

**Univerzita Karlova**  
**Přírodovědecká fakulta**  
Katedra zoologie

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie



**Marie Štěpánková**

**Vokální projevy u preverbálních dětí**

Vocal expressions in preverbal children

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. Mgr. Jan Havlíček, Ph.D.

Konzultantka: doc. Mgr. Jitka Lindová, Ph.D.

Praha, 2022

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně s uvedením všech použitých informačních zdrojů a literatury. Zároveň tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného akademického titulu.

V Praze, 2022

Marie Štěpánková

.....

## Poděkování

Ráda bych poděkovala svému školiteli doc. Mgr. Janu Havlíčkovi, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, cenné rady a trpělivost. Dále bych také ráda poděkovala své konzultantce doc. Mgr. Jitce Lindové, Ph.D. za finální kontrolu. A v neposlední řadě děkuji i své rodině za podporu a kamarádům za vzájemnou motivaci.

## **Abstrakt**

Hlavním akustickým komunikačním kanálem je u člověka řeč. Nicméně lidé vykazují i celou řadu neřečových vokálních projevů. Vokální projevy obsahují několik parametrů, které lze měřit a parametrů, které lze vnímat. Vokalizaci lze dělit na pozitivní a negativní, lze tak předpokládat podle kontextů, ve kterých se vyskytují. Na základě toho lze předpokládat jejich možnou komunikační funkci. Vokální projevy jsou pro komunikaci s okolím významné především u preverbálních dětí, tj. od narození do cca 1 roku života. Mezi vokální projevy patří například pláč, smích, mručení nebo žvatlání. Některé vokalizace mohou přispívat k řečovému rozvoji.

**Klíčová slova:** vokální projevy, preverbální děti, akustická komunikace, řeč, člověk

## **Abstract**

The main acoustic communication channel in humans is speech. However, people also exhibit a number of non-speech vocal manifestations. Vocal manifestations contain several parameters that can be measured and parameters that can be perceived. Vocalization can be divided into positive and negative, so it can be assumed according to the contexts in which they occur. Based on this, their possible communication function can be assumed. Vocal expressions are important for communication with the environment especially in preverbal children, i.e. from birth to about 1 year of life. Vocal manifestations include, for example, crying, laughing, grumbling or babbling. Some vocalizations can contribute to speech development.

**Key words:** vocal display, preverbal children, acoustic communication, speech, humans

## Obsah

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Úvod.....   | 1  |
| 2     | Preverbální děti .....                              | 2  |
| 2.1   | Anatomie vokálního ústrojí preverbálních dětí ..... | 2  |
| 2.2   | Anatomie sluchového ústrojí preverbálních dětí..... | 3  |
| 3     | Vokální projevy.....                                | 5  |
| 3.1   | Metodika měření vokálních projevů.....              | 8  |
| 3.2   | Pláč .....  | 11 |
| 3.2.1 | Porodní pláč.....                                   | 14 |
| 3.2.2 | Hladový pláč .....                                  | 15 |
| 3.2.3 | Pláč z frustrace .....                              | 16 |
| 3.2.4 | Bolestný pláč.....                                  | 17 |
| 3.3   | Mručení.....  | 18 |
| 3.4   | Žvatlání.....                                       | 20 |
| 3.5   | Smích.....  | 22 |
| 4     | Reakce rodičů.....                                  | 25 |
| 4.1   | Reakce na negativní projev.....                     | 26 |
| 4.1.1 | Utěšovací metody .....                              | 27 |
| 4.2   | Reakce na pozitivní projev .....                    | 27 |
| 4.3   | Srovnání rodičů a bezdětných.....                   | 27 |
| 4.4   | Srovnání žen a mužů.....                            | 28 |
| 5     | Vývoj řeči a komunikace.....                        | 29 |
| 6     | Závěr.....  | 31 |
| 7     | Přehled použité literatury .....                    | 33 |

# 1 Úvod

Vokalizace neboli akustické projevy tvoří jednu z hlavních složek komunikace. Pomocí vokalizace lze komunikovat na poměrně dalekou vzdálenost, její šíření je rychlé a prakticky neomezené překážkami. Mezi nevýhody akustické komunikace patří především vysoký výdej energie. Podle intenzity a vzorce projevu lze předpokládat motivaci a možnou komunikační funkci (Veselovský, 2005). Podle Charlese Darwina byly vokální projevy v evoluci nejdříve zbytečné a zcela náhodné. Dle Darwinovy studie šlo jen o náhodné stahování svalů. Funkce, jako právě komunikace, vznikly až sekundárně. U zvířat se schopnost vokálně projevovat odlišuje u každého druhu. Některá zvířata vykazují pouze základní projevy, které jsou reakce na negativní podněty a pocit stresu. Jiná zvířata, jako jsou například primáti, dokážou přidat i mimiku a projevovat se i na základě pozitivních emocí (Darwin 1872/1965, p. 83, podle Scherer, 1982).

Tato bakalářská práce se zabývá vokalizací u preverbálních dětí, u kterých je vokální komunikace velmi důležitá. V první kapitole jsou stručně definovány preverbální děti a je zde popsáno jejich vokální a sluchové ústrojí. Hlavní část práce se soustředí na popis jednotlivých vokálních projevů, které preverbální děti vykazují. Jako tyto projevy byly v této bakalářské práci popsány pláč, smích, mručení a žvatlání. U každého vokálního projevu je popsána jeho obecná charakteristika, ontogeneze, kontexty, ve kterých se dané projevy obvykle vyskytují a jejich možná komunikační funkce. Zde jsou představeny studie, které se vokálními projevy zabývají. Některé jsou již poměrně staré, ale pro dané téma stěžejní. Hlavní část bakalářské práce také obsahuje obecné informace o fyzikálních vlastnostech měřených parametrů, které lze u vokálních projevů zaznamenávat. V práci jsou zaznamenány i konkrétní výsledky studií, pro lepší představu charakteristických vlastností jednotlivých vokálních projevů a jejich porovnání. V dalších částech se bakalářská práce věnuje reakcím rodičů a dospělých, které jsou velmi rozsáhlé, a proto se práce zabývá jen reakcemi na vokální podněty. V poslední kapitole je pozornost dána vzniku a vývoji řeči a komunikace, na kterém se více či méně vokální projevy podílejí.

Cílem této práce je vypracování ucelené kritické literární rešerše, která se týká vokálních projevů u preverbálních dětí, pomocí dostupných studií.

## 2 Preverbální děti

Cílem této kapitoly je stručně popsat fáze vývoje charakterizace novorozenců a kojenců, kteří jsou zařazováni mezi preverbální děti a rozdíly v anatomii vokálního traktu. Preverbální děti nemají schopnost mluvit lidskou řečí, řečové schopnosti se rozvíjejí postupně a jsou zde rozlišována jejich určitá kritéria. Mezi hlavní kritéria patří nejen schopnost navazovat jednotlivé hlásky a tvořit slova. Přesto však novorozenci i kojenci vykazují mnoho pozorovatelných vokálních projevů. Ačkoli je období, kdy dítě začne mluvit, značně individuální, můžeme za preverbální období považovat dobu od narození po jeden rok života.

Období od okamžiku narození po ukončený postnatální 28. den je označováno jako novorozenecké období, nebo také jako šestinedělí (Blahova *et al.*, 2019). Pokud se nejedná o předčasný porod, obvykle se děti rodí mezi 38. týdnem a 42. týdnem těhotenství. Porodní váha se pohybuje mezi 2 500 - 3500 gramy.

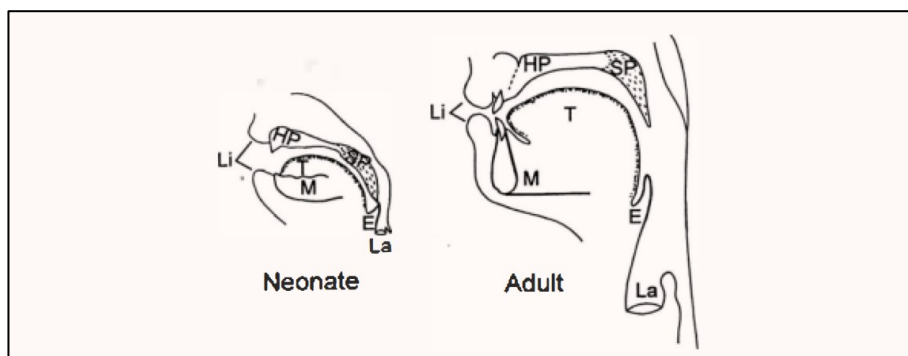
Od druhého měsíce do jednoho roku života jsou děti považované za kojence. Na začátku kojeneckého období začíná dítě navazovat oční kontakt, který je velmi důležitý pro budování pouta s pečující osobou. Kojenec také umí rozpoznat tvář matky nebo blízkých osob (Hoehl *et al.*, 2014). Dítěti se plně vyvine zrak a jsou schopné akomodace i na větší vzdálenost (Mercer *et al.*, 2014). Začíná si také uvědomovat své části těla jako jsou ruce, nohy nebo prsty. Reaguje na zvuk, více na vyšší tóny, s tím souvisí také fakt, že matčin a obecně hlas žen má vyšší frekvenci, než hlas mužů (Corbeil *et al.*, 2013). Svě okolí prozkoumává pomocí hmatu, chuti, čichu a zraku. Kojenec prochází největším vývojem za celý život, a to jak somatickým a neuropsychickým, tak i motorickým a dochází k vývoji kognitivních schopností.

### 2.1 Anatomie vokálního ústrojí preverbálních dětí

Novorozenecký hrtan je umístěn blíže spodně lebeční. Měkké patro a hrtanová přiklopka fungují jako dvojitá uzávěrka a dochází tak k regulaci proudění vzduchu z nosu do plic. Díky vysokému položení hrtanu je dítě schopno uzavírat a otevírat vokální trakt, to vede k odlišnostem ve tvoření vokalizace. Novorozenci dýchají pouze nosem, proto je také u nich pozorován nosní pláč, protože novorozenci nejsou schopni dýchat ústy (Lichuan *et al.*, 2013).

Funkčnost vokálního ústrojí závisí na správném proudění vzduchu během dýchání. Proud vzduchu v pravidelných intervalech naráží na stěny vokálního traktu a tvoří tak vibrace, které následně utvářejí zvukové vlny (Scherer, 1982).

Na rozdíl od vokálního ústrojí dospělého jedince se vokální ústrojí novorozenců odlišuje v řadě aspektů (obr. 1). Hlavní částí vokálního ústrojí, kterou se odlišují preverbální děti od dospělých, jsou hlasivky. Dětské hlasivky jsou tvořené *laminou propria* – vrstvou ze slizničního kolagenního vaziva, která je velmi měkká a nezpevněná. Nejdříve je tato vrstva jednotná a až později se na ní vytvářejí vrstvy, které usnadňují rezonanci a tím pádem později i mluvení, protože přispívá k tvorbě jednotlivých hlásek (Sato *et al.*, 2015).

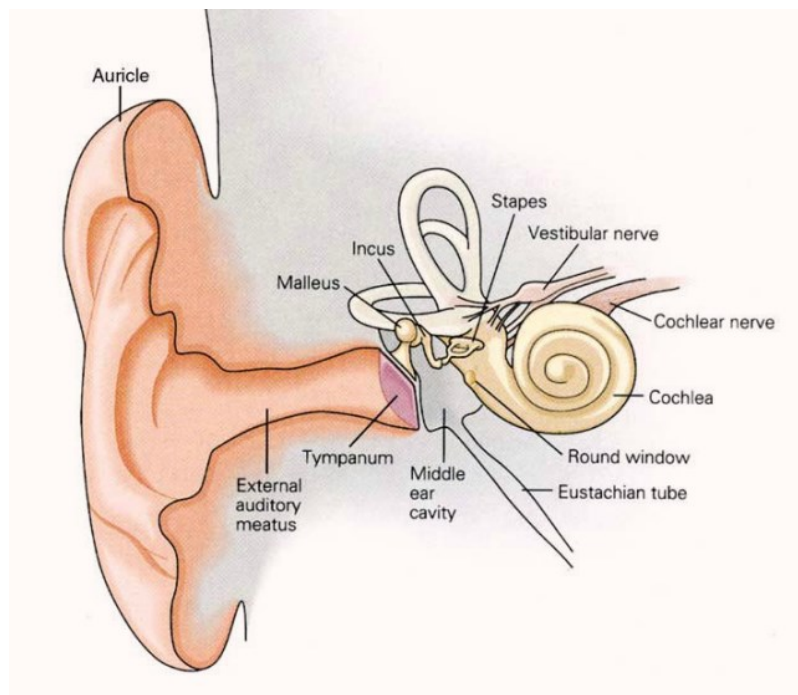


**Obr. 1:** Srovnání vokálního ústrojí novorozence (vlevo) a dospělého jedince (vpravo); Li- rty, T- jazyk, SP- měkké patro, HP- tvrdé patro, E- epiglottis, La- hrtan (podle Lederman *et. al.*, 2002).

## 2.2 Anatomie sluchového ústrojí preverbálních dětí

Sluchové ústrojí (obr. 2) se vyvíjí mezi 20. a 25. týdnem těhotenství. Za nejdůležitější části sluchového aparátu lze považovat střední ucho a sluchové centrum v mozku, které se nachází ve spánkovém laloku. Střední ucho je složeno z bubínkové dutiny, sluchových kůstek (kladívko, kovádlínka, třmínek) a Eustachovy trubice. Jednotlivé části sluchového ústrojí jsou tvořeny postupně v jiných fázích těhotenství. Ve 12. týdnu těhotenství dochází propojení hlemýžďe s mozkovou kůrou pomocí vláskových buněk. V 15. týdnu těhotenství by již měl být plně vyvinut hlemýžď. Sluchové ústrojí podporuje vývoj řeči, ale je zapotřebí zkušenost s hlasem a řečí. Pro tento vývoj je důležité především období ve 28 – 30 týdnech těhotenství (Novak *et al.*, 1989; Graven *et al.*, 2008).

Sluchový nerv a neurony ve spánkovém laloku jsou uzpůsobeny pro příjem vokálních projevů, mezi které lze řadit hodnotu frekvence a intenzitu. Zdravý člověk slyší průměrně mezi 16 Hz – 200 kHz. Nedonošené děti nedokáží rozeznat vyšší intenzitu než 60 dB (Graven *et al.*, 2008). Aby došlo k reakci sluchového ústrojí, musí nastat určitý stimulační podnět, například řeč, vokální či verbální projevy. Schopnost vnímání zvuku umožňuje preverbálním dětem zpracovat charakteristické prvky lidské řeči, což vede k efektivnímu osvojení jazyka (Musacchia *et al.*, 2015).



