uvádějí, že zařazení člověka mezi mikrosmatické druhy je nevhodné a to např. z důvodu citlivosti lidského čichu.

Při jednom z dalších výzkumů bylo zjištěno, že i přes snížení počtu funkčních genů ovlivňujících velikost repertoáru čichových receptorů, mají primáti čich až překvapivě citlivý.

Při srovnávání detekce pachů ve velmi nízkých koncentracích, byly v některých případech lidé úspěšnější než jiní primáti, a dokonce mnohem úspěšnější než jiní savci, kteří dle původního rozdělení teorie o makrosmatických a mikrosmatických živočiších měli mít čich výkonnější než člověk (Laska et al., 2000). Dalším z objevů bylo, že lidé dokáží svým čichem překonat i některé z nejcitlivějších měřících přístrojů jako je např. plynový chromatograf (Shepherd, 2004).

Tyto výsledky tedy ukazují, že i přes menší velikost čichových struktur by lidé a ostatní primáti neměli být řazeni mezi mikrosmatické živočichy, ale mezi makrosmatické, protože lidský čich není tak špatný, jak se původně myslelo, ale naopak může být lidmi využíván velice dobře (Laska et al., 2000).

Dle jedné z dalších hypotéz dokonce dochází ve složitějších nosních dutinách některých savců (např. šelem) při očišťování vdechovaného vzduchu od prachových částic zároveň ke snížení množství pachových molekul. Následně tedy čichového epitelu dosáhne menší počet pachových molekul, než je tomu u savců s jednodušší stavbou nosní dutiny, jakou mají třeba primáti. To by tedy znamenalo, že se na čichový epitel savců s jednodušší stavbou nosní dutiny dostane při jednom nádechu větší množství pachových molekul, než je tomu u savců se složitější stavbou nosní dutiny (Shepherd, 2004).

U tzv. makrosmatických živočichů, mezi které jsou řazeni například psi, je možné nalézt transverzální ploténku (*lamina transversa*). Jde o strukturu tvořenou kostí, kterou je oddělen nosohltan od tzv. čichového výklenku, kde je zadržován vzduch nesoucí molekuly pachu. Transverzální ploténka (*lamina transversa*) je u živočichů mikrosmatických zanedbatelné velikosti nebo zcela chybí (Craven et al., 2007). Tímto zjištěním je podpořena teorie, která uvádí, že schopnost využít čich je významně ovlivněna anatomickou strukturou dýchacího ústrojí, kterým prochází vdechovaný vzduch (Craven et al., 2010).

3.2.3 Geny

Bylo zjištěno, že u primátů v průběhu evoluce došlo k výraznému snížení počtu aktivních genů ovlivňujících velikost repertoáru čichových receptorů (Shepherd, 2004).

Každý druh má jedinečnou genovou výbavu, která ovlivňuje velikost repertoáru čichových receptorů. Skupina genů, která řídí expresi čichových receptorů je tou největší skupinou v savčím genomu. Nemůže se jí rovnat žádná jiná skupina u žádného druhu (Hoover, 2010). Tedy, lze usuzovat, že repertoár genů ovlivňujících čich, se vyvinul

tak, aby se druhy co nejlépe přizpůsobily prostředí, ve kterém žijí, a tak došlo k výrazným odlišnostem mezi jednotlivými druhy primátů (Dong et al., 2009).

Jedna teorie uváděla, že zvýšení počtu nefunkčních pseudogenů, bylo u člověka a některých dalších primátů doprovázen ziskem tzv. trichromatického vidění (Gilad et al., 2004), ale tato teorie byla později vyvrácena s tím, že degenerace olfaktorických genů nemůže být jednoduše vysvětlena ziskem trichromatického vidění, a to z důvodu vyššího množství zachovalých olfaktorických genů u člověka, které byly zděděny po společném předku primátů Nového i Starého světa a také hominidů. Byla zjištěna vyšší podobnost repertoáru olfaktorických genů mezi člověkem a kosmanem *Mico* (Lesson, 1840), než jaká byla zjištěna u orangutana *Pongo* (Lacépède, 1799) nebo makaka *Macaca* (Lacépède, 1799) (Matsui et al., 2010).

Zatímco u myši bylo objeveno celkem 1035 genů, které ovlivňují velikost repertoáru čichových receptorů, u lidí bylo zjištěno jen 387 genů (Niimura a Nei, 2007). Olender et al. (2008) uvádí, že lidský genom obsahuje asi okolo 857 olfaktorických genů, z čehož je pouze 391 genů neporušených a 466 genů bylo narušeno mutací a změněno na pseudogeny. Čichový smysl je ovlivněn expresí genů, které ovlivňují repertoár čichových receptorů. Na základě exprese těchto genů, je tedy u každého jedince odlišná kvalita čichu (Secundo et al., 2015).

Bylo zjištěno, že u lidí byly nashromážděny mutace, které negativně ovlivňují kvalitu čichového smyslu, asi čtyřikrát rychleji než jiné druhy primátů, které byly také studovány (Gilad et al., 2003). U člověka je odhadována ztráta funkčních genů ovlivňujících velikost repertoáru čichových receptorů více než 70 %. Z těchto genů se časem staly tzv. pseudogeny. Při zkoumání genomu dalších primátů bylo zjištěno, že u většiny hominidů se na nefunkční pseudogeny proměnilo vysoké procento genů, a to okolo 50 %, zatímco u primátů Starého světa, tedy primátů úzkonosích, se počty pseudogenů pohybují jen okolo 27 %. U primátů Nového světa, tedy primátů ploskonosích, nebyly nalezeny téměř žádné pseudogeny (Rouquier et al., 2000).

Bylo zjištěno, že v počtu genů, které byly změněny na pseudogeny jsou si lidé a jim velice blízcí příbuzní šimpanzi *Pan* (Oken, 1816), podobní. Poslední společný předek člověka a šimpanze měl mnohem větší počet funkčních genů a naopak méně nefunkčních pseudogenů, než jak bylo zjištěno u jeho současných potomků. I přes blízký evoluční vztah, mezi těmito dvěma druhy, se člověk a šimpanz liší asi v 25 % repertoáru funkčních olfaktorických genů. To naznačuje, že tempo evoluce těchto genů bylo u obou živočišných

druhů obdobné, a tedy, že byly tyto geny zachovány, co se podobného počtu týká, ale byl změněn jejich repertoár (Go a Niimura, 2008).

Existuje teorie, že ztráta genů v průběhu evoluce člověka, mohla být doprovázena zlepšováním jeho schopností rozeznat od sebe odoranty s velice podobnou chemickou strukturou (Alonso et al., 2008).

Je možné, že snížení počtu funkčních genů pro čich bylo u člověka a také primátů nahrazeno velikostí a složitostí mozkových struktur, které jsou zapojeny do zpracovávání informací o vnímaných odorantech (Shepherd, 2004).

3.3 Vnímání pachu

Vnímání pachů je způsobeno komplexním zpracováním přijímaného signálu, který je spuštěn navázáním pachové molekuly na periferních receptorech a končí složitějším zpracováním získaných informací až v mozku. Celé zpracování takového signálu probíhá v několika krocích, kdy každý krok má svá vlastní specifika a obtížnost, ale navzájem jsou všechny kroky propojeny (Tromelin, 2015).

Čichový systém obratlovců je dokonale stvořen k rozlišování velkého množství odorantů různého tvaru nebo velikosti, a to i v případě, že se v prostředí vyskytují v mizivém množství. Zpracovávání probíhá v několika odlišných anatomických strukturách. Z čichového epitelu jsou informace vedeny do čichového kyje (*bulbus olfactorius*), odkud jsou předány vyšším mozkovým centřům jako je např. piriformní kůra (*cortex piriformis*), ze kterých jsou informace dále distribuovány do dalších oblastí mozku (Buck, 1996).

O čichu se dá říci, že jde o zpracování aromatické látky v nosní dutině, kdy jsou do mozku odeslána data o procesu detekce chemické sloučeniny. Mozek odorant zaznamená a dochází k mnohem složitějšímu procesu zjišťování vlastností daného pachu, a to tak, že se do procesu zapojují i paměť a emoce s daným pachem spojené, např. vůně pomeranče nám připomene jeho chuť, nebo při negativním spojení, kdy máme vůni pomeranče spojenou s neoblíbenou medicínou, se místo pozitivních pocitů z chuti pomeranče, dostaví pocity negativní, spojené právě s chutí medicíny (Hoover, 2010).

Bylo zjištěno, že člověk je schopen detekovat více než jeden bilion různých čichových podnětů (Bushdid et al., 2014). Sebastian a Puranik (2016) však poukazují na to, že je tato informace sporná. Dle kritiků má metodika studií, které se tímto tématem zabývaly nedostatky, díky kterým mohou vznikat chybné závěry.

Zrakové a sluchové podněty, které jsou z hlediska sociálního pro jedince důležitější, jsou zpracovávány v mozku pomocí specializovaných nervových sítí. Zpracovávání zachycených tělesných pachů je odlišné od zpracovávání pachů netělesných, tedy je možné říci, že zpracovávání pachů se liší dle jejich zdroje. Dále bylo zjištěno, že při zachycení pachu cizí osoby, dochází k aktivaci amygdaly (*corpus amygdaloideum*) a dalších oblastí mozku obdobné těm, které jsou aktivovány při strachových podnětech (Lundström et al., 2007).

3.3.1 Nosní dutina

Zdraví lidé obvykle dýchají nosem. Jednou z hlavních funkčních rolí dýchání nosem je obrana proti infiltraci cizorodých částic, úprava vlhkosti a teploty vdechovaného vzduchu (Elad et al., 2008). Kromě pachů přicházejících z vnějšího prostředí nosem, tedy cestou orthonasální, je člověk schopen vnímat i pachy přicházející přes ústní dutinu při konzumaci potravy, které jsou dále transportovány přes nosohltan až na čichový epitel. Tato cesta zisku pachů z okolí je také nazývána jako retronasální (Heilmann a Hummel, 2004).

Nosní dutina je u člověka rozdělena na dva průchody nosní přepážkou (*septum nasi*), která je zakončena na nosohltanu. Povrch nosní dutiny je vystlán dýchacím epitelem, který obsahuje řasinky a čichovým epitelem. Povrch epitelů v nosní dutině je bohatý na hlen sekretovaný pohárkovými buňkami (Van Cauwenberge et al., 2004).

U lidí a lidem blízce příbuzných lidoopů došlo v průběhu evoluce k výrazné redukci čenichu, neboli u člověka, nosu. Primáti, a to včetně těch, kteří si zachovali delší čenichy, jako jsou např. pavíáni, došlo ke ztrátě mnoha vnitřních výstupků a ploch, které jsou přítomny v nosních dutinách jiných savců, což zapříčinilo výrazné zmenšení plochy čichové sliznice (Smith et al., 2014).

Čichový epitel člověka je v organizaci i buněčné morfologii velice podobný čichovému epitelu ostatních druhů obratlovců. Je složen z čichových neuronů, ale také bazálních a podpurných buněk. Lidský čichový epitel není pouze sensorický, ale obsahuje i nesenzorické oblasti, jejichž význam nebyl dosud objasněn (Morrison a Costanzo, 1992).

Savci jsou schopni rozpoznat a rozlišit velké množství molekul pachu a to díky receptorům (Buck a Axel, 1991), které se nacházejí na cílích čichových neuronů. Tyto bipolární neurony pronikají skrz sliznici čichového epitelu (Firestein, 2001). Čichové receptory jsou velké membránové proteiny schopné vázat molekuly pachu, a tím hrají důležitou roli v čichovém smyslu. Molekuly pachu se vážou na specifická místa u těchto

receptorů (March et al., 2015) následně proteiny čichových receptorů interagují s molekulami pachu, které se dostanou až k čichovému epitelu a spouští neurální odpověď, díky které je možné vnímat pachy (Young a Trask, 2002).

Na každém čichovém neuronu lze nalézt pouze jeden druh čichových receptorů, který je vysoce specifický pro určité molekuly pachu, ale také tolerantní k ostatním pachovým molekulám (Araneda et al., 2000). Lidé mají asi 400 čichových receptorů, ale každý jedinec má zcela jedinečnou sadu genů, které vedou k vývoji čichového vnímání (Mainland et al., 2014). Neurony čichových receptorů jsou zvláštní tím, že jsou po celý život nahrazovány novými, které vznikly dělením bazálních buněk. Buněčná smrt čichových neuronů je za fyziologických podmínek způsobena apoptózou (Suzuki, 2004).

