



## JAZYK NEMLUVŇAT – VÝZKUM OSVOJOVÁNÍ HLÁSEK MATEŘSKÉHO JAZYKA

V loňském roce vznikla v rámci Centra pro studium člověka a společnosti na Filozofické fakultě Univerzity Karlovy, ve spolupráci s Lékařskou fakultou v Hradci Králové a za finanční podpory programu Primus výzkumná skupina *Jazyk nemluvnat*. Jak je z názvu patrné, skupina se zabývá vývojem řeči v nejranějších stadiích, tedy osvojováním fonetické a fonologické roviny jazyka.

Malé dítě si bez zjevné námahy automaticky osvojí jazyk (nebo jazyky) užívaný v prostředí, ve kterém vyrůstá. Prvním přímo pozorovatelným a bezesporu fascinujícím milníkem ve vývoji řeči je příchod tzv. žvatlání. Mezi 7. a 11. měsícem věku začne kojeneček strukturovaně artikulovat a produkovat skupiny slabik (Molemans, van den Berg, Severen & Gillis, 2012). Dítě se však stává rodilým mluvčím konkrétního jazyka dávnou předtím, než samo začne žvatlat nebo mluvit. Již mezi 4. a 6. měsícem věku si úspěšně založí mentální kategorie pro některé hlásky a typicky v době prvních narozenin si již osvojilo kompletní hláskový systém mateřského jazyka (Polka & Werker, 1994; Werker & Tees, 1984). Roční dítě vyrůstající v českém jazykovém prostředí tak s největší pravděpodobností dokáže rozlišit samohláskové kvality [ɛ] a [a], které mění význam slov jako *perník* a *parník*, ale (na rozdíl od dítěte vystaveného angličtině) již nevnímá odlišnost mezi [ɛ] a [æ], které v češtině význam slov nemění, a zařadí je do jedné, už osvojené, kategorie českého /ɛ/.

Na základě porovnání výsledků různých studií se opakovaně uvádí, že dítě si samohlásky osvojí dříve než souhlásky (viz např. Kuhl, 2004), což může být přisouzeno obecně vyšší hlasitosti a delšímu trvání samohlásek, tj. jejich větší percepční výraznosti. Jelikož v percepční výraznosti se od sebe dále liší i jednotlivé samohlásky nebo souhlásky, je zřejmé, že vývoj fonetické akvizice nebude jednotný pro celou třídu samohlásek či souhlásek, ale bude závislý právě na míře percepční významnosti každého individuálního segmentu (Burnham, 1986). Výsledky dosavadních studií napříč jazyky ale neumožňují přesně určit vývoj dílčích částí hláskového systému jazyka, ať už kvůli metodologickým rozdílům mezi studii, nebo proto, že pro některé typy hlásek data nejsou dostupná.

Vokální (samohláskové) kontrasty je možno primárně rozdělit na kvalitativní a délkové. Kvalitativní kontrasty jsou akusticky realizovány jako rozdíly ve frekvenční charakteristice hlásek, a to zejména v hodnotách dvou až tří nejnižších rezonančních frekvencí (formantů). Délkové kontrasty jsou realizovány jako rozdíly v trvání hlásek. Jelikož frekvenční složení a trvání jsou diametrálně odlišné akustické i psychoakustické dimenze, můžeme předpokládat, že i jejich osvojování probíhá odlišným způsobem a v jiném stadiu vývoje. Cílem našeho současného projektu je otestovat hypotézu, že osvojování samohláskové délky a samohláskové kvality probíhá v různém věku, a to v závislosti na percepční významnosti každého typu kontrastu. Percepční významnost zjednodušeně definujeme jako míru vnímatelnosti kvantifikovanou na bázi psychoakustické vzdálenosti a pravděpodobnosti výskytu daného typu kontrastu v řečovém signálu, který dítě během života slyší. Tímto způsobem jsme formulovali predikce pro samotný počátek osvojování jazyka a také pro jeho průběh v prvním roce života.