**Obr. 2:** Anatomie sluchového aparátu – boltec (*auricle*), vnější zvukovod (*EAM*), bubínek (*tympanum*), kladívko (*malleus*), kovádlínka (*incus*), třmínek (*stapes*), hlemýžď (*cochlea*), Eustachova trubice (*Eustachian tube*), kochleární nerv (*cochlear nerve*), vestibulární nerv (*podle Graven et al.*, 2008)

### 3 Vokální projevy

Vokální projevy se objevují i u preverbálních dětí. V průběhu prvních 18 měsíců života produkují děti vokální projevy, jejichž rozmanitost v tomto období postupně narůstá. Vyjadřování pomocí vokálních projevů se odvíjí od věku dítěte. V různých věkových fázích lze nacházet jiné vokální projevy. Postupem času, jak se dítě vyvíjí, se zároveň vyvíjí a rozšiřuje i jeho repertoár (Scheiner *et al.*, 2002). Mezi tyto projevy bývají řazeny zvuky, které jsou produkovány pomocí otevřeného vokálního ústrojí či stažením laryngeálního artikulátoru. Vokalizaci lze dále dělit na reflexivní a vědomou (McCune *et al.*, 2020; McCune *et al.*, 1996). V prvních pár týdnech života dochází k reflexivní vokalizaci, která je pravděpodobně vázána na regulaci homeostázy, kdy se tělo novorozence snaží udržet stálost vnitřního prostředí organismu (Lichuan *et. al.*, 2013).

Vokalizace je také velmi bohatá a souvisí s různými kontexty (Keller *et al.*, 1987). Některé typy vokalizací jsou doplňovány o ukazování na určitý předmět, nebo gestikulací, především pokud se matka nedívá nebo nereaguje hned (Wu *et al.*, 2014). Vokální projevy nejsou izolované, ale jsou součástí celého behaviorálního repertoáru dítěte, může je tedy provázet behaviorální projev, kterým může být například kopání nebo přisuzování významu projevu například vztekání se. Také je může provázet obličejová mimika (Clark *et al.*, 1994). Z reakce dospělých a okolí, ale také z kontextů, ve kterých se objevují, můžeme odhadovat jejich možnou funkci (Scheiner *et al.*, 2002)

Někteří autoři, například Oller (2000), Stark (1980) a Schreiner (*et al.*, 2002), se shodují, že existuje pět základních preverbálních fází v dětském vokálním projevu. První fáze trvá od narození do šesti týdnů. V této fázi novorozenci nevyužívají celý svůj potenciál. Nevyužívají své celé vokální ústrojí a není ani příliš patrný rozdíl mezi otevřeným a zavřeným vokálním traktem (viz kap. 1.1 Anatomie vokálního ústrojí preverbálních dětí). Objevují se vokalizace, které značí nespokojenost, úzkost a diskomfort. Pro novorozence je typický pláč, u kterého nelze s přesností identifikovat o jaký typ pláče se jedná, a vegetativní zvuky, které nemají zpravidla žádný význam. Mezi vegetativní zvuky lze zařazovat například funění nebo chrčení, jedná se pouze o doprovodné zvuky. Druhá fáze nastává ve dvou až třech měsících. Zde se vokalizace rozšiřuje o řadu modulací. Objevují se první náznaky úsměvu a smíchu. Většinou bývají reakcí na interakci s dospělým, či starším sourozencem. Ve třetí fázi, která je mezi čtvrtým a šestým měsícem se repertoár značně rozšiřuje. Dítě se začíná smát, pištět, bručet, křičet a vydávat první samohlásky. V rámci objevování kojenecké kombinuje jemu známé vokální

projevy. Čtvrtá fáze nastává v sedmi měsících a trvá do deseti měsíců. Dítě dokáže vyslovit slabiky a kombinovat je. Objevuje se žvatlání, které je zpravidla kanonické – dítě skládá slabiky za sebe (např. „mamama“). Slabiky se skládají nejen ze samohlásek, ale i ze souhlásek. Pátá fáze trvá od jedenácti do čtrnácti měsíců. Hlavním vokálním projevem v této fázi je žvatlání, které nejvíce přispívá k rozvoji řeči. Slabiky nejsou již pouze kanonické a dítě je schopno kombinovat různé souhlásky i samohlásky. V patnáctém měsíci obvykle začíná šestá fáze, kdy dítě dokáže tvořit jednotlivá slova. Neřadí se však už do preverbálního období dítěte (Stark, 1980; Oller, 2000; Scheiner *et al.*, 2002). Jednotlivé fáze přicházejí v daném pořadí, jednotlivé projevy se však prolínají a není přesně dané, kdy se který vokální projev objeví (Stark, 1980).

Podle Kellera se vokalizace může dělit na čtyři typy podle afektivního projevu. Jedná se o vokalizaci fyziologickou, negativní, pozitivní a vokalizaci, která doprovází úsilí (Keller *et al.*, 1987). Podle některých autorů patří zvuky fyziologické vokalizace mezi vedlejší produkty adaptivních systémů, například respirace. Mezi takové zvuky lze řadit hluboké dýchání při úleku, zvuky sevření hrdla, vegetativní zvuky a další (Scherer, 1982 viz YoungA DeCarie, 1977). U negativní vokalizace dochází často k zastavení nebo zpomalení dechu, bývá prováděna řadou rytmických zvuků, které vznikají hluboko v hrdle a jsou velmi hlasité s vysokou frekvencí. Jsou sem řazeny nepříjemné zvuky, pláč, kňourání, fňukání nebo rozčilování. Mezi pozitivní vokalizace patří smích, kanonizace zvuků (opakování stejného zvuku za sebou), žvatlání nebo vrkání. Často obsahují hlásku „a“ nebo jiné samohlásky. Tvoří se při výdechu, většinou jsou produkovány v nízké až střední intenzitě. K vokalizaci doprovázející úsilí často dochází v kombinaci s pohybem nebo snahou o další činnost. Běžně obsahují souhlásky (např. „h“). V jedné longitudinální studii z Německa bylo pozorováno celkem 20 dětí (10 dívek, 10 chlapců) po dobu prvních šesti let. Všechny děti byly zdravé, bez známek neurologických abnormalit, které mohou ovlivnit vývoj vokálních projevů. V části studie, týkající se preverbálního vývoje, byly děti pozorovány ve věku 2, 6, 10 a 14 týdnů. Rodiče pak na dvě videokamery zaznamenali běžnou rutinu po nakrmení a přebalení po dobu průměrně 5 minut. Jedna z kamer snímala přímou interakci rodič – dítě, druhá byla připevněna dítěti na horní část trupu, což umožnilo přesný záznam pohybu očí a směr pohledu. Celkem bylo zaznamenáno 22 různých vokalizací, které byly následně ještě rozděleny do čtyř výše uvedených typů, podle afektivního projevu. Změna v průběhu věku novorozenců byla zaznamenána následovně: fyziologická vokalizace postupem věku pomalu mizela, ze 30 % ve 2 týdnech klesla na 9 % v 6 týdnech a následně ještě klesla na 1 % ve 14 týdnech; negativní vokalizace poměrně klesla ze 43 % ve 2 týdnech na 24 % ve 14 týdnech; pozitivní vokalizace výsoce vzrostla ze 3 % ve 2

týdnech na 35 % ve 14 týdnech a vokalizace doprovázející úsilí velmi vzrostla z původních 24 % ve 2 týdnech na 48 % v 6 týdnech, poté ve 14 týdnech lehce klesla na 40 (Keller *et al.*, 1987).

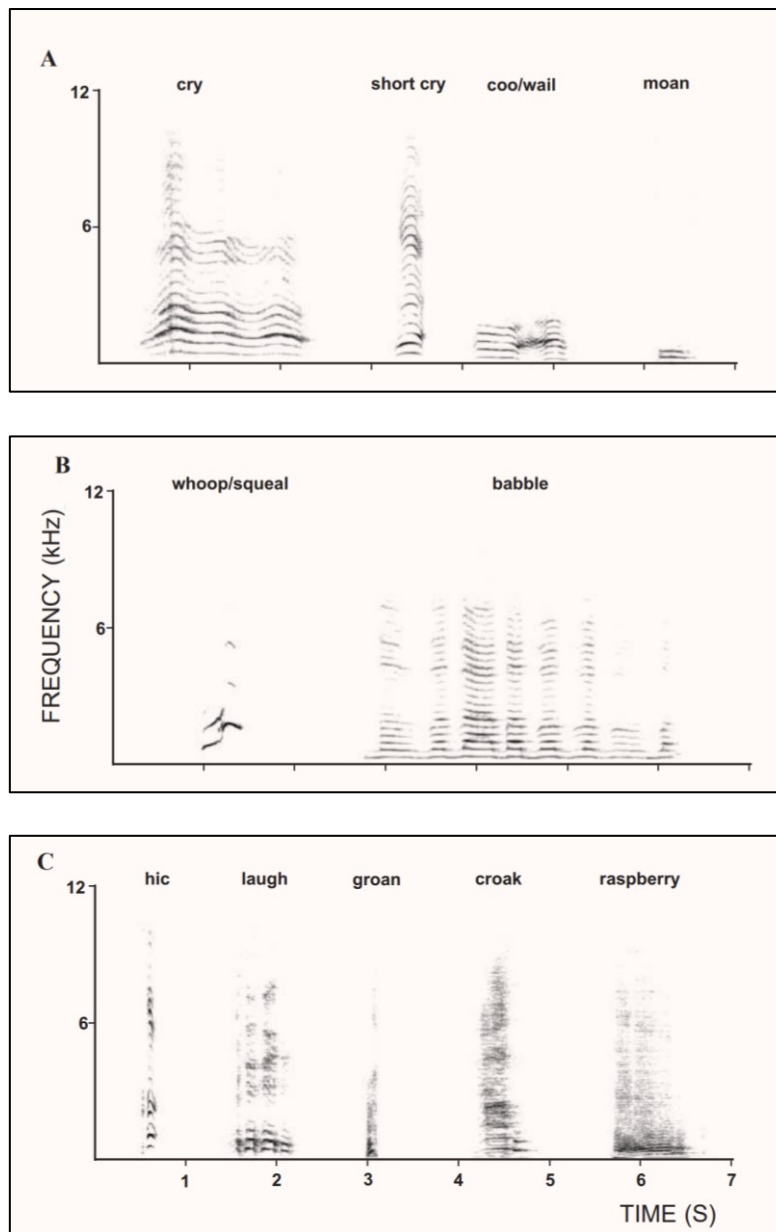
Oller (2000) uvádí, že existuje infrafonologický kódovací systém, který slouží k rozřazení typů vokalizace podle určitých parametrů, které kojeneček vykazuje během prvního roku života. Podle nich bývají hlasové projevy zařazovány do kategorií podle jejich akustických vlastností. Dětskou tvorbu samohlásek lze rozdělit na dva typy, rozdělení spočívá ve kvalitě projevu. První typ nastává, pokud vydaná samohláska plně rezonuje. Vychází z hlasivek, kde se tvoří zvuk normálně a dochází tak k běžné fonaci. Při druhém typu vzniká kvazi samohláska antirezonancí vycházející z nosní dutiny. Bylo pozorováno 13 dětí ve věku 4 – 24 týdnů. Sledována byla kvalita vokálních projevů a na tomto základě byla vokalizace rozdělena do 4 kategorií: jednoduchá a složitá, která je podobná řeči a jednoduchá a složitá neřečová vokalizace. Slabikové zvuky trvaly déle. Komplexní vokalizace se vyskytovaly nejméně často (Hsu *et al.*, 2000). Jsou rozeznávány dvě hlavní kategorie slabik. Jedná se o kvazi rezonanční samohlásky (nasální vokalizace), při kterých je minimální podpora dechu a plně rezonanční slabiky při plně otevřeném traktu, stejně jako v předchozí studii Hsu. Zde jsou však uvedeny navíc okrajové slabiky, které jsou považovány za pomalé sekvence artikulace a samohlásky, které obsahují dlouhé přechody (> 200 ms). Většina zdravých dětí v preverbálním věku dokáže produkovat všechny infrafonologické typy vokalizace (Oller, 2000).

Pomocí percepční analýzy byly zkoumány změny ve vývoji dětské vokalizaci, během prvních šesti měsíců jejich života. Děti nebyly vystaveny žádnému stresujícímu podnětu. Sledovány byly kvantitativní prvky, mezi které patří doba trvání a rychlost vokalizace. Sledováno bylo, jak se mění v závislosti na kvalitě projevu, melodii a interakci s matkou. Předpokladem byla nejen vývojová změna doby trvání a rychlosti, ale i kvalita projevu (Hsu *et al.*, 2000). Ve studii z roku 2002 bylo sestaveno jedenáct variant repertoáru. Experimentu se účastnilo 7 zdravých dětí, které byly nahrávány několikrát během prvního roku života. Byly stanoveny multiparametrické limity pro každý z projevů a následně byly podle nich přiřazovány ke konkrétním typům projevů podle jejich frekvenčních a časových charakteristik. Mezi rozlišovanými variantami byl pláč, krátký výkřik, kvílení, naříkání, sténání, ječení, žvatlání, mručení, smích aj. Některé vokalizace obsahovaly podtóny, například kvílení, sténání, pláč, krátký křik a žvatlání. Pláč byl ještě rozdělen na dvě skupiny podle doby trvání, pláč trval v průměru 1191 ms a krátký pláč trval v průběhu 380 ms. Sténání v průměru trvalo 212 ms, kvílení 391 ms, křik 585 ms a křik 1151 ms. Žvatlání lze rozpoznat od ostatních vokalizací především díky rytmické struktuře a složení alespoň z jedné souhlásky a jedné samohlásky.

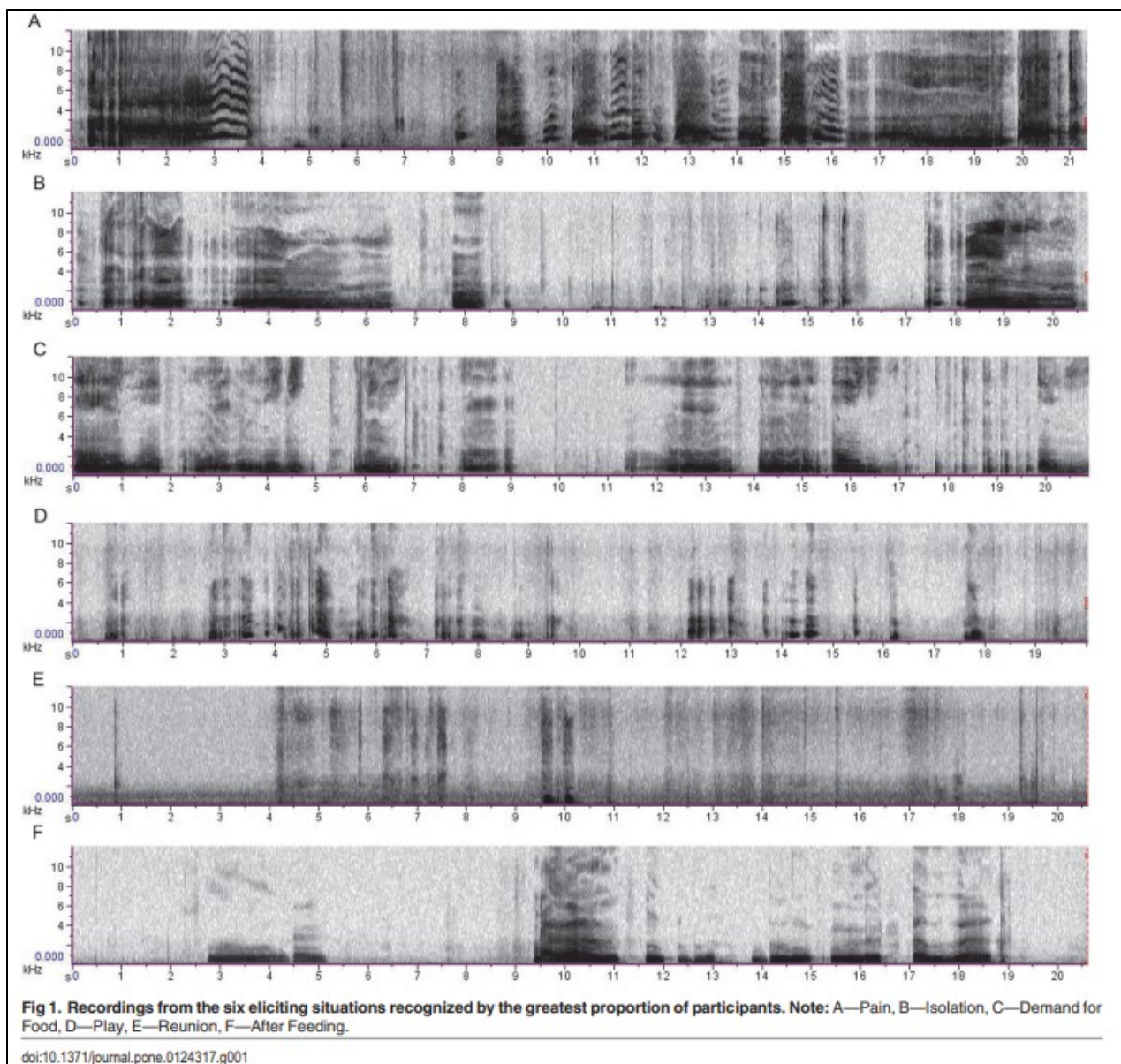
Vokální projevy, které nespádaly do žádné z kategorií klasifikace byly určeny jako klidové projevy (Scheiner *et al.*, 2002).