Z etických důvodů se nejen studie čichového epitelu savců provádějí především na laboratorních zvířatech, a to zejména na hlodavcích (Tromelin, 2015), a proto tedy není anatomické rozmístění lidského čichového neuroepitelu přesně známo, nicméně panuje obecná shoda, že se nachází vysoko v nosní dutině, převážně na dorsální straně nosní klenby, na septu a horní skořepě nosní (*concha nasalis superior*) (Moran et al., 1982a). Leopold et al. (2000) uvádí, že přesné anatomické rozmístění a rozhraní mezi čichovým epitelem a epitelem respiračním u lidí je nejasné, ale dle novějších zjištění se čichový epitel nachází trochu více vpředu, než jak se vědci původně domnívali. Moran et al. (1982b) po hodnocení oblasti čichového epitelu u několika jedinců odhaduje její velikost na 1 až 2 mm². Smith et al. (2004) uvádí, že velikost čichového epitelu je u různých druhů primátů variabilní.

V případě, že se molekula pachu naváže na čichový receptor, spustí se elektrická aktivita v neuronu (Roland et al., 2016). Axony neuronů, na jejichž membránách jsou receptory, se spojují do svazků, které následně pronikají řešetnou ploténkou (*lamina cribrosa*) čichové kosti (*os ethmoidale*) do čichového kyje (*bulbus olfactorius*) nebo do laloku, což je struktura mozku, která je nad nosní dutinou a pod frontálním lalokem (*lobus frontalis*) (Sebastian a Puranik, 2016) tak, že se navážou pomocí synaptických spojů na dendrity velkých mitrálních buněk a menších chomáčekových buněk. Chomáčekové spolu s mitrálními buňkami tvoří nápadné kulovité struktury nazývané čichové glomeruly. Axony vedoucí z těchto buněk tvoří čichové ústrojí, které končí v primární čichové kůře (Hussain et al., 2009).

3.3.2 Vomeronasální orgán

Napříč všemi živočišnými druhy, které jsou řazeny mezi obratlovce, existuje až neobvyklá podobnost struktur čichového systému. Fylogenetické analýzy naznačují, že vomeronasální orgán (*organum vomersonasale*) vznikl již u prvních tetrapodů (Eisthen, 1997).

Vomeronasální orgán (*organum vomeronasale*), také nazýván jako Jacobsonův, patří mezi přídatné čichové orgány a lze jej nalézt u obratlovců jako jsou savci nebo plazi (Stoyanov et al., 2016) a naopak chybí u ptáků (Bhatnagar a Smith, 2015). Je specializován na vnímání feromonů (Stoyanov et al., 2016), kterými je ovlivňováno chování savců, a to včetně fyzické přitažlivosti mezi jedinci (Kohl et al., 2001).

Kanátky vomeronasálního orgánu (*organum vomeronasale*) se mohou vyskytovat přibližně u poloviny lidské populace. Funkčnost tohoto orgánu u člověka je stále předmětem diskusí, ale zdá se být nepravděpodobná, a to přinejmenším v postnatálním období (Knecht et al., 2003).

Kinzinger et al. (2005) uvádí, že vomeronasální orgán (*organum vomeronasale*) je možné najít funkční u primátů podřádu poloopice (strepsirrhine) jako jsou například lemuři, stejně jako je tomu u jiných savců. U lidí a šimpanzů je možné nalézt jen zbytky, což naznačuje, že tento orgán je u hominidů nefunkční na rozdíl od jiných druhů primátů. Jak bylo zjištěno na bulharské populaci, jeli tento orgán patrný u lidí, je možné jej nalézt buď na levé, nebo na pravé straně nosní přepážky (*septum nasi*) a v naprostém minimu případů na obou jejích stranách. Celkem byl vomeronasální orgán patrný cca u čtvrtiny zkoumané populace, ale nebyla zjištěna jeho funkčnost (Stoyanov et al., 2016).

Bylo zjištěno, že Jacobsonův orgán (*organum vomeronasale*) u dospělého člověka neobsahuje senzorycké buňky ani spojení k čichovému kyji (*bulbus olfactorius*) (Boehm a Gasser, 1993). Pro tento orgán byl nalezen pouze jeden funkční gen, který je exprimován v čichovém epitelu (Rodriguez et al., 2000).

3.3.3 Čichový kyj

Čichový kyj (*bulbus olfactorius*) je uložen na přední spodní straně mozku v čichové jamce (*fossa olfactoria*) (Albrecht a Wiesmann, 2006).

Čichový kyj (*bulbus olfactorius*) i čichová nožka (*pedunculus olfactorius*) jsou tvořeny několika více či méně samostatnými skupinami buněk, které jsou obvykle považovány

za součást retrobulbárního předního čichového jádra (*retrobulbar nucleus olfactorius anterior*). Předpokládá se, že tyto skupiny buněk jsou rostrálním prodloužením předního čichového jádra (*nucleus olfactorius anterior*) v přední hemisféře mozku (Berendsen et al., 2015).

Při výzkumu vlivu pohlavního dimorfismu na čichový kyj (*bulbus olfactorius*) bylo zjištěno, že i přes nevýznamné rozdíly mezi muži a ženami v hmotnosti čichového kyje (*bulbus olfactorius*), tato struktura u žen obsahuje výrazně vyšší počet buněk než je tomu u mužů. Zjištěný počet neuronů u žen dosáhl 6,9 milionu, zatímco u mužů dosáhl zhruba poloviny. Stejně jako u neuronů i u neuroglíí byl zjištěn vyšší počet u žen než u mužů, kdy u žen dosáhl jejich počet 9,3 milionu buněk a u mužů 5,7 milionů buněk (Oliveira-Pinto et al., 2014).

Čichový kyj (*bulbus olfactorius*) se skládá z šesti různých vrstev.

- Čichový nerv
- Glomerulární vrstva
- Vnější plexiformní vrstva
- Vrstva mitrálních buněk
- Vnitřní plexiformní vrstva
- Vrstva glomerulárních buněk (Smith et al., 1993).

Stratum album je na buňky chudá oblast uvnitř granulózniích buněk vrstvy čichového kyje (*bulbus olfactorius*), ve které jsou lokalizované neurony předního čichového jádra (*nucleus olfactorius anterior*) (Hoogland a Huisman, 1999).

Neurony v čichovém kyji jsou v průběhu života jedince generovány z kmenových buněk. Buňky jdou diferencovány na buňky granulózní a jejich malá část migruje do vrstvy glomerulární. Diferenciace těchto buněk probíhá pomaleji a tvoří periglomerulární interneurony (Winner et al., 2002).

Čichový kyj (*bulbus olfactorius*) je považován za první retranslační stanici v čichové dráze (Haberly, 2001), kde axony smyslových neuronů tvoří synapse s dendrity sekundárních neuronů, jako jsou mitrální a chomáčekové buňky a interneurony v rámci struktury zvané glomerulus. Z čichového kyje (*bulbus olfactorius*) jsou informace o vnímaném pachu přenášeny dále do struktury primární čichové kůry, kde se nachází přední čichové jádro (*nucleus olfactory anterior*), piriformní kůra (*cortex piriformis*), čichový hrbolík (*tuberculum olfactorium*), entorhinální kůra (*cortex entorhinalis*) a amygdala (*corpus amygdaloideum*) (Carmichael et al., 1994).

Čichový kyj (*bulbus olfactorius*) je první mozkovou strukturou, kde dochází ke zpracování přijímaných čichových informací (Mori et al., 1999). Jeho úkolem je snižování množství informací tak, aby mohli být zachyceny a zpracovány i pachy o slabších koncentracích. Zde umístěné receptory reagují na různé intenzity pachů (Albrech a Weismann, 2006). Bylo zjištěno, že změny ve velikosti čichového kyje (*bulbus olfactorius*) převážně souvisejí se schopností pachové identifikace a prahovým množstvím vnímaného pachu (Mazal et al. 2014).

3.3.4 Přední čichové jádro

Umístění předního čichového jádra (*nucleus olfactorius anterior*) je velice variabilní. Bylo nalezeno jak na okraji tak uprostřed čichové nožky (*pedunculus olfactorius*). Obecně platí, že se čichové jádro (*nucleus olfactorius anterior*) nachází uvnitř čichového kyje (*bulbus olfactorius*), ale jeho lokalizace je v čichové nožce (*pedunculus olfactorius*) variabilní (Berendsen et al., 2015).

I když je velikost čichového kyje (*bulbus olfactorius*) a čichové nožky (*pedunculus olfactorius*) u lidí považována za menší ve srovnání s ostatními suchozemskými savci, jsou tyto struktury u člověka charakteristické přítomností unikátní série shluků buněk, jež jsou chápány jako součást předního čichového jádra (*nucleus olfactorius anterior*). Tyto jasně vymezené buněčné masy nebyly nikdy pozorovány u kteréhokoli jiného známého savčího druhu (Crosby a Humphrey, 1941). Na rozdíl od hlodavců, u kterých byla zjištěna pevná anatomická poloha, je přední čichové jádro (*nucleus olfactorius anterior*) u primátů a tedy i člověka rozptýleno jako diskontinuitní ostrůvky velkých neuronů (Bhatnagar et al., 1987).

Neurony v předním čichovém jádře (*nucleus olfactorius anterior*) v čichovém kyji (*bulbus olfactorius*) a čichové nožce (*pedunculus olfactorius*) jsou multipolární. V čichovém kyji (*bulbus olfactorium*) byly nalezeny různé skupiny buněk předního čichového jádra (*nucleus olfactorius anterior*) s protáhlým tvarem, zatímco v prostoru čichové nožky (*pedunculus olfactorius*) byly tyto buňky vřetenovitého tvaru.

3.3.5 Primární čichová kůra

Primární čichová kůra je oblast mozku přijímající informace přímo z čichového kyje (*bulbus olfactorius*) a je rozdělena na pět podoblastí, které mohou být dále rozděleny. Jde o přední kortikální jádro amygdaly (*corpus amygdaloideum*), korovou oblast periamygdaly (*cortex periamygdaloideus*), piriformní kůru (*cortex piriformis*), přední čichové jádro (*nucleus olfactorius anterior*) a čichový hrbolek (*tuberculum olfactorium*). Dále je spojena výběžky s různými částmi mozku, a to včetně částí mezimozku (*diencephalon*) jako jsou talamus (*thalamus*) a hypotalamus (*hypothalamus*), limbického systému, a to zejména do amygdaly (*corpus amygdaloideum*) a hipokampu (*hippocampus*) a nakonec také do neokortexu, kde je napojena na čichovou část orbitofrontální kůry (*cortex orbitofrontalis*) (Silveira-Moriyama et al., 2016).

Primární čichová kůra je velice důležitá pro čichovou paměť i učení (Mouly et al., 2001).

Bylo zjištěno, že emoce mohou u člověka ovlivnit vnímání pachů. Při negativních pocitech se čichová schopnost jedince snižuje, pachy jsou vnímány jako méně intenzivní a také méně příjemné. Zatímco při příjemných pocitech jsou pachy vnímány jako příjemnější a intenzivnější (Pollatos et al., 2007).

3.3.6 Čichový hrbolek

Čichový hrbolek (*tuberculum olfactorium*) je umístěn před trojúhelníkovitě rozšířeným zakončením čichové dráhy (*tractus olfactorius*) (Silveira-Moriyama et al., 2016). U opic je velmi nevýrazný, ale přesto rozpoznatelný. U člověka je tato struktura rozpoznatelná pouze speciálními metodami jako je mikroskopie (Wiesmann et al., 2001), ale její význam není znám (Silveira-Moriyama et al., 2016).

3.3.7 Piriformní kůra

U většiny savců je tato struktura největší ze všech mozkových struktur, které jsou zapojeny do čichového vnímání (Silveira-Moriyama et al., 2016). Piriformní kůra (*cortex piriformis*) je dělena na dvě části, na přední a zadní, které spolu komunikují. Zatímco u přední části piriformní kůry (*cortex piriformis*) byl zjištěn stejný směr informační dráhy,

zadní část vysílá signály směřující do části mozku v popředí přes přední část piriformní kůry (*cortex piriformis*) (Luskin and Price, 1983).

Piriformní kůra (*cortex piriformis*) je aktivována pomocí pachových stimulů. Bylo zjištěno, že identifikace, kategorizace a diskriminace čichových vjemů jsou závislé na tvorbě a modulaci signálů právě v piriformní kůře (*cortex piriformis*) (Gottfried, 2010) kdy aktivace nezávisí na příjemnosti přijímaných pachů, ale na jejich intenzitě (Rolls et al., 2003) z čehož vyplývá, že se podílí na identifikaci a zjišťování informací o množství pachu, ale nepodílí se na tvorbě informací o jejich příjemnosti (Rolls, 2015a).

