

Gadające Głowy

Newsletter BABYLab UW



Projekt Gadające Głowy

Od pierwszych chwil życia Maluchy przywiązują szczególną uwagę do ludzkich twarzy i głosów. Chcieliśmy sprawdzić jak informacje płynące z mowy audiowizualnej, czyli „gadających głów” są analizowane przez dzieci w pierwszym roku życia.

W badaniach wykorzystaliśmy nowoczesne i przyjazne dla Niemowląt metody obrazowania pracy ich mózgu (EEG, fNIRS) i śledzenia ruchów oczu (eye-tracking). Zapraszamy do zapoznania się z pierwszymi wynikami badań!

Zespół BABYlab

UW

1

FNIRS

2

EEG

3

EYE-TRACKING

W newsletterze:



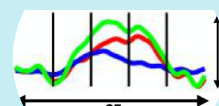
Co badamy?

Percepcja mowy audiowizualnej.



Jak badamy?

Stosowane metody badawcze.



Czego się dowiedzieliśmy?

Wstępne wyniki badań.

Gadające Głowy - fNIRS

Rozumienie mowy kojarzy się zwykle ze zmysłem słuchu. A jednak, podczas większości codziennych sytuacji nie tylko słyszymy, lecz także widzimy naszego rozmówcę. Obserwowanie rozmówcy pomaga nam w rozumieniu mowy.

Szczególnie gdy znajdujemy się w hałaśliwym otoczeniu, lepiej rozumiemy, co ktoś mówi, gdy patrzymy na jego twarz.

Od urodzenia niemowlęta otoczone są ludźmi, obserwują i słuchają ich mowy. Już w pierwszych miesiącach życia niemowlęta mają częściową wiedzę na temat mowy wizualnej. W latach osiemdziesiątych badacze z Uniwersytetu Waszyngtońskiego pokazali, że czteromiesięczne niemowlęta potrafią dopasować dźwięki mowy do odpowiadających im ruchów ust. Widząc dwie aktorki wypowiadające różne sylaby maluchy wolą patrzeć na tą aktorkę, którą słyszą.

Późniejsze badania zespołu z Uniwersytetu Kolumbii Brytyjskiej wykazały, że niemowlęta potrafią także rozróżniać język ojczysty od obcego, nawet jeśli nie słyszą a jedynie obserwują w ciszy mówiącą osobę. Z czasem, coraz więcej badaczy zwracało uwagę na wizualne aspekty mowy. Wykazano, że obserwacja ruchu ust ułatwia rozwój percepcji mowy u niemowląt.

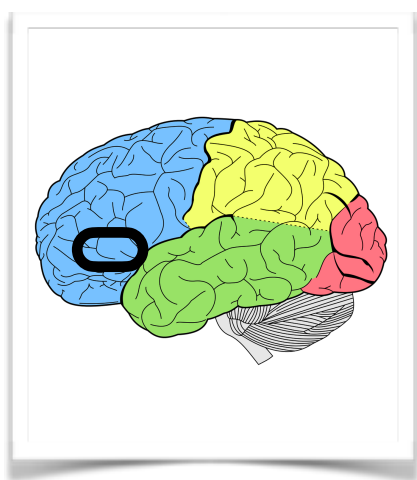
Mowa wizualna odnosi się do wszystkich widocznych cech mowy (ruchy ust, szczęki, języka) powiązanych z określonymi dźwiękami mowy. Na przykład otwarte usta powiązane są z samogłoskami, a zablokowane otwarcie ust, przez wargi, język lub zęby, kojarzy się ze spółgłoskami.

W swoich badaniach na Uniwersytecie Londyńskim, dr Tomalski badał na co patrzą 6-9 miesięczne niemowlęta w czasie oglądania gadających twarzy. Maluchy zostały ponownie zbadane w wieku około 1,5 roku pod kątem rozwoju mowy. Dr Tomalski razem z zespołem wykazał, że maluchy które wykrywały niezgodność między ruchem ust a słyszonym dźwiękiem mowy miały później większy zasób słów.