### 3.1 Metodika měření vokálních projevů

Děti produkují řadu neverbální vokalizace, kterou lze sledovat a zaznamenávat. Lze provádět několik různých měření, během kterých je možné pozorovat intenzitu, dynamiku, frekvenci nebo hlasitost daných vokálních projevů (Scheiner *et al.*, 2002; Lindová *et al.*, 2015). Charakteristiky vokálních projevů lze rozlišovat na měřené a percepční. Rozdíl je v tom, co je naměřeno, a co je poté vnímáno, například je naměřena fundamentální frekvence ( $f_0$ ), vnímána je však jako hloubka hlasu. Hlasitost vokálních projevů je zaznamenávána v decibelech (dB). Jedná se percepční kvalitu, která závisí na intenzitě a frekvenci. Frekvence je měřena v hertzech (Hz) a udává počet kmitů za sekundu. Pro člověka se slyšitelná frekvence pohybuje mezi 16 Hz a 200 kHz. V tomto rozmezí udává frekvence výšku tónu. Zaznamenáván bývá i formant -  $f_0$  (fundamentální frekvence), který znázorňuje lokální maximum ve spektru všech složených tónů. Intenzita představuje zvukové vlnění, které definuje množství energie, prošlé jednotkovou plochou kolmou na směr šíření za jednotku času. Intenzita je také měřena v decibelech (dB). U periodických projevů lze zaznamenat amplitudu a frekvenci, zde pozorujeme maximální hodnotu a četnost, se kterou se projev opakuje za určitý časový úsek. Každý vokální projev má specifický grafický záznam (viz obr. 2). Vokální projevy mohou být rytmické a harmonické. Rytmické vokalizace se opakují po určitých sekvencích. Harmonické vokalizace se vyskytují v určitém rozmezí. Dalším parametrem je volubilita. Jedná se o určité množství vokalizace, kterou preverbální děti vyprodukují za určitý časový úsek. Je měřena počtem vokalizace za minutu nebo bývá procentuálně stanoven čas strávený vokalizací (Tronick, 1982). Zaznamenávání probíhá pomocí spektrogramů. Jedná se o vizuální znázornění spektra frekvencí signálu a jeho proměn v daném časovém úseku.



**Obr. 3:** Ukázka typů projevu na spektrogramu během vokalizace (frekvence), A-pláč, krátký pláč, nařikání, sténání; B-pišťění, žvatlání, C-smích, mručení; osa x – čas (s), osa y – frekvence (kHz) (podle Scheiner et al., 2002)



**Obr. 4:** Nahrávky vokálních projevů: A-Bolest, B-Izolace, C-Dožadování se jídla, D-Hra, E-Znovu setkání, F-Po nakrmení, osa x – doba trvání (s), osa y – frekvence (kHz), (podle Lindová et al., 2015)

V následující části této bakalářské práce se budu věnovat jednotlivým vokálním projevům. Jedná se o pláč, mručení, žvatlání a smích. Těmito konkrétními projevy se zabývá nejvíce studií. Každý projev bude charakterizován, bude popsána jeho ontogeneze a možná komunikační funkce. U pláče, kterému se věnuje nejvíce studií, budou popsány i jeho konkrétní druhy podle nejčastějšího dělení.

## 3.2 Pláč

Pláč je většinou prvním vokálním projevem každého dítěte. Zpravidla nastává neprodleně po porodu (Wasz-Hockert, 1968). Jedná se primárně o negativní projev, který se většinou objevuje v případě diskomfortu. U negativní vokalizace dochází často k zastavení nebo zpomalení dechu, bývá provázena řadou rytmických zvuků, které vznikají hluboko v hrdle a jsou velmi hlasité s vysokou frekvencí. Je sem řazen nejen pláč, ale i nepříjemné zvuky, kňourání, fňukání nebo rozčilování (Keller *et al.*, 1987). Pláč obsahuje komplexní akustické signály, které jsou produkovány synchronizovanými interakcemi mezi centrálním a periferním nervovým systémem, dýchacím systémem, hrtanem, vokálním traktem a motorickou činností více svalů (Michelsson *et al.*, 1983).

Jedná se o stupňovaný vokální projev, tzn. jeho konkrétní formy se v jeho průběhu vyvíjí a můžou se měnit, jak jeho měřitelné parametry, tak i jeho funkce a záměr (Protopapas *et al.*, 1997). Mezi nejčastěji měřené parametry pláče patří fundamentální frekvence nebo hlasitost. Průměrné hodnoty  $f_0$  hladového pláče zdravých dětí se obvykle pohybují mezi 350 – 550 Hz. Prescott (1975) stanovil jako průměrnou hodnotu  $f_0$  mezi 384 – 415 Hz. Celkem bylo nahráno 29 dětí nejprve ve věku 1 – 10 dní, poté v 6 měsíci a následně ve věku 6 – 9 měsíců. Průměrná hodnota  $f_0$  ve věku do 10 dní činila 384 Hz, průměrná hodnota  $f_0$  v 6 měsících 436 Hz a průměrná hodnota  $f_0$  v rozmezí 6 – 9 měsíců činila 415 Hz. Při pozorování 9 zdravých chlapců (max. 3 měsíce), byla zaznamenána průměrná hodnota  $f_0$  mezi 378 – 460 Hz (Lind *et al.*, 2002). Mezi sledovanými 4 chlapci byla zase naměřena hodnota  $f_0$  mezi 410 – 530 Hz (Gilbert *et al.*, 1996). To že byli ve zmíněných experimentech sledováni pouze chlapci, ve výsledcích dle autorů nehraje žádnou roli a jedná se jen o náhodu.

Pokud dítě pláče, příčinou mohou být různé důvody. Jedná se o signál, který má mobilizovat dospělé, nelze ho lehce ignorovat. Dítě se pomocí pláče pravděpodobně dožaduje svých potřeb (Murray, 1979; Alberts *et al.*, 2012; Lindová *et al.*, 2015). Jak už napovídají názvy typů pláče v rámci dělení podle možné komunikační funkce, vyskytuje se především kvůli bolesti, hladu a touze po pozornosti, kterou může provázet frustrace nebo stres. K pláči může docházet i pokud dítěti hrozí podchlazení, pláč zvyšuje motorickou aktivitu, čímž dochází k produkci tepla (Wolff, 1987). Může také sloužit jako uvolnění stresu (Emde *et al.*, 1976). Pláč může sloužit i jako indikátor zdravého vývoje, především centrální nervové soustavy. Obsahuje důležité informace o fyzické patologii mozku v poměrně brzkém stádiu. Následující studie se věnují odlišnostem v pláči. Mezi pláčem zdravých a dětí trpících vývojovou vadou (v tomto případě

děti trpící autismem) se vyskytují morfologické změny. Nejvíce se liší hodnota fundamentální frekvence ( $f_0$ ). Frekvence je u autistických dětí vyšší a dospělými je vnímána jako více úzkostná. Průměrná hodnota frekvence byla u zdravých dětí 527 Hz a u autistických dětí průměrně 637 Hz (De Pisapia *et al.*, 2013). Současné technologie dokáží samy zanalyzovat a rozpoznat vlny normálního pláče od pláče patologického. Konkrétně tento proces prochází třemi fázemi. V první fázi dochází k akustické analýze signálu a segmentaci do snímků. Ve druhé fázi jsou získávány charakteristické vektory, ve třetí fázi dochází k závěrečnému určení pomocí technologie. Nejlepších výsledků bylo dosaženo až v 94 % odpovědí (Martinez-Cañete *et al.*, 2018). V další studii bylo sledováno dítě v 8 – 26 měsících, které mělo cri – du – chat syndrom. Pláč dětí vykazující tento syndrom má vyšší frekvenci než normální pláč a připomíná mňoukání koček. Výsledky ukázaly, že pláč tohoto dítěte měl často klesající frekvenci. Hodnota  $f_0$  se pohybovala v rozmezí 600 Hz – 800 Hz. Fonetický vývoj byl značně opožděný v porovnání se zdravými dětmi. Ani ve 26 měsících dítě nevyprodukovalo žádné slovo, to vede k předpokladu, že vývoj žvatlání je závislý i na jiných vývojových doménách (Sohner *et al.*, 1991).

Pláč se odlišuje v závislosti na stáří dítěte. Podle některých autorů se pláč liší v každém měsíci věku dítěte, například podle Wolfa (1969) je pláč v prvním měsíci zcela reflexivní a nediferencovaný. Zatímco pláč u novorozenců je tedy reflexivní a nebývá známá jeho příčina, u starších dětí (asi ve dvou měsících) začíná být pláč reakcí především na vnější podněty (Brazelton *et al.*, 2011). Pláč novorozeňat často nejde zastavit nebo zmírnit, na rozdíl od pláče v pozdějším věku, kterému lze předcházet (Barr, 2010). Postupným vývojem a dozráváním nervového systému dítěte dochází k vědomému, cílenému pláči, který vyjadřuje konkrétní potřeby novorozence (Zeifman, 2001). Dítě se postupně učí pláč ovládat a mění se tedy příčiny jeho vzniku (Murray, 1979). Pláč se postupem času vyvíjí, jeho vývoj lze v základě předpovídat. Změny ve vývoji mohou být spojeny i s dalším biologickým vývojem dítěte, mezi které patří například rozšiřování hlasového aparátu a vývoj paměti (Zeifman, 2001). Celkem 16 dětí (10 chlapců, 6 dívek) bylo sledováno od věku 3 týdnů do 54 týdnů života. Sledovány byly vývojové změny dětského pláče. Co se týká doby trvání pláče v prvních 3 měsících snížila z průměrné hodnoty 7,7 minuty za hodinu na 4,4 minuty za hodinu ve 12 měsících. Hodnota frekvence se nijak významně nelišila. Frekvence výskytu se z původních 2 – 10 pláčů za hodinu ve 3 měsících nepatrně snížila. Roční dítě tedy pláče v průměru stejně často, ale v kratších úsecích (Bell *et al.*, 1972). Mezi 13 sledovanými dětmi ve věku 4 – 24 týdnů byl zaznamenán pokles doby trvání ve čtvrtém měsíci, v pátém opět doba trvání vzrostla (Hsu *et al.*, 2000).

Ačkoli je pláč zcela individuální u každého dítěte, lze pozorovat určité podobnosti u všech dětí. Vokalizace pomocí pláče narůstá v prvních měsících života dítěte, nejintenzivnější období nastává kolem druhého měsíce, kdy je zaznamenáván nárůst hodnoty frekvence a zesílení intenzity. Následně pak hodnota frekvence pláče opět klesá, jedná se především o pláč z hladu nebo frustrace. Z pozorovaných 10 dětí ve věku do 3 měsíců vzrostla hodnota frekvence ve dvou měsících o 8 %, následně zpět klesla o 10 % (Emde *et al.*, 1976; Barr, 2010). Hodnota frekvence stoupne asi o průměrných 21 Hz kolem 6 měsíce a poté zůstává prakticky stabilní přibližně do jednoho roku (Prescott, 1975).

Vrchol hodnoty frekvence výskytu pláče a následný pokles může být způsoben dozráváním emocionální stability (Emde *et al.*, 1976). Často se pláč objevuje ve stejné denní době a dochází k určité rytmizaci a pravidelnosti pláče. Typický je pláč ve večerních hodinách dne (Bell *et al.*, 1972), příčinou by mohla být únava.

Typy pláče se snaží autoři klasifikovat již asi 40 let. Nicméně mezi vědci není shoda pro stanovení konkrétních kategorií. Existuje několik rozdělení, které utvářejí různé kategorie pláče. Nejčastější je dělení pláče podle předpokládané situace, která k němu vede, sem bývá zařazován pláč z hladu, bolesti, radosti, strachu, diskomfortu, odloučení nebo smutku (Brazelton, 1962). Další dělení je rozdělení pláče pouze do dalších skupin, podle toho zda byl způsoben bolestí nebo ne, hladový pláč, pláč kvůli nepohodlí a spontánní pláč (Keller *et al.*, 1987; Brazelton *et al.*, 2011). Dále lze dělit pláč podle vlivů, které ho zapříčinily. Rozděluje se tak na pláč způsoben vnějšími nebo vnitřními vlivy (Zeifman, 2001). Obvykle ale bývá pláč způsoben vnějšími vlivy, jako je například pláč při bolestivých podnětech (očkování, bouchnutí se) nebo pláč, kterým si dítě vynucuje pozornost. Mezi pláč způsoben vnitřními vlivy je řazen např. pláč při pocitu hladu, který později může přejít do pláče z bolesti, pokud bylo poslední krmení před dlouhou dobou (Stark, 1980; Lindová *et al.*, 2015). Objevuje se však i pláč, který nastává bez zjevné příčiny. Tento nevyprovokovaný pláč se objevuje zpravidla v prvních dvou měsících života dítěte (Zeifman, 2001; Brazelton *et al.*, 2011). Obecně lze ale říct, že bývají nejčastěji rozeznávány čtyři druhy pláče. Jedná se o porodní pláč, bolestný pláč, hladový pláč a pláč, kterým si dítě získává cílenou pozornost rodiče (Wasz-Hockert, 1968; Gustafson *et al.*, 1990; Lindová *et al.*, 2015). Sice se jednotlivé typy pláče liší svými akustickými charakteristikami, ale z mnoha studií vyplývá, že rozeznat je není vůbec snadné. Většina autorů však zaznamenává stejné klíčové parametry, například fundamentální frekvenci  $f_0$  nebo harmonickou strukturu (viz kap. 3.1 Metodika měření vokálních projevů), díky kterým je možné výsledky srovnávat (Baeck *et al.*, 2007). V této práci se zaměřím na dělení pláče do čtyř

skupin, které následně popíší. Jedná se o nejčastější rozdělení, které je často i dílčími typy jiných dělení.

