

UNIVERZITA KARLOVA  
FAKULTA HUMANITNÍCH STUDIÍ



Magdaléna Marková

**Vliv multimodální chemosenzorické edukace na čichové  
schopnosti a význam přisuzovaný čichovému vnímání u dětí  
mladšího školního věku**

Bakalářská práce

**Vedoucí práce: Mgr. Lenka Martinec Nováková, Ph.D.**

Praha 2024

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci Vliv multimodální chemosenzorické edukace na čichové schopnosti a význam přisuzovaný čichovému vnímání u dětí mladšího školního věku zpracovala samostatně a použila jen uvedené prameny a literaturu.

V Praze, dne 5. ledna 2024

.....  
Magdaléna Marková

**Klíčová slova**

Čich, čichové schopnosti, čichový trénink, identifikace pachů, interindividuální rozdíly, percepční učení, zkušenost

**Keywords**

olfaction, olfactory abilities, smell training, odour identification, individual differences, perceptual learning, experience

## **Poděkování**

Ráda bych vyjádřila své poděkování všem, kteří přispěli k vytvoření této bakalářské práce. Zejména bych chtěla poděkovat vedoucí mé práce, Mgr. Lence Martinec Novákové, Ph.D., za její všestrannou pomoc, poskytnutí mnoha cenných a inspirativních rad, podnětů, doporučení a připomínek. Zároveň jí děkuji za její velkou trpělivost a ochotu poskytnout konzultace, které byly nesmírně přínosné při zpracování této práce.

# Obsah

<b>TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>7</b>
<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>7</b>
1.1. LIDSKÝ ČICHOVÝ SYSTÉM .....	8
1.2. PORUCHY ČICHU.....	9
1.2.1. <i>Dopady poruch čichu na každodenní život</i> .....	10
1.2.3. <i>Role čichu ve výživě</i> .....	11
1.2.4. <i>Sociální chování</i> .....	12
1.2.5. <i>Role čichu v emoční regulaci</i> .....	12
<b>2. INTERINDIVIDUÁLNÍ VARIABILITA V ČICHU .....</b>	<b>13</b>
2.1. VŠÍMAVOST VŮČI PACHŮM .....	14
2.1.1. <i>Čichové schopnosti</i> .....	14
2.2. MEZIKULTURNÍ SROVNÁNÍ V ČICHU .....	15
2.3. VÝZNAMNÉ ROZDÍLY V RÁMCI JEDNÉ KULTURY .....	16
<b>3. VARIABILITA V ČICHOVÉM VNÍMÁNÍ U DĚTÍ.....</b>	<b>18</b>
3.1. VÝVOJ ČICHOVÝCH SCHOPNOSTÍ U DĚTÍ .....	18
3.2.1. <i>Rozdíly mezi chlapci a dívkami</i> .....	20
3.2.2. <i>Posílení čichových schopností</i> .....	21
<b>EMPIRICKÁ ČÁST .....</b>	<b>26</b>
<b>4. MATERIÁL A METODY.....</b>	<b>26</b>
4.1. CÍL .....	26
4.2. VÝZKUMNÉ OTÁZKY .....	27
4.3. HYPOTÉZY.....	28
4.4. VÝZKUMNÝ SOUBOR.....	30
4.4.1. <i>Intervenční skupina</i> .....	30
4.4.2. <i>Srovnávací skupina</i> .....	32
4.5. ETICKÉ OTÁZKY VÝZKUMU.....	32
4.6. PSYCHOFYZICKÉ TESTY ČICHU SNIFFIN' STICKS .....	33
4.6.1. <i>Test identifikace pachů</i> .....	33
4.6.2. <i>Test diskriminace pachů</i> .....	33
4.7. DOTAZNÍK CHILDREN'S PERSONAL SIGNIFICANCE OF OLFACTION .....	34
4.8. MULTIMODÁLNÍ CHEMOSENZORICKÁ EDUKACE .....	34
4.8.1. <i>První týden intervence</i> .....	36
4.8.2. <i>Druhý týden intervence</i> .....	36
4.8.3. <i>Třetí týden intervence</i> .....	37
4.8.4. <i>Čtvrtý týden intervence</i> .....	37
4.8.5. <i>Pátý týden intervence</i> .....	37
4.8.6. <i>Šestý týden intervence</i> .....	38
4.9. STATISTICKÁ ANALÝZA .....	39
<b>5. VÝSLEDKY .....</b>	<b>39</b>
5.1. DESKRIPTIVNÍ STATISTIKA A EXPLORAČNÍ SROVNÁNÍ .....	39
5.2. ANOVA S OPAKOVANÝMI MĚŘENÍMI.....	40

<b>6. DISKUSE.....</b>	<b>42</b>
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>46</b>
<b>SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>47</b>

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1. ÚVOD

Předkládaná práce spadá do oblasti psychologického výzkumu, která se nazývá psychofyzika. Psychofyzika se zabývá kvantitativním studiem vztahů mezi fyzickými podněty a mentálními obsahy (Prins, 2016). Jinými slovy, je to oblast výzkumu, která se zaměřuje na analýzu percepčních procesů a zkoumání toho, jak systematické změny vlastností stimulu v jedné nebo více fyzikálních dimenzích ovlivňují prožívání nebo chování jednotlivce (Bruce et al., 2003). Moderní psychofyzika tedy upřednostňuje objektivní a kvantitativní hodnocení a snaží se matematicky popsat, jak se intenzita podnětu promítá do subjektivních úsudků jedince. Tímto způsobem se psychofyzika snaží poskytnout objektivní a měřitelný rámec pro zkoumání psychických procesů (Read, J. C. 2015).

Psychofyzické testy, zaměřené na měření čichových funkcí se snaží zachytit aspekty vnímání, které jsou pacientům vědomé. Tyto testy jsou považovány za citlivé a spolehlivé, přičemž odrážejí skutečnou vědomou zkušenost subjektu. I přesto, že jsou lidé schopni rozpoznat tisíce nebo i miliony různých pachových látek, je možné použít relativně jednoduché testy pro spolehlivé měření obecných čichových funkcí (Doty 2019). Tyto testy se zaměřují na tři hlavní oblasti čichu: pachový práh (nejnižší koncentrace pachové látky, kterou jedinec dokáže vnímat), diskriminaci (rozlišování pachů) a identifikaci (pojmenování pachů). Jednotlivé oblasti nebo kombinace těchto složek čichu jsou používány k hodnocení čichových funkcí (Su et al., 2021).

Čichové vnímání přispívá k důležitým aspektům života, jako je varování před riziky v prostředí, regulace stravovacího chování, výživa a sociální komunikace (Boesveldt and Parma 2021). Ačkoli se lidský čich tradičně považuje za málo vyvinutý ve srovnání s jinými zvířaty, novější studie naznačují, že tomu tak není, a že dokonce hraje významnou roli v regulaci lidského chování (Laska 2017).

V předkládané práci jsme se zaměřily na vliv chemozenzorické edukace označované v literatuře jako „čichový trénink“, na čichové schopnosti u dětí mladšího školního věku v rozmezí 8-12 let, a subjektivní význam přisuzovaný čichovému vnímání, který je též označován jako „všímavost vůči pachům“. Konkrétně jsme zjišťovaly, zda čichový trénink vede ke změnám ve schopnostech identifikace pachů a diskriminace pachů, měřené standardizovanými psychofyzickými testy, a v subjektivně nahlížené důležitosti čichového vnímání.

## **1.1. Lidský čichový systém**

Čichový systém se skládá z periferní a centrální složky, které zahrnují čichový epitel v nosní dutině, nervové svazky, limbický systém, čichový bulbus a jeho centrální spoje, známé jako čichová kůra. Tento systém plní klíčovou roli ve vnímání pachů a chutí. Anatomická spojení mezi jeho částmi umožňují efektivní přenos informací o čichových podnětech do centrálního nervového systému (Shiplea and Reyes 1991). Čichový bulbus má klíčovou roli při zpracování čichových informací. Jde o jediný prvek, který prostředkuje interakci mezi periferním čichovým systémem a centrálním nervovým systémem a je zodpovědný za zpracování samotných čichových podnětů (Huart et al., 2013).

Čichový systém umožňuje organismu rozpoznávat a reagovat na širokou škálu pachů v prostředí (Doty 2009), což má klíčový význam v různých aspektech života, včetně nalezení a příjmu potravy, kdy pomáhá organismu detekovat potravu, rozpoznávat různé pachy spojené s potravinami a regulovat chuť k jídlu, vyhýbání se nebezpečí, protože umožňuje detekovat pachy, které signalizují nebezpečí, a tak přispívá k obraně proti rizikům v prostředí, a v navazování sociálních interakcí, kdy hraje roli v sociální komunikaci, včetně reprodukčního chování a přenosu emocí mezi jedinci. Toto jsou tři hlavní domény funkcí čichového systému (Stevenson 2010). Absence těchto funkcí jsou zviditelněny v situacích každodenního života a v nemoci, kdy nemohou být naplnovány, což bude pojednáno dále.



## 1.2. Poruchy čichu

Zatímco poruchy zraku nebo sluchu jsou rutinně vyšetřovány již od útlého věku s cílem odhalit problémy, které mohou negativně ovlivnit kvalitu života, poruchy čichu se v mnoha případech nevyšetřují a nevěnuje se jim taková pozornost i přes to, že čich ovlivňuje kvalitu našeho života do velké míry (Boesveldt and Parma 2021). Porucha čichu může být buď získaná v průběhu života nebo způsobená genetickými predispozicemi. Porucha čichu je u dospělých jedinců častým problémem, jak dokládají studie Vennemann et al. 2008; Murphy et al. 2002; Bramerson et al. 2004; Croy et al. 2014.

Mezi poruchy čichu řadíme anosmie (porucha čichu, která se projevuje např. snížením čichové citlivosti, či úplnou ztrátou čichu), hyposmie (snížení čichového vjemu), parosmie (zkreslené pachové vjemy) a fantosmie (pachové vjemy v nepřítomnosti pachu). Kupříkladu pacienti s vrozenou anosmií (vrozená ztráta čichu) mohou čekat dlouho na stanovení diagnózy (Bojanowski et al., 2013). Nadto si osoby, které mají anosmii vrozenou, poruchu nemusí uvědomovat až do puberty (Saw et al., 2022). Až 49 % lidí zažije určitý typ poruchy čichu během svého života, přičemž 5 % populace trpí anosmií (Landis et al., 2004; Murphy et al., 2002; Mullol et al., 2012). Hlavními příčinami ztráty čichu jsou stavy po virové infekci horních cest dýchacích, onemocnění nosu a dutiny ústní a úrazy hlavy (Croy et al. 2014).

Čichové funkce u dětí jsou podrobeny vlivu různých onemocnění a environmentálních faktorů. Příčiny získané čichové dysfunkce u dětí nejsou dostatečně známy. Studie Schriever et al., (2018) zkoumala vliv šesti skupin onemocnění na čichové funkce u dětí ve věku 4–18 let, konkrétně v oblastech otorinolaryngologie (ORL, diagnóza a léčba ušních, nosních a krčních chorob), traumatického poškození mozku, onkologie, psychiatrických onemocnění, faktorů prostředí a ostatních onemocnění, čímž se snažila získat přehled o původu získané čichové dysfunkce u dětské populace. Bylo zjištěno, že onemocnění v oblasti otorinolaryngologie a traumatického poškození mozku mohou způsobit získanou poruchu čichu. Naopak, role ostatních faktorů, především v oblasti psychiatrických poruch, zůstává nejasná.

Navzdory tomu, že poruchy čichového vnímání nezpůsobují tolik praktických obtíží jako poruchy zraku či sluchu, mnoho jednotlivců, kteří s nimi žijí, uvádí, že je pro ně obtížné se s touto poruchou vyrovnat (Keller and Malaspina 2013).

### **1.2.1. Dopady poruch čichu na každodenní život**

Porucha nebo ztráta čichu ovlivňuje klíčové oblasti života, zejména požitky z jídla, detekci škodlivých látek a kouř, a v určité míře i sociální interakce a pracovní život. V důsledku toho uvádějí jedinci postižení poruchou čichu negativní dopad na jejich duševní a emocionální zdraví a zvýšenou sociální izolaci (Neuland et al. 2011; Croy et al. 2014; Erskine and Philpott 2020).

V posledních letech byla vyvinuta metoda zvaná "čichový trénink", která má zlepšit čichovou dysfunkci (Haehner et al. 2013). Nyní představíme názorné příklady toho, v jakém smyslu je život s poruchami čichu náročný, a v čem by mohl teoreticky pomoci čichový trénink. Osoby s poruchami čichu čelí výzvám v oblasti stravování, bezpečnosti a osobní hygieny (Hummel and Nordin 2005). Dysfunkce čichu narušuje vnímání chutí. (Keller and Malaspina 2013). Konkrétně si osoby s poruchami čichu nemohou vychutnat jídlo a pít stejně, jako osoby, které nemají narušený čich. To může vyvolávat pocit diskomfortu a sociální izolace na společenských akcích, které jsou spojené se stravováním (Tafalla 2013). Pro pacienty s poruchami čichu je však obtížná i samotná příprava jídla (Miwa et al., 2001). Anosmické osoby uvádějí zvýšené problémy s detekcí připáleného nebo zkaženého jídla (Croy et al., 2012). Kvalitu života u pacientů s poruchami čichu může též zhoršovat nezpůsobilost detekovat kouř související s požárem a únik plynu (Haxel, et al., 2012). Narušení kvality života spočívá konkrétně ve strachu z neschopnosti tyto pachy rozpoznat a nezaznamenat tak možné nebezpečí. Anosmické osoby mají dále obavy z neschopnosti vnímat vlastní tělesný pach, zápach z úst a hygienu svých dětí (Temmel et al., 2002). Čich tedy souvisí s řadou sociálních faktorů, které mohou být rozhodující pro kvalitu lidského života (Pinto 2011). Aby mohlo dojít ke zlepšení kvality života, která je různými

dysfunkcemi čichu narušena, je zvláště důležité zlepšit čichové funkce (Mai et al., 2022). O možnostech posílení čichových schopností pojednáváme ve třetí kapitole.

### **1.2.3. Role čichu ve výživě**

Chuť ve smyslu anglického termínu flavour definujeme jako vjemovou kombinaci mimo jiné tří chemických smyslů: chuť (ve smyslu taste), čich a chemosenzorické podráždění (Bachmanov and Beauchamp 2007).

Ačkoliv jsou některé chuťové preference vrozené, rané zkušenosti mohou jejich podobu modifikovat. V tomto formování hraje významnou roli právě čich ve smyslu flavour. Lidé jsou vystaveni různým chutím před i po narození, což ovlivňuje jejich pozdější výběr potravin. Chutě v plodové vodě formují preference, které se projevují později v životě (Ventura & Worobey 2013).

Učení o chutích pokračuje i po narození. Zkušenosti s chutěmi v mateřském mléce, kojenecké výživě a raných potravinách mají dlouhodobý vliv na preference v oblasti potravin a chutí. Zdá se, že v prvních několika měsících života existuje citlivé období, během kterého lze i nepříjemné chutě, pro ty, kteří je neznají, učinit přijatelnými a možná dokonce oblíbenými (Mennella et. al., 2004). Tyto rané zkušenosti jsou důležité při vytváření celoživotních stravovacích návyků (Beauchamp et. al., 2011).