Organizacja funkcjonalna mózgu dla mowy

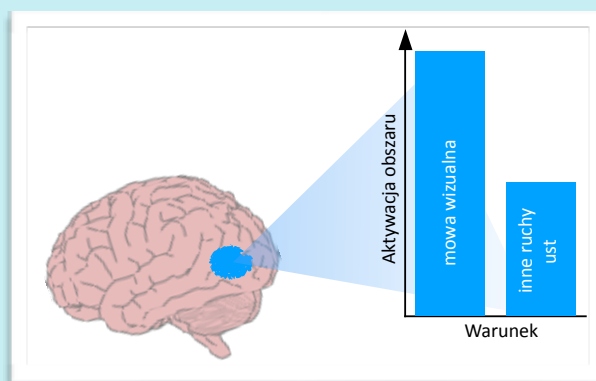
Mózg człowieka zbudowany jest z wielu większych i mniejszych struktur, które pełnią różne funkcje. Najbardziej zewnętrzną warstwę mózgu tworzy kora mózgowa. Wyróżnia się cztery płaty mózgowe, czyli obszary kory mózgowej odpowiedzialne za szeroko zdefiniowane funkcje. Na przykład płat skroniowy, położony w bocznej części kory mózgowej, w okolicach naszych uszu, odpowiedzialny jest między innymi za słuch. Organizacja obszarów kory mózgowej i odpowiadających im funkcji (funkcjonalna organizacja korowa) u dorosłych jest nam coraz bardziej znana. Wiadomo na przykład, że większość funkcji związanych z rozumieniem mowy jest zlokalizowana w lewej półkuli mózgu. Z badań mózgu dorosłych wynika, że konkretne obszary kory mózgowej pełnią bardzo specyficzne funkcje. To znaczy, są wyspecjalizowane w przetwarzaniu konkretnych informacji. Na przykład, obszar wewnątrz lewego płata czołowego, tzw. ośrodek Broki, jest odpowiedzialny za naszą umiejętność produkowania mowy.



Organizacja kory mózgowej.

Płat czołowy (niebieski), płat skroniowy (zielony), płat potyliczny (żółty), płat ciemieniowy (czerwony); czarne oznaczenie - ośrodek Broki.

W naszych badaniach staramy się poznać jak z wiekiem zmienia się funkcjonalna organizacja mózgu niemowląt. **Celem badania Gadające Głowy fNIRS jest sprawdzenie, które obszary mózgu niemowląt są aktywne podczas przetwarzania mowy wizualnej.** Badania dorosłych wskazują na sieć obszarów w płatach czołowym, skroniowym oraz potylicznym, która jest aktywna podczas oglądania mowy. Kilka lat temu, naukowcy z Uniwersytetu Waszyngtońskiego zidentyfikowali u dorosłych obszar wyspecjalizowany w przetwarzaniu mowy wizualnej. Badani oglądali filmy na których aktorzy mówili po ciuchu lub robili różne miny. Okazało się, że ten mały obszar wewnątrz lewego płata skroniowego jest bardziej aktywny podczas obserwowania mowy niż jakichkolwiek innych ruchów ust. A jak to jest u niemowląt?