## NOVOROZENECKÁ PERCEPCE

Pro počátek fonetického vývoje očekáváme, že osvojování samohláskové délky začne dříve než osvojování kvality, jelikož trvání vokálních segmentů je v nejranějších stadiích vývoje jedince (tedy ještě před narozením) dimenze lépe vnímatelná než informace o frekvenčním složení hlásky. Předchozí studie, které percepční zpracování vokálních délek malými dětmi testovaly, ukazují, že dítě rozdíly v trvání samohlásek rozlišuje spolehlivě již několik dnů či týdnů po narození (Friederici, Friedrich & Weber, 2002; Thiede et al., 2019). Novorozeneckou citlivost vůči délkovým rozdílům je možné přisoudit samotné percepční významnosti délkové dimenze, ale také přesněji percepční významností způsobenému *dřívějšímu nástupu osvojování délkových typů kontrastů*. Předpokládáme totiž, že osvojování má pro různé typy kontrastů různou chronologii a průběh a může započít i prenatálně (viz Granier-Deferre, Ribeiro, Jacquet & Bassereau, 2011). Již několik hodin po narození tak může některý typ hláskového kontrastu vykazovat vývojovou výhodu oproti kontrastu jinému.

Aby osvojování hlásek mohlo začít již před narozením, musí plod slyšet, být schopen se učit a v neposlední řadě musí mít přístup k adekvátním vjemům. Odborná literatura ukazuje, že všechny tyto podmínky jsou skutečně splněny. Zhruba od 28. týdne gestačního věku je sluchový a nervový systém plodu schopen zpracovávat přicházející akustické stimuly; sluchové vjemy jsou v tomto období přímo nezbytné pro správný vývoj temporálních oblastí mozkové kůry (Graven & Browne, 2008). Od 80. let 20. století je známo, že různé typy učení specifické pro jazyk probíhají již v děloze. Ihned po narození například dítě rozezná známý verš, který slyšelo během těhotenství, od verše nového (DeCasper & Spence, 1986), mateřský jazyk od jazyka cizího (Mehler et al., 1988) a na hláskové kontrasty mateřského jazyka reaguje jinak než na kontrasty cizí (Moon, Lagercrantz & Kuhl, 2013). Dokonce i melodie novorozeneckého pláče nese rysy mateřského jazyka (Mampe, Friederici, Christophe & Wermke, 2009). Z výše zmíněných tří podmínek prenatálního učení je pravděpodobně tou nejkomplexnější přístup plodu k adekvátním vjemům. Na základě nahrávek v děloze březích ovcí, u žen během porodu po odtoku plodové vody a obecných poznatků o šíření zvuku tkáněmi a vodou jsme schopni přibližně popsat vlastnosti akustických stimulů, kterým je vystaven vyvíjející se lidský plod. Frekvenční informace mezi 100 Hz a 500 Hz, pokud má hlasitost alespoň 60 dB, bude pro vyvíjející se plod dobře slyšitelná; vyšší frekvenční pásmo, zejména nad 1 kHz, bude progresivně zeslabeno, naopak frekvence pod 100 Hz mohou být maskovány zvuky fyziologických procesů v matčině těle (Querleu, Renard, Versyp, Paris-Delrue & Crèpin, 1988; Gerhardt & Abrams 1996). Průběh základního hlasivkového tónu (výška hlasu) a rytmus řeči (trvání segmentů a slabik) jsou při průchodu z vnějšího prostředí do dělohy dobře zachovány (Granier-Deferre et al., 2011).

Percepční experimenty měřící srdeční akci a pohybovou aktivitu plodu ukazují, že ve 35. až 36. týdnu gestačního věku plod diskriminuje mezi tóny o frekvenci 250 Hz a 500 Hz a mezi slabikami [ba] a [bi], ovšem nediskriminuje mezi (anglickými) slabikami [da] a [t<sup>h</sup>a], což je kontrast založený zejména na rozdílu trvání vysokofrekvenčního aspiračního šumu (Shahidullah & Hepper, 1994; Weikum, Oberlander, Hensch & Werker, 2012). Protože plod některé typy hláskových rozdílů (jako např. rozdíl mezi



[a] a [i], realizovaný v nižším frekvenčním pásmu mezi 200 Hz a 800 Hz) slyší a zpracovává lépe než rozdíly jiné (jako např. zmíněné [da] — [t<sup>h</sup>a]) a protože prenatální zkušenost má vliv na novorozeneckou percepci řeči (viz studie shrnuté v předchozím odstavci), dá se očekávat, že vokální délka, jež je jedinci dobře dostupná již v prenatálním období, bude po narození diskriminována lépe než vokální kvalita, která je v prenatálním období lidskému plodu dostupná hůře.