3.3.8 Orbitofrontální kůra

Orbitofrontální kůra (*cortex orbitofrontalis*) je heterogenní prefrontální oblast selektivně propojená kromě jiných částí mozku s limbickým systémem a dalšími smyslovými oblastmi mozku (Cavada et al., 2000).

Orbitofrontální kůra (*cortex orbitofrontalis*) je velice důležitá oblast mozku, která zpracovává informace, jako jsou trest a odměna, které jsou nezbytné pro komplexní a flexibilní emocionální a sociální chování, což je důležitým aspektem přispívajícím k evolučnímu úspěchu druhu (Kringelbach a Rolls, 2004).

V Orbitofrontální kůře (*cortex orbitofrontalis*) je možné nalézt sekundární a terciální čichové kortikální oblasti, které jsou využívány pro zjišťování informací o totožnosti (Rolls et al., 1996) a zároveň tato oblast identifikuje příjemnost pachu např. jídla (O'Doherty et al., 2000). Příjemnými pachy je aktivována spíše střední část orbitofrontální kůry (*cortex orbitofrontalis*), zatímco pachy nepříjemnými je aktivována spíše její laterální část (Rolls et al., 2003).

3.3.9 Talamus

Talamus (*thalamus*) je komplex složený z jader a umístěný v mezimozku (*diencephalon*). Je složen ze čtyř částí a to z hypotalamu (*hypothalamus*), epitalamu (*epithalamus*), předního talamu neboli subtalamu (*thalamus ventralis*) a metatalamu (*metathalamus*) (Herrero et al., 2002).

Bylo předpokládáno, že talamus (*thalamus*) je pro lidský čich funkčně naprosto nepodstatný a to především díky objevu přímé monosynaptické dráhy spojující piriformní kůru (*cortex piriformis*) s kůrou orbitofrontální (*cortex orbitofrontalis*) (Plailly et al., 2008). Později bylo zjištěno, že talamus (*thalamus*), i když není přímo v cestě olfaktologických informací směrem z periferie až do mozkové kůry, hraje v lidském čichu velice důležitou roli. Je využíván při identifikaci čichových podnětů. Při poškození jeho pravé poloviny např. lézí, jsou příjemné čichové vjemy měněny na méně příjemné (Sela et al., 2009).

3.3.10 Amygdala

Amygdala (*corpus amygdaloideum*) je umístěna ve spánkovém laloku (*lobi temporales*) a částečně nad špičkou dolního výběžku postranní komory (*cornu inferius ventriculi lateralis*) (Watson et al., 1992). Tato struktura byla u člověka přítomna mnohem dříve než orbitofrontální kůra (*cortex orbitofrontalis*), přihlédneme-li k evoluci (Rolls, 2015b). Je napojena na část předního segmentu háku (*uncus*) a částečně překrývá hlavu hipokampu (*hippocampus*). Amygdala (*corpus amygdaloideum*) je přímo napojena na hipokampus (*hippocampus*) (Watson et al., 1992).

Amygdala (*corpus amygdaloideum*) je tvořena shluky jader, které jsou navzájem propojeny (Zikopoulos et al., 2016). U primátů lze pozorovat dva hlavní shluky jader, bazolaterální a centromediální. Toto anatomické rozdělení značí i rozdělení funkcí mezi shluky (Mosher et al., 2010).

Amygdala (*corpus amygdaloideum*) je zapojena do biologicky důležitých procesů učení, jako je třeba klasické podmiňování. Schopnost identifikovat jednotlivé tváře u lidí je založena na sociálních dopadech následkem zkušeností z minulosti, především ve formě asociativního učení, které lze také nazvat „sociálním podmiňováním“ (Davis et al., 2009). Dále bylo zjištěno, že je tato struktura nezbytná pro správnou funkci čichové paměti (Buchanan et al., 2003).

I přes časté opomíjení se zjistilo, že povrchová skupina jader je velice citlivá nejen na zpracovávání vjemů sociální povahy, ale také na vjemy čichové (Bzdok et al., 2013) a Zou et al. (2016) uvádí, že funkční propojení mezi amygdalou (*corpus amygdaloideum*) a orbitofrontální kůrou (*cortex orbitofrontalis*) souvisí s citlivostí čichu.

3.3.11 Entorhinální kůra

Entorhinální kůra (*cortex entorhinalis*) člověka je uložena ve střední části spánkového laloku (*lobus temporalis*) (Insausti et al, 1995). Je součástí komplexu hipokampu (*hippocampus*) a přenáší projekce do zubatého závitů (*gyrus dentatus*). Kortikální vstup je na hipokampus (*hippocampus*) přenášen přes entorhinální kůru (*cortex entorhinalis*), která je velmi dobře znatelná u savců, ale nejlépe rozpoznatelná je právě u primátů, a tedy i u člověka.

U primátů je vzruch veden z čichového kyje (*bulbus olfactorius*) přímo do entorhinální kůry (*cortex entorhinalis*) a dále do hipokampu (*hippocampus*). U člověka je entorhinální kůra (*cortex entorhinalis*), z hlediska topologického a cytoarchitektonického pravděpodobně trochu menší, než jak tomu bylo zjištěno u makaka (Insausti et al. 2002).

3.3.12 Hipokampus

Hipokampus (*hippocampus*) je možno snadno identifikovat mezi postranní vyvýšeninou (*eminentia collateralis*) laterálně a keříčkovou štěrbinou (*fissura choroidea*) mediálně. Sedí na parahipokampálním gyru (*gyrus parahippocampalis*) a je dělen na hlavu tělo a ocas. Přední část hlavy hipokampu (*hippocampus*) splývá s amygdalou (*corpus amygdaloideum*) (Bozkurt et al., 2016).

Spojitosť hipokampu (*hippocampus*) a paměti byla zkoumána s využitím čichových drah především u potkanů. Zdá se, že hipokampus (*hippocampus*) není zcela nezbytný pro pamatování si jednotlivých pachů, ale jeho funkce je nezastupitelná pro formování vztahu mezi pachem a vzpomínkou a pro expresi čichové paměti při její potřebě v nové situaci (Eichenbauma, 1998). Je pravděpodobné, že hipokampus (*hippocampus*) je důležitý pro deklarativní paměť (Eichenbauma et al., 1996).

4 Hypotézy

Hypotéza: Majitelé psů budou schopni identifikovat čichem svého psa a rozeznat jeho pach mezi pachy jiných psů.

5 Materiál a metody

Experimentem bylo zjišťováno, zda je člověk schopen čichem správně identifikovat pach svého psa mezi odebranými pachy cizích psů.

Byly odebírány pachy psů jejich majiteli, kteří následně dané pachy vyhledávali mezi odebranými pachy cizích psů.

5.1 Použitý materiál

Pach byl odebírán na sterilní netkané komprese, které byly po nabrání vzorků umístěny samostatně do sterilní sklenice se sterilním šroubovacím uzávěrem. Sterilní netkané komprese byly vyrobeny ze směsi viskózy a polyesteru a jsou především určeny pro zdravotnické účely k ošetření ran. Při odběrech byly sterilní komprese překryty sterilní aluminiovou folií, aby se co možná nejvíce snížilo riziko kontaminace okolním prostředím a byly upevněny dostatečně širokým obojkem, který měl minimální šířku 2/3 šířky komprese, na zadní stranu krku psa, aby se zabránilo ztrátě komprese a zároveň, aby daná komprese zůstala na přesně určeném místě.



Obrázek 1 Materiál použitý k odběru a uchování pachu (Pilná, 2017)

Všechna použitá víčka, sklenice, aluminiové folie a netkané komprese byly používány pro každý odběr pachu vždy nové. Všechny sklenice a víčka byly před použitím

v experimentu pečlivě čištěny po dobu 15 minut v ultrazvukové myčce za přítomnosti detergentního přípravku při teplotě 60 °C. Po tomto umytí byly následně víčka i sklenice sterilizovány po dobu 35 minut při teplotě 180 °C.

5.2 Odběry vzorků

Odběry vzorků pachu psů byly vždy prováděny v externím prostředí tak, aby dobrovolníci se svými psy byly většinu času odběru v prostředí podobného rázu, jako jsou louky, lesy nebo parky, aby bylo omezeno riziko kontaminace vzorků pachu domova nebo pachy např. z kotce, a nebyla tím usnadněna identifikace pachu psa.

Pach byl odebírán pouze za vhodného počasí, tedy v době, kdy nepršelo, nesněžilo nebo nebyla mlha, která by mohla zvlhčit srst psa a tak znehodnotit odebíraný pach. Pach byl odebírán pouze u dobře ovladatelných psů, aby bylo opět sníženo riziko znehodnocení odebíraného pachu například válením se v nějaké silně aromatické substanci nebo útekem s následným poškozením či ztrátou odběrového materiálu.

Dále byl pach odebírán ze psů, kteří byli více než 2 týdny po koupání s použitím šampónu nebo jiného silně aromatického přípravku.

Z důvodu bezpečnosti byl pach ve všech případech odebírán majitelem psa po důkladné instruktáži a za dozoru experimentátora.

Do experimentu bylo zapojeno 53 dobrovolníků se svými psy. Celkem se zúčastnilo 13 mužů a 40 žen různých věkových kategorií. Takto věkově rozsáhlá skupina byla zvolena, aby bylo možno, v případě úspěchu, získat další poznatky, co může ovlivnit správnou identifikaci pachu psa.

Zúčastnění psi byli samci i samice, různých věkových kategorií, plemenných příslušností, způsobů ustájení i druhů stravy a experimentátorem byla u každého jedince subjektivně zhodnocena hustota a délka srsti a velikost těla.

Pachy byly odebírány od půlky října do půlky února.

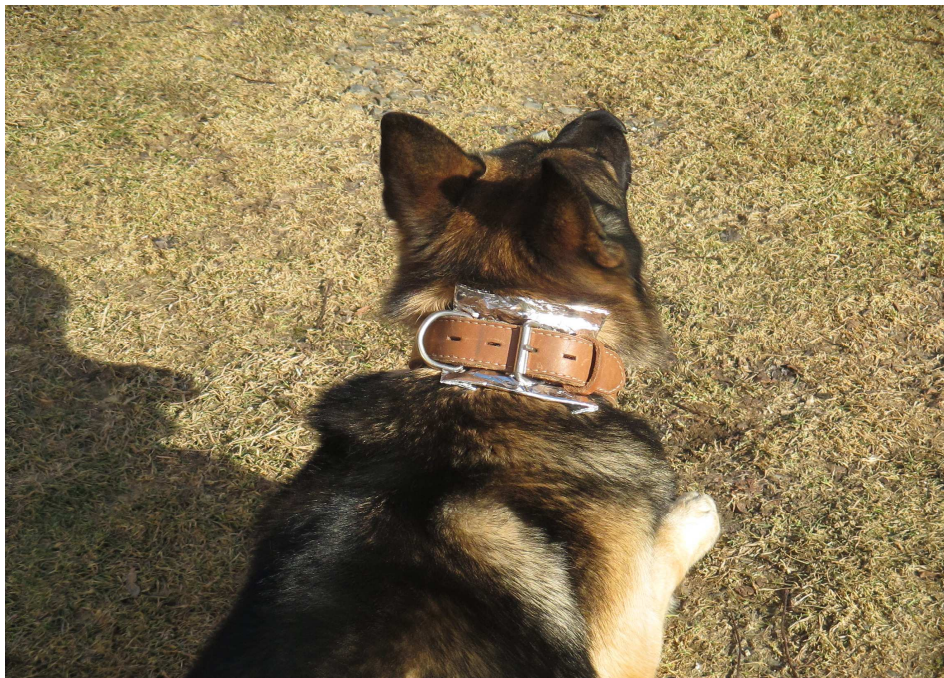
Suchýma rukama byly sterilní netkané komprese položeny jednou stranou na aluminiovou fólii, která byla následně na okrajích ohnuta tak, aby byla umožněna fixace komprese bez možnosti jejího vypadnutí.



Obrázek 2 Kompresy v aluminiové fólii se zahnutými okraji pro fixaci komprese ve fólii (Pilná, 2017)

Následně byly komprese obalené aluminiovou fólií umístěny na předem určené místo na krku psa, a to na zadní stranu, a upevněny širokým obojkem.

Takto umístěné komprese byly na psovi ponechány po dobu 1 hodiny, kdy byl pes pod neustálým dohledem.