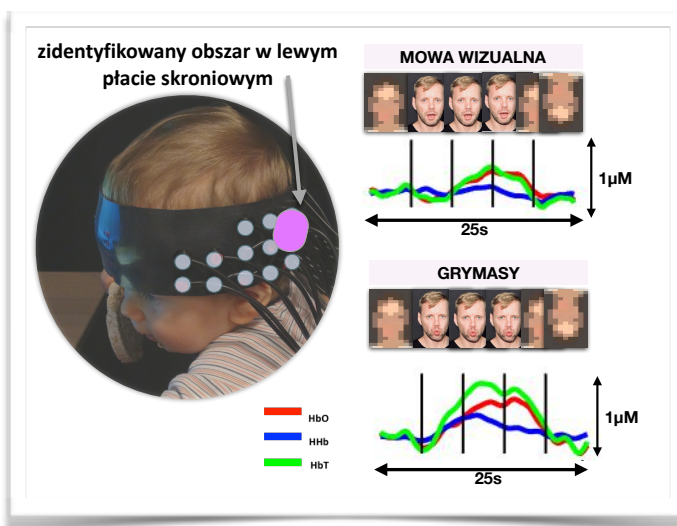
OBSZAR MOWY WIZUALNEJ

U dorosłych obszar znajdujący się w lewym płacie skroniowym jest bardziej aktywny podczas oglądania mowy niż jakichkolwiek innych ruchów ust

1. Gadające Głowy fNIRS - wyniki

W pierwszej części projektu Gadające Głowy fNIRS badaliśmy jakie obszary mózgu są aktywne podczas oglądania mowy wizualnej u półrocznych niemowląt. Niemowlęta przez kilka minut oglądały krótkie filmiki na których aktorki na zmianę wypowiadały sylaby (ale nie było słychać co mówią!) lub robiły niezwiązane z mową miny (grymasy). Podczas oglądania mierzyliśmy aktywność mózgu dziecka z powierzchni głowy za pomocą specjalnej opaski fNIRS. Porównywaliśmy aktywność obszarów podczas oglądania mowy wizualnej i grymasów. Wyniki młodszej grupy niemowląt wskazują, że już w wieku 6 miesięcy obszary skroniowe są aktywne podczas oglądania mowy wizualnej. Zidentyfikowaliśmy obszar w lewym płacie skroniowym (zaznaczony na różowo) aktywny podczas postrzegania wszystkich ruchów ust. Prawdopodobnie obszar ten nie jest jeszcze wyspecjalizowany w postrzeganiu mowy wizualnej. To pierwsze, na świecie badanie fNIRS pozwalające na poznanie podstaw neuronalnych przetwarzania mowy wizualnej w okresie niemowlęcym.

Gdy na ekranie pojawiała się aktorka, obserwowaliśmy wzrost ilości krwi natlenionej (HbO, czerwona linia). Wzrost następował zarówno gdy aktorka wypowiadała po cichu sylaby (mowa wizualna) jak i robiła grymasy. Świadczy to o aktywności tego obszaru podczas przetwarzania obu typów ruchów ust. Nie zaobserwowaliśmy różnicy w ilości krwi natlenionej pomiędzy oglądaniem mowy i grymasów. To znaczy, że w tym wieku ten obszar jest tak samo aktywny podczas obu zadań. U dorosłych, obszar jest bardziej aktywny podczas oglądania mowy niż innych ruchów ust. A zatem w wieku około 6 miesięcy obszar ten nie jest jeszcze tak wyspecjalizowany jak u dorosłych.



FNIRS

Metoda funkcjonalnej spektroskopii bliskiej podczerwieni (fNIRS) oparta jest na unikalnych właściwościach krwi w zakresie absorpcji światła. fNIRS emituje nieszkodliwe wiązki słabego światła podczerwonego w kierunku mózgu, a czujniki sąsiadujące ze źródłami światła odbierają odbite światło, pozwalając na pomiar ilości krwi, która przepływa przez dany obszar kory mózgowej. Ilość tlenu we krwi w obszarze mózgu jest związana z aktywnością tego obszaru podczas konkretnej czynności. fNIRS pozwala na pomiar ilości krwi natlenionej (HbO), odtlenionej (HbR), a także całkowitej ilości hemoglobiny. Metoda fNIRS jest całkowicie bezpieczna, a system pomiarowy został dostosowany do badań niemowląt i pozwala na w pełni komfortowy i niezauważalny dla dziecka pomiar.