Modifikace chuťových preferencí v prenatálním a raném postnatálním období je důležitá z hlediska zdravotního stavu. Špatná výživa je hlavním faktorem související s rozvojem nepřenosných onemocnění jako jsou kardiovaskulární onemocnění, cukrovka, chronická respirační onemocnění a rakovina (Gidding et. al., 2005). Abychom předešli zdravotním obtížím, které souvisí s nezdravou stravou, je třeba, aby děti jedly a byly vystaveny pachům a chutím zdravých potravin (například ovoce a zelenina) již od raného věku (Lederman et. al., 2003), protože prediktorem toho, kolik ovoce a zeleniny děti konzumují je to, zda mají rády chuť těchto potravin (Resnicow et. al., 1997). Tato zjištění mohou souviset s čichovým tréninkem, prostřednictvím kterého by mohly být děti vystavovány zdravým potravinám již

od raného věku, což by mohlo podpořit vytvoření chuťových preferencí právě vůči těmto potravinám.

#### **1.2.4. Sociální chování**

Zpracování informací obsažených v potu představuje formu komunikace, která je nevědomá (Lundström and Olsson, 2010). Čichová komunikace založená na potu má klíčovou roli v podpoře sociálních (Platek et al., 2001), příbuzenských a přátelských vztahů (Lundström et al., 2009). Vztah čichu a mezilidských vztahů je přítomen po celou dobu lidského vývoje. Pachy se stávají formou sociální komunikace již v děloze a po porodu hrají klíčovou roli v navazování vazeb mezi novorozenci a matkou. Chemické signály z areoly usnadňují přisátí a kojení (Doucet et al., 2012) a posilují emocionální pouto mezi matkou a dítětem (Lundström et al., 2013). Samotné pachy matky pak děti uklidňují během dětství (Ferdenzi et al. 2010).

#### **1.2.5 Role čichu v emoční regulaci**

Pachy mohou ovlivňovat náladu, některé fyziologické projevy a chování (Kadohisa 2013). Vědeckou analýzu čichových účinků na náladu, fyziologii a chování, kdy se detailně zkoumá vliv pachu na mozkovou aktivitu a následné jemné neurologické a behaviorální změny označujeme jako Aromachologii (Thangaleela et al., 2022). Naopak pojem aromaterapie označuje pouze doplňkovou léčebnou metodu, využívající éterické oleje (Beyliklioğlu and Arslan 2019).

Různé pachy však mohou působit na lidi rozdílně. Mezi faktory, které modulují emocionální, fyziologické a behaviorální reakce, jež mohou pachy vyvolávat, patří například kultura, zkušenosti, pohlaví a osobnost (Herz 2009). Vnímání pachů je zprostředkováno naučenými asociacemi, k čemuž kultura poskytuje podstatný rámec. Rozdíly v reakcích na pachy mohou být vysvětleny historickým kontextem a kulturními asociacemi. Například odlišné hodnocení pachu „wintergreen“ mezi jedinci ve Velké Británii a USA je spojeno s odlišným historickým vnímáním a užíváním tohoto pachu v obou zemích. V Británii je pach

„wintergreenu“ spojován s medicínou, naopak v USA je pach „wintergreenu“ výhradně spojen s pachem mátových bonbónů (Moncrieff 1966; Cain and Johnson 1978). Pokud by se tedy například člověk poprvé setkal s pachem růže na pohřbu, jeho emocionální asociační reakce (automatické spojování myšlenek, pocitů nebo podnětů na základě předchozích zkušeností a učení) na tento pach by byla zřejmě negativní (Herz, 2005).

Pohlaví může hrát roli například v určitých obdobích menstruačního cyklu, kdy jsou ženy citlivější na pachy než muži (Doty et al., 1981) a tato rozdílná citlivost může modulovat účinnost pachů na fyzické a emocionální stavy.

## **2. Interindividuální variabilita v čichu**

Jak vyplývá z textu výše, doposud byly identifikovány určité základní oblasti každodenního života, v nichž se čichové vnímání výrazně uplatňuje. Čich však lidé nevyužívají ve stejné míře. Někdo ho využívá více, někdo méně. Klíčovým faktorem je variabilita ve vnímání pachů a využívání čichu mezi jednotlivci (Mantel et al., 2019). Zohlednění interindividuální variability ve vnímání pachů a využívání čichu je nezbytné pro lepší pochopení zpracování pachů v lidském čichovém systému, což může být možným vysvětlením toho, proč čichové učení nemá na každého jedince stejný vliv (Gordon et al., 2017). Ačkoli jsou některé pachy univerzálně spojovány s negativními asociacemi, existuje velká variabilita v tom, jak lidé hodnotí tyto pachy. Tato variabilita se projevuje jak mezi různými jednotlivci, tak i u stejného jedince v různých situacích (Ferdenzi et al., 2011). Hodnocení pachů a využívání čichu je ovlivněno různými faktory, včetně věku, pohlaví a kulturního prostředí (Ferdenzi et al., 2013). Genetika hraje také roli; mimo jiné v tom smyslu, že stovky genů pro čichové receptory jsou u různých jedinců vyjádřeny různě a zastoupení čichových receptorů v nosní sliznici se napříč jedinci liší (Menashe et al. 2003). Tato variabilita může přispět k rozdílným smyslovým zážitkům mezi jednotlivci.

## 2.1. Všímavost vůči pachům

Termín "všímavost vůči pachům" (odor awareness) vyjadřuje to, jakou pozornost různí lidé věnují různým pachům. Mezi lidmi existují značné individuální rozdíly v tom, jak pachy ovlivňují jejich interakce s každodenním prostředím. Někteří jedinci spontánně zachycují pachy kolem sebe, jiní si těchto pachů sami od sebe nevšímají (Smeets et. al., 2008). Osoby s větším důrazem na čichové vnímání projevují snazší identifikaci pachů v prostředí, do kterého jsou začleněny. Zároveň aktivně zapojují čichové vnímání do svých rozhodovacích procesů a chování. (Nováková et al., 2014). Naše všímavost vůči pachům se tedy rozvíjí přirozeně v rámci interakce s okolím.

Variabilitu mezi jedinci lze zjišťovat pomocí různých nástrojů metakognitivního charakteru, což nám umožňuje lépe porozumět tomu, jak lidé nahlízejí své interakce s každodenním prostředím v rámci aktivit potenciálně bohatých na čichovou stimulaci (Nováková et al., 2014). Mezi taková měření patří například všímavost vůči pachům, zjišťovaná například pomocí Odor Awareness Scale (Smeets et al., 2008), subjektivní význam čichu, zjišťovaný pomocí dotazníku Individual Significance of Olfaction (Croy et al., 2010), postoje k čichu, zjišťované pomocí dotazníku Sense of Smell Questionnaire (Martin et al., 2001), vnímavost vůči kognitivním a afektivním vlastnostem pachů v každodenním životě (Cupchik et al., 2005) a chování ve vztahu k čichovému vnímání, zjišťované pomocí nástroje "Children's Olfactory Behavior in Everyday Life " (COBEL; Ferdenzi et al., 2008).

### 2.1.1. Čichové schopnosti

Mezi lidmi existuje značná variabilita v čichovém vnímání, zejména pokud jde o tři nejčastěji měřené aspekty psychofyzického čichového výkonu, identifikace pachů, diskriminace a čichový práh, které nazýváme čichovými schopnostmi (Hummel et al., 2007).

Mezi čichové schopnosti tedy patří schopnost identifikovat pachy (tedy označit je pomocí nabízených možností anebo je pojmenovat vlastními slovy), diskriminovat mezi různými pachy (schopnost rozlišovat mezi podobnými pachy v nadprahových koncentracích) a

detekovat pachy (čichová citlivost; nejnižší koncentrace látky, u které jedinec spolehlivě rozezná podnět od stimulu, který žádný pach nemá) (Doty 2019). V České republice jsou mezi nejčastěji používané psychofyzické testy čichu zařazena tzv. čichová pera Sniffin' Sticks (Hummel et al., 1997), University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT) (Doty et al., 1984), Odorized Marker Test (OMT) (Vodička et al., 2007) a Motol Hospital Smell Test (MHST) (Magerová et al., 2008).

Nejobsáhlejší 40položkový University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT) je založen na tzv. scratch-and-sniff technologii, spolehlivost tohoto testu přesahuje 90 % (Doty et al., 1984). Pach se uvolňuje po poškrábání odorizovaného políčka tužkou a vyšetřovaná osoba volí ze čtyř možných pojmenování to, které stimul vystihuje nejlépe. Výstup testu, jímž je počet správných pojmenování, se porovnává s percentilovými normami (Doty et al., 1995).

Test identifikace Sniffin' Sticks, spolu s dalšími dvěma testy z rozšířené sady (test diskriminace a detekčního prahu), používá fixy napuštěné pachem a umožňuje prezentovat 16 nebo 32 různých stimulů (Novakova et al., 2015). Podobnou strukturu má šestipoložkový test OMT, který je cenově dostupnou a časově nenáročnou volbou pro provádění rychlých screeningových vyšetření. Výsledkem u testu Sniffin' Sticks i OMT je součet správných odpovědí, který se porovnává s normativními daty pro konkrétní věkovou skupinu (Vodička et al., 2011). V současné době jsou tedy pro rychlé screeningové vyšetření čichu nejvhodnější z hlediska finanční náročnosti a časové efektivity testy identifikace OMT a 16položková verze Sniffin' Sticks, pro které byly zveřejněny normy pro českou populaci (Vodička et al., 2007).

## **2.2. Mezikulturní srovnání v čichu**

Lidé z různých částí světa mohou mít rozdílné čichové schopnosti, přičemž třeba lidé z jiných kultur mají možná lepší čich než ti ze západu (Majid et al., 2017). Konkrétně ve studii, kterou provedli Sorokowska, Sorokowski, Hummel a Huanca (2013), byla porovnávána čichová citlivost mezi Tsimane' (domorodou komunitou pěstitelů krmiv z Bolívie) a Němci.

To bylo provedeno pomocí testu čichového prahu "Sniffin' Sticks" o kterém jsme se již zmínily výše. Autoři zjistili, že Tsimane' vykazují vyšší čichovou citlivost (nižší detekční práh) než němečtí účastníci studie. Další výzkumy pak přinesly podobné výsledky. Například lidé z Cookových ostrovů v jižním Pacifiku mají vyšší čichovou citlivost než polská srovnávací skupina (Sorokowska et al., 2015). Tyto mezikulturní rozdíly mohou být zapříčiněny jak odlišnostmi v genetické výbavě člověka, tak jeho zkušenostmi s prostředím, ve kterém žije. V každé kultuře jsou lidé vystaveni různým pachům různě často a v různých kontextech (Majid et al., 2017), což může mít vliv na to, jak citlivě pachy vnímají, jak je hodnotí i na to, zda a jak je využívají v rámci každodenních aktivit.

### **2.3. Významné rozdíly v rámci jedné kultury**

To, jak každý z nás vnímá pachy, je ovlivněno biologickou výbavou v interakci se zkušenostmi s prostředím, což platí i v rámci jedné a téže kultury. Tyto vlivy se propisují do řady dílčích faktorů. Mezi ty patří nejen demografické charakteristiky, jako je věk a pohlaví, ale například také druh zaměstnání, osobnostní charakteristiky a momentální psychické rozpoložení jedince (Nibbe & Orth, 2017).

Jedním z klíčových demografických faktorů, který ovlivňuje to, jak každý z nás vnímá pachy je pohlaví. Při zkoumání variability mezi lidmi v čichovém vnímání a v tom, jak se čich vyvíjí, je pohlaví důležitou proměnnou. I přes obecně přijímaný předpoklad, že ženy mají lepší čichové schopnosti než muži, některé studie naznačují, že mezi čichovými schopnostmi mužů a žen není výrazný rozdíl (Verbeurg et al., 2014). S cílem objasnit tuto otázku provedli výzkumníci (Sorokowski et al., 2019) metaanalýzu existujících studií s důrazem na mezipohlavní rozdíly v čichu. Analyzovaný vzorek obsahoval 8 848 účastníků (5 065 žen a 3 783 mužů) a hodnoceny byly čichové schopnosti detekčního prahu, diskriminace a identifikace. Výsledky ukazují, že ženy sice mají obecně v čichových schopnostech převahu nad muži, a to ve všech zkoumaných aspektech, velikosti účinků (tj. rozdíly ve výkonu žen a mužů) byly ale spíše malé.



Faktorů, které mohou mít vliv na tyto mezipohlavní rozdíly, je více. Nejde tedy o samotnou příslušnost k pohlaví či genderu, spíše se jedná o souhru jednotlivých dílčích faktorů, které ve výsledku přispívají k pozorovatelným rozdílům např. mezi muži a ženami. Za jeden z faktorů jsou považovány hormonální vlivy, ač evidence o vlivu pohlavních hormonů na čichové vnímání je u člověka málo robustní (Doty and Cameron 2009). Dalším faktorem ovlivňující výkon v testech čichu může být míra zkušeností s pachy a to, jakou pozornost čichovému vnímání člověk věnuje (tj. všímavost vůči pachům). Ta může souviset s aktivitami potenciálně bohatými na čichovou stimulaci, které jsou stereotypně připisovány či delegovány ženám a dívkám (Nováková et al., 2014). Ženy mohou být zvýšeně citlivé či vnímavé vůči určitým pachům v důsledku častého vystavení těmto pachům (Boukroune et al., 2007). V úlohách, do nichž se zapojuje čichová paměť, jako je identifikace pachů, může tedy vyšší úspěšnost žen vyplývat z předchozího vystavení a obeznamenosti s testovanými pachy (Cornell Kärnekull et al., 2015). Výkon v testech některých čichových schopností, zejména identifikace pachů, může souviset se sémantickou pamětí, což také může přispívat k rozdílným výsledkům u mužů a žen (Larsson et al., 2009). Sémantická paměť je totiž provázána se slovní plynulostí, která bývá u mužů horší než u žen. Slovní plynulost tudíž může vstupovat do výkonu v identifikaci pachů a hrát roli v mezipohlavních rozdílech zejména v tomto testu (Sorokowski et al., 2019).

V souvislosti s věkem bylo zjištěno, že identifikační skóre nejmladších a nejstarších účastníků bylo nižší, než skóre dosažené osobami ve věku 20-60 let. Dále byl pozorován nárůst čichových schopností dětí v závislosti na věku (Sorokowska et. al., 2015). Citlivost na pachy a skóre identifikace se zvyšují s růstem školního věku (Monnery-Patris et al., 2009). Při porovnání úkolů souvisejících s čichem, včetně pachového prahu a identifikace pachů, se projevuje, že děti mají podobně citlivý čich jako mladí dospělí. Rozdíl však spočívá v tom, že dětem chybí specifické znalosti o jednotlivých pachových látkách, jež se postupně formují během života. S postupem kognitivního vyžívání dochází i k vyžívání našich čichových schopností, jak bude rozvedeno dále (Chen et al., 2023).