Obrázek 3 Upevnění komprese s aluminiovou fólií na krku psa pomocí obojku (Pilná, 2017)

Po uplynutí takto stanoveného času byly komprese majiteli ze psa sundány, byla odstraněna aluminiová folie a napachované komprese byly umístěny do předem připravených sterilních sklenic bez označení se sterilními šroubovacími uzávěry.

Po předání sklenice s odebraným pachem psa dobrovolníkem experimentátorovi, byla sklenice označena individuálním čtyřmístným písmenným kódem, který nebyl dobrovolníkovi předem sdělen, a tedy nemohl být podle kódu dobrovolníkem identifikován. Každý vzorek byl vizuálně zkontrolován experimentátorem, zda neobsahuje např. chlupy, aby se snížilo riziko vizuální identifikace vzorku.



Obrázek 4 Sklenice s odebraným pachem označená individuálním kódem (Pilná, 2017)

5.3 Popis experimentu

Na začátku každého pokusu byla postavena řada šesti sklenic s odebranými pachy. V každé řadě byla pouze jedna sklenice s právě hledaným pachem psa. Sklenice byly umístěny kódem směrem k dobrovolníkovi a řádně promíchány, aby experimentátor nemohl svou reakcí napovědět dobrovolníkovi umístění hledaného pachu. Dobrovolník předem nevěděl, ve které ze sklenic v řadě je odebraný pach jeho psa.

Dobrovolník označil pach, který považoval za správný slovně tak, aby bylo jasné, že jako pach svého psa identifikoval právě pach v určité skleničce. Např. „To je můj pes“ a ukázal experimentátorovi kód sklenice s odebraným pachem, aby bylo možné zjistit správnost identifikace.



Obrázek 5 Dobrovolnice čichající vzorky pachu (Pilná, 2017)

V řadě byly náhodně zařazeny pachy psů různého věku, pohlaví, plemenné příslušnosti, typu srsti, ustájení a způsobu stravování.

V místnosti, která byla řádně vyvětrána (větraná minimálně po dobu 15 min), byly vždy přítomny pouze 2 osoby, a to dobrovolník a experimentátor. Vzorky pachů byly dobrovolníkem postupně očíhávány s tím, že nebylo nutné dodržovat dané pořadí dle rozestavení vzorků. Měl-li dobrovolník potřebu se k některým vzorkům vrátit, bylo mu to dovoleno. Doba, kterou dobrovolník strávil očíháváním vzorků, nebyla omezena.

Experimentátor zaznamenával všechny zjištěné údaje, včetně úspěšnosti identifikace, do předem připravené tabulky.

6 Výsledky

V průběhu experimentu byly zaznamenávány údaje o dobrovolnících i jejich psech, aby bylo možné zjistit, zda je možné psa čichem identifikovat a případně ještě zjistit, jakými proměnnými mohly být tyto výsledky ovlivněny. Záznamy, které byly považovány za důležité, je možné nelézt níže v tabulce 1, tabulce 2 a tabulce 3.

Tabulka 1 I. část výsledků zaznamenaných v průběhu experimentu Výsledky považované za důležité byly zaznamenány pro pozdější statistické vyhodnocení. Tabulka neobsahuje údaje o hustotě a délce srsti ani o velikosti psa z důvodu subjektivního hodnocení těchto proměnných experimentátorem. Úspěšná identifikace psa je označena +, neúspěšná -. Kastrovaní psi jsou značeni K. Pohlaví osob i psů je značeno F pro ženy a M pro muže.

| pořadí poz. | úspěšnost | pohlaví osoby | pohlaví psa | věk osoby | věk psa v rocích | kastrát | ustájení | mytí za rok | strava |
|----------------|-----------|------------------|----------------|--------------|---------------------|---------|----------|----------------|---------|
| 1 | + | F | M | 29 | 10 | - | doma | 2 | granule |
| 2 | + | F | F | 29 | 4 | - | venku | 2 | granule |
| 3 | - | F | M | 23 | 4,5 | - | doma | 12 | maso |
| 4 | + | F | F | 24 | 3 | - | doma | 6 | granule |
| 5 | + | M | M | 25 | 5 | - | doma | 6 | granule |
| 6 | + | F | M | 25 | 13 | - | venku | 2 | granule |
| 7 | + | F | M | 25 | 4 | - | venku | 2 | granule |
| 8 | + | F | F | 30 | 1 | - | doma | 3 | granule |
| 9 | - | F | M | 58 | 0,5 | - | doma | 3 | granule |
| 10 | + | F | F | 53 | 11 | - | venku | 0 | maso |
| 11 | - | F | M | 53 | 1,5 | - | venku | 0 | maso |
| 12 | - | F | F | 44 | 3 | - | doma | 2 | maso |
| 13 | + | F | F | 48 | 5 | K | doma | 12 | granule |
| 14 | + | F | M | 43 | 5 | - | doma | 3 | maso |
| 15 | - | F | M | 43 | 5 | - | doma | 3 | maso |
| 16 | + | F | M | 43 | 0,5 | - | venku | 0 | granule |
| 17 | + | M | M | 46 | 2,5 | - | venku | 0 | granule |
| 18 | + | F | M | 16 | 1 | - | venku | 0 | granule |
| 19 | + | F | F | 26 | 1,5 | - | doma | 0 | granule |
| 20 | + | F | F | 26 | 5 | K | doma | 5 | granule |
| 21 | + | M | F | 32 | 5 | K | doma | 5 | granule |
| 22 | + | M | M | 15 | 9 | - | venku | 0 | maso |
| 23 | + | M | F | 15 | 6 | - | venku | 0 | maso |
| 24 | - | F | M | 40 | 0,75 | - | doma | 4 | granule |
| 25 | + | M | F | 45 | 4 | - | venku | 0 | granule |
| 26 | + | F | M | 37 | 1 | - | venku | 0 | granule |
| 27 | + | F | F | 25 | 15 | K | doma | 2 | granule |

Tabulka 2 II. část výsledků zaznamenaných v průběhu experimentu Výsledky považované za důležité byly zaznamenány pro pozdější statistické vyhodnocení. Tabulka neobsahuje údaje o hustotě a délce srsti ani o velikosti psa z důvodu subjektivního hodnocení těchto proměnných experimentátorem. Úspěšná identifikace psa je označena +, neúspěšná -. Kastrovaní psi jsou značeni K. Pohlaví osob i psů je značeno F pro ženy a M pro muže.

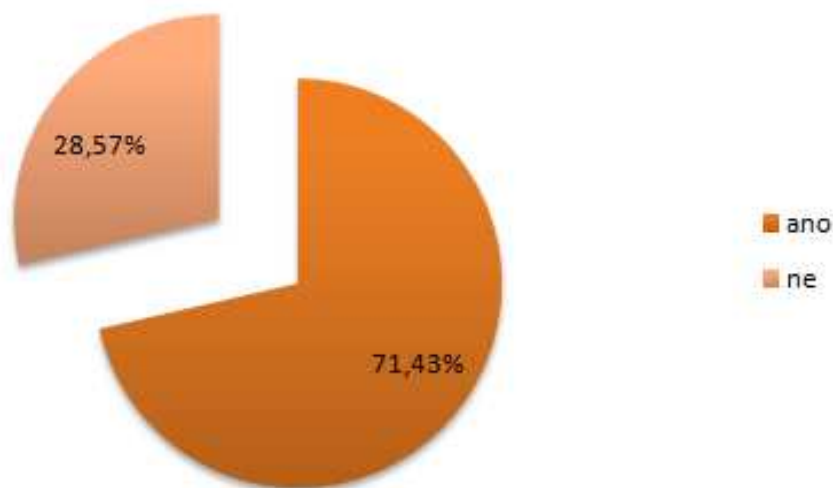
| pořadí poz. | úspěšnost | pohlaví osoby | pohlaví psa | věk osoby | věk psa v rocích | kastrát | ustájení | mytí za rok | strava |
|-------------|-----------|---------------|-------------|-----------|------------------|---------|----------|-------------|---------|
| 28 | + | M | F | 25 | 15 | K | doma | 2 | granule |
| 29 | + | F | F | 26 | 4 | - | doma | 4 | granule |
| 30 | + | F | F | 52 | 2 | - | venku | 0 | granule |
| 31 | - | F | M | 27 | 2,5 | - | doma | 4 | maso |
| 32 | - | F | M | 41 | 3 | - | doma | 3 | granule |
| 33 | + | F | F | 41 | 11 | K | doma | 3 | granule |
| 34 | + | F | M | 8 | 3 | - | doma | 3 | granule |
| 35 | + | F | F | 8 | 11 | K | doma | 3 | granule |
| 36 | + | F | M | 5 | 3 | - | doma | 3 | granule |
| 37 | + | F | F | 5 | 11 | K | doma | 3 | granule |
| 38 | - | F | F | 28 | 0,5 | - | doma | 12 | granule |
| 39 | + | M | F | 33 | 0,5 | - | doma | 12 | granule |
| 40 | - | F | F | 63 | 2 | - | doma | 8 | granule |
| 41 | + | F | M | 63 | 11 | - | doma | 8 | granule |
| 42 | + | F | F | 26 | 6 | - | doma | 3 | granule |
| 43 | + | F | F | 27 | 8,5 | K | doma | 1 | granule |
| 44 | + | F | F | 21 | 1 | - | doma | 0 | maso |
| 45 | + | F | M | 50 | 16 | - | doma | 0 | granule |
| 46 | + | F | M | 41 | 5 | - | doma | 4 | maso |
| 47 | - | F | M | 41 | 7 | - | doma | 4 | maso |
| 48 | + | M | M | 38 | 5 | - | doma | 4 | maso |
| 49 | - | M | M | 38 | 7 | - | doma | 4 | maso |
| 50 | - | F | F | 27 | 3,5 | K | doma | 12 | granule |
| 51 | - | F | M | 27 | 1,5 | - | doma | 24 | granule |
| 52 | - | M | F | 32 | 3,5 | - | doma | 12 | granule |
| 53 | + | M | M | 32 | 1,5 | K | doma | 24 | granule |
| 54 | - | F | M | 38 | 8 | - | doma | 2 | maso |
| 55 | - | F | M | 4 | 8 | - | doma | 2 | maso |
| 56 | - | F | F | 7 | 3 | - | doma | 12 | granule |
| 57 | - | F | F | 72 | 3 | - | doma | 12 | granule |
| 58 | - | F | M | 48 | 10 | - | doma | 0 | granule |
| 59 | + | F | M | 39 | 6 | - | doma | 4 | granule |
| 60 | + | F | F | 40 | 0,5 | - | doma | 0 | granule |
| 61 | + | F | F | 26 | 11 | K | doma | 12 | granule |
| 62 | + | F | M | 26 | 13 | K | doma | 6 | granule |

Tabulka 3 III. část výsledků zaznamenaných v průběhu experimentu Výsledky považované za důležité byly zaznamenány pro pozdější statistické vyhodnocení. Tabulka neobsahuje údaje o hustotě a délce srsti ani o velikosti psa z důvodu subjektivního hodnocení těchto proměnných experimentátorem. Úspěšná identifikace psa je označena +, neúspěšná -. Kastrovaní psi jsou značeni K. Pohlaví osob i psů je značeno F pro ženy a M pro muže.

| pořadí poz. | úspěšnost | pohlaví osoby | pohlaví psa | věk osoby | věk psa v rocích | kastrát | ustájení | mytí za rok | strava |
|----------------|-----------|------------------|----------------|--------------|---------------------|---------|----------|----------------|---------|
| 63 | + | M | F | 28 | 11 | K | doma | 12 | granule |
| 64 | + | M | M | 28 | 13 | K | doma | 6 | granule |
| 65 | + | F | F | 3 | 0,5 | - | doma | 12 | granule |
| 66 | + | M | F | 6 | 0,5 | - | doma | 12 | granule |
| 67 | + | M | M | 42 | 9 | - | venku | 0 | maso |
| 68 | + | M | F | 42 | 6 | - | venku | 0 | maso |
| 69 | + | M | F | 26 | 11 | - | venku | 0 | maso |
| 70 | + | M | M | 26 | 1,5 | - | venku | 0 | maso |