Gadające Głowy - EEG

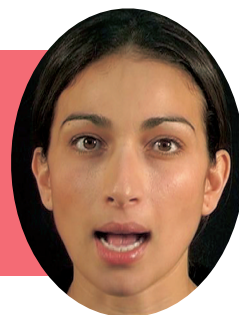
W drugim badaniu sprawdzaliśmy, czy niemowlęta potrafią rozróżniać sylaby /BA/ i /GA/ pod względem dźwięku oraz ruchu ust, który mu towarzyszy. Testowaliśmy też, czy potrafią wykryć niemożliwe połączenia dźwięku i ruchu ust (aktorka mówi /BA/ ale jej usta układają się jak do mówienia /GA/), oraz czy wpływa na to kontekst twarzy jako pewnej całości.

Ze względu na to, że niemowląt nie możemy wprost zapytać, jaką sylabę wypowiada aktorka na prezentowanym nagraniu, korzystamy, tak jak badacze na całym świecie, z elektroencefalografii (EEG).

Analizując odpowiedź mózgu dla dwóch rodzajów bodźców - Gadających Główn, które mówią sylaby /BA/ i /GA/, możemy zaobserwować, że już w 5 miesiącu życia, niemowlęta odróżniają je od siebie, nie tylko pod względem dźwięku, ale także ruchu ust. Wyniki wcześniejszych badań pokazują, że kiedy niemowlętom prezentuje się twarz wypowiadającą dźwięk /BA/, ale w tle słysząc dźwięk /GA/, to w ich EEG widać specyficzną odpowiedź na niezgodność między tym co widać, a tym co słysząc (tzw. **audiowizualną falą niezgodności**, ang. *audiovisual mismatch response*, AVMMR).

Fala niezgodności jest dowodem na to, że niemowlęta są wrażliwe na wzrokowo-słuchową niespójność informacji o mowie. A tym samym, bardzo wcześnie wiedzą, które dźwięki pasują do których ruchów ust. Porównując odpowiedzi mózgu na różne rodzaje Gadających Główn można sprawdzić, czy niemowlęta rozróżniają głoski oraz dostrzegają wzrokowo-słuchową niespójność w filmikach.

***Efekt McGurka** to iluzja, która powstaje, gdy ludzki mózg nie otrzymuje zgodnych informacji wzrokowych i słuchowych.*



Jak badamy

W projekcie prezentujemy maluchom nagrania na których aktorki wymawiają sylaby /BA/ oraz /GA/, a także bodźce z efektem McGurka. Do wywołania tego efektu stosujemy specjalnie skonstruowane filmiki, w których głos aktorki mówiącej /BA/ nakłada się na obraz aktorki mówiącej /GA/. Większość dorosłych taką kombinację postrzega jako nową sylabę /DA/!

Warunek taki nazywamy **spójnym**

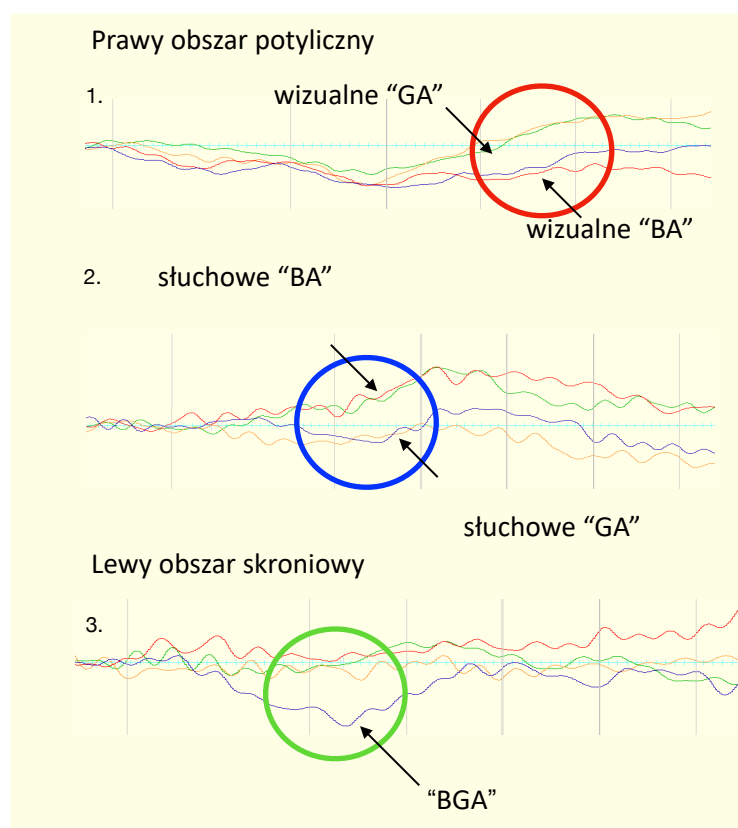
percepcyjnie, większość ludzi postrzega go w podobny sposób, automatycznie wykorzystując podpowiedzi wzrokowe w przetwarzaniu dźwięków mowy (dochodzi do „fuzji” i powstania wrażenia, że słyszymy zupełnie inny dźwięk). Zamknięcie oczu bądź zakrycie uszu blokuje ten efekt. Jeżeli natomiast sylaby nałoży się odwrotnie – do obrazu aktorki mówiącej /BA/ podłoży się dźwięk /GA/, to dorośli oglądający takie nagranie opiszą to jako dziwną sylabę /BGA/. Warunek taki nazywany jest