### **3. Variabilita v čichovém vnímání u dětí**

Jak již bylo řečeno výše, kromě biologické výbavy a zrání nervového substrátu s tím, jak rosteme, je vývoj čichových schopností ovlivněn množstvím různých zkušeností s pachy, které lze získávat jak v rámci běžných interakcí s každodenním prostředím, tak cíleným čichovým tréninkem.

Dle Martinec Novákové et al. (2018) může různorodost čichového prostředí v dětství ovlivnit vývoj čichových schopností a pachového vnímání. Děti vystavené různým pachům mají dokonce tendenci vykazovat rozdíly v čichových schopnostech. To vyplývá například z jejího výzkumu, v němž byly u 153 dětí předškolního věku shromážděny údaje o jejich čichových schopnostech pomocí dotazníku Sniffin' Sticks a o pachové všímavosti pomocí dotazníku Children's Olfactory Behaviors in Everyday Life Questionnaire. Ze studie vychází, že čichové schopnosti dětí, zejména schopnost rozpoznávat a rozlišovat pachy a uvědomovat si je, jsou ovlivněny rozmanitostí jejich čichového prostředí.

Z výsledků studie provedené Saxton et al. plyne, že kulturní rozdíly ve skóre COBEL (Children's Olfactory Behavior in Everyday Life) poskytují podstatný důkaz o vlivu kulturních zvyklostí na osvojování norem čichové reaktivity. I přes to, že frekvence interakce s různými zdroji pachů uvnitř jedné kultury nesouvisela s pozorovanými rozdíly v čichovém chování, zjistilo se, že pohlaví a věk byly stále významně spojeny se skóre COBEL. Tato spojitost se projevila konzistentně u dětí z Namibie a České republiky a byla v souladu s výsledky předešlých studií v jiných populacích.

#### **3.1. Vývoj čichových schopností u dětí**

Doklady o tom, jakými změnami čichové vnímání napříč životním během, a především v dětství, prochází, máme již z novorozeneckého období. Studie například ukázaly, že schopnost detekce pachů se zlepšuje během prvních čtyř dnů života (Lipsitt et al., 1963). U novorozenců mohou čichové podněty navíc ovlivňovat stavy bdění a odpovídajícím způsobem usměrňovat pozornost v jiných sensorických modalitách. V raném životě přispívá

čichový systém k aktivaci mozku pro multisenzorický příjem informací pomocí svých regulačních funkcí (Engen 1991). Pachy jsou tedy klíčovým prvkem smyslových zážitků v různých vývojových stádiích.

Pro přenos pachových informací do mozku slouží jako první přenosová stanice čichový bulbus. Ze studie, (Hummel et al., 2011), která byla provedena s cílem porovnat objemy čichových bulbů se specifickými čichovými funkcemi u dětí a dospívajících a poskytnout tak hlubší znalosti o postnatálním vývoji čichového bulbu a funkčním stavu čichového systému bylo zjištěno, že objem čichového bulbu u dětí vzrůstá paralelně s funkcí čichu v průběhu dospívání. Tyto rozdíly v průběhu života mohou být ovlivněny nejen změnami v citlivosti čichu, ale také kognitivními schopnostmi. Existuje řada výzkumů dokládajících, že citlivost vůči pachům může procházet změnami i v pozdějším dětství (Majid et al., 2017). Například Hummel et al. (2011) pozorovali kontinuální zvýšení schopnosti detekce pachů od 6 do 17 let věku. Podobně Monnery-Patris et al., (2009) zjistili, že při testování dětí ve věku od 4 do 12 let došlo ke zlepšení schopnosti v rozpoznávání nadprahových pachů mezi 5 a 6 lety. Dále bylo zjištěno, že čichová diskriminace se zlepšuje v průběhu celého dětství, jedenáctiletí jsou v rozlišování pachů lepší než šestiletí (Stevenson et al., 2007). Z celkového pohledu lze konstatovat, že čichové schopnosti se v průběhu dětství zlepšují.

Studie zahrnující starší děti ukázaly, že čichová identifikace se během rané a pozdní adolescence zvyšuje a škála identifikovatelných pachových látek se rozšiřuje, částečně díky verbálnímu schopnostem účastníků je pojmenovat (Monnery-Patris et al., 2009) a částečně díky získávání nových zkušeností (Hudson 1999).

S postupujícím věkem se u dětí rozvíjejí nejen čichové schopnosti, ale také jejich schopnosti vyjadřovat se verbálně. Z toho důvodu lze předpokládat, že existují dva věkově podmíněné rozdíly ve schopnosti vnímání pachů u dětí, které jsou spojeny s jejich znalostí pachů a kognitivními schopnostmi. Jedná se o spojitost mezi věkem, rozvojem čichových schopností, verbálním vyjadřováním a kognitivními dovednostmi dětí (Schaal 1988). Lze tedy konstatovat, že posloupnost změn probíhajících v mozku je paralelní s kognitivním vývojem (Casey et al., 2005).

### **3.2.1. Rozdíly mezi chlapci a dívkami**

Interindividuální rozdíly v čichovém vnímání se objevují už u dětí předškolního věku, kdy již lze smysluplně provádět psychofyzická testování. Také mezipohlavní rozdíly v čichové citlivosti jsou pozorovány již u dětí (Schriever et al., 2018). Rozdíl mezi pohlavími souvisí s plynulostí slovní komunikace na rozdíl od vnímání pachů (Monnery-Patris et al., 2009). Dívky mají obecně vyšší slovní dovednosti než chlapci (Larsson et al., 2003). Dalším možným vysvětlením rozdílu mezi pohlavími v čichovém vnímání mohou být rozdílné zkušenosti a poměrná důležitost pachu pro dívky (Ferdenzi et al., 2008).

Testování čichu u dětí představuje specifickou výzvu. V době, kdy dochází ke změnám v čichových funkcích, se děti také kognitivně rozvíjejí, což zahrnuje zlepšení paměti, jazykových schopností a rozsah pozornosti. Čichové testy musí být citlivé na tyto vývojové změny a zohledňovat kognitivní vývoj (Cameron 2018).

U dětí ve věku od 3 do 12 let se s přibývajícím věkem zlepšuje schopnost detekce pachů, přičemž se navíc u dívek schopnosti detekce a identifikace rozvíjí dříve než u chlapců (Toulouse and Vaschide 1899). Zatímco některé prepubertální děti nemohou detekovat určité odoranty, které jsou obvykle detekovatelné u většiny dospělých (například pižmo), u amylnacetátu (chemická sloučenina) s pachem podobným banánům mají děti prahy detekce srovnatelné s dospělými (Koelega and Koster 1974), výkon se tedy liší v závislosti na použitých pachových látkách. Při identifikaci pachů existuje tedy závislost na pachu – některé pachy jsou identifikovány lépe než jiné. Identifikace pachů zahrnuje úroveň kognitivních a jazykových schopností, která se u většiny batolat a dětí předškolního věku teprve vyvíjí (Cameron 2018). Hlavním zdrojem pozorovaných rozdílů mezi dětmi a dospělými by tedy mohla být nedostatečná znalost specifických pachů u dětí (Sorokowska 2015).

### 3.2.2. Posílení čichových schopností

Jak jsme mohli zaznamenat z výzkumů, které zmiňujeme výše, k posílení čichových schopností může docházet v rámci běžného každodenního vystavení pachům, a to jak v domácím prostředí, tak například v rámci zaměstnání, které s sebou nese činnosti bohaté na čichovou stimulaci (Tempere et al., 2011). Pouhé vystavení pachům by mohlo vést ke zlepšení různých čichových schopností, protože z laboratorních studií (Dalton et al., 2002) vyplývá a z mezikulturních studií (Ayabe-Kanamura et al., 1998) usuzujeme, že častější výskyt pachů je spojen s vyšší schopností pachy identifikovat, rozlišovat mezi nimi a patrně také detekovat. Na úrovni anatomického substrátu je to umožněno velkou neuroplasticitou zejména čichového systému a především v dětství (Lötsch et al., 2014). Díky této neuroplasticitě má i cílený, účelově vedený čichový trénink potenciál zlepšit čichové schopnosti a využívání čichu (Majid et al. 2017).

Již bylo prokázáno v několika studiích (Haehner et al., 2013; Hummel et al., 2009; Mori et al., 2015; Schriever et al., 2014), že jedním ze způsobů, jak účinně intervenovat u osob s různými příčinami poruch čichu, je čichový trénink, na jehož základě lidé očichávají pravidelně malý počet pachů po dobu 12 až 18 týdnů. U pacientů s čichovou dysfunkcí (Hummel et al., 2009) pouhé vystavení pachům snižuje detekční práh (tj. zvyšuje citlivost čichu), zlepšuje diskriminaci a identifikaci (Haehner et al., 2013). Navíc má čichový trénink pozitivní vliv na celkové kognitivní funkce, včetně verbální plynulosti a verbálního učení.

Jelikož vliv podobných cílených intervencí především u osob s poruchami čichu byl v uplynulém desetiletí v popředí zájmu výzkumníků, máme díky tomu i k dispozici již dvě metaanalýzy. Ty ukázaly, že čichový trénink má střední až velký vliv na schopnost rozlišování a identifikace pachů, přičemž jeho vliv na detekci pachů je malý až střední (Pekala et al., 2016; Sorokowska et al., 2017). Výhody tréninku se dále liší v závislosti na závažnosti nebo charakteru čichových poruch a také v závislosti na délce tréninkového období (Sorokowska et al., 2016). Čichový trénink ale obecně představuje perspektivní metodu pro léčbu čichových dysfunkcí (Pekala et al., 2016), protože čichové funkce jsou ovlivněny opakovanou pachovou stimulací (Fleiner et al., 2012). Jako obzvláště relevantní

pro přetrvávající poruchy čichu po prodělání onemocnění COVID-19 se jeví to, že čichový trénink dále zlepšuje čichové funkce u pacientů s postinfekční čichovou dysfunkcí, a to zvláště u pacientů, kteří zahájí čichový trénink do 12 měsíců od nástupu poruchy (Damm et al., 2014).

Na úrovni neuroanatomického substrátu byl v důsledku takovýchto intervencí pozorován nárůst objemu čichového bulbu a hipokampu a dále také změny v mozkové konektivitě. Tyto účinky nejsou omezeny pouze na osoby s poruchami čichu, ale jsou patrné i u lidí, kteří mají čichové schopnosti v normě (Vance et al., 2023). Tyto mechanismy tréninku se začaly používat u klinické populace, ale jak plyne z dat, čichový trénink má vliv i na čichové funkce u zdravých jedinců. Pro účely této práce je obzvláště důležité zjištění, že tato forma tréninku byla rovněž úspěšná při zlepšení detekčního prahu a identifikace u zdravých dětí ve věku 9 až 15 let (Mori et al., 2015). Ve studii byly zkoumány účinky krátkodobého čichového tréninku na změny čichových funkcí. Skupina, která podstoupila dvakrát denně trénink expozice čtyřem různým pachům po dobu přibližně 12 týdnů, projevila výrazné zlepšení pachových prahů a schopností identifikace pachů ve srovnání se skupinou, která trénink neprováděla. Výsledky naznačují, že opakovaná expozice pachům může pozitivně ovlivnit celkovou citlivost čichu u dětí.

Tato zjištění se vztahují i na mladší věkové skupiny. Čichový trénink může zlepšit čichové funkce již u dětí ve věku 8 let. Toto zjištění vychází ze studie (Mahmut et al., 2021), jejíž cílem bylo posoudit vliv šestitýdenního intenzivního čichového tréninku s čicháním čtyř různých pachů (eukalyptus, citron, hřebíček, růže) na čichové funkce u dětí ve věku 8 let. Studie se zaměřovala na změny pachových prahů a schopnosti identifikace pachů v experimentální a kontrolní skupině. Účastníci experimentální skupiny prokázali významné zvýšení skóre identifikace pachu ve srovnání s kontrolní skupinou, která neprokázala žádné zvýšení.

Zde předkládáme další studie, které se věnovaly dopadu čichového tréninku na čichové funkce u zdravých jedinců: Studie (Al Ain et al., 2019) hodnotila vliv šestitýdenního intenzivního čichového tréninku na čichové funkce u 36 zdravých mladých jedinců.

Účastníci byli náhodně rozděleni do tří skupin: první skupina absolvovala denně čichový trénink v délce minimálně 20 minut zahrnující klasifikaci intenzity a kvality pachu a detekci cílového pachu, druhá absolvovala ekvivalentní zrakový trénink, a třetí kontrolní skupina se neúčastnila tréninku. Před a po tréninkovém období všichni podstoupili čichové testy. Účastníci s čichovým tréninkem prokázali zlepšení obecných čichových funkcí, zejména v identifikaci pachů, ve srovnání s kontrolními účastníky.

Hlavním cílem studie (Olofsson et al., 2020) bylo systematicky zkoumat dopady pečlivě kontrolovaného šestitýdenního tréninku zaměřeného na čichové funkce a provádět strukturální analýzy mozku s důrazem na oblasti spojené se zpracováním čichových podnětů a čichovými úkoly. Trénink se odehrával v domácím prostředí, přičemž průměrná denní doba tréninku trvala 10 minut. Během tréninku účastníci trénovali pouze s jedním typem hry, ale každých 5 dní střídali paralelní sady. Hra obsahovala 24 plechovek s 12 různými druhy komerčně dostupných ochucených čajů, které tvořily 12 párů podnětů. Výsledky ukázaly, že čichový trénink měl schopnost přenášet se na vizuální paměť a zlepšovat rozlišování pachů a jejich pojmenovávání. Studie naznačila, že čichový systém byl citlivý na trénink a mohl usnadnit přenos učení do jiných smyslových oblastí.

Studie (Poupon et al., 2018) zkoumala vliv krátkodobého čichového tréninku na schopnost identifikace pachů v různě složených směsích. Bylo použito 7 pachových látek k vytvoření 35 čichových podnětů o 1, 2, 3, 4 nebo 5 pachových látkách. V závěrečném testování byli účastníci trénované skupiny porovnání se someliéry, tedy experty na čich. Výsledky studie ukázaly, že someliéři excelovali v identifikaci pachů ve směsích obsahujících až 4 odoranty, ale jejich schopnost klesla při směsích s 5 odoranty. Krátký čichový trénink umožnil vyškoleným jedincům dosahovat podobných výsledků jako someliéři při identifikaci jednotlivých pachů, avšak tato tréninková intervence nestačila k vylepšení výkonu v případě směsí s 2 a více odoranty.

Morquecho-Campos et al. (2019) zkoumali účinky tréninku na identifikaci jednotlivých pachů a směsí dvou různých pachových látek u 27 zdravých účastníků. Trénink zahrnoval 8 sezení. Použity byly dvě sady pachů, z nichž každá obsahovala osm pachů (čtyři ovocné a

čtyři neovocné). Během tréninkových sezení byl každý pokus zaměřen na identifikaci jednoho ovocného a jednoho neovocného pachu, aby se zajistila vysoká rozlišovací schopnost. Studie zahrnovala náhodné rozdělení účastníků do jednotlivých tréninkových podmínek (každá z nich zahrnovala 8 tréninkových sezení) a všichni účastníci také absolvovali sezení před testem a po něm. Účast, zahrnující celkem 10 sezení, byla ukončena během 6 týdnů. Výsledky studie ukázaly, že trénink identifikace pachů vedl k rychlému učení a znatelným pokrokům.