Statistické zhodnocení výsledků

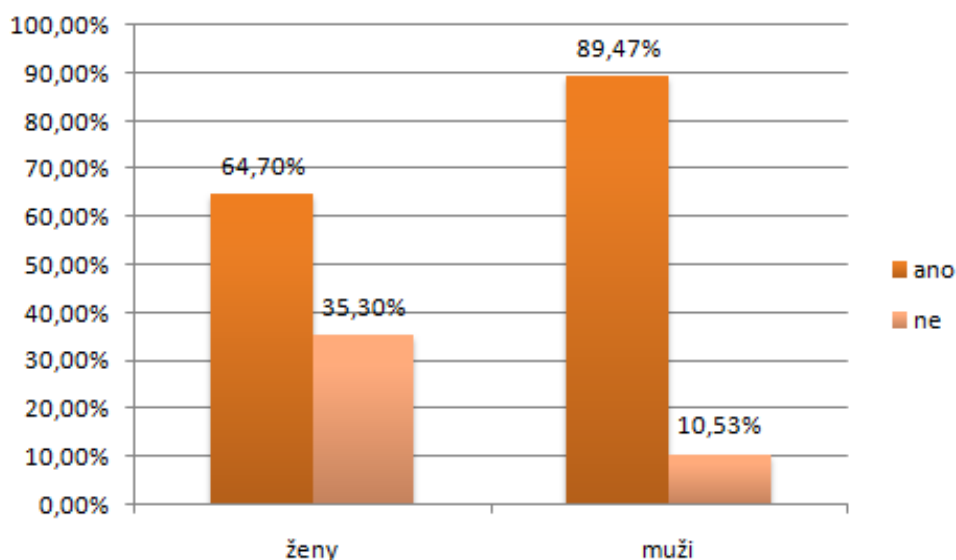
Ze zaznamenaných výsledků byla zjištěna celková úspěšnost dobrovolníků v identifikaci pachu svého psa, které je procentuálně zpracované v grafu 1. Na výpočet statistických výsledků úspěšnosti byl použit test Proc freq v programu SAS 9.4 (2015). Při výpočtu byla použita hladina významnosti $\alpha < 0,05$. Úspěšnost byla vyhodnocena jako statisticky signifikantní ($P = 0.0001$). Ze statistických výpočtů vyplývá, že majitelé jsou schopni identifikovat své psy čichem.



Graf 1 Procentuální rozdělení úspěšnosti dobrovolníků v identifikaci psa. Ano označuje úspěšné označení pachu psa a ne chybné označení pachu psa

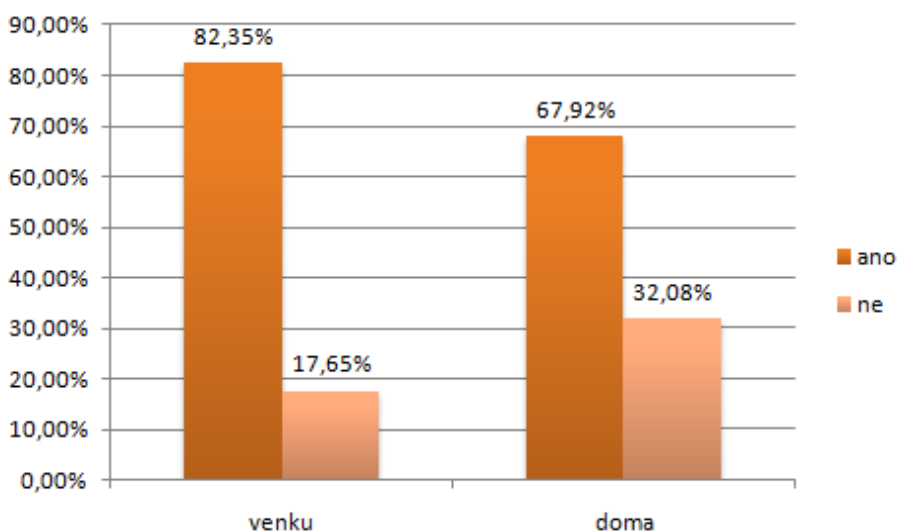
Dále bylo zjišťováno, které z dalších zaznamenaných údajů mohou ovlivnit úspěšnost identifikace. Byl použit statistický test Proc genmont (SAS, version 9.4, 2015) s hladinou významnosti $\alpha < 0,05$.

Statistický výsledek u pohlaví majitele vyšel $Pr > 0,0126$, kdy výsledek odhadu je 0,3241, to tedy znamená, že pohlaví majitele ovlivnilo úspěšnost identifikace pachu psa. Úspěšnější byli muži. Procentuální vyjádření úspěšností mužů a žen je znázorněno v grafu 2.



Graf 2 Procentuální vyjádření vlivu pohlaví majitele na úspěšnost identifikace pachu psa majitelem

Statistický výsledek u způsobu ustájení psa doma vyšel $Pr > 0,0013$ s výsledkem odhadu -0,3833. Tento výsledek znamená, že při identifikaci pachu psa byli úspěšnější majitelé, kteří se svým psem nesdíleli obytné prostory. Procentuální vyjádření úspěšnosti identifikace u pachu psů žijících venku a u pachu psů žijících doma je znázorněno v grafu 3.



Graf 3 Procentuální vyjádření vlivu ustájení na úspěšnost identifikace pachu psa majitelem

Vliv velikosti psa na úspěšnost pachové identifikace nebyl prokázán. Statistický výsledek $P = 0.0913$ není považován za signifikantní a to z důvodu, že byl zjištěn vyšší, než $\alpha < 0,05$.

Nebyl prokázán vliv věku majitele na úspěšnost pachové identifikace psa, kdy statistický výsledek $Pr > 0.2569$ převyšuje $\alpha < 0,05$, a tedy tento výsledek není považován za významný.

Statistický výsledek $Pr > 0,9075$ není považován za významný, protože je opět větší než $\alpha < 0,05$, a tedy nebyl prokázán vliv věkové skupiny psa na úspěšnost identifikace jeho pachu.

Vliv věku psa na úspěch správné identifikace jeho pachu, s výsledkem $Pr > 0.09$, kdy je výsledek větší než $\alpha < 0,05$, nebyl prokázán.

Na rozdíl od pohlaví majitele, u pohlaví psa nebyl zjištěn vliv na úspěšnost identifikace psího pachu majitelem. Statistický výsledek je $Pr > 0,2210$. Stejně tak, nebyl zjištěn vliv kastrace psa na úspěšnost identifikace jeho pachu z důvodu vyšších výsledků v statistickém testu než je $\alpha < 0,05$. Výsledek statistických výpočtů je $Pr > 0,6591$.

Dle zaznamenaných výsledků nebyl zjištěn vliv délky ani hustoty srsti psa na úspěšnost identifikace jeho pachu z důvodu vyšších výsledků statistikém testování než je zvolená $\alpha < 0,05$. Statistický výsledek je u délky srsti $Pr > 0,5192$ a u hustoty srsti $Pr > 0,7330$.

Pro vliv stravy na úspěšnost identifikace pachu psa, se statistickým výsledkem $Pr > 0,3370$ při zvolené $\alpha < 0,05$, vliv nebyl prokázán.

Podrobnější statistické výsledky pozorování, která neměla vliv na úspěšnost, je možné nelézt níže v tabulce č. 3.

Tabulka 4 Výsledky statistických výpočtů s proměnnými, u kterých nebyl zjištěn vliv na úspěšnost identifikace

| Proměnné | DF | Odhad | Standartní chyba | 95% Interval spolehlivosti | | Wald Chi-Square | Pr > ChiSq |
|----------------------|----|---------|------------------|----------------------------|--------|-----------------|------------|
| | | | | | | | |
| Velikost psa | 1 | -1.0403 | 0.6161 | -2.2479 | 0.1673 | 2.85 | 0.0913 |
| Věk majitele | 1 | 0.0633 | 0.0558 | -0.0461 | 0.1726 | 1.29 | 0.2569 |
| Věk psa | 1 | -1.2378 | 0.7301 | -2.6688 | 0.1933 | 2.87 | 0.0900 |
| Pohlaví psa | 1 | -1.2715 | 1.0389 | -3.3077 | 0.7647 | 1.50 | 0.2210 |
| Kastrace | 1 | 0.6462 | 1.4646 | -2.2244 | 3.5168 | 0.19 | 0.6591 |
| Hustota srsti | 1 | 0.3619 | 1.0612 | -1.7180 | 2.4418 | 0.12 | 0.7330 |
| Délka srsti | 1 | -0.3293 | 0.5109 | -1.3307 | 0.6721 | 0.42 | 0.5192 |
| Strava | 1 | -0.9212 | 0.9596 | -2.8019 | 0.9595 | 0.92 | 0.3370 |

7 Diskuze

Schopnost lidí identifikovat čichem jinou osobu již některé studie zkoumaly. Na identifikaci jedinců jiného druhu lidským čichem nebyly studie napsány, a tak nelze porovnat naše výsledky s předchozími studiemi.

Bylo zjištěno, že majitelé jsou schopni identifikovat čichem svého psa. Do experimentu bylo zahrnuto mnoho proměnných a u většiny zaznamenaných proměnných nebyl zjištěn vztah ovlivňující úspěšnost identifikace. Pouze u dvou proměnných byl zjištěn vztah ovlivňující úspěšnost identifikace pachu psa.

Pohlaví majitele psa

Jednou z proměnných, která dle statistických výsledků měla vliv na úspěšnost identifikace, bylo pohlaví majitele psa, kdy muži byli úspěšnější než ženy. Cain (1982) zjistil lepší schopnost identifikovat pachy u žen než u mužů. Náš výsledek mohl být způsoben nízkým zastoupením mužských dobrovolníků v experimentu, kdy ženy byly ve výrazné početní převaze a jejich výsledky mohly být variabilnější. Existuje možnost, že při vyrovnanějších počtech jedinců obou pohlaví, by byly výsledky tohoto experimentu odlišné.

Dále Pollatos et al. (2007) zjistil vztah mezi negativními emocemi a čichovými schopnostmi člověka, a tak mohl být výsledek ovlivněn emocionálním stavem dobrovolnic, které v průběhu experimentu mohly pociťovat rozporuplné nebo negativní emoce díky neobvyklému úkolu, který plnily a to čichem identifikovat pach psa.

V průběhu experimentu bylo zaznamenáno, že dvě dobrovolnice, které pociťovaly silné negativní emoce vůči svým psům v době pokusu z důvodu neposlušnosti a nevhodného chování při výcviku, označily pach svého psa jako silně a nepříjemně zapáchající, přesto že při běžném kontaktu jim psi nepáchnou. Bohužel, nebylo možné s oběma dobrovolnicemi možno zopakovat pokus v průběhu příjemnějšího emočního stavu.

Bylo by vhodné, při dalším experimentu otestovat mezipohlavní rozdíl v identifikaci pachu psa na větší a vyrovnanější skupině dobrovolníků.

Způsob ustájení psa

Druhou proměnnou, která byla zjištěna jako významná při úspěšnosti identifikace, bylo umístění psa v obytných prostorech, které sdílel se svým majitelem. pach psů sdílející

V tomto experimentu bylo zjištěno, že pach psů, kteří sdílejí obytný prostor nebo dokonce postel se svým majitelem, byl správně identifikován v méně případech, než tomu bylo u pachu psů, žijících mimo obytný prostor svého majitele. Cain et al. (1995) uvedl, že při častější expozici pachu jedinci se pro jedince usnadňuje identifikace daného pachu. Tedy byl předpoklad, že bude snazší správně identifikovat psy sdílející obytný prostor se svým majitelem, díky častější a intenzivnější expozici pachu daného psa jeho majiteli. A zároveň, že u pachu psů, kteří sdílejí se svým majitelem postel, bude pach psa ovlivněn pachem majitele, jak uvádí Lenochova et al. (2009). Olsson et al. (2006) uvádí, že byly zjištěny signifikantní výsledky v rozpoznávání vlastního pachu. Tedy bylo možné předpokládat, že majitelé, kteří mají častější blízký fyzický kontakt se svým psem a přenesou tak na psa svůj pach, budou zvýhodněni pravděpodobnou přítomností svého pachu ve vzorku.

Je možné, že díky příliš časté expozici pachu svého psa, byli majitelé psa, se kterými psi sdíleli obytné prostory, na jeho pach habituováni, a tedy jsou na pach svého psa tak navyklí, že ho již nevnímají, a proto byla identifikace jeho pachu pro majitele velice obtížná.

Další možností může být, že díky časté expozici pachu psa spolu s pachem domova je pro majitele obtížné identifikovat psa, když je v menším množství zastoupen pach domova, a tedy se pach liší od pachu, který majitel psa vnímá. Zatímco u psů, kteří žijí mimo obytné prostory svého majitele je možné, že vzhledem k expozici jejich čistějšího tělesného pachu bez pachu domova, nedocházelo ke zmatení majitele změnou vnímaného pachu.