Abychom zjistili, zda si jedinec vyvíjející se v česky mluvícím prostředí v prenatálním období začne osvojovat vokální délku ve větší míře než vokální kvalitu, testujeme neurální zpracování obou typů kontrastu u jedno- až dvoudenních zdravých novorozenců. Novorozenecká percepcie změn v trvání a ve frekvenční charakteristice řečových a neřečových stimulů je zkoumána pomocí elektroencefalografie, přesněji evokovaných potenciálů. Dočasná laboratoř byla za tímto účelem zbudována na novorozeneckém oddělení Fakultní nemocnice v Hradci Králové.

## VÝVOJ BĚHEM PRVNÍHO ROKU ŽIVOTA

Okolní prostředí jedince se příchodem na svět radikálně změní. Sluchové vjemy se obecně stanou intenzivnějšími a novorozenec se setká s akustickou informací, která byla během prenatálního vývoje zastřena. Frekvenční charakteristika hlásek se stane percepčně významnější, než byla doposud. V prostředí, kde se kvalitativní a délkové rozdíly staly srovnatelně psychoakusticky výraznými, začne být průběh osvojování ve větší míře ovlivňován také pravděpodobností výskytu obou typů kontrastu v řečovém signálu, se kterým se dítě setkává.

V současné literatuře není dostatek dat (zejména pro délku) umožňujících spolehlivě porovnat vývoj samohláskové kvality a délky (Tsuji & Cristia, 2014), předchozí studie se většinou zaměřovaly na vokální kontrasty kvalitativní nebo kontrasty kombinované, tj. realizované pomocí frekvenčních a délkových vodítek současně (Bohn & Polka, 2001; Benders, 2013). Výjimkou jsou data pro japonštinu, která naznačují nerovnoměrně se vyvíjející percepci délkových kontrastů mezi 4. a 18. měsícem věku (Sato, Sogabe & Mazuka, 2010; Mugitani et al., 2009). Relativně pozdní osvojení fonémické délky u japonských dětí — až v 18. měsíci věku — je přisuzováno statistickému rozložení výskytu krátkých a dlouhých hlásek v japonské řeči adresované dětem: převažují krátké vokály, a navíc je v japonštině možno krátké a dlouhé realizace hlásek odlišit pouze s použitím fonotaktické a lexikální informace, která je v prvních fázích vývoje dítěti nedostupná (Bion, Miyazawa, Kikuchi & Mazuka, 2013).

Čeština je jeden z mála jazyků, který vedle frekvenční charakteristiky hlásek fonémicky a stále poměrně systematicky využívá i samohláskové trvání (Paillereau & Chládková, v tisku). Předpokládáme tedy, že češtinou obklopenému dítěti budou dostupné jak kvalitativní, tak délkové kontrasty. Naše nedávná analýza řeči těhotných žen potvrzuje, že akustické vlastnosti a rozložení krátkých a dlouhých vokálů by mohly být pro osvojení délkových kategorií příznivé (Chládková, Černá, Paillereau, Skarnitzl & Oceláková, 2019). Abychom ověřili míru dostupnosti vodítek pro samohláskovou délku a kvalitu v průběhu vývoje, nahráváme a analyzujeme řeč rodičů napříč prvním rokem života dítěte. Pokud se délková a kvalitativní struktura hlásek



v řeči adresované dětem nebude měnit, očekáváme, že percepce délkových a kvalitativních kontrastů se po narození bude vyvíjet rovnoměrně, a tudíž délka (jejíž osvojování začalo již prenatálně) bude plně osvojena o něco dříve než kvalita (postupně, např. ve 4. a v 6. měsíci věku).

Je nutno poznamenat, že změna významnosti jednotlivých akustických vodítek prokazatelně způsobuje změny ve zpracování podnětů u dospělých posluchačů (Ylinen et al., 2010; Scharinger, Herrmann, Nierhaus & Obleser, 2014). Protože příchod jedince na svět způsobí značnou změnu v relativní percepční významnosti trvání samohlásek a jejich frekvenční charakteristiky, námi predikovaná ontogenetická výhoda pro učení se samohláskové délce nemusí nutně přetrvávat během celého fonetického a fonologického vývoje mateřského jazyka. Musíme také vzít v úvahu dítěti nově dostupnou informaci z modalit mimo sluchovou percepci, a to zejména vizuální vodítka, která ovlivňují nejen vnímání hlásek dospělými (McGurk & MacDonald, 1976), ale i míru pozornosti u dětí (ter Schure, Junge & Boersma, 2016) a mohla by tak mít (odlišný) vliv na samotnou akvizici délkových a kvalitativních kontrastů.