Existuje možnost, že cílená intervence zahrnující více než pouhé vystavování pachům by mohla efektivněji přispět k rozvoji čichových schopností, a to především ke schopnosti rozlišování (diskriminace) pachů nežli k jejich prosté detekci (Majid et al. 2017). Podporu pro tuto myšlenku lze nalézt v tom, že kognitivní faktory (konkrétně zejména exekutivní funkce a sémantická paměť) souvisejí se schopností rozlišovat mezi pachy, což bylo zjištěno u dospělých osob (Hedner et al., 2010). Intervence, která by byla zaměřena všestranněji, by se tedy měla projevit hlavně na čichových schopnostech, které s poznávacími funkcemi mají užší spojitost. Těmi jsou zejména diskriminace pachů a identifikace, která je předpokladem schopnosti mezi pachy rozlišovat (Jönsson & Stevenson, 2014). Takto pojatá intervence by se měla přiblížit tomu, jak učení probíhá v každodenním prostředí při běžných činnostech, tedy by svou podstatou měla být multimodální (multisenzorická). Předchozí výzkumy nadto ukazují, že obzvláště relevantní pro utváření zkušenosti s pachy během ontogeneze jsou zejména aktivity týkající se přípravy a konzumace potravy (L. Martinec Nováková, Fialová, & Havlíček, 2018; Nováková, Varella Valentova, & Havlíček, 2014). Zapojen by měl být nejen čich, i další smysly, které přispívají k utváření chuti ve smyslu flavour (Spence, 2010). Komplexní čichový trénink by měl mít zvláště významný dopad na čich u dětí, kdy čichové schopnosti prodělávají zásadní vývoj (Doty et al., 1984).

Trénink čichu může dětem pomoci zlepšit čich a může být doporučen i dětem s opožděným vývojem nebo jinými zdravotními problémy (Cameron 2018). Zejména děti na prvním stupni povinné školní docházky představují příhodnou skupinu, u níž lze zkoumat vývoj čichové kognice a vliv každodenního prostředí na intra – i interindividuální variabilitu



čichového vnímání i z dalších důvodů. Zaprvé, protože psychofyzické testy čichu se svým formátem často podobají úlohám, které známe ze školního prostředí, děti v tomto věku jsou tedy lépe schopny pochopit jejich zadání, držet se instrukcí a vytrvat při jejich plnění, k čemuž přispívá nejen zkušenost se školní výukou, ale samozřejmě i rozvinutější kognitivní schopnosti. Tím také odpadá nutnost čichové testy uzpůsobovat, což je u mladších dětí předpoklad zdárného testování (L. Martinec Nováková et al., 2018; Lenka Martinec Nováková & Vojtušová Mrzilková, 2016). Zadruhé u prepubertálních dětí odpadá nutnost kontrolovat hormonální vlivy, které mohou čichové schopnosti ovlivňovat, jak bylo uvedeno výše u rozboru faktorů přispívajících k rozdílům v čichovém vnímání (Doty and Cameron, 2009). Zatřetí, a to především, čichové schopnosti prodělávají nejprekotnější vývoj právě před dosažením puberty, jak vyplývá z dosavadních studií (Cameron, 2018; Doty et al., 1984).

V empirické části této práce budeme proto zkoumat, zda cílené vystavování ekologicky validním chemozenzorickým podnětům, tedy chemickým nebo pachovým podnětům, které jsou relevantní a odpovídají skutečným podmínkám nebo situacím v prostředí, prostřednictvím čichového a chuťového tréninku ve smyslu „flavour learning“, čemuž rozumíme proces učení se příchutím a jeho vliv na změny ve vnímání vlastností pachů nebo chutí (Prescott 2012), ovlivnilo čichové schopnosti dětí ve věku mezi 8-12 let.

# EMPIRICKÁ ČÁST

## 4. Materiál a metody

### 4.1. Cíl

V nedávné době se v literatuře objevila řada studií, které zkoumají percepční učení a jeho vliv na čichové vnímání, s důrazem na čichové schopnosti. Percepční učení je kognitivní proces, který se odehrává v rámci každodenního prostředí a má výrazný dopad na čichové vnímání především v dětství (Sorokowska et al., 2015).

Cílem této studie je zjistit vliv cílené chemosenzorické edukace, označované v literatuře obecně jako „čichový trénink“ („olfactory training“) či „čichové učení“, popř. „chemosenzorické učení“ („olfactory/chemosensory learning“) na čichové schopnosti („odor abilities“) a subjektivní význam přisuzovaný čichovému vnímání, který je též označován jako „všímavost vůči pachům“ („odor awareness“) či „čichová metakognice“ („olfactory metacognition“). Edukace probíhala ve školním prostředí v rámci volnočasových aktivit po dobu šesti týdnů, což je délka intervence, která se na základě dostupné literatury ukazuje jako dostatečná pro to, aby bylo možno zachytit změny ve výkonech dosahovaných ve standardizovaných testech čichu a výpovědích získávaných pomocí metakognitivních nástrojů (Mahmut et al. 2021). Předkládaná studie je kvaziexperimentem, v rámci nějž participantů a participantek v intervenční skupině plnili úkoly, které byly na základě předchozí literatury identifikovány jako aktivity bohaté na čichovou stimulaci a potenciálně přispívající k čichovému učení (Mori et al., 2015; Mahmut et al., 2021; Al Aïn et al., 2019; Gossrau et al., 2023; Sorokowska et al., 2017), zatímco srovnávací skupina se takových aktivit neúčastnila a pouze byl pomocí stejných nástrojů zhodnocen výkon a výpovědi těchto dětí na začátku a na konci šestitýdenního období.

## 4.2. Výzkumné otázky

V předkládaném výzkumu byly definovány následující výzkumné otázky. Vede cílená zkušenost s různorodými, ekologicky validními chemosenzorickými podněty získávaná prostřednictvím pravidelného čichového a chuťového tréninku (ve smyslu flavour learning) u dětí v intervenční skupině oproti skupině srovnávací bez takového tréninku v horizontu 6 týdnů, které uplynou mezi začátkem (pre-test) a koncem intervence (post-test), ke změnám v:

- a) schopnosti **identifikace** (pojmenování) pachů
- b) schopnosti **diskriminace** (rozlišování) pachů
- c) **subjektivně nahlížené důležitosti čichového vnímání**

Jedná se tedy o uspořádání dat, kdy kromě zkoumání vlivu skupiny (intervenční vs. srovnávací) přistupujeme také ke zkoumání vlivu časového faktoru měření, neboť děti byly měřeny opakovaně, resp. dvakrát. Ze statistického hlediska proto můžeme formulovat následující otázky:

- 1) Existuje statisticky významný rozdíl mezi úrovněmi měřené veličiny pro faktor „skupina“?
- 2) Existuje statisticky významný rozdíl mezi úrovněmi měřené veličiny pro jednotlivé časové okamžiky měření?
- 3) Je průběh měřených hodnot v čase pro všechny úrovně faktoru „skupina“ stejný nebo se statisticky významně liší, tj. jak významný je vliv interakce faktoru „skupina“ a času?

### 4.3. Hypotézy

Statistickou analýzu jsme plánovaly provést pomocí faktorové (resp. dvourozměrné) analýzy variance (ANOVY) s opakovanými měřeními. Jedním faktorem byla příslušnost ke skupině (intervenční vs. srovnávací), druhým faktorem časový bod měření (pre-test vs. post-test). V návaznosti na výzkumné otázky jsme proto v souladu s doporučeními, které publikovali Schwartz a kol. (2019), formulovaly následující sady hypotéz:

#### I. Hypotézy vztahující se k faktoru „skupina“ (meziskupinový efekt):

i.

H<sub>0</sub>: Průměrná skóre identifikace pachů v intervenční skupině a srovnávací skupině se nebudou lišit.

H<sub>A</sub>: Průměrná skóre identifikace pachů v intervenční skupině a srovnávací skupině se budou lišit.

ii.

H<sub>0</sub>: Průměrná skóre diskriminace pachů v intervenční skupině a srovnávací skupině se nebudou lišit.

H<sub>A</sub>: Průměrná skóre diskriminace pachů v intervenční skupině a srovnávací skupině se budou lišit.

iii.

H<sub>0</sub>: Průměrná skóre subjektivní důležitosti čichu v intervenční skupině a srovnávací skupině se nebudou lišit.

H<sub>A</sub>: Průměrná skóre subjektivní důležitosti čichu v intervenční skupině a srovnávací skupině se budou lišit.

**II. Hypotézy vztahující se k časovému faktoru (vnitroskupinový, též opakovací efekt):**

i.

H<sub>0</sub>: Průměrná skóre identifikace pachů naměřená při pre-testu a post-testu se nebudou lišit.

H<sub>A</sub>: Průměrná skóre identifikace pachů naměřená při pre-testu a post-testu se budou lišit.

ii.

H<sub>0</sub>: Průměrná skóre diskriminace pachů naměřená při pre-testu a post-testu se nebudou lišit.

H<sub>A</sub>: Průměrná skóre diskriminace pachů naměřená při pre-testu a post-testu se budou lišit.

iii.

H<sub>0</sub>: Průměrná skóre subjektivní důležitosti čichu naměřená při pre-testu a post-testu se nebudou lišit.

H<sub>A</sub>: Průměrná skóre subjektivní důležitosti čichu naměřená při pre-testu a post-testu se budou lišit.

**III. Hypotézy vztahující se k interakci faktoru „skupina“ a časového faktoru:**

i.

H<sub>0</sub>: Časový průběh skóre identifikace pachů se pro intervenční a srovnávací skupinu nebude lišit.

H<sub>A</sub>: Časový průběh skóre identifikace pachů se pro intervenční a srovnávací skupinu bude lišit.

ii.

H<sub>0</sub>: Časový průběh skóre diskriminace pachů se pro intervenční a srovnávací skupinu nebude lišit.

H<sub>A</sub>: Časový průběh skóreů diskriminace pachů se pro intervenční a srovnávací skupinu bude lišit.

iii.

H<sub>0</sub>: Časový průběh skóreů subjektivní důležitosti čichu se pro intervenční a srovnávací skupinu nebude lišit.

H<sub>A</sub>: Časový průběh skóreů subjektivní důležitosti čichu se pro intervenční a srovnávací skupinu bude lišit.

#### **4.4. Výzkumný soubor**

Výzkumný soubor sestával z (i) intervenční skupiny, která podstoupila vstupní psychofyzické testy čichu a dotazníkové šetření a zúčastnila se šestitýdenní chemosenzorické edukace, po níž následovalo výstupní zhodnocení a (ii) skupiny srovnávací, která s odstupem šesti týdnů absolvovala vstupní a výstupní měření bez intervence v mezidobí. Charakteristiky obou skupin jsou samostatně uvedeny níže. Participanti byli do obou skupin vybráni pomocí účelového nepravděpodobnostního výběru. Příslušnost k intervenční skupině byla dána tím, že děti patřily do kolektivu, s nímž autorka práce dlouhodobě pedagogicky pracovala (tj. i nad rámec realizace výzkumu) v rámci svého zaměstnání, a tedy byly snáze k dispozici pro intenzivní, časově náročnou intervenci. Do srovnávací skupiny byly zařazeny děti podobného věku, které se již dříve účastnily jiného výzkumu pod vedením školitelky (avšak nebyly s ní dlouhodobě v kontaktu).

##### **4.4.1. Intervenční skupina**

Participanti v intervenční skupině (N=20, z toho 9 chlapců; průměrný věk  $\pm$  SD: 10,2  $\pm$  1,5; 8-12 let) byli vybráni ve Scioškole Kolín (<https://kolin.scioskola.cz/>) v rámci současné spolupráce. Autorka předkládané bakalářské práce zde působí jako učitelka (průvodkyně) ve čtvrtopáté třídě. S dětmi, které se účastnily intervence má navázaný blízký a přátelský vztah, ve škole působí od okamžiku jejího otevření, s dětmi se tedy vzájemně dobře znají. Děti se

s průvodci setkávají v rámci různých předmětů napříč dvojročími, což podporuje jejich vztahy v rámci celé Scioškoly. Jedná se o soukromou alternativní základní školu s inovativním přístupem ve výuce, tedy takovým přístupem, kdy se děti vzdělávají na základě jejich vlastní vnitřní motivace a jsou vedeny k odvaze převzít zodpovědnost za své vlastní učení. Nedostávají domácí úkoly, kontrolní písemné testy, ani je nikdo nezkouší ústně před tabulí. Místo klasického známkování, tedy známkování v rozpětí 1 (nejlepší výkon) - 5 (neprospěl), jsou děti hodnoceny slovním hodnocením, které je pozitivní a podporuje děti v jejich dosavadním dosaženém výkonu. Děti, které chodí do Scioškol jsou obecně zvyklé na větší volnost než děti, které navštěvují běžné základní školy.

Hlavním rozdílem, který je na dětech patrný v porovnání s dětmi z běžné základní školy je to, že nejsou ohroženy známkováním za svůj výkon, nedostávají poznámky v případě nesplněného úkolu a pokud samy nechtějí věnovat pozornost vyučované látce, kterou do výuky přináší průvodce, mohou si samy zvolit, čemu se budou věnovat, pokud to rozvíjí jejich znalosti a dovednosti. Tato míra svobody může být velice prospěšná, avšak mnohdy v praxi způsobuje, že děti, které mají nastavenou nízkou sebekontrolu, nepracují tak, jak by měly, protože ví, že nemusí. Pokud tedy dítě nemá dobře vybudovanou vnitřní motivaci ke vzdělání, práce s ním může být náročná.

Děti ve Scioškolách obvykle nejsou rozděleny dle věku a patřičné třídy, nýbrž jsou rozděleny do takzvaných dvojročí. Ve škole tedy kromě samostatné první třídy najdeme druhotřetáky, čtvrtopátáky a šestosedmáky. Jedná se o styl výuky, jejíž hlavním benefitem je propojení více věkových kategorií najednou, což podporuje bezpečné prostředí, kdy každý může pracovat svým tempem a není srovnáván s výkony ostatních. Děti si při učení vzájemně pomáhají, jak při práci na společných projektech, tak s dovysvětlováním samotné látky. Propojení více věkových kategorií tedy podporuje pomoc druhému, vzájemnou spolupráci a pomáhá v navazování sociálních vztahů. Pedagogičtí pracovníci nejsou nazýváni učiteli, ale průvodci. Ti si s dětmi tykají, což má podpořit přátelské a bezpečné prostředí, které se Scioškoly snaží budovat. Vstupními kritérii byl věk v době první kontaktáže (zima 2022/23) 8-11 let, vylučovacím kritériem bylo dlouhodobé onemocnění

a/nebo užívání medikace ovlivňující čich (Doty 2015) a přítomnost speciálních vzdělávacích potřeb. Práce s těmito dětmi (testování při pre- a post-testu i samotná intervence) probíhala ve školních prostorách. Pre-test a post-test byly vždy administrovány v rámci jednoho týdne, popř. týden následující v případě absence dítěte.