Stejně jako u předchozí proměnné, byl i zde vysoký početní rozdíl, mezi psy, kteří žijí venku a psy, kteří sdílí obytný prostor se svým majitelem. Výsledky mohly být ovlivněny nedostatečně vyrovnanými počty psů v obou skupinách.

Strava

U proměnné, kde byla zohledněna strava psa, kdy bylo zaznamenáváno, jestli je pes převážně krmen granulemi nebo masem, nebyl zjištěn statisticky významný výsledek. Zuinga et al. (2017) uvádí, že složení konzumované potravy ovlivňuje tělesný pach a že pach se tedy liší při rozdílné konzumaci sacharidů, tuků a bílkovin, stejně tak jako když jsou složky stravy buď rostlinného, nebo živočišného původu. Z tohoto důvodu byly zaznamenávány údaje o stravě zúčastněných psů, aby mohli být zjištěny rozdíly v úspěšnosti identifikace pachu psa, který je převážně krmen průmyslově vyráběným suchým granulovaným krmivem, které obsahuje obiloviny, rýži nebo brambory a menší podíl masa

v podobě nějaké masokostní moučky a pachem psa, krmeného převážně čerstvým masem, díky velmi odlišnému složení těchto dvou typů krmiv pro psy.

Pro přesnější zjištění, zda je pach psa ovlivněn jeho stravou, by bylo vhodné do dalšího experimentu zařadit pouze psy krmené striktně jedním druhem stravy. Tedy tak, aby mohla být utvořena skupina pro psy krmené striktně masitou stravou a skupina pro psy krmené výhradně průmyslově vyráběným suchým granulovaným krmivem.

Dalším nedostatkem této proměnné bylo opět nevyrovnané zastoupení obou skupin, kde převažovali psi, krmení průmyslově vyráběným suchým granulovaným krmivem, nad psy krmenými převážně masem. V dalším experimentu by tedy, jako u ostatních případů, bylo vhodné utvořit početně vyrovnané skupiny.

Věk majitele psa

Pro věk majitele psa nebyl zjištěn statisticky významný výsledek, a to i přes zjištění, že s přibývajícím věkem je schopnost čichu snižována (Aujard a Némoz-Bertholet, 2004). V zaznamenaných údajích je možné pozorovat lehce stoupající úspěšnost, která se váže na stoupající věk majitele psa, a tak byl tento výsledek překvapující.

Chybou v tomto experimentu může být nevyrovnané zastoupení dobrovolníků v různých věkových skupinách a příliš malý vzorek populace, čímž mohou být tyto výsledky zkreslené. U účastníků pod deset let, kromě nedostatečných čichových schopností, mohl být výsledek ovlivněn i jejich stydlivostí před experimentátorem.

Pohlaví psa

U majitelů psů, kteří vlastnili psy pouze jednoho pohlaví, tedy pouze psy nebo pouze feny, a byly v identifikaci pachu svého psa úspěšné, bylo v průběhu experimentu pozorováno jistější označování vzorků, které obsahovaly pach psa opačného pohlaví, než sami vlastnili, jako vzorku cizího psa. Až na jednu dobrovolnici, která takový pach popsala jako páchnoucí „myšinou“, byl pach těchto vzorků popsán pouze jako neznámý.

Zbylé proměnné

Dle výsledků zbylých proměnných, tedy věku psa, velikosti těla, hustoty a typu srsti a kastrace nebo počtu koupelí za rok s použitím šampónu, nebyl zjištěn statisticky významný výsledek pro úspěšnost identifikace pachu psa, což mohlo být způsobeno stejně, jako je uváděno v předchozích případech, nedostatečným počtem zúčastněných psů, ale také nevyrovnaným početním zastoupením psů v různých věkových kategoriích.

Budoucí výzkumy

V případě ověření těchto výsledků dalším experimentem, by bylo vhodné, jak je uváděno již výše, snížit množství proměnných, které mohou negativně ovlivnit získané výsledky. Jednou z možností by mohlo být zařazení pachů psů do řady s ohledem na plemenu příslušnost psa, pohlaví, věk, ustájení, stravu a další proměnné, tak aby řada byla složena z vysoce uniformní skupiny jedinců, kterým bude pach odebírán. Například by mohly být v dalším experimentu do jedné řady odebírány pachy pouze od plemene německý ovčák, s tím, že do řady budou umístěny pachy pouze krátkosrstých nekastrovaných samců žijících venku, v adultním věku, krmených striktně masitou stravou a nekoupaných šampónem.

Jako další proměnná by mohlo být uváděné i období s teplotou, kdy byl pach ze psa odebírán, aby bylo zamezeno ovlivnění výsledků příliš odlišnými podmínkami. Dle některých majitelů psů, kteří byli zapojeni do našeho experimentu, se pach jejich psa v průběhu roku mění a nejméně z nich uváděl, že v průběhu létního období jim pach vlastního psa často smrdí.

Dále by měl být proveden pokus o opakovanou identifikaci pachu psa majitelem s umístěním vždy nových vzorků pachu do řady, aby nedošlo k ovlivnění výsledků a zapamatování si již použitých vzorků.

8 Závěr

V teoretické části byl velice stručně popsán pach a dále lidský čich v porovnání s čichem primátů. Byly zde uvedeny některé pohledy na teorii o zařazení živočichů mezi makrosmatické a mikrosmatické, tedy mezi ty živočichy, kteří mají dobře vyvinutý čich a ty kteří mají čich vyvinut méně. Tato část byla vypracována za použití dostupné odborné a vědecké literatury v cizích jazycích.

V praktické části této práce byla empiricky ověřena hypotéza (majitelé psů budou schopni identifikovat čichem svého psa a rozeznat jeho pach mezi pachy jiných psů) s kladným výsledkem. Bylo tedy zjištěno, že majitelé psů jsou schopni svého psa správně identifikovat a dle zjištěných statistických výsledků, byl jejich úspěch ovlivněn dvěma proměnnými a to pohlavím majitele a způsobem ustájení psa. Hypotéza byla potvrzena.

9 Seznam literatury

- Albrecht, J., Wiesmann, M. 2006. Das Olfactorische Systeme des Menschen. *Nervenartz.* 77 (8). 931-939.
- Alho, L., Soares, S. C., Ferreira, J., Rocha, M., Silva, C. F., Olsson, M. J. 2015. Nosewitness Identification: Effects of Negative Emotion. *Plos One.* 10 (1). Article Number: e0116706.
- Alonso, S., López, S., Izagirre, N., de la Rúa, C. 2008. Overdominance in the Human Genome and Olfactory Receptor Activity. *Molecular Biology and Evolution.* 25 (5). 997-1001.
- Araneda, R. C., Kini, A. D., Firestein, S. 2000. The Molecular Receptive Range of an Odorant Receptor. *Nature Neuroscience.* 3. 1248-1255.
- Aujard, F., Némoz-Bertholet, F. 2004. Response to Urinary Volatiles and Chemosensory Function Decline with Age in a Prosimian Primate. *Physiology and Behavior.* 81 (4). 639-644.
- Barton, R. A., Purvis, A., Harvey, P. H. 1995. Evolutionary Radiation of Visual and Olfactory Brain Systems in Primates, Bats and Insectivores. *Phylosophical Transactions of the Royal Societa of London Series B-Biological Science.* 348 (1326). 381-392.
- Berendsen, S., Peters, J. V. M., Husman, E., Vörster, W., Hoogland, P. 2015. Three-Dimensional Reconstruction of the Anterior Olfactory Nucleus in the Human Olfactory Bulb and Peduncle. *Revista Argentina de Anatomia Clinica.* 7 (1). 10-16.
- Bhatnagar, K. P., Kennedy, R. C., Baron, G., Greenberg, R. A. 1987. Number of Mitral Cells and the Bulb Volume in the Aging Human Olfactory Bulb: A Quantitative Morphological Study. *The Anatomical Records.* 218 (1). 73-87.
- Bhatnagar, K. P., Smith, T. D. 2015. The Human Vomeronasal Organ. Part VI: A Nonchemosensory Vestige in the Context of Major Variations of the Mammalian Vomeronasal Organ. *Current Neurobiology.* 5 (1-2). 29-37.
- Bisulco, S., Slotnick, B. 2003. Olfactory Discrimination of Short Chain Fatty Acids in Rats with Large Bilateral Lesions of the Olfactory Bulbs. *Chemical Sences.* 28 (5). 361-370.

- Boehm, N., Gasser, B. 1993. Sensory Receptor-Like Cells in the Human Fetal Vomeronasal Organ. *Neuroreport*. 4 (7). 867-870.
- Bozkurt, B., Canteno, R. S., Chaddad-Neto, F., Silva da Costa, M. D., Goiri, M. A. A., Karadag, A., Tugcu, B., Ovalioglu, T. C., Tanriover, N., Kaya, S., Yagmurlu, K., Grande, A. 2016. Transcortical Selective Amygdalohippocampectomy Technique Through the Middle Temporal Gyrus Revisited: An Anatomical Study Laboratory Investigation. *Journal of Clinical Neuroscience*. 34. 237-245.
- Buck, L. B. 1996. Information Coding in the Vertebrate Olfactory System. *Annual Review of Neuroscience*. 19. 517-544.
- Buck, L., Axel, R. 1991. A Novel Multigene Family May Encode Odorant Receptor: A Molecular Basis for Odor Recognition. *Cell*. 65 (1). 175-187.
- Buchanan, T. W., Tranel, D., Adolphs, R. 2003. A Specific Role for the Human Amygdala in Olfactory Memory. *Learning and Memory*. 10 (5). 319-325.
- Bushdid, C., Magnasco, M. O., Vosshall, L. B., Keller, A. 2014. Humans Can Discriminate more than 1 Trillion Olfactory Stimuli. *Science*. 343 (6177). 1370-1372.
- Bzdok, D., Laird, A. R., Zilles, K., Fox, P. T. 2013. An Investigation of the Structural, Connectional, and Functional Subspecialization in the Human Amygdala. *Human Brain Mapping*. 34 (12). 3247–3266.
- Cain, W. S. 1982. Odor Identification by Males and Females – Predictions vs Performance. *Chemical Senses*. 7 (2). 129-142.
- Cain, W. S., Stevens, J. C., Nickou, C. M., Giles, A., Johnston, I., Garcia-Medina, M. R. 1995. Life-Span Development of Odor Identification, Learning, and Olfactory Sensitivity. *Perception*. 24 (12). 1457-1472.
- Carmichael, S. T., Clugnet, M. C., Price, J.L. 1994. Central Olfactory Connections in the Macaque Monkey. *The Journal of Comparative Neurology*. 346 (3). 403-434.
- Case, T. I., Repacholi, B. M., Stevenson, R. J. 2006. My Baby doesn't Smell as Bad as Yours: the Plasticity of Disgust. *Evolution and Human Behavior*. 27 (5). 357-365.

- Cavada, C., Compeny, T., Tejedor, J., Cruz-Rizzolo, R. J., Resinoso-Suaréz, F. 2000. The Anatomical Connections of the Macaque Monkey Orbitofrontal Cortex. A Review. *Cerebral Cortex*. 10 (3). 220-242 .
- Craven, B. A., Neuberger, T., Paterson, E. G., Webb, A. G., Josephson, E. M., Morrison, E. E., Settles, G. S. 2007. Reconstruction and Morphometric Analysis of the Nasal Airway of the Dog (*canis lupus*) and Implications Regarding Olfactory Airflow. *The Anatomical Record-Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*. 290 (11). 1325-1340.
- Craven, B. A., Paterson, E. G., Settles, G. S. 2010. The Fluid Dynamics of Canine Olfaction: Unique Nasal Airflow Patterns as an Explanation of Macrosmia. *Journal of the Royal Societa Interface*. 7 (47). 933-943.
- Crosby, E. C., Humphrey, T. 1941. Studies of the Vertebrate Telencephalon. The Nuclear Pattern of the Anterior Olfactory Nucleus, Tuberculum Olfactorium and the Amygdaloid Complex in Adult Man. *Journal of Comparative Neurology*. 74. 309-352.
- Chen, D., Katdare, A., Lucas, N. 2006. Chemosignals of Fear Enhance Cognitive Performance in Human. *Chemical Sences*. 31. 415-423.
- Davis, F. C., Johnstone, T., Mazzulla, E. C., Oler, J. A., Whalen, P. J. 2009. Regional Response Differences Across the Human Amygdaloid Complex During Social Conditioning. *Cerebral Cortex*. 20 (3). 612-621.
- Delaunay-El Allam, M., Marlier, L., Schaal, B. 2006. Learning at the Breast: Preference Formation for an Artificial Scent and its Attraction Against the Odor of Maternal Milk. *Infant Behavior and Development*. 29 (3). 308-321.
- Dong, D., He, G., Zhang, S., Zhang, Z. 2009. Evolution of Olfactory Receptor Genes in Primates Dominated by Birth-and-Death Process. *Genome Biology and Evolution*. 1. 258-264.
- Doty, R. L. 2001. Olfaction. *Annual rewiev of psychology*. 52. 423-452.