niemożliwym percepcyjnie, bo ludzki mózg nie potrafi wyciągnąć z takiej kombinacji spójnych danych (można to określić jako niedopasowanie sylab). Dodatkowo, maluchy oglądały wszystkie filmiki „do góry nogami”, by sprawdzić, czy orientacja twarzy wpływa na postrzeganie mowy. W oparciu o wcześniejsze badania spodziewanym wynikiem był brak wpływu orientacji twarzy na analizowanie mowy przez niemowląt 5-6 miesięcznych.

2. Gadające Głowy EEG - wyniki

Przeanalizowaliśmy pierwsze dane pochodzące od niemowląt w wieku 5-6 miesięcy, które wzięły udział w projekcie. Zostały one wyczyszczone (tak, by usunąć zakłócenia związane na przykład z nadmiernymi ruchami dziecka), uśrednione i opracowane. Wyniki pokazały, że **już 5-6 miesięczne niemowlęta wychowywane w polskojęzycznych rodzinach potrafią dostrzec niezgodność informacji wzrokowych i słuchowych**, tak samo jak niemowlęta angielskie. Zapis EEG pokazuje, w jaki sposób mózg malucha analizuje Gadające Głowy. Na niektórych obszarach głowy widać odpowiedzi tylko dla słuchowej części sylaby, a na innych, tylko dla wzrokowej. Widać zatem, jak informacja o głosce jest rozbierana na części składowe, ale widać też jak obie części są integrowane (a gdy to nie jest możliwe - mamy falę niezgodności). Poniższe ryciny przedstawiają potencjały wywołane dla kolejnych bodźców. Warto zwrócić uwagę, że bodźce zawierające tę

samą sylabę wywoływały podobne odpowiedzi (np. pierwsza rycina: wizualne /GA/ - żółta i zielona linia, druga rycina: słuchowe /GA/ - żółta i niebieska linia). Wizualna sylaba /BA/ daje inną odpowiedź, niż wizualna sylaba /GA/, i podobnie słuchowe sylaby wywołują różne odpowiedzi. A zatem, **niemowlęta potrafią rozróżniać sylaby audiowizualne zarówno ze względu na ich wzrokowy jak i słuchowy komponent**. Dodatkowo, w warunku gdzie prezentowaliśmy spójną percepcyjnie kombinację sylab (głos osoby mówiącej /BA/ oraz obraz osoby mówiącej /GA/), którą dorośli postrzegają jako /DA/, nie ma odpowiedzi wskazującej na wykrywanie niezgodności. Jak widać na trzeciej rycinie, potencjały wywołane dla spójnych sylab /BA/ i /GA/ (czerwona i żółta linia) są podobne do odpowiedzi dla iluzorycznego bodźca /DA/ (zielona linia). Z drugiej strony, niemożliwa percepcyjnie kombinacja (/BGA/) jest bodźcem nowym i nieznanym, nie może zostać zintegrowana w związku z czym jest