Naším cílem je popsat, jak se u dětí v českém jazykovém prostředí vyvíjí percepce vokalické délky a kvality a ve kterém věku si děti tyto typy kontrastů osvojí, tedy vnímají je podobně jako dospělí mluvčí. V Laboratoři behaviorálních a lingvistických studií (LABELS) za tímto účelem testujeme percepční zpracování délkových a kvalitativních rozdílů v řečových a neřečových stimulech u kojenců mezi 3. a 11. měsícem věku. Využíváme zde behaviorální paradigmatu habituace a dishabituace, kdy měříme dobu, po kterou dítě udrží pozornost k určitému typu stimulace (nebo ji na něj opětovně namíří), a jsme tak schopni zjistit, které rozdíly percepčně diskriminuje a které ne.

## SHRNUTÍ

*Jazyk nemluvnat* je ojedinělou mezioborovou skupinou zkoumající osvojování zvukové stránky jazyka. Popis skupiny a seznam členů lze najít na webu <https://hrc.ff.cuni.cz/centrum-pro-studium-cloveka-a-spolecnosti/badatelske-tymy/jazyk-nemluvnat/>. Díky spolupráci mezi lingvisty, psychology, neurovědci a lékaři budeme schopni popsat osvojování jazyka v nejranějších stadiích vývoje a poodhalit tak fungování kognitivních mechanismů, které dosud nebyly popsány. Příležitost zkoumat akvizici jazyka u češtinou obklopených novorozenců a dětí nám umožňuje klást specifické otázky o jazykovém osvojování, na které psycholingvistika prozatím nezná odpověď.

Výsledky výzkumu zaměřeného na rané osvojování jazyka u zdravých dětí mohou poskytnout podklady pro brzkou a přesnější identifikaci vývojových vad sluchu, řeči nebo specifických poruch učení. Díky adekvátní a včas zahájené rehabilitaci, např. prostřednictvím prenatální stimulace určitými typy hláskových kontrastů, by mohlo být možné vývojové potíže spjaté se zpracováním řeči zmírnit či překonat.

Vedle stěžejního spojení Filozofické fakulty UK a Lékařské fakulty UK v Hradci Králové probíhá spolupráce s Psychologickým ústavem Akademie věd ČR, kde se nachází behaviorální dětská laboratoř, a s Filozofickou fakultou UP v Olomouci, kde jsou



připravovány experimentální stimuly. Projektu se jako konzultanti účastní odborníci z Ústavu translačního neuromodelování Univerzity v Curychu a dětské laboratoře Univerzity v Amsterdamu. Členové skupiny se dále podílí na výzkumných projektech testujících např. vliv prozodie a akcentu mluvčího na vývoj rodného jazyka, akustické vlastnosti žvatlání u francouzských dětí, percepce a produkci řeči v cizím jazyce a připravují budoucí experimenty zaměřené na vývoj řeči u bilingvních dětí.

## PODĚKOVÁNÍ

Velký dík patří všem členům výzkumné skupiny a spolupracovníkům za jejich nadšení a nasazení v projektu, zejména Janu Kremláčkovi a Josefu Urbancovi v novorozenecké laboratoři na LF HK, Nikole Paillereau, Radce Klímičkové, Veronice Ungrové a Kristýně Hrdličkové v behaviorální laboratoři na FF UK a Zuzaně Ocelákové za neúnavnou práci na obou lokacích. Jsme velmi vděční rodinám zapojujícím se do našich experimentů, bez jejich chuti a zájmu stát se pokusnými osobami by náš výzkum nebyl možný. Kolegům Šárce Šimáčkové a Václavu Jonáši Podlipskému děkuji za připomínky k dřívější verzi tohoto článku.