### 3.2.1 Porodní pláč

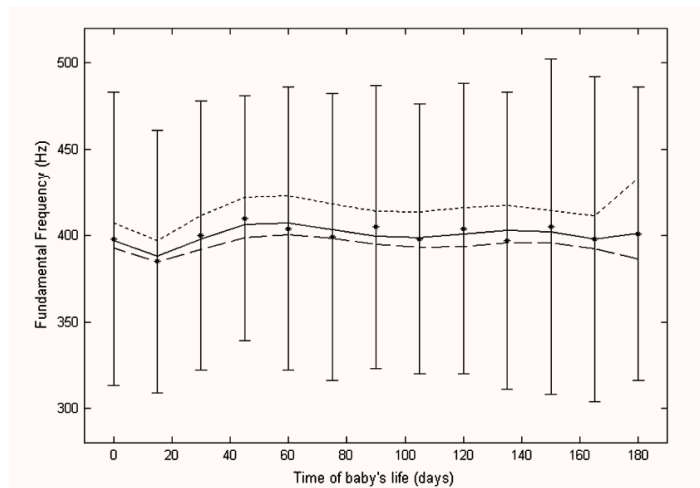
Porodní pláč zpravidla nastává neprodleně po porodu (Wasz-Hockert, 1968). Tento projev je zároveň známkou, že je právě narozené miminko zdravé (Baeck *et al.*, 2007). Bývá neznělý, nedochází tak k plnému využití hlasivek (Wasz-Hockert, 1968). Důvodem může být okamžitá změna prostředí, ke které dochází při narození. Při prvním porodním pláči se novorozenci poprvé naplní plíce a dítě najednou dýchá vzduch místo plodové vody, jak tomu bylo v děloze matky. Novorozenecké hlasivky ještě nejsou plně pod kontrolou centrální nervové soustavy, dochází tedy k horší regulaci proudění vzduchu (Lester, 1985; Chittora *et al.*, 2016).

První pláč obsahuje důležité informace, podle kterých je mimo jiné hodnoceno Apgar skóre, které udává zhodnocení vitality a poporodní adaptace novorozence (Chittora *et al.*, 2016). Pokud je novorozenec bezprostředně přiložen k matce, porodní pláč zpravidla ustává. Následně se může asi 1–2 hodiny po porodu porodní pláč měnit v závislosti, jestli je novorozenec v kontaktu s matkou nebo je separován. Pokud dojde k odloučení od matky, dochází k frustraci a stresu dítěte. Na základě těchto faktů bylo pomocí akustické spektrografie sledováno 29 dětí, které byly porozeny přirozeně a následně náhodně vybrány, zda budou dány matce nebo odděleny do postýlky. Během sledovaných 90 minut bylo zaznamenáno, že odložené děti plakaly téměř 10 krát více. V obou případech byl pláč však konstantní, mírně stoupající nebo klesající. Hodnota fundamentální frekvence činila v průměru 500 Hz (Michelsson *et al.*, 1996). K rozdílu může docházet i na základě typu porodu, zda se jedná o přirozený porod nebo císařský řez. Následující studie porovnávala 30 dětí narozených přirozeně a 30 dětí narozené císařským řezem. Mezi pozorovanými dětmi se vyskytovala obě pohlaví. Průměrná doba u prvních pěti zaznamenaných úseků činila u přirozeně narozených dětí 0,9 sekund, zatímco u dětí narozených císařským řezem 0,7 sekund. Hodnota průměrné frekvence po přirozeném porodu byla 371,8 Hz, u císařského řezu 382,1 Hz. Průměrná intenzita byla stanovena na 75,5 dB po přirozeném porodu a 76,6 dB po císařském řezu. Rozdíly hodnot průměrné frekvence i rozdíly intenzity jsou statisticky nesignifikantní (Branco *et al.*, 2005).

### 3.2.2 Hladový pláč

Hladový pláč je nejvíce zkoumaným typem pláče. Nejlépe lze vymezit situaci, při které k němu pravděpodobně dochází. Pokud je experimentátorům znám denní řád dítěte a doba, kdy je dítě krmeno, lze hladový pláč navodit posunutím přesných časů, na které je dítě přivyknuté. Hladový pláč bývá velmi znělý a intenzivní, hodnota  $f_0$  se může pohybovat až okolo 650 Hz.

V brazilské longitudální studii z roku 2007, která se zabývala fundamentální frekvencí hladového pláče dětí ve věku od narození do 6 měsíců bylo sledováno 30 zdravých novorozenců. Během prvních šesti měsíců života dětí proběhlo až 13 měření každého z dětí. Celkem bylo zaznamenáno 350 nahrávek. Pláč byl zaznamenáván vždy před pravidelným krmením, je tedy téměř jisté, že se vždy jednalo o pláč z hladu. Ze vzorku byly analyzovány průměrné  $f_0$ . Byla sledována korelace mezi  $f_0$  a věkem. Naměřené hodnoty počáteční frekvence se pohybovaly v rozmezí od 380 do 435 Hz. Pearsonův korelační koeficient činil:  $f_0$  x věk do 75 dní –  $r = 0,928$ ;  $f_0$  x věk do 180 dní –  $r = 0,340$ ; věk x  $f_0$  obou pohlaví –  $r = 0,182$ ; věk x  $f_0$  muži –  $r = 0,207$ ; věk x  $f_0$  ženy –  $r = 0,319$ . Nejedná se však o přesné srovnání pohlaví, protože ženských participantů bylo výrazně méně. Výsledkem bylo zjištění, že se hodnota  $f_0$  liší v průběhu věku více, než bylo očekáváno. Nebyl očekáván pokles a následný růst. Křivka vykazuje oscilační prvky, největší pokles nastal mezi narozením a 15. dnem života (graf 1) (Baeck *et al.*, 2007).



**Obr. 5:** Vývoj fundamentální frekvence v prvních 6 měsících. Muži – čárkovaná křivka, ženy tečkovaná křivka, obě pohlaví plná křivka, chybová úsečka zobrazuje reálné hodnoty v povoleném intervalu či mino něj (podle Baeck and de Souza, 2007)

V longitudinální studii 4 zdravých chlapců byly nahráván hladový pláč každý měsíc. Výsledky ukázaly, že se frekvence pláče mění v průběhu měsíců. V prvních 12 měsících se hodnota  $f_0$  pohybovala mezi 345 Hz – 651 Hz. Do pátého měsíce bylo rozmezí hodnot frekvence mezi 429 Hz – 472 Hz. V šestém měsíci se následně hodnota frekvence snížila na průměrných 413 Hz. V dalších měsících se opět zvýšila na průměrných 527 Hz, tato hodnota se udržela až do 12 měsíců (Gilbert *et al.*, 1996). Z 20 nahrávek hladového pláče 8 zdravých dětí mladších 6 měsíců, byla určena průměrná hodnota  $f_0$  na 411 Hz. Výška tónu a intenzita silně korelují, v 60 % nahrávek přesáhla korelace hodnotu 0,5 (Messaoud *et al.*, 2011).

Výzkumu se účastnilo 160 dětí ve věku 4 – 6 týdnů. Dotazovány byly matky prostřednictvím dotazníku CPQ, jedná se o zaznamenávání minut pláče podle denní doby, ve které se objevuje (0 – 6, 6 – 12, 12 – 18, 18 – 24). Následně byly děti rozděleny do tří skupin: vytrvalý pláč (většina hodin denně), večerní pláč (nejdelší pláč večer, celkově nepřesazení 3 hodin) a mírný pláč (maximálně 30 minut v každé časové kategorii (James-Roberts *et al.*, 1996). Cílem studie bylo zjistit, zda se hladový pláč akusticky odlišuje od pláče způsobený kolikou, tedy od bolestného pláče. Matky ještě následně vyplňovaly tři dny deník, kam zaznamenávaly všechny pláče dětí a jejich možnou příčinu a děti byly zároveň nahrávány. Závěrem bylo stanoveno, že pláč z bolesti přenáší akusticky odlišné informace od hladového pláče. Hladový pláč obsahuje delší úseky opakování (1,22 sekund) a bolestný pláč obsahuje kratší úseky opakování (0,77 sekundy). Průměrná hodnota fundamentální frekvence byla u hladového pláče zaznamenána na 458 Hz, u bolestného pláče 491 Hz (Banica *et al.*, 2016).

### 3.2.3 Pláč z frustrace

Frustrace je poměrně špatně definovatelný pojem, proto nelze s přesností říct, ve kterých situacích se frustrační pláč vyskytuje. Pláč způsoben frustrací nebo stresem mívá vyšší hodnotu frekvence. Je hodnocen jako velmi vysoký a nepříjemný zvuk. Lze se domnívat, že nastává často při odloučení od rodiče, pečující nebo jiné blízké osoby (Bell *et al.*, 1972; Lindová *et al.*, 2015), dítě tedy reaguje na fyzické odloučení. Proto také děti často přestanou plakat, pokud jsou vzaty do rukou a zvednuty (Bowlby *et al.*, 1958). Často se vyvine z jiného typu pláče, který když není utišen vyvrcholí ve frustraci nebo stres. Například pokud dítě vykazuje dlouho hladový pláč a stále nedochází k nakrmení, hladový pláč se může změnit na pláč z frustrace a následně i v pláč z bolesti. Autoři se domnívají, že by tomu tak mohlo být na základě vzrostlé  $f_0$  (Protopoulos *et al.*, 1997; Chittora *et al.*, 2016).

### 3.2.4 Bolestný pláč

Studie zabývající se bolestným pláčem nejsou příliš časté. Důvodem je jednak etická strana, kdy není přípustné působit úmyslně dětem bolest a za druhé, pokud dochází k nahrávání prostřednictvím rodičů, obvykle když se jejich dítěti něco stane, se jako první snaží dítě utěšit, místo aby šli plačící dítě nahrávat. K analýze bolestného pláče se tedy využívají situace, které jsou standardně prováděny a patří mezi lékařské zákroky. Mezi tyto situace patří především očkování nebo odběr krve.

Pláč způsoben bolestí má zpravidla vyšší hodnotu frekvence (až 600 Hz) i intenzitu, dospělými je tedy vnímán jako hlasitější a akutnější (Chittora *et al.*, 2016). Zřejmě se jedná o adaptivní chování, které bude probráno v kapitole 4 Reakce rodičů. Pláč z bolesti vykazuje na spektrogramu cyklické změny a větší výkyvy oproti pláči z nepohodlí, který má spíše menší výkyvy a plošší charakter. Nahrávky byly získány z nemocnice při očkování a pobytu od 4 dětí (Asthana *et al.*, 2014).

Cílem následující studie bylo sledovat časové prvky v průběhu pláče, který byl způsoben bolestí. Sledována byla dechová frekvence a inspirační a expirační fáze dechového cyklu pláče. Experimentu se účastnilo 12 zdravých novorozenců týden po porodu. Pláč byl navozen standardním odběrem krve z paty novorozence, který se provádí běžně k vyloučení určitých onemocnění. Úseky pláče trvaly minimálně 500 ms. Expirační výkřik byl definován jako počátek a konec akustické energie, který byl auditivně zaznamenán. Byly zaznamenávány pauzy mezi expirační a inspirační vokalizací. Průměrná frekvence pláče činila 57 dechů za minutu. Z toho tvořila inspirační fáze 27 % a expirační fáze 73 %. Závěrem studie však je, že bolestný pláč může být velmi variabilní a může být spojen se stresovými podněty. Respirační aktivita je pro tento druh pláče jedinečná (Robb *et al.*, 2011).

Jak bylo zmíněno v dělení pláče, někdy se pláč rozděluje podle toho, zda byl způsoben bolestí či ne. Ze 113 nahrávek, která každá trvala 5 sekund, bylo identifikováno jako bolestivá 42 nahrávek a jako nebolestivá 71. Zvukový záznam byl převeden do spektrogramu, z kterého byly následně vytaženy zkoumané prvky, které byly klasifikovány do daných dvou kategorií (Brazelton, 1962).

Podle pláče, který nastane po porodu (ne neprodleně) lze určit i gestační věk (GA) dítěte. Jedná se o dobu těhotenství měřenou v týdnech podle prvního dne poslední menstruace matky. Pozorováno bylo 116 předčasně narozených dětí (57 dívek, 59 chlapců), u kterých byl gestační věk znám, což sloužilo jako kontrola. Pláč byl zaznamenán při standardním odběru krve,

jednalo se tedy o pláč způsoben bolestí. Na základě měřených parametrů  $f_0$ , intenzita, průměrná doba trvání jednoho úseku a celkového času pláče činil odhadovaný GA v průměru 35,7 týdnů ( $SD \pm 4,1$ ). Skutečný průměrný GA činil 34,0 týdnů ( $SD \pm 3,7$ ) u dívek a 35,2 týdnů ( $SD \pm 3,6$ ) u chlapců. Korelační Pearsonův koeficient  $f_0$  a GA vyšel  $r = 0,892$  (Sahin *et al.*, 2017).

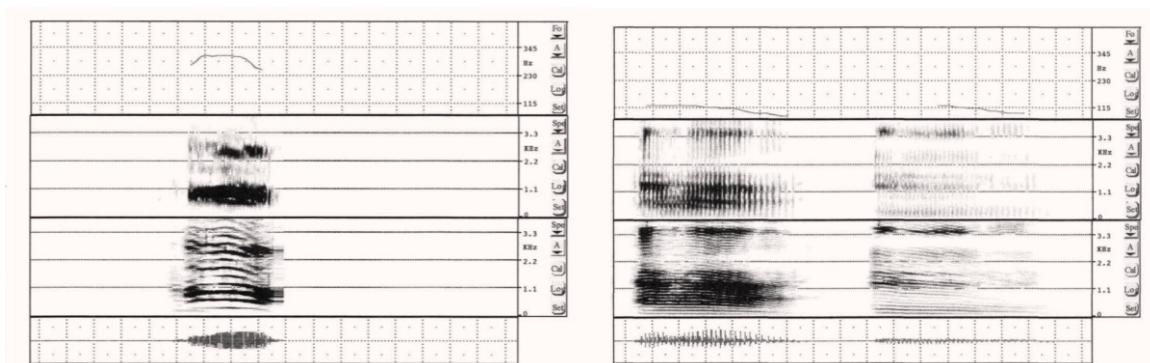
Z předchozích studií lze vyvodit, že existuje hodně nesjednocených kategorií dětského pláče. Některé typy pláče nebývají úplně časté, dochází k nim jen zřídka, například k pláči způsobenému bolestí (odběr krve, očkování). Neexistují tak dlouhodobější studie, které by tento druh pláče sledovaly. Nahrávek bolestivého pláče bývá málo, dochází tak k větším nepřesnostem, při jeho určování. Každý typ pláče se vyskytuje v jiném kontextu a situaci. Nicméně spolu často velmi souvisí a přechází jeden typ pláče do druhého. Hlavní rozdíly mezi jednotlivými typy pláče jsou změny hodnot frekvence a intenzity. V případě obvyklého, ne příliš akutního pláče se hodnota frekvence pohybuje od 0 – 400 Hz, pokud se jedná o akutní případ pláče, který si žádá co nejrychlejší řešení, pohybuje se hodnota frekvence mezi 400 – 600 Hz. Zároveň některé nahrávky trvají příliš krátkou dobu, při které, kdyby byl sledovaný čas delší, by se pláč mohl ještě vyvíjet. Studie jsou často prováděny na malém vzorku dětí.