Potencjały wywołane, twarze pionowe

Każda linia reprezentuje specyficzny potencjał wywołany dla konkretnego bodźca:

- spójna sylaba "BA"
- spójna sylaba "GA"
- wizualna "BA" oraz słuchowa "GA"
- wizualna "GA" oraz słuchowa "BA"

W obszarze potylicznym, gdzie znajduje się kora wzrokowa, potencjały wywołane są pogrupowane według wizualnego komponentu bodźca (ruchu ust), a w obszarze skroniowym, gdzie znajduje się kora słuchowa, według słuchowego komponentu.

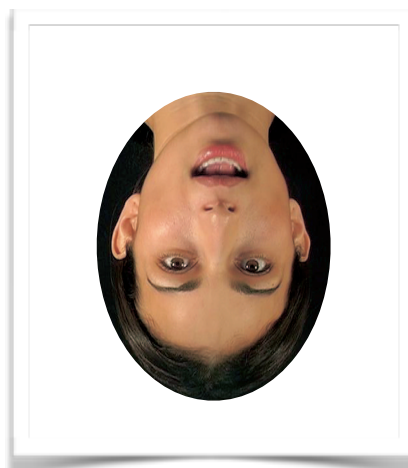
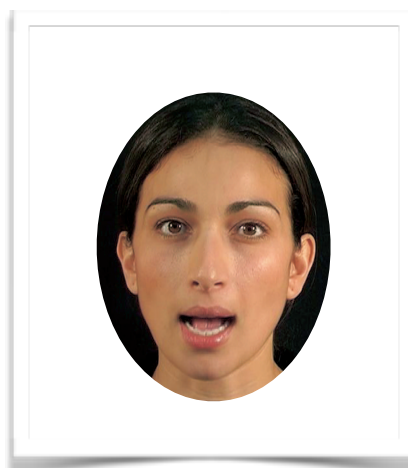
Dodatkowo, w lewym obszarze skroniowym można zauważyć różnicę pomiędzy potencjałem wywołanym dla niemożliwej percepcyjnie sylaby ("BGA") a resztą bodźców ("BA", "GA", "DA").

rozdzielana od reszty znanych już bodźców (jak widać na trzeciej rycinie niebieska linia jest inna od reszty bodźców). A zatem zaobserwowaliśmy, że już w wieku 5-6 miesięcy niemowlęta potrafią dostrzec niezgodność informacji wzrokowych i słuchowych.

Gadające głowy „do góry nogami”

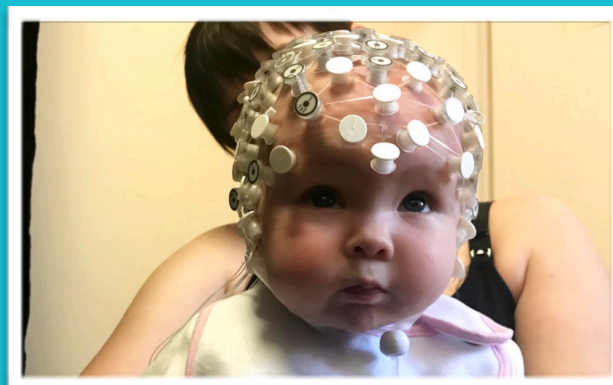
Dorosły mózg analizuje twarze inaczej niż przedmioty. Do szybkiej analizy wielu różnych informacji z twarzy na raz mamy wyspecjalizowane (na przestrzeni wielu lat życia) mechanizmy, które traktują twarz jako całość. W eksperymentach psychologicznych można łatwo „zaburzyć” ten analizator twarzy odwracając ją na ekranie komputera "do góry nogami". Ale mózgi maluchów zaczynają analizować twarze całościowo (jak dorośli) dopiero około 9-12 miesiąca, dlatego nie spodziewaliśmy się, aby odwracanie twarzy wpływało na percepcję mowy w wieku 5 mies. Myliliśmy się! Nasze badanie wykazało, że u 5-6 miesięcznych niemowląt odwrócenie twarzy "do góry nogami" wpływa na percepcję mowy audiowizualnej, a dokładnie zaburza umiejętność wykrywania niezgodności wzrokowo-słuchowej. A zatem, maluchy w tym