#### **4.4.2. Srovnávací skupina**

Do srovnávací skupiny (N=20, z toho 9 chlapců) byly zařazeny děti, které se již dříve zúčastnily jiné studie vývoje chemických smyslů vedené školitelkou, avšak neměly předchozí zkušenost se zde užitými metodami testování. Jejich věk byl  $10,4 \pm 1,5$ ; 8-12 let. Tyto děti navštěvovaly běžnou základní školu v Praze 9, v níž výuka probíhá podle aktuálně platného upraveného rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání. Děti byly vybrány cíleně tak, aby splňovaly kritérium věku a podskupiny podle genderu byly syceny ve stejném poměru jako u intervenční skupiny. Rodiče dřívějších participantů byli kontaktováni s žádostí o účast svého dítěte v této studii a rodiče a děti podepsali informovaný souhlas. Vstupní a výstupní kritéria byla stejná jako u intervenční skupiny. Testování srovnávací skupiny proběhlo v odpoledních hodinách ve vyhrazených prostorách po skončení výuky, a to vždy v rámci 7-10 dní.

#### **4.5. Etické otázky výzkumu**

Studie byla schválena Komisí pro etiku ve výzkumu FHS UK dne 5. 4. 2019. Potencionální účastníci a účastnice byly ujištěni o anonymitě výzkumu a o tom, že získaná data budou použita pouze pro účely výzkumu. Data nebyla předávána třetím osobám, ale byla k dispozici pouze výzkumníkům. Před samotným začátkem výzkumu byl participantům rozdán informovaný souhlas, který musel být podepsán zákonným zástupcem vzhledem k neplnoletosti participantů. Přestože získávání informovaného souhlasu nemá právní relevanci, z etického hlediska se považuje za stejně důležité jako souhlas zákonného zástupce. Děti proto byly výzkumnicemi poučeny o tom, co účast ve studii obnáší, a svůj



souhlas stvrdily svým podpisem stejně jako zákonní zástupci. Zákonným zástupcům byl také rozeslán email s veškerými informacemi ohledně výzkumu. Zákonní zástupci dětí v intervenční skupině obdrželi po dokončení studie 2000 Kč, u dětí ve srovnávací skupině finanční kompenzace činila 500 Kč.

#### **4.6. Psychofyzické testy čichu Sniffin' Sticks**

Čichové schopnosti byly měřeny pomocí testu Sniffin' Sticks (Hummel et al., 1997). Hodnoceny byly schopnosti identifikace a diskriminace pachů. Tento test, který má podobu čichových per, jež jsou napuštěné pachy, patří mezi nejčastěji používané metody pro hodnocení čichových schopností. Test Sniffin' Sticks je hojně využíván lékaři a výzkumníky v celé Evropě k testování čichových schopností u dospělých (Hummel et al. 2007) i dětí (Ferdenzi et al. 2008; Sorokowska et al., 2015), včetně dětí českých (Dudová et al. 2011; Hrdlička et al. 2011; Martinec Nováková et al. 2015; Saxton et al. 2014).

##### **4.6.1. Test identifikace pachů**

Dva identifikační testy s 16 položkami ("modrý" a "fialový") zahrnují pachové látky běžně známé evropské populaci, jako jsou pomeranč, růže, česnek a ryba. Použití dvou testů namísto jednoho bylo záměrné, aby se předešlo možnému efektu stropu, tj. situaci, kdy většina dětí dosahuje (takřka) plného skóre. Využívá se tzv. "cued identification", kde účastníci vybírají název cílového pachu ze seznamu čtyř možných variant. Celkové skóre je určeno součtem správných odpovědí, s teoretickým maximem 32 bodů.

##### **4.6.2. Test diskriminace pachů**

Test pachové diskriminace hodnotí, do jaké míry je jedinec schopen rozlišit pachy v nadprahových koncentracích. Sada obsahuje 16 trojic pachových per (označených modrým, zeleným a červeným barevným pruhem), z nichž dvě jsou identické, a účastník/účastnice je požádán(a), aby zavřel(a) oči a postupně přičichl(a) ke každému z trojice per. Výzkumník

při předkládání per říká čísla. Testovaná osoba má stanovit, který pach (se kterým číslem) byl cítit jinak. Správné pero v každé trojici je vždy označeno zeleně (proto je nutné test provádět tak, že testovaná osoba má při předkládání podnětů zavřené oči, popř. masku). Odoranty použité v testu a pořadí prezentace (které bylo dodrženo) jsou uvedeny v manuálu, který publikovali Hummel et al. (1997). Mezi předložením každé trojice per uplynulo přibližně 10 s. Skóre je součet správných pokusů (0-16), přičemž vyšší skóre znamená lepší schopnost rozlišování pachů.

#### **4.7. Dotazník Children's Personal Significance of Olfaction**

Subjektivní důležitost čichového vnímání byla posouzena pomocí dotazníku Children's Personal Significance of Olfaction (ChiPSO; Lohrer et al., 2022). Tento dotazník hodnotí důležitost čichových informací u dětí a adolescentů ve třech kategoriích: 1) kategorie jídlo (např. „Čichám k jídlu, než ho začnu jíst“), 2) kategorie sociální aspekty (např. „Čichem zjišťuji, zda je potřeba vyprat mé oblečení“), a 3) kategorie prostředí (např. „Když jdu po ulici, obvykle cítím vůně/pachy okolí“). Dotazník obsahuje 15 položek, 5 pro každou podskupinu. Každá položka je formulována jako tvrzení o vlastní osobě, na které dítě odpovídá volnou jedné z následujících možností: 4, „Plně souhlasím“; 3, „Většinou souhlasím“; 2, „Většinou nesouhlasím“; a 1, „Plně nesouhlasím“. Dotazník má papírovou formu, kdy se tužkou zaškrťává odpovídající políčko. Výstupem je celkové skóre, které se získá součtem všech položek. Teoretické maximum je tedy 60 bodů, minimum je 15 bodů.

#### **4.8. Multimodální chemosenzorická edukace**

Multimodální chemosenzorická edukace byla realizována s intervenční skupinou ve Scioškole Kolín. Podoba intervence byla inspirována studii: Al Ain et al. (2019; Mahmut et al. (2021); Olofsson et al. (2020); Poupon et al. (2018); Morquecho-Campos et al. (2019), jejichž předmětem výzkumu byl též vliv čichového tréninku na čichové funkce. Výzkumy byly krátkodobé v rozmezí dnů až týdnů, stejně tak, jako námi navržená čichová intervence.

Na základě studií Al Ain et al. (2019), Mahmut et al. (2021) a Olofsson et al. (2020) byla stanovená doba našeho tréninku 6 týdnů jako dostačující, pro zaznamenání efektů čichového učení. V předchozích studiích byly využívány různé typy aktivit, například čichový trénink zahrnující klasifikaci intenzity a kvality pachu a detekci cílového pachu, čichový trénink s čicháním čtyř různých pachů: eukalyptus, citron, hřebíček, růže, hledání dvojic stejných příchutí čajů v rámci hry, identifikace 7 pachových látek přítomných ve 35 směsích, různé namixovaných, a identifikace jednoho ovocného a jednoho neovocného pachu ze dvou sad pachů, z nichž každá sada obsahovala osm vůní, čtyři ovocné a čtyři neovocné. Těmito představenými studiemi, které jsou blíže popsány v teoretické části, jsme byly inspirovány pro sestavení naší čichové intervence. Zároveň z těchto studií můžeme usuzovat, že úkoly podobné běžným aktivitám spojené s čichem, mohou přispět ke zlepšení čichových schopností a všímavosti vůči pachům.

Intervence nebo též čichový trénink tedy probíhal v časovém rozmezí šesti týdnů, jehož struktura byla rozdělena následovně: první týden probíhal čichový trénink ve škole. S dětmi jsem se scházela denně po skončení výuky. Společně jsme se 30–60 minut věnovali čichovému tréninku. Druhý týden děti v rámci tréninku samostatně pracovaly na čichových mapách Kolína. Tvorba čichové mapy města je subjektivním cvičením, kde účastníci intervence identifikují a pojmenovávají vnímané pachy během procházek po městě. Získaná data jsou vizualizována jako reprezentativní pachová krajina města na mapě, která kombinuje vizuální a čichový aspekt, a zvýrazňuje interakci mezi lidmi a smyslovými daty, což přispívá k vytváření významu a porozumění místu (McLean 2020). To souvisí se zvyšováním čichové všímavosti, což by mělo přispívat ke zlepšování čichové metakognice.

Pojem čichová mapa vychází ze studií na téma „smellscape“, tedy krajina pachů. Tento termín lze popsat jako pachové prostředí, které člověk vnímá a chápe (prostřednictvím čichových vjemů, ovlivněných vzpomínkami a minulými zkušenostmi) na určitém místě (Xiao et al., 2018). Termín „smellscape“ představuje vzájemné vztahy mezi lidskou všímavostí vůči pachům, zdroji pachů, místy a kontextem (Porteous 1985). Studium pachů

ve městech obohacuje naše smyslové zážitky (Tolaas 2010). Pachové vzpomínky mohou také stimulovat "pachové představy" (Herz and Engen, 1996).

Následující týdny vypadaly obdobně a vždy se střídal lichý týden čichového tréninku, který se odehrával ve škole se sudým týdnem čichového tréninku, v rámci kterého děti samostatně pracovaly na čichových mapách Kolína.

#### **4.8.1. První týden intervence**

Během prvního týdne jsme iniciovali čichové aktivity zaměřené na koření, konkrétně jsme využili Kytici chutí – poznávací sadu, směsí květů a koření od značky Sonnentor. Obsah směsí Kytice chutí: *růže, měsíček, chrpa, slunečnice, česnek, bazalka, dobromysl, koriandr, zázvor, pepř černý, kurkuma, kmín, hořčice žlutá, šalvěj, fenykl, paprika sladká, mořská sůl, bobkový list, rozmarýn, tymián, černucha, muškátový oříšek, kardamom, chilli, vanilka, skořice, jahoda, malina*. V průběhu prvního dne měly děti možnost očichat deset pytlíčků směsí koření a květů z poznávací sady a snažily se identifikovat obsah směsí a přiřadit pachy konkrétním asociacím. Aktivita druhého dne měla obdobný charakter, kdy děti opět využívaly čich k rozpoznání směsí a měly za úkol přiřadit každou směs k odpovídajícímu popisu, který je součástí balení Kytice chutí. Třetí den se děti znovu věnovaly čichání směsí koření a zaznamenávaly do svých deníčků, které směsi jim voněly a které naopak ne. Na závěr tréninku obdrželo každé dítě pytlíček směsí koření s úkolem připravit z něj doma libovolný pokrm, přičemž byla povolena kreativita bez omezení. Čtvrtý den se děti po škole samostatně nebo s pomocí rodičů věnovaly přípravě pokrmů pro své spoluúčastníky intervence, kteří měli na poslední den prvního týdne přinést své kulinářské výtvary. Poslední den proběhla velká degustace připravených pokrmů, mezi které patřila například domácí pizza, mrkvový koláč a těstovinový salát.

#### **4.8.2. Druhý týden intervence**

Během následujícího sudého týdne probíhal týden čichových map, v rámci něhož měli účastníci za úkol systematicky zaznamenávat do mapy pachy a vůně ve městě Kolín během

svého volného času či při procházkách s rodiči. Tato aktivita měla za cíl vytvořit detailní mapu pachové krajiny tohoto města.

#### **4.8.3. Třetí týden intervence**

Ve třetím týdnu probíhal čichový trénink opět ve školním prostředí, konkrétně 30-60 minut po skončení výuky. Jako prostředky pro trénink jsme využívali směsi koření od firmy Sonnentor, konkrétně: Koření na tofu paní Yoko, Anděl strážný, Dobrá nálada, uzenou sůl a Curry ostré. První den bylo dětem předloženo pět směsí koření, které měly pečlivě očichávat. Jejich úkolem bylo co nejlépe si tato koření zapamatovat, zaznamenat si jejich názvy a složení. Druhý den probíhala aktivita poslepu, kdy děti měly očichávat směsi koření z předchozího dne a snažit se co nejpřesněji rozpoznat co nejvíce směsí podle svých záznamů. Třetí den byla provedena kontrola, kdy děti opět očichávaly směsi koření a zkontrolovaly si ve svých deníčcích, zda správně rozpoznaly směsi z předešlého dne. Ve čtvrtý a pátý den jsme se zaměřili na praktickou aplikaci, kdy jsme ve škole společně vařili různé pokrmy, využívající přitom směsi koření. Děti tak měly možnost vnímat koření jak čichem, tak chuťově, čímž byly splněny cíle čichového tréninku v prvním i třetím týdnu.

#### **4.8.4. Čtvrtý týden intervence**

Během sudého týdne probíhal opět týden čichových map, kdy byla čichová aktivita plně svěřena samotným dětem. Ve svém volném čase nebo během procházek s rodiči měly za úkol aktivně vnímat pachy a vůně v prostředí města Kolín a pečlivě zaznamenávat tyto pachy do mapy.

#### **4.8.5. Pátý týden intervence**

Během týdne intervence, který probíhal ve škole, jsme se opět scházeli po skončení výuky na 30-60 minut. Aktivitou čichového tréninku byla výroba bomb do koupele. První den jsem dětem představila všechny pachové přísady, které jsem měla připravené pro výrobu těchto bomb. K dispozici jsme měli konkrétně přísady: *listy eukalyptu, citronovou trávu, květy*

*měsíčku, květy levandule, nať meduňky, nať máty peprné, květy jasmínu, kakaové slupky, kořen kostivalu, lupeny růže, poupata růže, listy rozmarýnu, santalové dřevo, spirulinu, mořskou řasu, květy pivoňek, sušené kozí mléko, konvalinku, fialku, kokos a černý hrozen.*

Jejich úkolem bylo očichat si všechny ingredience, vnímat různé pachy a přísady, vybrat si své oblíbené kombinace a zaznamenat je do svého deníčku. V následujících třech dnech jsme se věnovali samotné výrobě bomb. Děti kreativně kombinovaly ingredience, vzájemně si vzorkovaly výsledky, a nakonec si mohly odnést domů všechny vytvořené bomby jako odměnu. Ve svém deníčku poté zaznamenaly, jaká byla koupel s použitím bomb a jaké pachy zažily při jejich rozpouštění ve vodě.

#### **4.8.6. Šestý týden intervence**

Během posledního sudého týdne probíhala čichová aktivita známá jako týden čichových map, přičemž děti měly plnou kontrolu nad tímto procesem. V rámci svého volného času měly za úkol aktivně vnímat pachy a vůně, které se vyskytují ve městě Kolín, a následně pečlivě zaznamenat své dojmy a postřehy do mapy.

Časový průběh pre-testu, intervence a post-testu je znázorněn v Tabulce č. 1 níže.