### 3.3 Mručení

Mručení bývá definováno jako hrtanová artikulace, pro kterou je charakteristický rychlý nástup hlasivek, která má krátké trvání (McCune *et al.*, 1996; McCune *et al.*, 2021) I u jiných druhů (např. makakové), než je člověk, jsou pozorovány souvislosti komunikativního repertoáru s funkcí hrtanu, který je nejen svou funkcí ale i strukturou velmi podobný napříč druhy (McCune *et al.*, 1996). Mručení může mít více podob. Může probíhat s otevřenými či zavřenými ústy. Od toho se také odvíjí, jakou zvukovou frekvenci bude mít (McCune *et al.*, 1996).

V jedné z prvních studií, které mručení popisují, ve studii McCune (1996) a Vihman (2017) byla pozorována základní zvuková frekvence, ale také širokopásmá či úzkopásmá frekvence a tvar zvlnění projevu kojence. Následně byla porovnána s mručením se zavřenými ústy dospělého jedince, který byl instruován, aby projevil vokalizaci zájmu. Byly zaznamenány stejné frekvence jako u kojence (základní, širokopásmá, úzkopásmá a tvar zvlnění) (obr. 5). Formant  $f_0$  u kojence koreluje s délkou vokálního ústrojí dítěte (McCune *et al.*, 1996). Mručení s otevřenými ústy je podobné mručení se zavřenými ústy, kde navíc dochází k nasalizaci (vokalizace prochází nosem). Vztah mezi základní a širokopásmou frekvencí je konzistentní s

neutrálními, redukovanými samohláskami (z angličtiny [ə]). V případě mručení dospělého jedince byla úzkopásmá frekvence poměrně vysoká, což je připisováno vyšší poloze jazyku oproti jazyku dítěte (McCune et al., 1996).



**Obr. 6:** Srovnání frekvencí mručení kojence (vlevo) a dospělého jedince (vpravo), osa x – čas trvání, osa y – frekvence, (podle McCune et al., 1996)

Fyziologický původ mručení je spojován s respiračními funkcemi (McCune et al., 1996). Mručení je řazeno do takzvaných vokálních her, které předcházejí řečovým schopnostem (Oller, 2000), proto se lze domnívat, že bylo mručení pravděpodobně předchůdcem řeči a vyvinul se z něj takzvaný protojazyk, který sloužil k dorozumívání mezi hominidy (McCune et al., 2021).

Mručení bývá stimulováno rodiči nebo pro děti zajímavými předměty, jako jsou hračky nebo knížky. Čím je dítě starší, tím více reaguje na podněty samo i bez rodičů. Vokální modulace jsou zcela individuální, liší se tedy u každého dítěte v závislosti na kontextu (McCune et al.). Většinou nastává, pokud se dítě vysoce soustředí a vynakládá určité úsilí a směřuje na něco svou pozornost (Te Pas et al., 2009).

Mručení předchází žvatlání. Mručení se objevuje kolem šestého měsíce, nastává po období prvních fází vokálních projevů podle dělení Ollera, Schreiner, Starka a dalších (Stark, 1980; Scheiner et al., 2002; Oller et al., 2013). V době, kdy se objevuje mručení, zároveň narůstá i celková komunikace a vokalizační repertoár se rozšiřuje (McCune et al., 2021). Následně se frekvence výskytu mručení snižuje v průběhu času, kdy dítě začíná čím dál více žvatlat. Autoři se tak domnívají na základě analýzy frekvence používání produkce žvatlání. Byly použity již existující testy sestaveny Friedmanem (1937). Samotné mručení a mručení doplněné o gestikulaci se mezi 9. až 16 měsíce věku snižuje, zatímco žvatlání a snaha o produkci slov roste (McCune et al., 2021).

Mručení zůstává i u dospělých. Lze sem zařazovat například citoslovce údivu a soustředění, které jsou stejné napříč různými jazyky po světě (Dingemanse *et al.*, 2013). Přispívá také k vývoji řeči (Stark, 1980; McCune *et al.*, 2021).

V mnoha studiích je mručení bráno za vegetativní zvuk, nikoliv za vokální projev, proto neexistuje příliš mnoho studií, které by se mručením zabývalo (McCune *et al.*, 1996).

### 3.4 Žvatláni

Žvatláni patří mezi pozdější vokální projevy. Vyskytuje se u starších preverbálních dětí – zhruba v 9 měsících věku. Podle dělení Ollera, Schreiner, Starka a dalších (viz kap. Vokální projevy) nastává ve čtvrté fázi vokálních projevů (Stark, 1980; Oller, 2000; Oller *et al.*, 2013). Z pravidla bývá kanonické – slabiky se často skládají ze samohlásky a souhlásky a dítě je skládá za sebe (např. „mamama“). Ačkoliv žvatláni vede různě po světě k vývoji odlišných jazyků, můžeme ho označit za univerzální, protože u všech dětí bývá velmi podobné (Oller, 2000). Mezi zaznamenávané hodnoty se řadí počet vydaných hlásek nebo frekvence výskytu (McCune *et al.*, 2001; DePaolis *et al.*, 2011).

Dětské žvatláni usnadňuje komunikaci mezi dítětem a rodičem či jiným dospělým, také dítěti umožňuje zapojit se do konverzace, ačkoliv nemá ještě zcela dokonalou slovní zásobu. Nejen, že žvatláni bývá často doprovázeno gestikulací a ukazováním na nějaký objekt, ale hlásky obsažené ve žvatláni se částečně shodují s hláskami ve slově, které se dítě snaží napodobit. Dítě je také „přitahováno“ předměty zájmu, které vydávají nějaké zvuky, například citoslovce zvířat nebo zvuk dopravních prostředků. (Laing *et al.*, 2020).

Ze začátku žvatláni produkuje dítě spontánně generované hlásky. Dítě ještě není schopno hlásky napodobovat (Vihman, 2017). Do 10 měsíců se dětské žvatláni často podobá tomu, co vidí a slyší. Děti nedokážou komunikovat o něčem, co zrovna nevidí. Kvůli vývojovým omezením se vokální projevy se zužují na právě prožívané fenomény, v tomto případě se jedná o stálost objektu, která se v tomto období teprve formuje (Laing *et al.*, 2020). Byla popsána existence stabilních souhlásek. Jedná se o hlasová motorická schémata (VMS), která jsou základem hláskového repertoáru (McCune *et al.*, 2001). Souhlásky obsažené ve žvatláni se shodují se souhláskami, které používají rodiče před dětmi. Děti, které mají díky tomu dobrý souhláskový repertoár, dokáží lépe spojit žvatláni s předměty, které se vyskytují kolem nich

(Laing *et al.*, 2020). Například žvatlání neslyšících dětí se odlišuje od žvatlání slyšících dětí, rozdíl je přikládán právě této zpětné vazbě (Oller *et al.*, 1988).

Předpoklad následující studie bylo, že žvatlání kojenců se stabilním repertoárem VMS bude více odpovídat podnětům od rodiče nebo danému kontextu než kojenci s nestabilním repertoárem VMS. Také že jejich žvatlání bude podobnější existujícím slovům, která obsahují hlásky z dětského VMS repertoáru a které hlásky jsou nejčastější. Data byla použita již z existující dlouhodobé studie, ve které bylo pozorováno 44 dětí ve věku 6 – 18 měsíců. Byly sloučeny nahrávky točené doma a nahrávky v laboratorním prostředí. Některé trvaly hodinu a některé byly nahrávány celý den. Všechny videokamery byly umístěny na dětech a na pečujících osobách. V průměru bylo dětmi vyprodukováno 96 souhlásek (ve slabikách) během půl hodiny v rámci celodenního nahrávání. 3 děti nevyprodukovaly žádné souhlásky, variabilita byla tak opravdu velká (0 – 640 souhlásek). Mezi nejprodukovanější souhlásky patří p/b; t/d; k/g. Ve 31 % se produkované hlásky podobaly hláskám ve slově, které označovalo dané předměty. Podle očekávání děti se stabilním VMS repertoárem produkovaly značně více žvatlání a jednotlivých hlásek než děti bez VMS repertoáru (Laing *et al.*, 2020).

Autoři Albert, Schwade a Goldstein se ve studii z roku 2018 zabývali možným sociálním významem žvatlání. Výzkumu se účastnilo celkem 40 matek, z nichž bylo 20 prvorodiček a 20 matek mělo alespoň dvě děti. Mezi vybranými dětmi byli pouze chlapci v průměrném věku 9 měsíců. Experiment probíhal v místnosti s hračkami, knížkami a jiným dětským vybavením. Matky si s dětmi hrály a při tom byly nahrávány videokamerou. Kategorie, které byly určovány byly převzaty z již existující studie a obsahovaly široké spektrum vokalizačních forem. Následně si děti dále hrály s asistenty a matkám byly předkládány stimuly, na které měly reagovat stejně jako by reagovaly v případě, že by byla reakce určena jejich dětem. Poté jim byly puštěny nahrávky a matky ohodnocovaly na škále od 1 do 7, které vokalizace byly nejvíce podobné dětské řeči. Matky reagovaly v naprosté většině přímo k věci a dítěti odpověděla přímou odpovědí, týkající se tématu (např. hračky, kterou dítě zrovna mělo u sebe). Pouze v méně než 3 % matky odpověděly odpovědí, která se netýkala aktuálního téma. U hodnocení škály nepoužilo 33 % matek nejvyšší možné ohodnocení, tedy stupeň 7, který má být nejpodobnější slovům. Matky také lépe reagovaly na vokalizaci, kterou označily stupněm 5 nebo 6. Hodnoceno bylo pomocí Freidmanova testu. Hodnocení matek korelovalo s mírou odpovědí ( $p = 0,003$ ) (Albert *et al.*, 2018).

Při výskytu žvatlání záleží na různých aspektech, může se jednat o jazyk, věk dítěte a okolnostech. Hypotézou následující studie bylo, že 11měsíční děti vyprodukují více žvatlání

než 6měsíční děti. Druhá hypotéza říkala, že čínské děti vyprodukují více žvatlání v obou věcích než děti z anglicky mluvících rodin. Předpokladem byla relativní jednoduchost struktury slabik v čínštině. Data byla analyzována z videonahrávek, které byly pořízeny doma rodičem v různých komunikačních složeních. Experimentu se zúčastnilo 13 anglických dětí a 8 čínských dětí. Vokalizace mezi dětmi narůstala podle očekávání společně s věkem dětí. Čínské děti v průměru vokalizovaly více než anglické děti, jak v 6 měsících tak v 11 měsících. Největší složku žvatlání anglických dětí v 6 měsících tvořilo žvatlání, které nastávalo při komunikaci dvou dospělých, následovalo žvatlání o samotě, poté žvatlání při komunikaci dospělého a dítěte a nejméně častá byla komunikace mezi dvěma dětmi. V 11 měsících se tento poměr změnil následovně: nejvyšší složku zaujímá opět vokalizace při komunikaci ostatních, poté komunikace mezi dospělým a dítětem, jako třetí vzájemná komunikace mezi dvěma dětmi a jako poslední žvatlání o samotě. U čínských dětí v 6 měsících docházelo nejčastěji ke žvatlání při komunikaci dvou dospělých, poté mezi dospělým a dítětem, následně o samotě a nejméně ke komunikaci mezi dvěma dětmi. V 11 měsících téměř šestinásobně vzrostla komunikace mezi dětmi. Téměř vyrovnané byly vokalizace při interakci dvou dospělých a dospělého a dítěte. Žvatlání o samotě vzrostlo jen nepatrně (Lee *et al.*, 2018).

Žvatlání je součástí řečového vývoje, nejvíce rozvíjí pozdější jazykové schopnosti v porovnání s ostatními vokálními projevy (viz kap. 5 Vývoj řeči). Na pozdější mluvu dítěte může mít pozitivní vliv stimulace dítěte rodiči tím, že budou na dítě mluvit a rozvíjet tak jeho hláskový repertoár.

### **3.5 Smích**

Smích je řazen mezi pozitivní vokální projevy. Nastává v situacích, kdy se dítě cítí komfortně a v bezpečí (Messinger *et al.*, 2002). Úsměv a smích signalizuje, že je dítě momentálně spokojené a šťastné. Komunikační funkcí smíchu je také pravděpodobně navázání a prohloubení vztahu mezi dítětem a rodičem. V rodičích vyvolává dětský smích pocity štěstí a lásky (Groh *et al.*, 2009). Může jít o adaptivní chování, které podporuje matčino chování, její snahu a pečování s láskou, což vede ke zvýšení pravděpodobnosti šance na přežití dítěte (Swain *et al.*, 2010). Lze předpokládat, že dětský smích slouží jako stimulátor mateřské péče (Bowlby, 2010).

Smích je často doprovázen úsměvem. Při smíchu jsou zapojovány nejen hlasivky a hrtanové svaly, ale také svaly obličejové, které způsobují zmíněný úsměv. Lze rozeznávat čtyři typy úsměvů podle svalů, které jsou při něm zapojovány (Messinger *et al.*, 2002). K prvním úsměvům dochází již v několika dnech nebo týdnech. Jedná se však spíše o reflexivní chování, jelikož k nim často dochází bez zjevných příčin. Novorozenec si není úsměvů vědom (Widström *et al.*, 1993; Brazelton *et al.*, 2011; Alberts *et al.*, 2012) a jedná se o takzvané spontánní úsměvy (Wolff, 1987). Vědomé úsměvy nastávají až kolem 1 měsíce věku dítěte. Může docházet nejen ke spontánním úsměvům, ale i ke spontánnímu smíchu. Jediným rozdílem je, že smích obsahuje akustické prvky (Kawakami *et al.*, 2006). Jeden chlapec byl monitorován od narození do věku 6 měsíců. Zaznamenáno bylo 15 spontánních smíchů, které se vyskytly v rozmezí od 11 dní do 181 dnů. Průměrná doba trvání spontánního smíchu činila 4,37 sekundy, zatímco průměrná doba trvání spontánního úsměvu byla kratší a činila 1,58 sekundy. V průběhu sledovaných 6 měsíců nedošlo k žádné významné vývojové změně akustických parametrů spontánního smíchu (Kawakami *et al.*, 2007).

V následující studii bylo pozorováno 20 dětí (9 dívek, 11 chlapců) při běžné hře doma s rodiči. Ve 46,8 % rodiče své děti rozesmívali děláním obličejů a smíchem, v 9 % lechtáním, v 6 % pomocí hraček a ve 37 % v průběhu dalších aktivit, například čtení knihy. Čím je dítě mladší, tím méně stimulů mu stačí k vědomému rozesmání. Dětem do zhruba šesti měsíců k rozesmání stačí, aby se na ně rodič nebo jiná pečující osoba usmála. Úsměv je pro takto malé děti často „nakažlivý“. V porovnání mladších (do 6 měsíců) a starších dětí (více než 6 měsíců) stačilo 21,6 % mladším dětem úsměv dospělého, zatímco starších dětí bylo takto rozesmáno pouze 5,6 % (Mireault *et al.*, 2012).