## BIBLIOGRAFIE

- Benders, T. (2013). *Nature's Distributional-Learning Experiment*. Doctoral dissertation, The University of Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands.
- Bion, R.A.H., Miyazawa, K., Kikuchi, H., & Mazuka, R. (2013). Learning phonemic vowel length from naturalistic recordings of Japanese infant-directed speech. *PLoS ONE*, 8(2), e51594.
- Bohn, O.-S., & Polka, L. (2001). Target spectral, dynamic spectral, and duration cues in infant perception of German vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 110(1), 504–515.
- Burnham, D. (1986). Developmental loss of speech perception: Exposure to and experience with a first language. *Applied Psycholinguistics*, 7, 207–240.
- Chládková, K., Černá, M., Paillereau, N., Skarnitzl, R., Oceláková, Z. (přijato k publikaci). Prenatal infant-directed speech: vowels and voice quality. To appear in the *Proceedings of the 19th International Congress of Phonetic Sciences*, 2019.
- DeCasper, A.J., & Spence, M.J. (1986). Prenatal maternal speech influences newborns' perception of speech sounds. *Infant Behaviour and Development*, 9, 133–150.
- Friederici, A.D., Friedrich, M., Weber, C. (2002). Neural manifestation of cognitive and precognitive mismatch detection in early infancy. *Neuroreport*, 13(10), 1251–4.
- Gerhardt, K.J., & Abrams, R.M. (1996). Fetal hearing: Characterization of the stimulus and response. *Seminars in Perinatology*, 20(1), 11–20.
- Granier-Deferre, C., Ribeiro, A., Jacquet, A.-Y., & Bassereau, S. (2011). Near-term fetuses process temporal features of speech. *Developmental Science*, 14(2), 336–352.
- Graven, S.N., & Browne, J.V. (2008). Auditory development in the fetus and infant. *Newborn and Infants Nursing Reviews*, 8(4), 187–193.
- Kuhl, P. (2004). Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature Neuroscience*, 5, 831–843.
- Mampe, B., Friederici, A.D., Christophe, A., & Wermke, K. (2009). Newborns' cry melody is shaped by their native language. *Current Biology*, 19, 1994–1997.
- McGurk, H., & MacDonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices. *Nature*, 264(5588), 746–748.
- Mehler, J., Jusczyk, P., Lamberts, G., Halsted, N., Bertoni, J., & Amiel-Tison, C. (1988).

- A precursor of language acquisition in young infants. *Cognition*, 29, 143–178.
- Molemans, I., van den Berg, R., van Severen, L., & Gillis, S. (2012). How to measure the onset of babbling reliably? *Journal of Child Language*, 39(3), 523–552.
- Moon, C., Lagercrantz, H., & Kuhl, P. K. (2013). Language experienced utero affects vowel perception after birth: A two-country study. *Acta Paediatrica*, 102, 156–160.
- Mugitani, R., Pons, F., Fais, L., Dietrich, C., Werker, J. F., & Amano, S. (2009). Perception of vowel length by Japanese- and English-learning infants. *Developmental Psychology*, 45, 236–247.
- Pailhereau, N., & Chládková, K. (v tisku). Spectral and temporal characteristics of Czech vowels in spontaneous speech..
- Polka, L., & Werker, J. (1994). Developmental changes in perception of non-native vowel contrasts. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 421–435.
- Querleu, D., Renard, X., Versyp, F., Paris-Delrue, L., & Crèpin, G. (1988). Fetal hearing. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 29, 191–212.
- Sato, Y., Sogabe, Y., & Mazuka, R. (2010). Discrimination of phonemic vowel length by Japanese infants. *Developmental Psychology*, 46(1), 106–119.
- Shahidullah, S., & Hepper, P.G. (1994). Frequency discrimination by the fetus. *Early Human Development*, 36, 13–26.
- Scharinger, M., Herrmann, B., Nierhaus, T., & Obleser, J. (2014). Simultaneous EEG-fMRI brain signatures of auditory cue utilization. *Frontiers in Neuroscience*, 8, 137.
- ter Schure, S., Junge, C. & Boersma, P. (2016). Discriminating non-native vowels on the basis of multimodal, auditory or visual information: effects on infants' looking patterns and discrimination. *Frontiers in Psychology: Language Sciences*, 7, 525.
- Thiede, A., Virtala, P. M., Ala-Kurikka, I. S. M., Partanen, E. J., Huotilainen, Mikkola, K., Leppänen, P. H. T. & Kujala, T. (2019). An extensive pattern of atypical neural speech-sound discrimination in newborns at risk of dyslexia. *Clinical Neurophysiology*, 130(5), 634–646.
- Tsuji, S., & Cristià, A. (2014). Perceptual attunement in vowels: A meta-analysis. *Developmental Psychobiology*, 56(2), 179–191.
- Weikum, W.M., Oberlander, T.F., Hensch, T.K., & Werker, J.F. (2012). Prenatal exposure to antidepressants and depressed maternal mood alter trajectory of infant speech perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 17221–17227.
- Werker, J., & Tees, R. (1984). Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior and Development*, 7, 49–63.
- Ylinen, S., Uther, M., Latvala, A., Vepsäläinen, S., Iverson, P., Akahane-Yamada, R., & Näätänen, R. (2010). Training the brain to weight speech cues differently: A study of Finnish second-language users of English. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 226, 1319–1332.