**Tabulka č. 1.** Časová osa průběhu studie (r. 2023).

	březen	duben	květen	červen
intervenční	Pre-test	Intervence 10.4.-30.4	Intervence 1.5.-21.5.	Post-test
srovnávací	Pre-test	-	-	Post-test

## 4.9. Statistická analýza

Veškeré analýzy byly provedeny pomocí statistického softwaru IBM SPSS Statistics 26. V souladu s plánem byla provedena faktorová ANOVA s opakovanými měřeními, kdy jedním faktorem byla příslušnost ke skupině (intervenční vs. srovnávací) a druhým faktorem byl časový bod měření (pre-test vs. post-test). Mezi předpoklady ANOVY s opakovanými měřeními patří normalita rozdělení dat, homogenita rozptylů, absence odlehlých hodnot a podmínka sféricity (což je požadavek, aby se rozptýly všech možných rozdílů měření v rámci jednotlivých jedinců významně nelišily). Normalita rozdělení dat a absence odlehlých hodnot byly ověřeny vizuálně pomocí histogramů a normalita byla testována pomocí Shapiro-Wilkova testu. Homogenita rozptylů byla ověřena pomocí Levenova testu a sféricita pomocí Mauchlyho testu. Předpoklady provedení parametrické ANOVY s opakovanými měřeními byly splněny. Explorační srovnání mezi dívkami a chlapci, jak celkově, tak v rámci jednotlivých skupin, byla provedena pomocí Welchova t-testu.

## 5. Výsledky

### 5.1. Deskriptivní statistika a explorační srovnání

Popisné statistiky jsou uvedeny v Tabulce č. 2. Děti ve věku 8-9 let se ve svém výkonu a výpovědích při pre-testu ani post-testu nelišily od dětí ve věku 11-12 let, a to jak v rámci celého souboru, tak při samostatných analýzách intervenční a srovnávací skupiny. Mezi dívkami a chlapci byly při exploračních srovnáních nalezeny rozdíly ve všech pre-test a post-test měřeních ( $p < 0,001$  až  $p < 0,05$ ) s výjimkou diskriminace při pre-testu. Průměrný rozdíl v psychofyzických testech čichu činil 2 až 3 body; v sebevýpovědích ChIPSO ohledně důležitosti čichu 5 (při pre-testu) a 8 bodů (při post-testu), a to vždy ve prospěch dívek. Obdobné rozdíly byly nalezeny také samostatně v rámci intervenční a srovnávací skupiny.

**Tabulka č. 2.** Průměr ± směrodatná odchylka (SD) pro dívky a chlapce v rámci intervenční a srovnávací skupiny pro jednotlivá měření při pre-testu a post-testu.

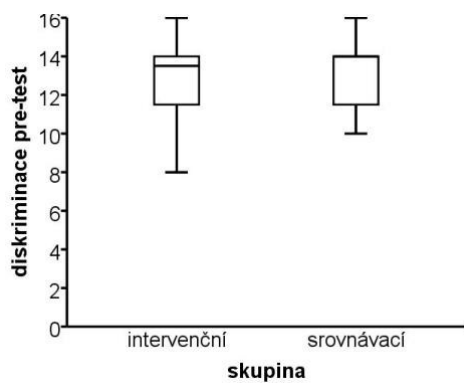
	Intervenční		Srovnávací	
	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci
Pre-test				
Identifikace	24,27 ± 2,76	21,89 ± 3,30	23,64±2,06	21,44±3,50
Diskriminace	12,73 ± 2,240	13,33 ± 1,73	13,27±1,74	12,89±1,97
ChIPSO <sup>1</sup>	40,27 ± 5,918	35,56 ± 7,50	41,00±4,73	35,11±6,33
Post-test				
Identifikace	24,36 ± 2,378	22,33 ± 3,04	25,27±2,24	22,00±2,18
Diskriminace	13,45 ± 1,695	11,22 ± 1,64	13,45±2,07	11,56±1,51
ChIPSO	42,73 ± 4,901	34,44 ± 6,23	43,09±4,81	35,33±7,40

## 5.2. ANOVA s opakovanými měřeními

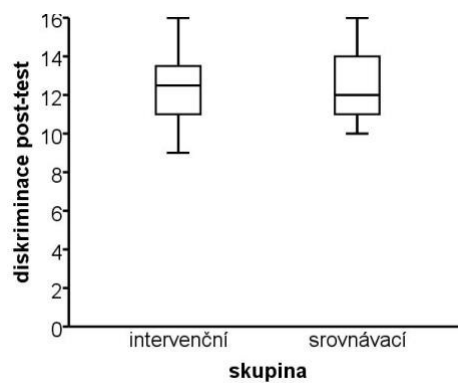
Výsledky ANOVY s opakovanými měřeními pro všechny tři sledované proměnné ukázaly, že statisticky významným faktorem nebyla ani skupina (Pillaiova stopa = 0,01;  $F(3,36) = 0,06$ ;  $p = 0,982$ ; parciální eta-kvadrát  $\eta^2 = 0,01$ ), časový faktor (Pillaiova stopa = 0,17;  $F(3,36) = 2,41$ ;  $p = 0,083$ ; parciální  $\eta^2 = 0,17$ ), ani jejich interakce (Pillaiova stopa = 0,02;  $F(3,36) = 0,22$ ;  $p = 0,880$ ; parciální  $\eta^2 = 0,02$ ). Jinými slovy průměrná skóre dosahovaná v identifikaci a diskriminaci pachů a při subjektivním hodnocení důležitosti pachu se nelišila (i) mezi intervenční a srovnávací skupinou, (ii) mezi pre-testem a post-testem ani (iii) mezi oběma skupinami v jednotlivých časových bodech. To dokládají také krabicové grafy na obrázcích č. 1, 2, 3, 4, 5, 6.

<sup>1</sup> Dotazníku Children's Personal Significance of Olfaction (ChiPSO; Lohrer et al., 2022). Tento dotazník hodnotí subjektivní důležitost čichového vnímání u dětí a adolescentů.

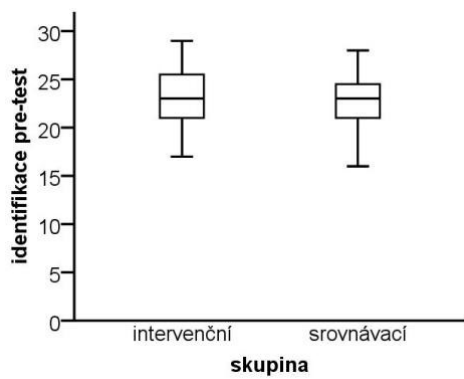




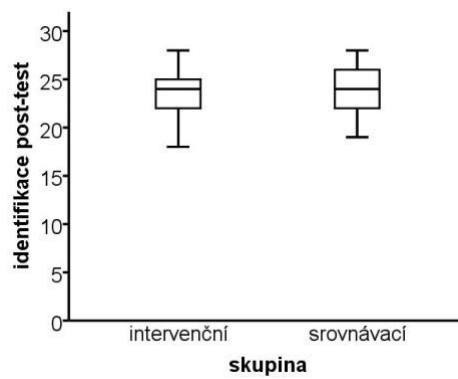
Obrázek č. 1



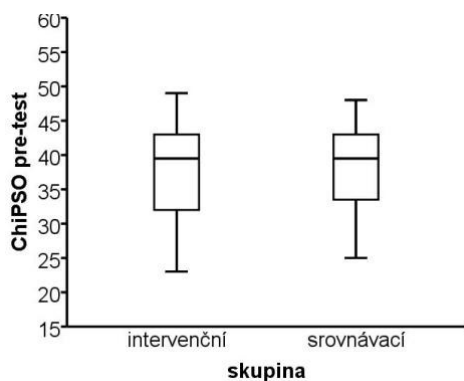
Obrázek č. 2



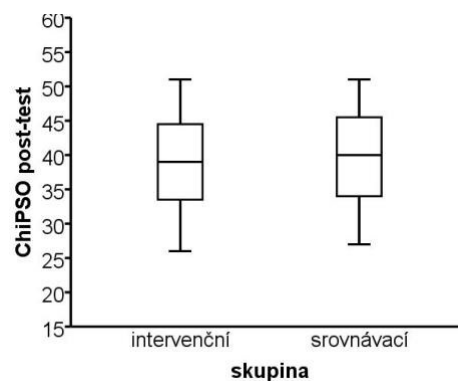
Obrázek č. 3



Obrázek č. 4



Obrázek č. 5



Obrázek č. 6

## 6. Diskuse

Hlavním cílem výzkumu bylo zjistit, zda cílená zkušenost s různorodými, ekologicky validními chemosenzorickými podněty získávaná prostřednictvím pravidelného čichového a chuťového tréninku u dětí v intervenční skupině oproti skupině srovnávací v horizontu 6 týdnů, které uplynou mezi začátkem (pre-test) a koncem intervence (post-test), vede ke změnám ve schopnosti identifikace a diskriminace pachů, a v subjektivní důležitosti čichu. Předpokládaly jsme, že průměrná skóre identifikace a diskriminace pachů, a subjektivní důležitosti čichu v intervenční skupině a srovnávací skupině se budou lišit. Dále, že se budou lišit průměrná skóre identifikace a diskriminace pachů, a subjektivní důležitost čichu naměřená při pre-testu a post-testu, a že časový průběh skóre identifikace a diskriminace pachů, a subjektivní důležitost čichu se pro intervenční a srovnávací skupinu bude lišit.

Výsledky ANOVY s opakovanými měřeními pro všechny tři sledované proměnné ukázaly, že statisticky významným faktorem nebyla ani skupina, časový faktor, ani jejich interakce, čímž se neshodovaly s očekávanými výstupy. Intervenční skupina si oproti srovnávací skupině nevedla lépe. Jinými slovy, cílená zkušenost s různorodými, ekologicky validními chemosenzorickými podněty získávaná prostřednictvím pravidelného čichového

a chuťového tréninku u dětí nevedla ke změnám ve schopnosti identifikace a diskriminace pachů, a v subjektivní důležitosti čichu. Výsledky naší studie nejsou ve shodě se zjištěními předchozích výzkumů, kdy byl pozorován pozitivní vliv čichového tréninku na čichové schopnosti (Al Ain et al. 2019; Mahmut et al. 2021; Olofsson et al. 2020; Poupon et al. 2018; Morquecho-Campos et al. 2019).

Děti v intervenční skupině si nevedly lépe při post-testu, ale ani při pre-testu, a to navzdory tomu, že disponovaly potenciálními výhodami, které by bývaly mohly pozitivně ovlivnit výsledky. Tato předpokládaná výhoda byla zejména spojena s tím, že členové intervenční skupiny patřili do kolektivu, s nímž má autorka práce dlouhodobě navázanou pedagogickou spolupráci i mimo rámec provádění výzkumu v rámci svého zaměstnání. Díky tomu byly děti z této skupiny snáze dostupné pro intenzivní a časově náročnou intervenci. Naopak do srovnávací skupiny byly zařazeny děti, které se již předtím účastnily jiného výzkumu pod vedením jiné školitelky, avšak nebyly s ní dlouhodobě v kontaktu. V praxi se však ukázalo, že tyto okolnosti vliv neměly, což lze chápat jako pozitivum.

Zároveň je možné uvažovat, že blízký pedagogický vztah autorky práce s dětmi z intervenční skupiny mohl mít neočekávaně negativní dopad. Faktor, jako je známost s výzkumníkem mohl ovlivnit chování dětí a jejich výkon nejen během testování, ale i během celé intervence (Chen et al., 2005). Jak již bylo zmíněno, děti z intervenční skupiny navštěvují alternativní školu s inovativním přístupem, který klade důraz na vnitřní motivaci žáků. Avšak v případě, že žáci tuto vnitřní motivaci nepociťují, mohou mít menší motivaci plnit přidělené úkoly, protože nečelí podobným dlouhodobým důsledkům jako ve standardní základní škole. Děti z intervenční i srovnávací skupiny byly motivovány vnější motivací v podobě finanční odměny za účast v intervenci, avšak v intervenční skupině byla tato odměna vzhledem k větší náročnosti vyšší, a to mohlo do velké míry negativně ovlivnit jejich aktivní přístup. Vzhledem k tomu, že čichový trénink vyžadoval samostatnou aktivní účast dětí mimo školní prostředí, mohlo se stát, že plnění úkolů bylo někdy nedostatečné. Samotná intervence tedy mohla být špatně nastavená pro skupinu dětí z alternativní školy, kdy faktor vnější motivace a samostatné domácí činnosti mohl sehrát důležitou roli. Zároveň

mohly být nevhodně zvolené pachové podněty a aktivity, které byly náplní tréninku. Oproti jiným studiím, v nichž vyšly pozitivní účinky čichového tréninku na čichové schopnosti, je možné, že bylo použito přílišné množství pachových stimulů. V konečném důsledku mohla mít intervence pozitivní vliv na čichové schopnosti, nicméně u dětí mohl nastat pokles motivace po dlouhém průběhu intervence. Při závěrečném testování se mohla projevit nižší snaha, neboť dlouhodobá intervence mohla vyvolat ztrátu zájmu, a tedy se efekt nemusel odrazit v plné míře ve výsledcích post-testu.

Při prováděných explorativních srovnáních mezi dívkami a chlapci byly zaznamenány statisticky významné rozdíly ve všech pre-test a post-test měřeních ( $p < 0,001$  až  $p < 0,05$ ), s výjimkou diskriminace při pre-testu. Průměrný rozdíl výsledků psychofyzických testů čichu se pohyboval mezi 2 a 3 body; v oblasti sebevýpovědi ChIPSO ohledně důležitosti čichu bylo dosaženo rozdílu 5 bodů (při pre-testu) a 8 bodů (při post-testu), vždy ve prospěch dívek. Podobné rozdíly byly pozorovány v rámci intervenční a srovnávací skupiny. Mezipohlavní rozdíly v této studii potvrzují výsledky předešlých studií, kdy dívky/ženy předčily chlapce/muže v čichových dovednostech (Brand and Millot 2001; Chao et al., 2022). U dívek v průměrném věku 11 let je pozorovatelná mírná převaha v kognitivních funkcích, což může značně souviset s výkonem v čichových testech, kdy obvykle překonávají chlapce, což bylo zjištěno i v dalších studiích (Mori et. al. 2015).

Za velký limit této práce pokládáme pravděpodobnost nereprezentativního vzorku. Způsob výběru účastníků, který je nepravděpodobnostní nebo zaměřený na specifická kritéria, může zásadním způsobem přispět k nesrovnatelnosti nebo nerovnováze mezi skupinami účastníků ve sledované studii. Pravděpodobnostní výběr by měl typicky zajistit náhodnost a reprezentativnost vzorku, avšak v případě nepravděpodobného výběru nebo důrazu na určité charakteristiky může dojít k výrazným rozdílům mezi skupinami, což může mít potenciál ovlivnit validitu a interpretaci výsledků celého výzkumu. Výsledky proto nemohou být zobecněny na celkovou zdravou dětskou populaci.