Po dvou měsících se začínají děti vědomě usmívat jako reakce na smích nebo úsměv ostatních. Autoři se domnívají, že jde o vědomé úsměvy na základě reakce na stimuly (Emde *et al.*, 1979; Ruch *et al.*, 2001). Hlasitý smích se objevuje kolem čtvrtého až pátého měsíce. Přesto rodiče na pokyn, aby své malé děti rozesmáli, v 50 % případech zapojili i jiné metody stimulace, jako například vydávání vtipných zvuků, děláním obličejů nebo používání předmětů jinak, než je běžné (Mireault *et al.*, 2015). Na rozdíl od úsměvů, není smích nijak morfologicky rozdělen (Ruch *et al.*, 2001).

U smíchu lze také měřit hodnotu  $f_0$ , dobu trvání nebo hlasitost. Celkem u 6 dětí byl sledován a spontánní smích. Děti byly pozorovány po dobu od 4 do 87 dnů věku. Smích byl zaznamenán u třech dětí ve věku 17 dní, 24 dní a 26 dní. Průměrná doba trvání smíchu činila 3,08 sekundy. Všechny zaznamenané smíchy doprovázel oboustranný úsměv (Kawakami *et al.*, 2006).

Smích se obvykle vyskytuje během očního kontaktu s rodičem. Dítě se neumí smát samo bez vizuálního stimulu, opak by mohl značit určitá postižení (Keller *et al.*, 1987). K dětskému smíchu často dochází i v situacích, které se dospělému člověku mohou zdát poněkud absurdní, například v situacích, kdy jsou předměty úmyslně používány jinak, než k čemu jsou správně určeny. To by mohlo dokazovat, že ačkoli dítě nemá příliš zkušeností, podvědomě tuší, jak daný předmět správně používat (Mireault *et al.*, 2012, 2015). Existují situace, kdy by mohlo být předpokládáno, že se bude dítě cítit ve stresu, dítě ale však zůstává klidné. Může se jednat o situace, kdy se rodič snaží dítě rozesmát a například vykazuje rychlé a trhavé pohyby. Pravděpodobně je to způsobeno tím, že dítě reaguje na smích rodiče a cítí se bezpečně (Mireault *et al.*, 2012). Děti se začnou smát o pár sekund dříve, pokud se zároveň směje i jejich rodič (Mireault *et al.*, 2015). Tento jev se vyskytl u sedmiměsíčních dětí, zatímco u pětíměsíčních se jednalo spíše o náhodu. Autoři se tak domnívají, že rodiče ovlivňují i dětský budoucí smysl pro humor.

V dospělém věku je možné smích předstírat, upravovat jeho formy a používat ho v různých kontextech. Smích může být ironický, posměšný, emoční nebo upřímný (Ruch *et al.*, 2001). Tento typ smíchu byl zaznamenán již u 8měsíčních dětí, kde byly zaznamenány tři typy úmyslného provokování. Jednalo se o úmyslné nedodržení pokynů, nabídnutí předmětu a následujícímu nepředání a škádlení ostatních, kteří se věnovali jiné činnosti. Morfologicky nebyly tyto tři typy smíchu nijak výrazně odlišné. (Reddy, 2008).

K rozvoji řeči smích dle autorů příliš nepřispívá. Smích rozvíjí především nervové, sociální a emoční vnímání. Smích může vznikat dvěma neurálními cestami. Jedná se o emoční smích, který je „nedobrovolný“ a je řízen amygdalou a hypotalamem. Druhý typ smíchu je „dobrovolný“ a je řízen frontální a ventrální oblastí mozku (Wild *et al.*, 2003).

Většina studií, která se zabývá smíchem preverbálních dětí, se věnuje především interakci rodič – dítě, proto se těmto studiím budu věnovat v kapitole 4 Reakce rodičů.

## 4 Reakce rodičů

Reakce na dětskou vokalizaci se odvíjí od toho, o který vokální projev se jedná. Reakce často pochází z rozpoložení rodiče. Někteří rodiče jsou nuceni jednat pod tlakem a jejich reakce je v důsledku neodpovídající potřebám dítěte (Scott-Jupp, 2018). Většina dospělých dokáže rozpoznat, zda se jedná o negativní nebo pozitivní projev, při určování konkrétních situací byly výsledky poněkud nepřesné (Lindová, Špinková and Nováková, 2015). Předtím než rodiče zvolí nejvhodnější behaviorální reakci pro interakci s dítětem, jejich mozek vykazuje afektivní i kognitivní chování, na jehož základě se podvědomě rozhodují (Strathearn *et al.*, 2008). Dospělí často při komunikaci s dětmi, mění automaticky způsob komunikace. Pravděpodobně, aby co nejvíce zvýšili šance, že jim dítě porozumí. Jedná se o změnu intonace hlasu a přidanou gestikulaci (Papoušek, 2007). Keller *et al.* (1987) dělí reakce rodičů na taktilní, vestibulární, verbální/vokální a interakční stimulaci. Za taktilní reakci je považováno lechtání, šimrání a jiné doteky mezi rodičem a dítětem. K vestibulární reakci dochází, když je dítě houpáno v rytmických intervalech. Verbální reakce značí, že rodič na dítě mluví a při interakční stimulaci se ho snaží zaujmout například hračkou či knížkou.

Aby mohl rodič zareagovat na daný vokální projev dítěte, musí nejprve alespoň odhadnout možnou komunikační funkci vokalizace. Tím se zabývala následující studie. Bylo pozorováno a nahráváno celkem 19 dětí ve věkovém rozmezí 5 – 10 měsíců. Děti byly nahrány matkami v šesti situacích, ze kterých byly tři negativní (bolest - očkování, hlad, odloučení) a tři pozitivní (hra, shledání s pečující osobou, po nakrmení). Tyto situace byly vybrány na základě toho, že by dítě mohlo reagovat, protože se jedná o konkrétní situace, lze tedy předpokládat určitou reakci. Celkem bylo tedy zaznamenáno 13 nahrávek bolesti, 18 nahrávek hladu, 18 nahrávek odloučení, 17 nahrávek hry, 14 nahrávek shledání s pečující osobou a 17 nahrávek po nakrmení. Tyto nahrávky byly pouštěny dospělým, kteří hodnotili valenci, intenzitu a příjemnost na škále od 1 do 7. Poté se i pokusili správně zařadit do výše zmíněných šesti kategorií. Mezi dospělými participanty, kteří se zúčastnili poslechnutí 30 náhodně vybraných nahrávek, bylo 135 žen a 44 mužů (16 – 68 let, medián 29). Z nich mělo 106 alespoň jedno vlastní dítě. Participanti ve výrazné většině správně rozeznali, zda se jedná o pozitivní či negativní projev. 98 % negativních projevů bylo určeno správně, 10 – 15 % pozitivních projevů bylo určeno falešně negativně. Pět ze šesti kategorií (až na shledání s pečující osobou) bylo určeno správně ve více případech než v 1/6, která připadá na pravděpodobnostní podíl. Autoři se však domnívají, že to mohlo být způsobeno schopností rozpoznat pozitivní/negativní projev, nikoliv jeho konkrétní

příčinu. Nejčastěji byla správně rozpoznána hra. U izolace a po nakrmení bylo rozeznáno méně než polovina nahrávek. Bolest a shledání s rodičem bylo určeno spíše náhodně (připadá 1/3 pravděpodobnostní podíl). Hlad byl často zaměňován za odloučení. U negativních projevů hodnocená valence a intenzita korelovaly silně negativně (Kendall Tau = -0,80). Narozdíl od pozitivních projevů, kde mezi intenzitou a valencí nebyla korelace pozorována (Tau = 0,16) (Lindová *et al.*, 2015).

Reakce rodičů může ovlivnit pozdější vývoj a rozvoj dítěte (Strathearn *et al.*, 2008). Komunikace mezi dětmi a rodiči je vzájemná. Pravý důvod vokálních projevů nelze s jistotou určit, ale jsou patrné rozdíly mezi komunikačním chováním dítěte, které vyvolávají různé reakce rodičů nebo pečující osoby. Reakce rodiče stejně tak ovlivní chování dětí. Ovlivní i pozdější předpoklad k mluvení. Děti již v preverbálním věku vykazují prelingvistické komunikační chování (Wu *et al.*, 2014).

Podstatným faktorem, který ovlivňuje reakci rodičů je frekvence a výška projevu (Dessureau *et al.*, 1998). Změna výšky pláče značí akutnost nebo stav ohrožení. Dospělí jsou schopní rozpoznat míru závažnosti důvodu pláče. Jejich srdce vykazuje zrychlení nebo zpomalení srdeční činnosti. Pokud byl kojeneček v ohrožení, absolutní změna srdeční frekvence byla násobně vyšší, než pokud nebyl pláč akutní (Zeskind, 1987). Reakce rodičů je odlišná v případě reakce na pozitivní nebo negativní vokální projev (Keller *et al.*, 1987).

#### **4.1 Reakce na negativní projev**

Zdá se, že rodiče často více reagují na negativní projevy. Někteří autoři se domnívají, že by se mohlo jednat o adaptivní chování vycházející z faktu, který ukazuje, že náklady, které musí rodič následně vynaložit, jsou mnohonásobně vyšší, pokud rodič zanedbá signál, který kojeneček vykazuje v nouzi. Náklady vynaložené při falešném poplachu, kdy se jedná o pozitivní signál, jsou značně nižší (Papoušek, 2007; Lindová *et al.*, 2015). Je tedy možné, že je pláč spouštěč rodičovského chování. V případě reakce na negativní vokální projev se nejdříve změní vestibulární chování rodiče, vokalizace je pouze doprovodná (Keller *et al.*, 1987). Pokud dítě vykazuje negativní vokalizaci, v rodiči většinou vyvolá vlnu empatického a emocionálního chování. Negativní vokalizace vyvolává kognitivní procesy a rodič se na základě předchozích zkušeností snaží určit příčiny nespokojenosti dítěte a snaží se je odstranit.

### 4.1.1 Utěšovací metody

Pokud se jedná o negativní projev, rodič nebo jiná pečující osoba se snaží odvést dětskou pozornost a dochází k rozptýlení dítěte hračkou nebo jiným předmětem či objektem. Utěšovacími metodami se zabývala následující studie, která zkoumala způsob, jakým dospělý utiší plačící dítě. Utěšovací metody lze dělit na verbální a vokální nebo fyzické. Pokud se jedná o verbální a vokální metody, dospělá osoba na dítě mluví, zpívá mu nebo vydává uklidňující zvuky. Často jsou dítěti kladeny otázky, přestože odpověď není předpokládána. Mezi fyzické metody patří změna polohy dítěte. Může se jednat o změnu polohy za účelem změnění výhledu dítěte nebo o blízkost rodiče v okamžik, kdy vezme dítě do náruče. Lze rozeznávat vestibulární a hmatovou stimulaci. Mezi vestibulární stimulaci patří rytmické pohyby jako je houpání, drncání nebo kolébání. Může probíhat v rukou pečovatele nebo za pomoci dětské výbavy. Hmatová stimulace zahrnuje hlazení, pusinkování, lechtání, poplácávání, hraní si s dětskými končetinami nebo objímání. Uklidnění může přijít po dání dudlíku, nakrmení nebo přebalení (Gustafson *et al.*, 1990).

## 4.2 Reakce na pozitivní projev

Pokud se jedná o pozitivní projev, jako je například smích, rodiče reagují verbálně nebo vokálně (Keller *et al.*, 1987). Když dítě vykazuje pozitivní vokalizaci, například smích, u rodičů nastává afektivní jednání, které je založeno na citech. Následují podmíněné behaviorální reakce jako je opěťovaný úsměv nebo pohlazení dítěte (Strathearn *et al.*, 2008). Byly pozorovány 2 děti ve věku 3 týdnů až 6 měsíců. Sledována byla korelace mezi úsměvem a smíchem dítěte a matčím afektivním chováním. Paersonův korelační koeficient byl stanoven na  $r = 0,77$ , byla tedy potvrzena souvislost mezi matčím a dětským chováním (Mendes *et al.*, 2009).

## 4.3 Srovnání rodičů a bezdětných

Reakce rodičů a bezdětných bývá odlišná, mateřství může změnit vnímání dětského pláče, proto matky zpravidla reagují jinak než bezdětné ženy. Ačkoliv adoptivní matky reagují na vokální podněty stejně jako matky biologické a vykazují starostlivé chování, několik studií ukázalo, že jejich mozek funguje jinak. Při různých podnětech lidský mozek zapojuje několik center a oblastí. Ve studii z roku 2017 byly určovány synchronizace mezi prefrontální, temporální a parietální kůrou. Matky byly snímány na elektroencefalografu (EEG), zatímco jim byl pouštěn

dětský pláč. Výsledky prokázaly, že u biologických matek je největší synchronizace mezi prefrontální a temporální částí, to naznačuje, že reagují emotivněji a citlivěji. U adoptivních matek reagovaly obě hemisféry stejně, proto vnímaly dětský pláč jako méně nepříjemný (Pérez-Hernández *et al.*, 2017). Lze se domnívat, že je to způsobeno tím, že matky nabyly za dobu mateřství určité zkušenosti. Lépe také reagují lidé, kteří znají denní řád daného dítěte, tedy rodiče nebo pečující osoby. Nejdéle ze všech projevů trvalo matkám i bezdětným ženám vyřešit pláč, který byl způsoben bolestí (Gustafson *et al.*, 1990). Lidé, kteří jsou již rodiči, dokázali nepatrně lépe určovat, který z vokálních projevů dítě vykazuje. Malou roli také hrál věk participantů, mladší lidé si vedli o trochu lépe než starší. Pohlaví roli nehrálo (Lindová *et al.*, 2015).

Jak matky reagují na cizí děti, se zabývala studie z roku 2008. Zde byly nejprve sledovány mozkové aktivity při očním kontaktu s vokalizujícím dítětem a poté pouze při vokalizaci bez vizualizace. Podle očekávání oční kontakt aktivoval místa v temporálním laloku. Zraková dráha nevykazovala prakticky žádné rozdíly mezi stimulem vlastním a cizím dítětem. Aktivované části byly víceméně stejné pro obě kategorie participantek, jednalo se o oblasti zpracovávající emoce v předním mozku (Strathearn *et al.*, 2008).

#### **4.4 Srovnání žen a mužů**

Lidé patří mezi alloparentální druhy, o potomky se ve většině případů starají oba dva rodiče (Hrdy, 2009). Po narození potomka procházejí hormonální proměnou nejen ženy ale také muži. V důsledku hormonálních proměn vykazují větší empatii a zvýšení motivace v péči a přístupu k dítěti. Hlavní látky ovlivňující chování otce jsou oxytocin a vasopresin (Li *et al.*, 2017). Podle studie z roku 2014 vychází rodičovské chování z podobných nervových substrátů u obou pohlaví. Mezi hlavní kritický uzel patří střední část hypotalamu, jak u matek, tak u otců. Studie byla prováděna na myších, u lidí ale procesy fungují obdobně (Wu *et al.*, 2014). Při porodu se ženě vyplaví do klíčových mozkových oblastí dopamin, který má za následek motivované chování a pocit blaha, jako reakci na dětský úsměv (Strathearn *et al.*, 2008).