- Doty, R. L., Ford, M., Preti, G., Huggins, G. R. 1975. Changes in the Intensity and the Pleasantness of Human Vaginal Odors During the Menstrual Cycle. *Science*. 190 (4221). 1316-1318.
- Doucet, S., Soussignan, R., Sagot, P., Schaal, B. 2007. The „Smellscape“ of Mother’s Breast: Effects of Odor Masking and Selective Unmasking on Neonatal Arousal, Oral, and Visual Responses. *Developmental Psychobiology*. 49 (2). 129-138.
- Dubas, J. S., Heijkoop, M., van Aken, M. A. G. 2009. A Preliminary Investigation of Parent-Progeny Olfactory Recognition and Parental Investment. *Human Nature-an Interdisciplinary Biosocial Perspective*. 20 (1). 80-92.
- Eichenbauma, H. 1998. Using Olfaction to Study Memory. *Annals of the New York Academy of Science*. 855. 657-669.
- Eichenbauma, H., Schoenbaum, G., Young, B., Bunsey, M. 1996. Functional Organization of the Hippocampal Memorysystem. *Proceeding of the National Academy of Science of the United States of America*. 93 (24). 13500-13507.
- Einsthen, H. L. 1997. Evolution of Vertebrate Olfactory System. *Brain Behavior and Evolution*. 50 (4). 222-233.
- Elad, D., Wolf, M., Keck, T. 2008. Air-conditioning in the Human Nasal Cavity. *Respiratory Physiology and Neurobiology*. 163 (1-3). 121-127.
- Firestein, S. 2001. How the Olfactory System makes Sense of Scents. *Nature*. 413 (6852). 211-218.
- Gazit, I., Terkel, J. 2003. Domination of Olfaction Over Vision in Explosives detection by Dogs. *Applied Animal Behaviour Science*. 82 (1). 65-73.
- Gilad, Y., Man, O., Pääbo, S., Lancet, D. 2003. Human Specific Loss of Olfactory Receptor Genes. *PNAS*. 100 (6). 3324-3327.
- Gilad, Y., Wiebe, V., Przeworski, M., Lancet, D., Pääbo, S. 2004. Loss of Olfactory Receptor Genes Coincides with the Acquisition of Full Trichromatic Vision in Primates. *Plos Biology*. 2 (1). 120-125.

- Go, Y., Niimura, Y. 2008. Similar Numbers but Different Repertoires of Olfactory Receptor Genes in Humans and Chimpanzees. *Molecular Biology and Evolution*. 25 (9). 1897-1907.
- Gottfried, J. A. 2010. Central Mechanisms of Odour Object Perception. *Nature Reviews Neuroscience*. 11 (9). 628-641.
- Haberly, L. B. 2001. Parallel-Distributed Processing in Olfactory Cortex: New Insights from Morphological and Physiological Analysis of Neuronal Circuitry. *Chemical Senses*. 26 (5). 551-576.
- Heilmann, S., Hummel, T. 2004. A New Method for Comparing Orthonasal and Retronasal Olfaction. *Behavioral Neuroscience*. 118 (2). 412-419.
- Henkel, S., Lambides, A. R., Berger, A., Thomsen, R., Widdig, A. 2015. Rhesus Macaques (*Macaca mulatta*) Recognize Group Membership via Olfactory Cues Alone. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 69 (12). 2019-2034.
- Hepper, P. G., Wells, D. L. 2005. How Many Footsteps do Dogs Need to Determine the Direction of an Odour Trail?. *Chemical Senses*. 30 (4). 291-298.
- Hepper, P. G., Wells, D. L., Dornan, J. C., Lynch, C. 2013. Long-term Flavor Recognition in Humans with Prenatal Garlic Experience. *Developmental Psychobiology*. 55 (5). 568-574.
- Herrero, M. T., Barcia, C., Navarro, J. M. 2002. Functional Anatomy of Thalamus and Basal Ganglia. *Childs Nervous System*. 18 (8). 386-404.
- Herz, R. S., Inzlicht, M. 2002. Sex Differences in Response to Physical Factors Involved in Human Mate Selection: The Importance of Smell for Women. *Evolution and Human Behavior*. 23 (5). 359-364.
- Hoogland, P. V., Husman, E. 1999. Tyroxine Hydroxylase Immunoreactive Structures in the Aged Human Olfactory Bulb and Olfactory Peduncle. *Journal of Comparative Neurobiology*. 17 (3). 153-161.
- Hoover, K. C. 2010. Smell with Inspiration: The Evolutionary Significance of Olfaction. *Yearbook of Physical Anthropology*. 53. 63-74.

- Hussain, A., Saraiva, L. R., Korsching, S. I. 2009. Positive Darwinian Selection and the Birth of an Olfactory Receptor Clade in Teleosts. *PNAS*. 106 (11). 4313-4318.
- Insausti, R., Narcis, P., Arroyo-Jiménez, M. M., Blaizot, X., Martínez-Marcos, A. 2002. Comparative Aspects of the Olfactory Portion of the Entorhinal Cortex and its Projection to the Hippocampus in Rodents, Nonhuman Primates, and the Human Brain. *Brain Research Bulletin*. 57 (3-4). 557-560.
- Insausti, R., Tuñón, T., Sobreviela, T., Insausti, A. M., Gonzalo, L. M. 1995. The Human Entorhinal Cortex: A Cytoarchitectonic Analysis. *The Journal of Comparative Neurology*. 355 (2). 171-198.
- Kaitz, M., Eidelman, A. I. 1992. Smell-Recognition of Newborns by Women Who are not Mother's. *Chemical Senses*. 17 (2). 225-229.
- Kinzinger, J. H., Johnson, E. W., Bhatnagar, K. P., Bonar, Ch. J., Burrows, A. M., Mooney, M. P., Siegel, M. I., Smith, T. D. 2005. Comparative Study of Lectin Reactivity in the Vomeronasal Organ of Human and Nonhuman Primates. *The Anatomical Records Part A-Discoveries in Molecular Cellular and Evolutionary biology*. 284A (2). 550-560.
- Knecht, M., Witt, M., Abolmaali, N., Hüttenbrink, K. B., Hummel, T. 2003. Das Vomeronasale Organ des Menschen. *Nervenarzt*. 74 (10). 858-+.
- Kohl, J. V., Atzmueller, M., Fink, B., Grammer, K. 2001. Human Pheromones: Integrating Neuroendocrinology and Ethology. *Neuroendocrinology letters*. 22 (5). 309-321.
- Kringelbach, M. L., Rolls, E. T. 2004. The Functional Neuroanatomy of the Human Orbitofrontal Cortex: Evidence from Neuroimaging and Neuropsychology. *Progress in Neurobiology*. 72 (5). 341-372.
- Kromer, J., Hummel, T., Pietrowski, D., Giani, A. S., Sauter, J., Ehninger, G., Schmidt, A. H., Croy, I. 2016. Influence of HLA on Human Partnership and Sexual Satisfaction. *Scientific Reports*. 6. Article Number: 32550.
- Laska, M., Seibt, A., Weber, A. 2000. „Microsmatic“ Primates Revisited: Olfactory Sensitivity in the Squirrel Monkey. *Chemical Senses*. 25 (1). 47-53.

- Lenochova, P., Roberts, S. C., Havlicek, J. 2009. Methods of Human Body Odor Sampling: The Effect of Freezing. *Chemical Sences*. 34 (2). 127-138.
- Leopold, D. A., Hummel, T., Schwob, J. E., Hong, S. Ch., Knecht, M., Kobal, G. 2000. Anterior Distribution of Human Olfactory Epithelium. *The Laryngoscope*. 110 (3). 417-421.
- Lundström, J. N., Boyle, J.A., Zatterre, R. J., Jones-Gotman, M. 2007. Functional Neuronal Processing of Body Odors Differs from that of Similar Common Odors. *Cerebral Cortex*. 18 (6). 1466-1474.
- Luskin, M. B., Price, J. L. 1983. The Topographic Organization of Associational Fibers of the Olfactory System in the Rat, Including Centrifugal Fibers to the Olfactory Bulb. *Journal of Comparative Neurology*. 216 (3). 264-291.
- Mainland, J. D., Keller, A., Li, Y. R., Zhou, T., Trimmer, C., Snyder, L. L., Moberly, A. H., Adipietro, K. A., Liu, W. L., Zhuang, H., Zhan, S., Lee, S. S., Lin, A., Matsunami, H. 2014. The Missense of Smell: Functional Variability in the Human Odorant Receptor Repertoire. *National Neuroscience*. 17. 114-120.
- March, C. A., Ryu, S. A., Sicard, G., Moon, Ch., Golebiowski, J. 2015. Structure-Odour Relationships Reviewed in the Postgenomic Era. *Flavour and Fragrance Journal*. 30 (5). 342-361.
- Matsui, A., Go, Y., Niimura, Y. 2010. Degeneration of Olfactory Receptor Gene Repertoires in Primates: No Direct Link to Full Trichromatic Vision. *Molecular Biology and Evolution*. 27 (5). 1192-1200.
- Mazal, P. P., Haehner, A., Hummel, T. 2014. Relation of the Volume of the Olfactory Bulb to Psychophysical Measures of Olfactory Function. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 273 (1). 1-7.
- Menini, A., Lagostena, L., Boccaccio, A. 2004. Olfaction: From Odorant Molecules to the Olfactory Cortex. *News in Physiological Sciences*. 19. 101-104.

- Milinski, M., Croy, I., Hummel, T., Boehm, T. 2013. Major Histocompatibility Complex Peptide Ligands as Olfactory Cues in Human Body Odour Assessment. *Proceeding of the Royal Society B-Biological Sciences*. 280 (1755). Article Number: 20122889.
- Mitro, S., Gordon, A. R., Olsson, M. J., Lundström, J. N. 2012. The Smell of Age: Perception and Discrimination of Body Odors of Different Ages. *Plos One*. 7 (5). Article Number: e38110.
- Molnár, C., Pongrácz, P., Dóka, A., Miklósi, Á. 2006. Can Humus Discriminate Between Dogs on the Base of the Acoustic Parameters of Barks? *Behavioral Processes*. 73 (1). 76-83.
- Moran, D. T., Rowley, J. C., Jafek, B. W. 1982a. Electron Microscopy of Human Olfactory Epithelium Reveals a New Cell Type: The Microvillar Cell. *Brain Research*. 253 (1-2). 39-46.
- Moran, D. T., Rowley, J. C., Jafek, B. W., Lovell, M. A. 1982b. The Fine Structure of the Olfactory Mucosa in Man. *Journal of Neurocytology*. 11 (5). 721-746.
- Mori, K., Nagao, H., Yoshihara, Y. 1999. The Olfactory Bulb: Coding and Processing of Odor Molecule Information. *Science*. 286 (5440). 711-715.
- Morrison, E. E., Costanzo, R. M. 1992. Morphology of Olfactory Epithelium in Human and Other Vertebrates. *Microscopy Research and Technique*. 23 (1). 49-61.
- Mosher, C. P., Zimmerman, P. E., Gothard, K. M. 2010. Response Characteristics of Basolateral and Centromedial Neurons in the Primate Amygdala. *Journal of Neuroscience*. 30 (48). 16197-16207.
- Mouly, A. M., Fort, A., Ben-Boutayab, N., Gervais, R. 2001. Olfactory Leasing Induces Differential Long-Lasting Changes in Rat Central Olfactory Pathways. *Neuroscience*. 102 (1). 11-21.
- Niimura, Y., Nei, M. 2007. Extensive Gains and Losses of Olfactory Receptor Genes in Mammalian Evolution. *Plos One*. 2 (8). Article Number: e708.