wieku inaczej postrzegały dźwięki mowy płynące z ust aktorek, których twarze były pokazywane w sposób normalny w porównaniu do odwróconych gadających głów. Ze względu na to, że omawiane wyniki są częścią większego projektu, to z wyciąganiem dalszych wniosków musimy jeszcze poczekać do zakończenia badań niemowląt w starszej grupie wiekowej (9-10 mies.).



EEG

Jest to nieinwazyjna, dostosowana do potrzeb dzieci metoda, która pozwala mierzyć aktywność mózgu z powierzchni głowy niemowlęcia. Zarejestrowany sygnał można następnie podzielić na fragmenty i analizować te z nich, które są powiązane z bodźcami prezentowanymi na ekranie (nazywamy to **metodą potencjałów wywołanych**, ang. *event-related potentials*, ERP).



Gadające Głowy - eye-tracker

W trzecim badaniu sprawdzaliśmy, czy niemowlęta potrafią rozróżniać sylaby /BA/ i /GA/ pod względem dźwięku oraz ruchu ust, który mu towarzyszy. Testowaliśmy też, czy potrafią wykryć niemożliwe połączenia dźwięku i ruchu ust (aktorka mówi /BA/ ale jej usta układają się jak do mówienia /GA/), oraz czy wpływa na to kontekst twarzy jako pewnej całości.

Badanie miało formę zadania eye-trackingowego. Dzięki temu mogliśmy się dowiedzieć, na jakie elementy twarzy aktorek maluchy zwracają największą uwagę i jak długo przyglądają się na przykład oczom i ustom w poszczególnych warunkach. Aktorki wymawiały sylaby /BA/ i /GA/, do których podłożone zostały ścieżki dźwiękowe - albo spójne (np. wizualne /BA/ - słuchowe /BA/) albo niespójne (np. wizualne /BA/ - słuchowe /GA/). Kombinację wizualne /BA/ - słuchowe /GA/ mózg dorosłego łączy w zbitkę /BGA/, natomiast kombinacja wizualne /GA/- słuchowe /BA/ odbierana jest przez dorosłych jako fuzja /DA/. Takie „nowe” sylaby są próbą poradzenia sobie mózgu z tym, że z dwóch modalności płyną sprzeczne informacje.

Wcześniejsze badania (z udziałem dzieci z rodzin anglojęzycznych), które analizowały sposoby skanowania twarzy przez niemowlęta pokazały, że wyniki układają się w kształt litery „U”: 5-miesięczne niemowlęta skupiają uwagę

głównie na oczach, 9-miesięczne na ustach, a 12-miesięczne z powrotem skupiają się głównie na oczach (rycina na kolejnej stronie).



EYE-TRACKER

To specjalny monitor, który dzięki czujnikom ruchu pozwala na rejestrowanie ruchów oczu dziecka. Możemy „na żywo” śledzić na co dziecko patrzy w danym momencie. Za pomocą eye-trackera możemy dokładnie zmierzyć, jak długo niemowlę patrzyło na różne części ekranu, jak przenosiło wzrok pomiędzy różnymi wyświetlanymi elementami obrazu oraz jak zmieniała się szerokość źrenic.