V následující studii byla srovnávána reakce mužů a žen na hladový pláč dětí. V experimentu byli rodiče i bezdětní jedinci. Studie se účastnilo 18 zdravých dospělých (9 žen, 9 mužů). Účastníkům byly použity nahrávky hladového pláče, jako kontrolní skupina byl použit bílý šum a atypické výkřiky. Hladový pláč byl použit z nahrávek 10 zdravých ročních dětí, atypické výkřiky pocházely z nahrávek dětí, kterým byla diagnostikována porucha autistického spektra.

Dospělí byli sledováni na magnetické rezonanci. Největší rozdíl byl zaznamenán v dorzální mediální prefrontální a zadní mozkové oblasti. U žen při poslouchání hladového pláče v těchto oblastech mozková aktivita poklesla, zatímco u mužů zůstala stejně aktivní. Tyto výsledky by měly poukazovat na modulaci mozku, která je závislá na pohlaví. Ženy, když slyší pláč dítěte, přeruší proud svých myšlenek a začnou se více soustředit na dítě (De Pisapia *et al.*, 2013).

## 5 Vývoj řeči a komunikace

Hlavním zdrojem vývoje řeči by měl být mateřský jazyk. Převážně řeč, kterou na dítě mluví matka. Dítě je však ovlivňováno i jinými faktory, které pochází z řeči, kterou na dítě mluví otec či sourozenec. Význam může mít i řeč, kterou dítě slyší při rozhovoru dvou dospělých (Soderstrom, 2007). K vývoji řeči přispívají jak řečové vokální projevy, tak neverbální vokální projevy. Vývoj řeči a komunikace záleží na mnoho aspektech. Jedním z nich může být i zdraví dítěte, které ovlivňuje celý jeho vývoj (Hsu *et al.*, 2000). Když dítěti chybí fonetická dovednost, nahrazuje komunikaci gestikulací (McCune *et al.*, 2021). Nicméně na rozdíl od míry vokalizace, která predikuje rané řečové schopnosti, gestikulace s vývojem jazyka nesouvisí (Donnellan *et al.*, 2020). Kvalita řeči se odvíjí i podle schopnosti navazování jednotlivých souhlásek a samohlásek. Děti, které dostávaly zpětnou vazbu na své vokalizace vykazují lepší návaznosti přechodů mezi jednotlivými hláskami (Goldstein *et al.*, 2008). Liší se tvorba samohlásek i souhlásek napříč jazyky. Děti jejichž rodné jazyky byly odlišné, vykazují jiný styl tvorby hlásek (de Boysson-Bardies *et al.*, 1991; Goldstein *et al.*, 2010). Mezi prediktory řeči, které ovlivňují lexikální vývoj, bývá řazena volubilita, ale i poměr užívaných souhlásek. Sledováno bylo 10 dětí (5 dívek, 5 chlapců) ve věku 9 – 16 měsíců. Jednalo se o longitudinální studii, která trvala až do věku 3 let. Děti byly hodnoceny pomocí tří částí hodnotící fonologický výkon. Každá část byla ohodnocena na škále 1 – 3 a následně byly všechny 3 části sečteny, což dalo finální skóre jednotlivých dětí a jejich fonologického výkonu. Skórem 3 byly označeny vokalizace, které podle předpokladu vymizí v raném stádiu fonologického vývoje. Skórem 1 byly označeny vokalizace, které přetrvávají až do věku 3 let, například frikativy (třené neznělé souhlásky). Srozumitelnost vokalizace v podobnosti existujícím slovům se pohybovala od 54 % do 80 %. Byl zaznamenán přechod od brblání po žvatlání až produkci slov (Vihman *et al.*, 1987).

Dítě je schopno tvořit slova na základě jemu známých zvuků a artikulačních schopností, které již nabylo. Aby byly děti schopné verbálně komunikovat, musejí nejdříve plně porozumět

významu slov. Velký vliv v porozumění mají rodiče, případně pečující osoby, kteří mohou k rozvoji přispět stimulací dětí častým mluvením na ně a učením nových slov. Na vývoj řeči mají největší vliv vokalizace v sociálním kontextu (Oller *et al.*, 2013; Wu *et al.*, 2014; Laing *et al.*, 2020). Jejich reakce ovlivňuje pozdější schopnost tvořit slova (Wu *et al.*, 2014; Laing *et al.*, 2020).

Vývoj řeči je značně individuální. Každé dítě má jiné predispozice k naučení řeči. U 10 sledovaných dětí docházelo k patrným odlišnostem ve fonologickém vývoji i přesto, že se jednalo o prvorozené děti, které pocházely ze stejné společenské vrstvy (Vihman *et al.*, 1987).

Vokální projevy se s věkem dítěte mění. Každý z vokálních projevů přispívá k vývoji řeči jinou měrou. Nejpodstatnější část tvoří žvatláni, to bylo identifikováno jako prediktor pozdější tvorby slov (Wu *et al.*, 2014). Nejčastější VMS (hlasová motorická schémata), která jsou dětmi produkována jako první, bývají souhlásky t/d. Na základě sledování 20 amerických a 18 britských dětí bylo zjištěno, že t/d jako první souhlásky produkují jako první britské děti v 88 % případů, zatímco americké děti v 72 % případů. Jako poslední se vyskytly k/g souhlásky (McCune *et al.*, 2001).

Jak vokální projevy přispívají k socializaci zkoumala následující studie. Byla sledována sociální a endogenní dětská vokalizace. Hlavním cílem longitudální studie bylo zjistit v jaké míře ve třech věkových kategoriích kojenců (3, 6, 10 měsíců) dochází právě k sociální a endogenní vokalizaci. Studie se ve finále zúčastnilo 6 dětí se svými rodiči. Zaznamenáno bylo celkem 6657 protofonů (samohlásky vyjadřující zvuk) ze 36 nahrávek. Experiment probíhal ve dvou různých laboratorních podmínkách, kde v jedné z nich probíhala interakce přímo mezi rodičem a dítětem a ve druhé bylo dítě přítomno ve stejné místnosti, kde komunikoval rodič s jiným dospělým člověkem. Předpokladem bylo, že dítě bude používat při interakci s rodičem převážně sociální vokalizaci, zatímco v druhém případě převážně vokalizaci endogenní. Záznam výsledků probíhal prostřednictvím Software Action Analysis Coding and Training (AACT), který zaznamenával ilokuční (nepřímou) funkci a směr pohledu dítěte. Výsledný průměr sečtení protofonů vyšel následovně: ve 3 měsících věku dítěte – 338,33 (endogenní), 144,3 (sociální); v 6 měsících věku dítěte 243,83 (endogenní), 134,33 (sociální); v 10 měsících věku dítěte 143,5 (endogenní), 105,17 (sociální). Ve věkových kategoriích byla endogenní a sociální vokalizace zastoupena v poměru: 77 % : 23 % (3 měsíce), 75 % : 25 % (6 měsíců), 72 % : 28 % (10 měsíců). Z tohoto vyplývá, že čím je dítě starší, tím více vykazuje sociální vokalizaci na úkor vokalizace endogenní. V rámci srovnání endogenních a sociálních protofonů

vycházely poměry endogenní a sociální vokalizace takto: 67 % : 33% (endogenní), 82 % : 18 % (sociální) (Long *et al.*, 2020).

Ve studii z roku 2021 byl sledován vliv dětské vokalizace v šesti měsících na jejich verbální produktivitu v jednom roce. Rodiče celkem 56 dětí (29 dívek, 27 chlapců) vyplňovali dotazníky IBQ – R a CDI; ELFRA-1. Jedná se o již existující dotazníky, které byly přeloženy do němčiny – mateřského jazyka participantů. Sledována byla gestikulace, mluvení, vnímavost i jemná motorika. Výsledky studie (viz graf 1) dokazují, že vokalizace v šesti měsících souvisí s pozdější schopností verbálně se vyjadřovat (Werwach *et al.*, 2021).

## 6 Závěr

Každý vokální projev má své charakteristické vlastnosti a parametry. Na jejich základě lze vokalizace rozdělovat do několika kategorií. Ačkoliv se projevy od sebe odlišují, často nejsou jejich konkrétní typy od sebe snadno rozpoznatelné. Vokální projevy jsou důležitou částí vývoje, které více či méně přispívají k řeči. Ukázalo se, že k řeči vedou převážně řečové vokalizace, jako například žvatlání či brumlání a jsou tak označovány za „řečový trénink“. Některé vokalizace, které jsou neverbální často k vývoji řeči vůbec nevedou.

Co se týká reakcí rodiče, shrnutí použitých studií vede k závěru, že rozpoznání potřeb dítěte na základě vokálních projevů ani tak neovlivňuje pohlaví dospělé osoby, jako její předešlá zkušenost s péčí o dítě. Může se zdát, že ženy reagují lépe a přesněji, to je ale pravděpodobně způsobeno především tím, že obecně platí, že se o děti primárně starají ženy a tráví s nimi tak mnohem více času a znají lépe jejich denní harmonogram. To jim umožňuje získávat nové poznatky a nabývat nové zkušenosti v konkrétních situacích. Děti a jejich, nejen vokální, projevy bývají vnímány odlišně napříč národnostmi a generacemi.

Zdá se, že nejefektivnější metoda zjišťování dat probíhá pomocí videozáznamů. Studie, kde vyplňují rodiče dotazníky, mohou být poněkud nepřesné, ať už z úmyslných důvodů nebo zkreslení skutečnosti. Stejně tak může docházet ke značným odlišnostem v laboratorních či domácích podmínkách. Způsobeno by to mohlo být patrně tím, že se dítě cítí lépe doma ve svém známém prostředí a reaguje jinak a přirozeněji než v laboratorně připravené místnosti. Naopak rodiče mohou v domácím prostředí pořídit o něco méně kvalitnější nahrávku, než by byla pořízena v laboratorních podmínkách.

Mezi úskalí experimentů, které se věnují vokálním projevům preverbálních dětí patří především fakt, že studie zabývající se lidmi musejí splňovat přísná etická pravidla. V případě, že se studie zabývá i nezletilými dětmi, bývají tato pravidla ještě o něco ztíženější. Není proto vždy lehké sehnat vyhovující participanty a také není vždy možné provést kompletní experiment. Počet participantů také není vždy příliš velký. Studie jsou také často zastaralé a neaktualizované, ale navzdory tomu jsou stále často citovány. Většina studií je věnována pláči jako hlavnímu vokálnímu projevu. Některé druhy pláče nejsou ani součástí experimentů, protože není snadné je navodit, nebo je to příliš neetické (například bolestný pláč). Některé vokální projevy jsou v mnohých studiích považovány pouze za vegetativní zvuky a nevěnuje se jim přílišná pozornost, mezi tyto zvuky lze řadit fňukání, natahování, sténání, chrčení a jiné. V mnohých studiích také nebyly rozlišovány prvorozené děti od dětí, které mají již nějakého sourozence. Sourozenec může mít vliv na žvatlání či vývoj řeči a komunikace, ať už v pozitivním či negativním směru.

Longitudinální studie mohou pomoci standardizovat parametry pláče související s věkem, které jsou zásadní pro lékařské výzkumy a výzkumy vývoje jazyků. V rozvoji jsou také technologie a programy, které jsou schopné určit o jaký vokální projev se jedná, a tím velmi usnadnit práci rodičům a jiným pečujícím osobám. Sdělí jim tak pravděpodobnou komunikační funkci vokalizace na základě naměřených parametrů jednotlivých projevů.

V budoucích studiích by mohl být kladen důraz i na jiné vokální projevy, které jsou často ve studiích nevyhodnocovány, protože jsou považovány za vegetativní zvuky.

## 7 Přehled použité literatury

Albert, R.R., Schwade, J.A. and Goldstein, M.H. (2018) 'The social functions of babbling: acoustic and contextual characteristics that facilitate maternal responsiveness', *Developmental Science*, 21(5). Available at: <https://doi.org/10.1111/desc.12641>.

Alberts, J.R. and Pickler, R.H. (2012) 'Evolution and Development of Dual Ingestion Systems in Mammals: Notes on a New Thesis and Its Clinical Implications', *International Journal of Pediatrics*, 2012, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1155/2012/730673>.

Asthana, S., Varma, N. and Mittal, V.K. (2014) 'Preliminary analysis of causes of infant cry', in *2014 IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT). 2014 IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT)*, Noida, India: IEEE, pp. 000468–000473. Available at: <https://doi.org/10.1109/ISSPIT.2014.7300634>.

Baeck, H.E. and de Souza, M.N. (2007) 'Longitudinal Study of the Fundamental Frequency of Hunger Cries Along the First 6 Months of Healthy Babies', *Journal of Voice*, 21(5), pp. 551–559. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2006.04.003>.

Banica, I.-A. et al. (2016) 'Baby cry recognition in real-world conditions', in *2016 39th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP). 2016 39th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP)*, Vienna, Austria: IEEE, pp. 315–318. Available at: <https://doi.org/10.1109/TSP.2016.7760887>.

Barr, R.G. (2010) 'The Normal Crying Curve: What Do We Really Know?', *Developmental Medicine & Child Neurology*, 32(4), pp. 356–362. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1990.tb16949.x>.

Bell, S.M. and Ainsworth, M.D.S. (1972) 'Infant Crying and Maternal Responsiveness', *Child Development*, 43(4), p. 1171. Available at: <https://doi.org/10.2307/1127506>.

Blahova, K., Fencl, F. and Lebl, J. (2019) *Pediatrická propedeutika*.

de Boysson-Bardies, B. and Vihman, M.M. (1991) 'Adaptation to language: Evidence from babbling and first words in four languages', *Language*, 67(2), pp. 297–319. Available at: <https://doi.org/10.1353/lan.1991.0045>.

Branco, A., Behlau, M. and Rehder, M.I. (2005) 'The neonate cry after cesarean section and vaginal delivery during the first minutes of life', *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 69(5), pp. 681–689. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2005.01.002>.

Brazelton, T.B. (1962) 'CRYING IN INFANCY', *Pediatrics*, 29(4), pp. 579–588. Available at: <https://doi.org/10.1542/peds.29.4.579>.

Brazelton, T.B. and Nugent, J.K. (2011) *Neonatal behavioral assessment scale*. London: Mac Keith Press.

Chittora, A. and Patil, H.A. (2016) 'Newborn infant's cry analysis', *International Journal of Speech Technology*, 19(4), pp. 919–928. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10772-016-9379-8>.

Clark, E.V. and Locke, J.L. (1994) 'The Child's Path to Spoken Language.', *Man*, 29(4), p. 1007. Available at: <https://doi.org/10.2307/3034005>.