Na základě identifikovaných poznatků a omezení uvedených ve studii můžeme formulovat následující doporučení pro budoucí výzkum. Doporučujeme rozvážnější výběr

účastníků s důrazem na reprezentativnost a srovnatelnost skupin, přičemž preferování náhodného výběru může minimalizovat možné zkreslení výsledků způsobené nesouměřitelností mezi skupinami. Dále je vhodné zohlednit vliv vztahů mezi výzkumníkem a účastníky na výsledky intervence a provádět měření objektivními metodami s cílem posoudit, zda blízký vztah výzkumníka s určitou skupinou nemůže přinést neočekávané efekty. Doporučujeme také rozšířit analýzy o modely obsahující více proměnných, které zahrnují faktory jako věk, pohlaví a další sociodemografické charakteristiky, což by mohlo přispět k lepšímu porozumění, jak různé proměnné mohou ovlivnit výsledky. Dále je vhodné zvážit systematický výzkum motivace účastníků a provádět měření, která objektivně zhodnotí, jak vnější a vnitřní motivace mohou ovlivnit angažovanost a výkon během intervence. Rozšířením doby trvání intervence nebo častějším monitorováním by bylo možné detailněji zkoumat postupné změny v čichových schopnostech u dětí a také ověřit, zda tyto změny vyžadují delší období než 6 týdnů, nebo kratší a intenzivnější trénink s menším množstvím pachových vzorků. Při interpretaci výsledků je vhodné brát v úvahu širší kontext, zejména specifika alternativní školy a její vliv na motivaci žáků, což může přispět k hlubšímu porozumění výsledků. Uvedená doporučení by měla sloužit jako rámec pro následující výzkumy, aby bylo dosaženo validnější interpretace a obecnější aplikace výsledků na populaci.

## **Závěr**

Tato studie se zaměřovala na hodnocení vlivu čichového a chuťového tréninku na schopnost dětí identifikovat a rozlišovat pachy. Zjištění studie naznačují, že šest týdnů tréninku nemělo pozorovatelný efekt. Potenciální faktory, jako je neúplná srovnatelnost skupin a negativní vliv blízkého vztahu výzkumníka, mohou vysvětlit negativní výsledky. Zaznamenaná lepší výkonnost dívek oproti chlapcům poukazuje na možné genderové rozdíly. Omezení studie zdůrazňují nutnost dalšího výzkumu s větší reprezentativností a použitím objektivních měření. Celkově lze konstatovat, že očekávaný pozitivní vliv tréninku na čichové schopnosti u dětí není z dosavadních výsledků jednoznačný.

## Seznam literatury

- Ayabe-Kanamura, S., Schicker, I., Laska, M., Hudson, R., Distel, H., Kobayakawa, T., & Saito, S. (1998). Differences in perception of everyday odors: a Japanese-German cross-cultural study. *Chemical Senses*, 23(1), 31-38.
- Al Aïn, S., Poupon, D., Héту, S., Mercier, N., Steffener, J., & Frasnelli, J. (2019). Smell training improves olfactory function and alters brain structure. *Neuroimage*, 189, 45-54.
- Bachmanov, A. A., & Beauchamp, G. K. (2007). Taste receptor genes. *Annu. Rev. Nutr.*, 27, 389-414.
- Beauchamp, G. K., & Mennella, J. A. (2011). Flavor perception in human infants: development and functional significance. *Digestion*, 83(Suppl. 1), 1-6.
- Beylikliođlu, A.; Arslan, S. Effect of lavender oil on the anxiety of patients before breast surgery. *J. Perianesth. Nurs.* 2019, 34, 587–593.
- Boesveldt, S., & Parma, V. (2021). The importance of the olfactory system in human well-being, through nutrition and social behavior. *Cell and tissue research*, 383(1), 559-567.
- Bojanowski, V., Hummel, T., & Croy, I. (2013). Isolierte congenitale Anosmie–Klinische und alltägliche Aspekte eines Lebens ohne Geruchssinn. *Laryngo-rhino-otologie*, 92(01), 30-33.
- Boukroune, N., Wang, L., March, A., Walker, N., & Jacob, T. J. (2007). Repetitive olfactory exposure to the biologically significant steroid androstadienone causes a hedonic shift and gender dimorphic changes in olfactory-evoked potentials. *Neuropsychopharmacology*, 32(8), 1822-1829.
- Brämerson, A., Johansson, L., Ek, L., Nordin, S., & Bende, M. (2004). Prevalence of olfactory dysfunction: the Skövde population-based study. *The Laryngoscope*, 114(4), 733-737.
- Brand, G., & Millot, J. L. (2001). Sex differences in human olfaction: between evidence and enigma. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B*, 54(3b), 259-270.
- Bruce, V., Green, P. R., & Georgeson, M. A. (2003). *Visual perception: Physiology, psychology, & ecology*. Psychology Press.

- Cameron, E. L. (2018). Olfactory perception in children. *World journal of otorhinolaryngology-head and neck surgery*, 4(1), 57-66.
- Cain, W. S., & Johnson Jr, F. (1978). Lability of odor pleasantness: influence of mere exposure. *Perception*, 7(4), 459-465.
- Casey BJ, Tottenham N, Liston C, Durston S (2005) Imaging the developing brain: what have we learned about cognitive development? *Trends Cogn Sci* 9:104–110
- Cornell Kärnekull, S., Jönsson, F. U., Willander, J., Sikström, S., & Larsson, M. (2015). Long-term memory for odors: influences of familiarity and identification across 64 days. *Chemical Senses*, 40(4), 259-267.
- Croy, I., Buschhüter, D., Seo, H. S., Negoias, S., & Hummel, T. (2010). Individual significance of olfaction: development of a questionnaire. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 267, 67-71.
- Croy, I., Negoias, S., Novakova, L., Landis, B. N., & Hummel, T. (2012). Learning about the functions of the olfactory system from people without a sense of smell. *PloS one*, 7(3), e33365.
- Croy, I., Nordin, S., & Hummel, T. (2014). Olfactory disorders and quality of life—an updated review. *Chemical senses*, 39(3), 185-194.
- Cupchik, G., Phillips, K., & Truong, H. (2005). Sensitivity to the cognitive and affective qualities of odours. *Cognition & Emotion*, 19(1), 121-131.
- Dalton, P., Doolittle, N., & Breslin, P. A. S. (2002). Gender-specific induction of enhanced sensitivity to odors. *Nature Neuroscience*, 5(3), 199-200.
- Damm, M., Pikart, L. K., Reimann, H., Burkert, S., Göktas, Ö., Haxel, B., ... & Hüttenbrink, K. B. (2014). Olfactory training is helpful in postinfectious olfactory loss: a randomized, controlled, multicenter study. *The Laryngoscope*, 124(4), 826-831.
- Doty, R. L. (2015). Clinical disorders of olfaction. In R. L. Doty (Ed.), *Handbook of Olfaction and Gustation* (3 ed., pp. 375-401). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Doty, R. L. (2019). Psychophysical testing of smell and taste function. *Handbook of clinical neurology*, 164, 229-246.



Doty, R. L. (2009, February). The olfactory system and its disorders. In *Seminars in neurology* (Vol. 29, No. 01, pp. 074-081).

Doty, R. L., & Cameron, E. L. (2009). Sex differences and reproductive hormone influences on human odor perception. *Physiology & behavior*, 97(2), 213-228.

Doty, R. L., McKeown, D. A., Lee, W. W., & Shaman, P. (1995). A study of the test-retest reliability of ten olfactory tests. *Chemical senses*, 20(6), 645-656.

Doty, R. L., Shaman, P., & Dann, M. (1984). Development of the University of Pennsylvania Smell Identification Test: a standardized microencapsulated test of olfactory function. *Physiology & behavior*, 32(3), 489-502.

Doty, R. L., Shaman, P., Applebaum, S. L., Giberson, R., Siksorski, L., & Rosenberg, L. (1984). Smell identification ability: changes with age. *Science*, 226(4681), 1441-1443.

Doty, R. L., Snyder, P. J., Huggins, G. R., & Lowry, L. D. (1981). Endocrine, cardiovascular, and psychological correlates of olfactory sensitivity changes during the human menstrual cycle. *Journal of comparative and physiological psychology*, 95(1), 45.

Doucet, S., Soussignan, R., Sagot, P., & Schaal, B. (2012). An overlooked aspect of the human breast: areolar glands in relation with breastfeeding pattern, neonatal weight gain, and the dynamics of lactation. *Early human development*, 88(2), 119-128.

Dudova, I., Vodicka, J., Havlovicova, M., Sedlacek, Z., Urbanek, T., & Hrdlicka, M. (2011). Odor detection threshold, but not odor identification, is impaired in children with autism. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 20, 333-340.

Engen, T. (1991). *Odor sensation and memory*. Bloomsbury Publishing USA.

Erskine, S. E., & Philpott, C. M. (2020). An unmet need: Patients with smell and taste disorders. *Clinical Otolaryngology*, 45(2), 197-203.

Ferdenzi, C., Coureaud, G., Camos, V., & Schaal, B. (2008). Human awareness and uses of odor cues in everyday life: Results from a questionnaire study in children. *International journal of behavioral development*, 32(5), 422-431.

Ferdenzi, C., Roberts, S. C., Schirmer, A., Delplanque, S., Cekic, S., Porcherot, C., ... & Grandjean, D. (2013). Variability of affective responses to odors: culture, gender, and olfactory knowledge. *Chemical senses*, 38(2), 175-186.

Ferdenzi, C., Schaal, B., & Roberts, S. C. (2010). Family scents: developmental changes in the perception of kin body odor?. *Journal of Chemical Ecology*, 36, 847-854.

Ferdenzi, C., Schirmer, A., Roberts, S. C., Delplanque, S., Porcherot, C., Cayeux, I., ... & Grandjean, D. (2011). Affective dimensions of odor perception: a comparison between Swiss, British, and Singaporean populations. *Emotion*, 11(5), 1168.

Fleiner, F., Lau, L., & Göktas, Ö. (2012). Active olfactory training for the treatment of smelling disorders. *Ear, Nose & Throat Journal*, 91(5), 198-215.

Gidding, S. S., Dennison, B. A., Birch, L. L., Daniels, S. R., Gilman, M. W., Lichtenstein, A. H., ... & Van Horn, L. (2005). Dietary recommendations for children and adolescents: a guide for practitioners: consensus statement from the American Heart Association. *Circulation*, 112(13), 2061-2075.

Gordon, E. M., Laumann, T. O., Adeyemo, B., & Petersen, S. E. (2017). Individual variability of the system-level organization of the human brain. *Cerebral cortex*, 27(1), 386-399.

Gossrau, G., Zaranek, L., Klimova, A., Sabatowski, R., Koch, T., Richter, M., & Haehner, A. (2023). Olfactory training reduces pain sensitivity in children and adolescents with primary headaches. *Frontiers in Pain Research*, 4, 1091984.

Haehner, A., Tosch, C., Wolz, M., Klingelhofer, L., Fauser, M., Storch, A., ... & Hummel, T. (2013). Olfactory training in patients with Parkinson's disease. *PloS one*, 8(4), e61680.

Haxel, B. R., Bertz-Duffy, S., Fruth, K., Letzel, S., Mann, W. J., & Muttray, A. (2012). Comparison of subjective olfaction ratings in patients with and without olfactory disorders. *The Journal of Laryngology & Otology*, 126(7), 692-697.

Hedner, M., Larsson, M., Arnold, N., Zucco, G. M., & Hummel, T. (2010). Cognitive factors in odor detection, odor discrimination, and odor identification tasks. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 32(10), 1062-1067.

Herz, R. S. (2005). Odor-associative learning and emotion: effects on perception and behavior. *Chemical Senses*, 30(suppl\_1), i250-i251.

Herz, R. S. (2009). Aromatherapy facts and fictions: a scientific analysis of olfactory effects on mood, physiology and behavior. *International Journal of Neuroscience*, 119(2), 263-290.

Herz, R. S., & Engen, T. (1996). Odor memory: Review and analysis. *Psychonomic bulletin & review*, 3, 300-313.

- Hrdlicka, M., Vodicka, J., Havlovicova, M., Urbanek, T., Blatny, M., & Dudova, I. (2011). Brief report: significant differences in perceived odor pleasantness found in children with ASD. *Journal of autism and developmental disorders*, 41, 524-527.
- Huart, C., Rombaux, P., & Hummel, T. (2013). Plasticity of the human olfactory system: the olfactory bulb. *Molecules*, 18(9), 11586-11600.
- Hudson R. From molecule to mind: the role of experience in shaping olfactory function. *J Comp Physiol A Sensory, Neural, Behav Physiol*. 1999;185(4):297–304.
- Hummel, T., & Nordin, S. (2005). Olfactory disorders and their consequences for quality of life. *Acta oto-laryngologica*, 125(2).
- Hummel, T., Kobal, G., Gudziol, H., & Mackay-Sim, A. J. E. A. (2007). Normative data for the “Sniffin’Sticks” including tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds: an upgrade based on a group of more than 3,000 subjects. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 264, 237-243.
- Hummel, T., Sekinger, B., Wolf, S. R., Pauli, E., & Kobal, G. (1997). ‘Sniffin’sticks’: olfactory performance assessed by the combined testing of odor identification, odor discrimination and olfactory threshold. *Chemical senses*, 22(1), 39-52.
- Hummel, T., Smitka, M., Puschmann, S., Gerber, J. C., Schaal, B., & Buschhüter, D. (2011). Correlation between olfactory bulb volume and olfactory function in children and adolescents. *Experimental brain research*, 214, 285-291.
- Chao, Y. T., Woosch, D., Pieniak, M., & Hummel, T. (2022). Gender difference in ratings of odor intensity during olfactory training. *Journal of Sensory Studies*, 37(6), e12784.
- Chen, D., & Dalton, P. (2005). The effect of emotion and personality on olfactory perception. *Chemical Senses*, 30(4), 345-351.
- Chen, Y. N., Kostka, J. K., Bitzenhofer, S. H., & Hanganu-Opatz, I. L. (2023). Olfactory bulb activity shapes the development of entorhinal-hippocampal coupling and associated cognitive abilities. *Current Biology*, 33(20), 4353-4366.
- Jönsson, F. U., & Stevenson, R. J. (2014). Odor Knowledge, Odor Naming, and the “Tip-of-the-Nose” Experience. In A. S. Brown & B. L. Schwartz (Eds.), *Tip-of-the Tongue States and Related Phenomena* (pp. 305-326). Cambridge: Cambridge University Press.