- O'Doherty, J., Rolls, E. T., Francis, S., Bowtell, R., McGlone, F., Kobal, G., Renner, B., Ahne, G. 2000. Sensory-Specific Satiety-Related Olfactory Activation of the Human Orbitofrontal Cortex. *Neuroreport*. 11 (4). 893-897.
- Olender, T., Lancet, D., Nebert, D. W. 2008. Update on the Olfactory Receptor (OR) Gene Superfamily. *Human Genomics*. 3 (1). 87-97.
- Oliveira-Pinto, A. V., Santos, R. M., Coutinho, R. A., Oliveira, L. M., Santos, G. B., Alho, A. T. L., Leite, R. E. P., Farfel, J. M., Suemoto, C. K., Grinberg, L. T., Pasqualucci, C. A., Jacob-Filho, W., Lent, R. 2014. Sexual Dimorphism in the Human Olfactory Bulb: Females Have More Neurons and Glial Cells than Males. *Plos One*. 9 (11). Article Number: e111733.
- Olsson, M. J., Bernard, J., Turri, L. 2006. Olfaction and Identification of Unrelated Individuals: Examination of the Mysteries of Human Odor Recognition. *Journal of Chemical Ecology*. 32 (8). 1635-1645.
- Olsson, M. J., Lundström, J. N., Kimball, B. A., Gordon, A. R., Karshikoff, B., Hosseini, N., Sorjonen, K., Höglund, C. O., Solares, C., Soop, A., Axelsson, J., Lekander, M. 2014. The Scent of Disease: Human Body Odor Contains an Early Chemosensory Cue of Sickness. *Psychological Science*. 25 (3). 817-823.
- Pause, B. M. 2012. Processing of Body Odor Signals by Human Brain. *Chemosensory Perception*. 5 (1). 55-63.
- Plailly, J., Howard, J. D., Gitelman, D. R., Gottfried, J. A. 2008. Attention to Odor Modulates Thalamocortical Connectivity in the Human Brain. *Journal of Neuroscience*. 28 (20). 5257-5267.
- Pollatos, O., Kopietz, R., Linn, J., Albrecht, J., Sakar, V., Anzinger, A., Schandry, R., Wiesmann, M. 2007. Emotional Stimulation Alters Olfactory Sensitivity and Odor Judgment. *Chemical Senses*. 32. 583-589.
- Porter, R. H., Balogh, R. D., Cernoch, J. M., Fraichi, Ch. 1986. Recognition of Kin through Characteristic Body Odors. *Chemical Senses*. 11 (3). 389-395.

- Porter, J., Craven, B., Khan, R. M., Chang, S. J., Kang, I., Judkewitz, B., Sobel, N. 2007. Mechanisms of Scent-Traking in Humus. *Nature Neuroscience*. 10 (1). 27-29.
- Prescott, M. J. Primate Sensory Capabilities and Communications Sinals: Implication for Care and Use in the Laboratory. [online]. 2006. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z <<http://www.nc3rs.org.uk/primate-sensory-capabilities-and-communication-signals-implications-care-and-use-laboratory>>.
- Rattaz, C., Goubet, N., Bullinger, A. 2005. The Calming Effect of Familiar Odor on Full-term Newborns. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*. 26 (2). 86-92.
- Roberts, S. C., Gosling, L. M., Carter, V., Petrie, M. 2008. MHC-Correlated Odour Preferences in Human and the Use of Oral Contraceptives. *Proceedings of Royal Society B-Biological Sciences*. 275 (1652). 2715-2722.
- Rodriguez, I., Greer, C. A., Mok, M. Y., Mombaerts, P. 2000. A Stative Feromone Receptor Gene Expressed in Human Olfactory Mucosa. *Nature Genetics*. 26 (1). 18-19.
- Roland, B., Jordan, R., Sosulski, D. L., Diodato, A., Fukunaga, I., Wickersham, I., Franks, K. M., Schaefer, A. T., Fleischmann, A. 2016. Massive Normalization of Olfactory Bulb Output in Mice with a 'Monoclonal Nose'. *Elife*. 5. Article Number: e16335.
- Rolls, E. T. 2015a. Taste, Olfactory, and Food Reward Value Processing in the Brain. *Progress in Neurobiology*. 127. 64-90.
- Rolls, E. T. 2015b. Emotion and Decision-Making Explained: Response to Commentator. *Cortex*. 62. 203-210.
- Rolls, E. T., Everitt, B. J., Roberts, A. 1996. The Orbitofrontal Cortex [and Discussion]. *Philosophical Transactions: Biological Science*. 351 (1346). 1433-1444.
- Rolls, E. T., Kringelbach, M. L., De Araujo, I. E. T. 2003. Different Representations of Pleasant and Unpleasant Odour in the Human Brain. *European Journal of Neuroscience*. 18 (3). 695-703.

- Romantshik, O., Porter, R. H., Tillmann, V., Varendi, H. 2007. Preliminary Evidence of a Sensitive Period for Olfactory Learning by Human Newborns. *Acta Paediatrica*. 96 (3). 372-376.
- Rouquier. S., Blancher, A., Giorgi, D. 2000. The Olfactory Receptor Gene Reperto re in Primates and Mouse: Evidence for Reduction of the Functional Olfaction in Primates. *PNAS*. 97 (6). 2870-2874.
- Russell, M. J., Mendenson, T., Peeke, H. V. S. 1983. Mother's Identification of their Infant's Odor. *Ethology and Sociobiology*. 4 (1). 29-31.
- SAS, 2013. SAS/STAT® 9.4 User's Guide. Cary, NC. SAS Institute Inc.
- Secundo, I., Snitz, K., Weissler, K., Pinchover, L., Shoenfeld, Y., Loewenthal, R., Agmon-Levin, N., Frumin, I., Bar-Zvi, D., Shushan, S., Sobel, N. 2015. Individual Olfactory Perception Revers Meaningful Nonolfactory Genetic Information. *PNAS*. 112 (28). 8750-8755.
- Sela, L., Sacher, Y., Serfaty, C., Yeshurun, Y., Soroker, N., Sobel, N. 2009. Spared and Impaired Olfactory Abilities After Thalamic Lesions. *The Journal of Neuroscience*. 29 (39). 12059-12069.
- Semin, G. R., de Groot, J. H. B. 2013. The Chemical Bases of Human Sociality. *Trends in Cognitive Science*. 17 (9). 427-429.
- Shepherd, G. M. 2004. The Human Sense of Smell: Are We Better than We Think?. *Plos Biology*. 2 (5). 572-575.
- Schaal, B. 1988. Olfaction in Infant and Children: Developmental and Functional Perspectives. *Chemical Senses*. 13 (2). 145-190.
- Schaal, B., Hummel, T., Soussignan, R. 2004. Olfaction in the Fetal and Premature Infant: Functional Status and Clinical Implications. *Clinics in Perinatology*. 31 (2). 261-285.
- Schaal, B., Marlier, L., Soussignan, R. 1995. Responsiveness to the Odour of Amniotic Fluid in the Human Neonate. *Neonatology*. 67 (6). 397-406.

- Schaal, B., Marlier, L., Soussignan, R. 2000. Human Foetuses Learn Odour from their Pregnant Mother's Diet. *Chemical Senses*. 25 (6). 729-737.
- Schaal, B., Montager, H., Hertling, E., Bolzoni, D., Moyse, A., Quichon, R. 1980. Les Stimulation Olfactives Dans les Relations Entre L'enfant et la Mère. *Reproduction Nutrition Development*. 20 (3B). 843-858.
- Schaal, B., Porter, R. H. 1991. „Microsmatic Humans“ Revisited: The Generation and Perception of Chemical Signals. *Advances in the Study of Behavior*. 20. 135-199.
- Schaefer, M. L., Young, D. A., Restrepo, D. 2001. Olfactory Fingerprints for Major Histocompatibilní Complex-Determined Body Odors. *The Journal of Neuroscience*. 21 (7). 2481-2487.
- Schoon, G. A. A., Debruin, J. C. 1994. The Ability of Dogs to Recognize and Cross-Match Human Odors. *Forensic Science International*. 69 (2). 111-118.
- Silveira-Moriyama, L., Glass, P., Rajan, S., Carvalho, R., Reis, F., Penatti, C. A. A., Muio, V. 2016. The Hitchhiker's Guide to the Rhinencephalon. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 74 (4). 329-336.
- Smith, R. L., Baker, H., Greer, Ch. A. 1993. Immunohistochemical Analyses of the Human Olfactory Bulb. *The Journal of Comparative Neurology*. 333 (4). 519-530.
- Smith, T. D., Laitman, J. T., Bhatnagar, K. P. 2014. The Skinking Anthropoid Nose, the Human Vomeronasal Organ, and the Language of Anatomical Reduction. *Anatomical Record-Advances in Integrate Anatomy and Evolutionary Biology*. 297 (11). 2196-2204.
- Smith, T. D., Bhatnagar, K. P., Tuladhar, P., Burrows, A. 2004. Distribution of Olfactory Epithelium in the Primate Nasal Cavity: Are Microsmia and Macrosmia Valid Morfoligical Concepts? *The Anatomical Records Part A-Discoveries in Molecular Cellular and Evolutionary Biology*. 281A (1). 1173-1181.
- Soussignan, R., Schaal, B., Marlier, L., Jiang, T. 1997. Facial and Autonomic Responses to Biological and Artificial Olfactory Stimuli in Human Neonates: Re-Examining Early Hedonic Discrimination of Odors. *Physiology and Behavior*. 62 (4). 745-758.

- Steen, J. B., Wilsson, D. L. 1990. How do Dogs Determine the Direction of Trucks. *Acta Physiologica Scandinavica*. 139 (4). 531-534.
- Stoyanov, G., Moneva, K., Sapundzhiev, N., Tonchev, A. B. 2016. The Vomeronasal Organ – Incidence in Bulgarian Population. *The Journal of Laryngology and Otology*. 130 (4). 344-347.
- Suzuki, Y. 2004. Fine Struktural Aspects of Apoptosis in the Olfactory Epithelium. *Journal of Neurocytology*. 33 (6). 693-702.
- Tromelin, A. 2015. Odour Perception: A Rewiew of an Intricate Signalling Pathway. *Flavour and Fragrance Journal*. 31 (2). 107-119.
- Turner, W. 1890. The Convolutions of the Brain: a Study in Comparative Anatomy. *Journal of Anatomy and Physiology*. 25 (1). 105-153.
- Van Cauwenberge, P., Sys, L., De Belder, T., Watelet, J. B. 2004. Anatomy and Physiology of the Nose and the Paranasal Sinuses. *Immunology and Alleny Clinics of North America*. 24 (1). 1-17.
- Varendi, H., Porter, R. H. 2001. Breast Odour as the Only Maternal Stimulus Elicits Crawling towards the Odour Source. *Acta Paediatrica*. 90 (4). 372-375.
- Varendi, H., Porter, R. H., Winberg, J. 1994. Does the Newborn Baby Find the Nipple by Smell?. *The Lancet*. 344 (8928). 989-990.
- Watson, C., Andermann, F., Gloor, P., Jones-Gotman, M., Peters, T., Evans, A., Olivier, A., Melanson, D., Leroux, G. 1992. Anatomic Basis of Amygdalou and Hippocampal Volume Measurement by Magnetic-Resonance-Imaging. *Neurology*. 42 (9). 1743-1750.
- Wiesmann, M., Yousry, I., Heuberger, E., Nolte, A., Ilmberger, J., Kobal, G., Yousry, T. A., Kettenmann, B., Naidich, T. P. 2001. Functional Magnetic Resonance Imaging of Human Olfaction. *Neuroimaging Clinics of North America*. 11 (2). 237-250.
- Winner, B., Cooper-Kuhn, Ch. M., Aigner, R., Winkler, J., Kuhn, H. G. 2002. Long-term Survival and Cell Death of Newly Generated Neurons in the Adult Rat Olfactory Bulb. *European Journal of Neuroscience*. 16 (9). 1681-1689.

- Young, J. M., Trask, B. J. 2002. The Sense of Smell: Genomics of Vertebrate Odorant Receptors. *Human Molecular Genetics*. 11 (10). 1153-1160.
- Zikoupoulos, B., John, Y. J., García-Cabezas, M. Á., Brunce, J. G., Barbas, H. 2016. The Intercalated Nuclear Complex of the Primate Amygdala.. *Neuroscience*. 330. 267-290.
- Zou, L., Yang, Z., Wang, Y., Lui, S. S. Y., Chen, A., Cheung, E. F. C., Chan, R. C. K. 2016. What does the Nose Know? Olfactory Function Predicts social Network Size in Human. *Scientific Reports*. 6. Article Number: 25026.
- Zuniga, A., Stevenson, R. J., Mahmut, M. K., Stephen, I. D. 2017. Diet Quality and the Attractiveness of Male Body Odor. *Evolution and Human Behavior*. 38 (1). 136-143.