- Corbeil, M., Trehub, S.E. and Peretz, I. (2013) 'Speech vs. singing: infants choose happier sounds', *Frontiers in Psychology*, 4. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00372>.
- De Pisapia, N. *et al.* (2013) 'Sex differences in directional brain responses to infant hunger cries', *NeuroReport*, 24(3), pp. 142–146. Available at: <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e32835df4fa>.
- DePaolis, R.A., Vihman, M.M. and Keren-Portnoy, T. (2011) 'Do production patterns influence the processing of speech in prelinguistic infants?', *Infant Behavior and Development*, 34(4), pp. 590–601. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2011.06.005>.
- Dessureau, B.K., Kurowski, C.O. and Thompson, N.S. (1998) 'A reassessment of the role of pitch and duration in adults' responses to infant crying', *Infant Behavior and Development*, 21(2), pp. 367–371. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(98\)90013-3](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(98)90013-3).
- Dingemans, M., Torreira, F. and Enfield, N.J. (2013) 'Is "Huh?" a Universal Word? Conversational Infrastructure and the Convergent Evolution of Linguistic Items', *PLoS ONE*. Edited by J.J. Bolhuis, 8(11), p. e78273. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078273>.
- Donnellan, E. *et al.* (2020) 'Infants' intentionally communicative vocalizations elicit responses from caregivers and are the best predictors of the transition to language: A longitudinal investigation of infants' vocalizations, gestures and word production', *Developmental Science*, 23(1). Available at: <https://doi.org/10.1111/desc.12843>.
- Gilbert, H.R. and Robb, M.P. (1996) 'Vocal fundamental frequency characteristics of infant hunger cries: birth to 12 months', *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 34(3), pp. 237–243. Available at: [https://doi.org/10.1016/0165-5876\(95\)01273-7](https://doi.org/10.1016/0165-5876(95)01273-7).
- Goldstein, M.H. *et al.* (2010) 'Learning While Babbling: Prelinguistic Object-Directed Vocalizations Indicate a Readiness to Learn: LEARNING WHILE BABBLING', *Infancy*, 15(4), pp. 362–391. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1532-7078.2009.00020.x>.
- Goldstein, M.H. and Schwade, J.A. (2008) 'Social Feedback to Infants' Babbling Facilitates Rapid Phonological Learning', *Psychological Science*, 19(5), pp. 515–523. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02117.x>.
- Graven, S.N. and Browne, J.V. (2008) 'Auditory Development in the Fetus and Infant', *Newborn and Infant Nursing Reviews*, 8(4), pp. 187–193. Available at: <https://doi.org/10.1053/j.nainr.2008.10.010>.
- Groh, A.M. and Roisman, G.I. (2009) 'Adults' autonomic and subjective emotional responses to infant vocalizations: The role of secure base script knowledge.', *Developmental Psychology*, 45(3), pp. 889–893. Available at: <https://doi.org/10.1037/a0014943>.
- Gustafson, G.E. and Harris, K.L. (1990) 'Women's responses to young infants' cries.', *Developmental Psychology*, 26(1), pp. 144–152. Available at: <https://doi.org/10.1037/0012-1649.26.1.144>.
- Hoehl, S. *et al.* (2014) 'Eye contact during live social interaction modulates infants' oscillatory brain activity', *Social Neuroscience*, 9(3), pp. 300–308. Available at: <https://doi.org/10.1080/17470919.2014.884982>.
- Hsu, H.-C., Fogel, A. and Cooper, R.B. (2000) 'Infant vocal development during the first 6 months: speech quality and melodic complexity', *Infant and Child Development*, 9(1), pp. 1–16. Available at: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1522-7219\(200003\)9:1<1::AID-ICD210>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/(SICI)1522-7219(200003)9:1<1::AID-ICD210>3.0.CO;2-V).

- James-Roberts, I.S., Conroy, S. and Wilsher, K. (1996) 'Bases for maternal perceptions of infant crying and colic behaviour.', *Archives of Disease in Childhood*, 75(5), pp. 375–384. Available at: <https://doi.org/10.1136/adc.75.5.375>.
- Kawakami, K. *et al.* (2007) 'Spontaneous smile and spontaneous laugh: An intensive longitudinal case study', *Infant Behavior and Development*, 30(1), pp. 146–152. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2006.08.004>.
- Keller, H. and Schölmerich, A. (1987) 'Infant vocalizations and parental reactions during the first 4 months of life.', *Developmental Psychology*, 23(1), pp. 62–67. Available at: <https://doi.org/10.1037/0012-1649.23.1.62>.
- Laing, C. and Bergelson, E. (2020) 'From babble to words: Infants' early productions match words and objects in their environment', *Cognitive Psychology*, 122, p. 101308. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2020.101308>.
- Lee, C.-C. *et al.* (2018) 'Babbling development as seen in canonical babbling ratios: A naturalistic evaluation of all-day recordings', *Infant Behavior and Development*, 50, pp. 140–153. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2017.12.002>.
- Lind, K. and Wermke, K. (2002) 'Development of the vocal fundamental frequency of spontaneous cries during the first 3 months', *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 64(2), pp. 97–104. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0165-5876\(02\)00024-1](https://doi.org/10.1016/S0165-5876(02)00024-1).
- Lindová, J., Špinková, M. and Nováková, L. (2015) 'Decoding of Baby Calls: Can Adult Humans Identify the Eliciting Situation from Emotional Vocalizations of Preverbal Infants?', *PLOS ONE*. Edited by J.J. Bolhuis, 10(4), p. e0124317. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124317>.
- Long, H.L. *et al.* (2020) 'Social and endogenous infant vocalizations', *PLOS ONE*. Edited by I. Nomikou, 15(8), p. e0224956. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224956>.
- Martinez-Cañete, Y. *et al.* (2018) 'Data Mining Techniques in Normal or Pathological Infant Cry', in Y. Hernández Heredia, V. Milián Núñez, and J. Ruiz Shulcloper (eds) *Progress in Artificial Intelligence and Pattern Recognition*. Cham: Springer International Publishing (Lecture Notes in Computer Science), pp. 141–148. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01132-1\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01132-1_16).
- McCune, L. *et al.* (1996) 'Grunt communication in human infants (Homo sapiens).', *Journal of Comparative Psychology*, 110(1), pp. 27–37. Available at: <https://doi.org/10.1037/0735-7036.110.1.27>.
- McCune, L., Lennon, E.M. and Greenwood, A. (2021) 'Gestures, grunts, and words: Development in a dynamic system', *First Language*, 41(3), pp. 243–267. Available at: <https://doi.org/10.1177/0142723720966820>.
- McCune, L. and Vihman, M.M. (2001) 'Early Phonetic and Lexical Development: A Productivity Approach', *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(3), pp. 670–684. Available at: [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2001/054\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2001/054)).
- Mendes, D.M.L.F., Seidl-de-Moura, M.L. and Siqueira, J. de O. (2009) 'The ontogenesis of smiling and its association with mothers' affective behaviors: A longitudinal study', *Infant Behavior and Development*, 32(4), pp. 445–453. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2009.07.004>.

- Mercer, M.E. *et al.* (2014) 'A pseudoisochromatic test of color vision for human infants', *Vision Research*, 100, pp. 72–77. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.visres.2014.04.006>.
- Messaoud, A. and Tadj, C. (2011) 'Analysis of acoustic features of infant cry for classification purposes', in *2011 24th Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering(CCECE). 2011 24th IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*, Niagara Falls, ON, Canada: IEEE, pp. 000089–000092. Available at: <https://doi.org/10.1109/CCECE.2011.6030415>.
- Messinger, D. *et al.* (2002) 'How sleeping neonates smile: How sleeping neonates smile', *Developmental Science*, 5(1), pp. 48–54. Available at: <https://doi.org/10.1111/1467-7687.00208>.
- Michelsson, K. *et al.* (1996) 'Crying in separated and non-separated newborns: sound spectrographic analysis', *Acta Paediatrica*, 85(4), pp. 471–475. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.1996.tb14064.x>.
- Michelsson, K., Järvenpää, A.-L. and Rinne, A. (1983) 'Sound spectrographic analysis of pain cry in preterm infants', *Early Human Development*, 8(2), pp. 141–149. Available at: [https://doi.org/10.1016/0378-3782\(83\)90070-1](https://doi.org/10.1016/0378-3782(83)90070-1).
- Mireault, G. *et al.* (2012) 'Humour Perception and Creation between Parents and 3- to 6-month-old Infants: Parent-infant Humour', *Infant and Child Development*, 21(4), pp. 338–347. Available at: <https://doi.org/10.1002/icd.757>.
- Mireault, G.C. *et al.* (2015) 'Laughing matters: Infant humor in the context of parental affect', *Journal of Experimental Child Psychology*, 136, pp. 30–41. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.03.012>.
- Murray, A.D. (1979) 'Infant crying as an elicitor of parental behavior: An examination of two models.', *Psychological Bulletin*, 86(1), pp. 191–215. Available at: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.1.191>.
- Musacchia, G. *et al.* (2015) 'Infant Auditory Processing and Event-related Brain Oscillations', *Journal of Visualized Experiments*, (101), p. 52420. Available at: <https://doi.org/10.3791/52420>.
- Novak, G.P. *et al.* (1989) 'Cortical responses to speech sounds and their formants in normal infants: maturational sequence and spatiotemporal analysis', *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 73(4), pp. 295–305. Available at: [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(89\)90108-9](https://doi.org/10.1016/0013-4694(89)90108-9).
- Oller, D.K. (2000) *The Emergence of the Speech Capacity*. 0 edn. Psychology Press. Available at: <https://doi.org/10.4324/9781410602565>.
- Oller, D.K. *et al.* (2013) 'Functional flexibility of infant vocalization and the emergence of language', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(16), pp. 6318–6323. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1300337110>.
- Oller, D.K. and Eilers, R.E. (1988) 'The Role of Audition in Infant Babbling', *Child Development*, 59(2), p. 441. Available at: <https://doi.org/10.2307/1130323>.
- Papoušek, M. (2007) 'Communication in early infancy: An arena of intersubjective learning', *Infant Behavior and Development*, 30(2), pp. 258–266. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2007.02.003>.

- Pérez-Hernández, M. *et al.* (2017) 'Listening to a baby crying induces higher electroencephalographic synchronization among prefrontal, temporal and parietal cortices in adoptive mothers', *Infant Behavior and Development*, 47, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2017.02.003>.
- Prescott, R. (1975) 'Infant cry sound; developmental features', *The Journal of the Acoustical Society of America*, 57(5), pp. 1186–1191. Available at: <https://doi.org/10.1121/1.380577>.
- Protopapas, A. and Eimas, P.D. (1997) 'Perceptual differences in infant cries revealed by modifications of acoustic features', *The Journal of the Acoustical Society of America*, 102(6), pp. 3723–3734. Available at: <https://doi.org/10.1121/1.420403>.
- Robb, M.P., Sinton-White, H. and Kaipa, R. (2011) 'Acoustic estimates of respiration in the pain cries of newborns', *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 75(10), pp. 1265–1270. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2011.07.006>.
- Ruch, W. and Ekman, P. (2001) 'THE EXPRESSIVE PATTERN OF LAUGHTER', in Kaszniak, A., *Emotions, Qualia, and Consciousness*. WORLD SCIENTIFIC, pp. 426–443. Available at: [https://doi.org/10.1142/9789812810687\\_0033](https://doi.org/10.1142/9789812810687_0033).
- Sahin, M. *et al.* (2017) 'Utilizing Infant Cry Acoustics to Determine Gestational Age', *Journal of Voice*, 31(4), p. 506.e1-506.e6. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.10.005>.
- Scheiner, E. *et al.* (2002) 'Acoustic Analyses of Developmental Changes and Emotional Expression in the Preverbal Vocalizations of Infants', *Journal of Voice*, 16(4), pp. 509–529. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(02\)00127-3](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(02)00127-3).
- Scott-Jupp, R. (2018) 'Why do babies cry?', *Archives of Disease in Childhood*, p. archdischild-2017-313597. Available at: <https://doi.org/10.1136/archdischild-2017-313597>.
- Soderstrom, M. (2007) 'Beyond babytalk: Re-evaluating the nature and content of speech input to preverbal infants', *Developmental Review*, 27(4), pp. 501–532. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.dr.2007.06.002>.
- Sohner, L. and Mitchell, P. (1991) 'Phonatory and phonetic characteristics of prelinguistic vocal development in cri du chat syndrome', *Journal of Communication Disorders*, 24(1), pp. 13–20. Available at: [https://doi.org/10.1016/0021-9924\(91\)90030-M](https://doi.org/10.1016/0021-9924(91)90030-M).
- Stark, R.E. (1980) 'STAGES OF SPEECH DEVELOPMENT IN THE FIRST YEAR OF LIFE 1 This work was supported by NINCDS Grant NS.09628 and by NICHD Grant HD. 11970.', in *Child Phonology*. Elsevier, pp. 73–92. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-770601-6.50010-3>.
- Strathearn, L. *et al.* (2008) 'What's in a Smile? Maternal Brain Responses to Infant Facial Cues', *Pediatrics*, 122(1), pp. 40–51. Available at: <https://doi.org/10.1542/peds.2007-1566>.
- Swain, J.E. and Ho, S.S. (2010) 'Baby smile response circuits of the parental brain', *Behavioral and Brain Sciences*, 33(6), pp. 460–461. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0140525X10001615>.
- Tronick, E. (ed.) (1982) *Social interchange in infancy: affect, cognition, and communication*. Baltimore: University Park Press.
- Vihman, M.M. (2017) 'Learning words and learning sounds: Advances in language development', *British Journal of Psychology*, 108(1), pp. 1–27. Available at: <https://doi.org/10.1111/bjop.12207>.

Vihman, M.M. and Greenlee, M. (1987) 'Individual Differences in Phonological Development: Ages One and Three Years', *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 30(4), pp. 503–521. Available at: <https://doi.org/10.1044/jshr.3004.503>.

Werwach, A. *et al.* (2021) 'Infants' vocalizations at 6 months predict their productive vocabulary at one year', *Infant Behavior and Development*, 64, p. 101588. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2021.101588>.

Widström, A.-M. and Thingström-Paulsson, J. (1993) 'The position of the tongue during rooting reflexes elicited in newborn infants before the first suckle', *Acta Paediatrica*, 82(3), pp. 281–283. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.1993.tb12660.x>.

Wild, B. *et al.* (2003) 'Neural correlates of laughter and humour', *Brain*, 126(10), pp. 2121–2138. Available at: <https://doi.org/10.1093/brain/awg226>.

Wu, Z. *et al.* (2014) 'Galanin neurons in the medial preoptic area govern parental behaviour', *Nature*, 509(7500), pp. 325–330. Available at: <https://doi.org/10.1038/nature13307>.

Wu, Z. and Gros-Louis, J. (2014) 'Infants' prelinguistic communicative acts and maternal responses: Relations to linguistic development', *First Language*, 34(1), pp. 72–90. Available at: <https://doi.org/10.1177/0142723714521925>.

Zeifman, D.M. (2001) 'An ethological analysis of human infant crying: Answering Tinbergen's four questions', *Developmental Psychobiology*, 39(4), pp. 265–285. Available at: <https://doi.org/10.1002/dev.1005>.

Zeskind, P.S. (1987) 'Adult heart-rate responses to infant cry sounds', *British Journal of Developmental Psychology*, 5(1), pp. 73–79. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1987.tb01043.x>.