- Kadohisa, M. (2013). Effects of odor on emotion, with implications. *Frontiers in systems neuroscience*, 7, 66.
- Keller, A., & Malaspina, D. (2013). Hidden consequences of olfactory dysfunction: a patient report series. *BMC Ear, Nose and Throat Disorders*, 13(1), 1-20.
- Kingdom, F. A. A., & Prins, N. (2016). Chapter 1 - Introduction and Aims. In F. A. A. Kingdom & N. Prins (Eds.), *Psychophysics (Second Edition)* (pp. 1-9). San Diego: Academic Press.
- Koelega, H. S., & Koster, E. P. (1974). Some experiments on sex differences in odor perception. *Annals of the New York Academy of Sciences*
- Landis, B. N., Konnerth, C. G., & Hummel, T. J. T. L. (2004). A study on the frequency of olfactory dysfunction. *The Laryngoscope*, 114(10), 1764-1769.
- Larsson, M., Hedner, M., & Olofsson, J. (2009). Differential age and sex effects in semantic recognition of odors and words. *Acta Psychologica Sinica*, 41(11), 1049-1053.
- Larsson, M., Lovden, M., & Nilsson, L.-G. (2003). Sex differences in recollective experience for olfactory and verbal information. *Acta Psychologica*, 112(1), 89-103
- Laska, M. (2017). Human and animal olfactory capabilities compared. *Springer handbook of odor*, 81-82.
- Lederman, S. A., Akabas, S. R., Moore, B. J., Bentley, M. E., Devaney, B., Gillman, M. W., ... & Wardle, J. (2004). Summary of the presentations at the conference on preventing childhood obesity, December 8, 2003. *Pediatrics*, 114(Supplement\_3), 1146-1173.
- Lipsitt, L. P., Engen, T., & Kaye, H. (1963). Developmental changes in the olfactory threshold of the neonate. *Child Development*, 371-376.
- Lohrer, E. C., Dworschak, A., Croy, I., Gellrich, J., Sabha, M., Parisato, L., & Schriever, V. A. (2022). Children's Personal Significance of Olfaction—the ChiPSO Questionnaire. *Chemosensory Perception*, 15(2), 154-164.
- Lötsch, J., Schaeffeler, E., Mittelbronn, M., Winter, S., Gudziol, V., Schwarzacher, S. W., ... & Ultsch, A. (2014). Functional genomics suggest neurogenesis in the adult human olfactory bulb. *Brain Structure and Function*, 219, 1991-2000.

Lundström, J. N., & Olsson, M. J. (2010). Functional neuronal processing of human body odors. *Vitamins & hormones*, 83, 1-23.

Lundström, J. N., Boyle, J. A., Zatorre, R. J., & Jones-Gotman, M. (2009). The neuronal substrates of human olfactory based kin recognition. *Human brain mapping*, 30(8), 2571-2580.

Lundström, J. N., Mathe, A., Schaal, B., Frasnelli, J., Nitzsche, K., Gerber, J., & Hummel, T. (2013). Maternal status regulates cortical responses to the body odor of newborns. *Frontiers in psychology*, 4, 597.

Magerova, H., Vyhnalek, M., Laczko, J., Bojar, M., & Hort, J. (2008). Smell perception testing in early diagnosis of neurodegenerative dementia. *Ceska a Slovenska Neurologie a Neurochirurgie*, 71(3), 298-302.

Mahmut, M. K., Pieniak, M., Resler, K., Schriever, V. A., Haehner, A., & Oleszkiewicz, A. (2021). Olfactory training in 8-year-olds increases odour identification ability: a preliminary study. *European Journal of Pediatrics*, 180, 2049-2053.

Mai, Y., Menzel, S., Cuevas, M., Haehner, A., & Hummel, T. (2022). Well-being in patients with olfactory dysfunction. *Physiology & Behavior*, 254, 113899.

Majid, A., Speed, L., Croijmans, I., & Arshamian, A. (2017). What makes a better smeller?. *Perception*, 46(3-4), 406-430.

Mantel, M., Ferdenzi, C., Roy, J. M., & Bensafi, M. (2019). Individual differences as a key factor to uncover the neural underpinnings of hedonic and social functions of human olfaction: current findings from PET and fMRI studies and future considerations. *Brain Topography*, 32, 977-986.

Martin, G. N., Apena, F., Chaudry, Z., Mulligan, Z., & Nixon, C. (2001). The Development of an Attitudes Towards the Sense of Smell Questionnaire (SoSQ) and a Comparison of Different Professions' Responses. *North American Journal of Psychology*, 3(3).

Martinec Nováková, L., Fialová, J., & Havlíček, J. (2018). Effects of diversity in olfactory environment on children's sense of smell. *Scientific Reports*, 8(1), 2937.

Martinec Nováková, L., Plotěná, D., Roberts, S. C., & Havlíček, J. (2015). Positive relationship between odor identification and affective responses of negatively valenced odors. *Frontiers in Psychology*, 6, 607.

- Martinec Nováková, L., & Vojtušová Mrzilková, R. (2016). Children's exposure to odors in everyday contexts predicts their odor awareness. *Chemosensory Perception*, 9, 56–68.
- McLean, K. (2020). Temporalities of the smellscape: Creative mapping as visual representation. *Modern approaches to the visualization of landscapes*, 217-245.
- Menashe, I., Man, O., Lancet, D., & Gilad, Y. (2003). Different noses for different people. *Nature genetics*, 34(2), 143-144.
- Mennella, J. A., Griffin, C. E., & Beauchamp, G. K. (2004). Flavor programming during infancy. *Pediatrics*, 113(4), 840-845.
- Miwa, T., Furukawa, M., Tsukatani, T., Costanzo, R. M., DiNardo, L. J., & Reiter, E. R. (2001). Impact of olfactory impairment on quality of life and disability. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 127(5), 497-503.
- Moncrieff, R. W. (1966). Odour preferences.
- Monnery-Patris, S., Rouby, C., Nicklaus, S., & Issanchou, S. (2009). Development of olfactory ability in children: sensitivity and identification. *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*, 51(3), 268-276.
- Mori, E., Petters, W., Schriever, V. A., Valder, C., & Hummel, T. (2015). Exposure to odours improves olfactory function in healthy children. *Rhinology*, 53(3), 221-226.
- Morquecho-Campos, P., Larsson, M., Boesveldt, S., & Olofsson, J. K. (2019). Achieving olfactory expertise: training for transfer in odor identification. *Chemical Senses*, 44(3), 197-203.
- Mullol, J., Alobid, I., Mariño-Sánchez, F., Quintó, L., de Haro, J., Bernal-Sprekelsen, M., ... & Marin, C. (2012). Furthering the understanding of olfaction, prevalence of loss of smell and risk factors: a population-based survey (OLFACAT study). *BMJ open*, 2(6).
- Murphy, C., Schubert, C. R., Cruickshanks, K. J., Klein, B. E., Klein, R., & Nondahl, D. M. (2002). Prevalence of olfactory impairment in older adults. *Jama*, 288(18), 2307-2312.
- Neuland, C., Bitter, T., Marschner, H., Gudziol, H., & Guntinas-Lichius, O. (2011). Health-related and specific olfaction-related quality of life in patients with chronic functional anosmia or severe hyposmia. *The Laryngoscope*, 121(4), 867-872.
- Nibbe, N., & Orth, U. R. (2017). Odor in marketing. *Springer handbook of odor*, 141-142.

- Nováková, L. M., Havlíček, J., & Roberts, S. C. (2014). Olfactory processing and odor specificity: a meta-analysis of menstrual cycle variation in olfactory sensitivity. *Anthropological review*, 77(3), 331-345.
- Novakova, L. M., Stepankova, H., Vodicka, J., & Havlicek, J. (2015). Contribution of Olfactory Tests to Diagnosis of Neurodegenerative Diseases. *CESKA A SLOVENSKA NEUROLOGIE A NEUROCHIRURGIE*, 78(5), 517-525.
- Nováková, L., Varella Valentova, J., & Havlíček, J. (2014). Engagement in olfaction-related activities is associated with the ability of odor identification and odor awareness. *Chemosensory Perception*, 7, 56-67.
- Olofsson, J. K., Ekström, I., Lindström, J., Syrjänen, E., Stigsdotter-Neely, A., Nyberg, L., ... & Larsson, M. (2020). Smell-based memory training: Evidence of olfactory learning and transfer to the visual domain. *Chemical Senses*, 45(7), 593-600.
- Pekala, K., Chandra, R. K., & Turner, J. H. (2016, March). Efficacy of olfactory training in patients with olfactory loss: a systematic review and meta-analysis. In *International forum of allergy & rhinology* (Vol. 6, No. 3, pp. 299-307).
- Pinto, J. M. (2011). Olfaction. *Proceedings of the American Thoracic Society*, 8(1), 46-52.
- Platek, S. M., Burch, R. L., & Gallup Jr, G. G. (2001). Sex differences in olfactory self-recognition. *Physiology & behavior*, 73(4), 635-640.
- Porteous, J. D. (1985). Smellscape. *Progress in Physical Geography*, 9(3), 356-378.
- Poupon, D., Fernandez, P., Archambault Boisvert, S., Migneault-Bouchard, C., & Frasnelli, J. (2018). Can the identification of odorants within a mixture be trained?. *Chemical Senses*, 43(9), 721-726.
- Prescott, J. (2012). Chemosensory learning and flavour: Perception, preference and intake. *Physiology & Behavior*, 107(4), 553-559.
- Prins, N. (2016). *Psychophysics: a practical introduction*. Academic Press.
- Read, J. C. (2015). The place of human psychophysics in modern neuroscience. *Neuroscience*, 296, 116-129.

- Resnicow, K., Davis-Hearn, M., Smith, M., Baranowski, T., Lin, L. S., Baranowski, J., ... & Wang, D. T. (1997). Social-cognitive predictors of fruit and vegetable intake in children. *Health psychology, 16*(3), 272.
- Saw, C., Friesen, N. D., & Bartley, A. (2022). An Extremely Rare Cause of Isolated Congenital Anosmia. *Case Reports in Otolaryngology*, 2022.
- Saxton, T. K., Martinec Nováková, L., Jash, R., Šandová, A., Plotěná, D., & Havlíček, J. (2014). Sex differences in olfactory behavior in Namibian and Czech children. *Chemosensory Perception, 7*, 117-125.
- Shipley, M., & Reyes, P. (1991). Anatomy of the human olfactory bulb and central olfactory pathways. In *The human sense of smell* (pp. 29-60). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schaal B (1988) Olfaction in infants and children: developmental and functional perspectives. *Chem Senses 13*:145–190.
- Schriever, V. A., Agosin, E., Altundag, A., Avni, H., Van, H. C., Cornejo, C., ... & Hummel, T. (2018). Development of an international odor identification test for children: the universal sniff test. *The Journal of pediatrics, 198*, 265-272.
- Schriever, V. A., Gellrich, J., von der Hagen, M., & Hummel, T. (2018). Acquired olfactory dysfunction in children and adolescents: a systematic review of the literature. *Chemical senses, 43*(8), 571-581.
- Schriever, V. A., Lehmann, S., Prange, J., & Hummel, T. (2014). Preventing olfactory deterioration: olfactory training may be of help in older people.
- Schwartz, B. M, Wilson, J. H., & Goff, D. M. (2019). *An easy guide to research designs and SPSS*. London, England, United Kingdom: SAGE Publications.
- Smeets, M. A., Schifferstein, H. N., Boelema, S. R., & Lensvelt-Mulders, G. (2008). The Odor Awareness Scale: A new scale for measuring positive and negative odor awareness. *Chemical senses, 33*(8), 725-734.
- Sorokowska, A., Drechsler, E., Karwowski, M., & Hummel, T. (2017). Effects of olfactory training: a meta-analysis. *Rhinology, 55*(1), 17-26.



- Sorokowska, A., Negoias, S., Härtwig, S., Gerber, J., Iannilli, E., Warr, J., & Hummel, T. (2016). Differences in the central-nervous processing of olfactory stimuli according to their hedonic and arousal characteristics. *Neuroscience*, 324, 62-68.
- Sorokowska, A., Schriever, V. A., Gudziol, V., Hummel, C., Hähner, A., Iannilli, E., ... & Hummel, T. (2015). Changes of olfactory abilities in relation to age: odor identification in more than 1400 people aged 4 to 80 years. *European archives of oto-rhino-laryngology*, 272, 1937-1944.
- Sorokowska, A., Sorokowski, P., & Frackowiak, T. (2015). Determinants of human olfactory performance: a cross-cultural study. *Science of the Total Environment*, 506, 196-200.
- Sorokowska, A., Sorokowski, P., Hummel, T., & Huanca, T. (2013). Olfaction and environment: Tsimane' of Bolivian rainforest have lower threshold of odor detection than industrialized German people. *PloS one*, 8(7), e69203.
- Sorokowski, P., Karwowski, M., Misiak, M., Marczak, M. K., Dziekan, M., Hummel, T., & Sorokowska, A. (2019). Sex differences in human olfaction: a meta-analysis. *Frontiers in psychology*, 10, 242.
- Spence, C. (2010). The multisensory perception of flavour. *Psychologist*, 23(9), 720-723.
- Stevenson, R. J. (2010). An initial evaluation of the functions of human olfaction. *Chemical senses*, 35(1), 3-20.
- Stevenson, R. J., Mahmut, M., & Sundqvist, N. (2007). Age-related changes in odor discrimination. *Developmental Psychology*, 43(1), 253.
- Su, B., Bleier, B., Wei, Y., & Wu, D. (2021). Clinical implications of psychophysical olfactory testing: assessment, diagnosis, and treatment outcome. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 646956.
- Tafalla, M. (2013). A world without the olfactory dimension. *The Anatomical Record*, 296(9), 1287-1296.
- Temmel, A. F., Quint, C., Schickinger-Fischer, B., Klimek, L., Stoller, E., & Hummel, T. (2002). Characteristics of olfactory disorders in relation to major causes of olfactory loss. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 128(6), 635-641.

- Tempere, S., Cuzange, E., Malak, J., Bougeant, J. C., De Revel, G., & Sicard, G. (2011). The training level of experts influences their detection thresholds for key wine compounds. *Chemosensory perception*, 4, 99-115.
- Thangaleela, S., Sivamaruthi, B. S., Kesika, P., Bharathi, M., Kunaviktikul, W., Klunklin, A., & Chaiyasut, C. (2022). Essential oils, phytoncides, aromachology, and aromatherapy—a review. *Applied Sciences*, 12(9), 4495.
- Tolaas, S. (2010). *The City from the perspective of the nose. Ecological urbanism*. Baden: Lars Müller Publishers.
- Toulouse, E., & Vaschide, N. (1899). Mesure de l'odorat chez les enfants. *CR Soc Biol*, 51, 487-489.
- Vance, D. E., Del Bene, V. A., Kamath, V., Frank, J. S., Billings, R., Cho, D. Y., ... & Fazeli, P. L. (2023). Does Olfactory Training Improve Brain Function and Cognition? A Systematic Review. *Neuropsychology Review*, 1-37.
- Vennemann, M. M., Hummel, T., & Berger, K. (2008). The association between smoking and smell and taste impairment in the general population. *Journal of neurology*, 255, 1121-1126.
- Ventura, A. K., & Worobey, J. (2013). Early influences on the development of food preferences. *Current biology*, 23(9), R401-R408.
- Verbeurgt, C., Wilkin, F., Tarabichi, M., Gregoire, F., Dumont, J. E., and Chatelain, P. (2014). Profiling of olfactory receptor gene expression in whole human olfactory mucosa. *PLoS ONE* 9, e96333. doi: 10.1371/journal.pone.0096333.
- Vodicka, J., Pellant, A., & Chrobok, V. (2007). Screening of olfactory function using odourized markers. *Rhinology*, 45(2), 164.
- Vodička, J., Menšíková, A., Balatková, Z., Shejbalová, H., Racková, R., Matoušek, P., ... & Chrobok, V. (2011). Fyziologické hodnoty čichových testů v české populaci. *Otorhinolaryngology & Phoniatics/Otorinolaryngologie a Foniatrie*, 60(3).
- Xiao, J., Tait, M., & Kang, J. (2018). A perceptual model of smellscape pleasantness. *Cities*, 76, 105-115.