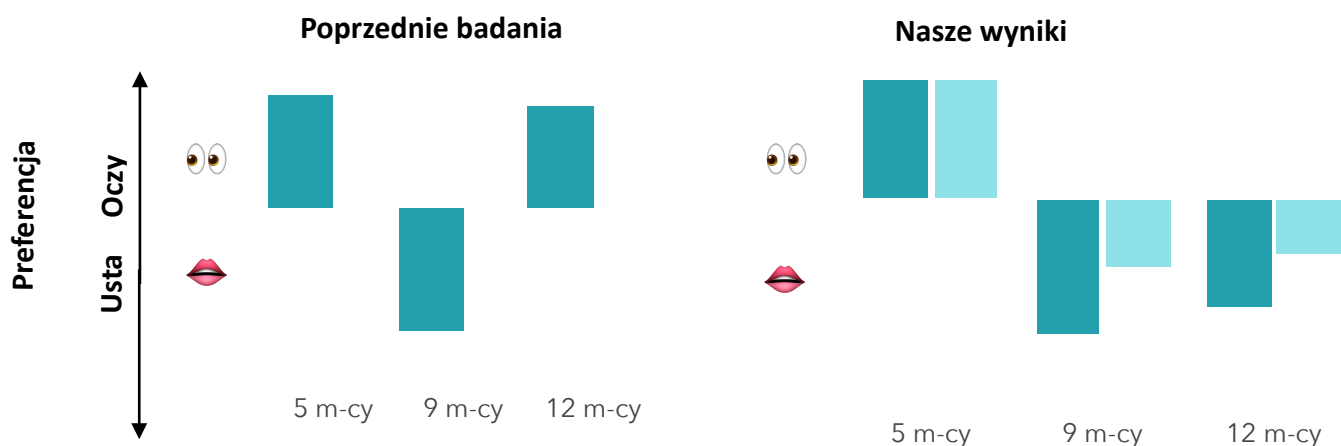
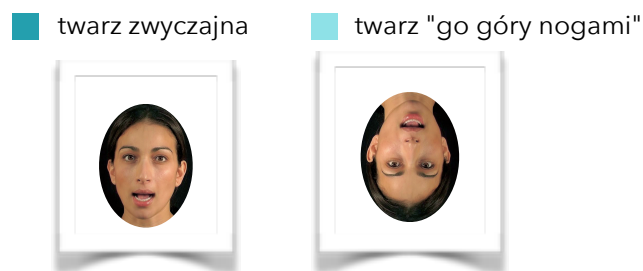
3. Wyniki - Gadające Głowy ET

W naszym badaniu uzyskaliśmy nieco inne wyniki, niż w populacji angielskiej - najmłodsze dzieci zdecydowanie dłużej skupiały uwagę na oczach, natomiast obie starsze grupy zdecydowanie preferowały patrzenie na usta. Różnica w stosunku do wcześniejszych badań może wynikać ze specyfiki polskiej populacji - być może język polski jest trudniejszy od języka angielskiego i niemowlęta nieco później w rozwoju przestają korzystać z dodatkowych wskazówek przy analizie mowy, jakie daje patrzenie na poruszające się usta. Odwrócenie twarzy do góry nogami znacząco wpływało na to, jak patrzyły na nie niemowlęta z dwóch starszych grup (9- i 12-miesięczne), ale nie najmłodsze (5-6). Potwierdziliśmy w ten sposób, że tak zwany efekt inwersji pojawia się w rozwoju dopiero w drugiej połowie pierwszego roku życia. Co więcej, odwrócenie twarzy praktycznie nie miało wpływu na to, jak długo niemowlęta patrzyły na oczy aktorek, ale w znacznym stopniu skracało patrzenie na usta. Sugeruje to, że efekt inwersji może być specyficznie powiązany z przetwarzaniem informacji o mowie audiowizualnej. Co więcej, po przeanalizowaniu czasu patrzenia na usta aktorek przez starsze niemowlęta, zauważyliśmy, że patrzą one krócej na usta w

twarzach odwróconych niż nieodwróconych wtedy, gdy prezentowane sylaby są audiowizualnie spójne lub gdy tworzą nowy, niespójny dźwięk \BGA\.

Efekt ten nie pojawił się w przypadku fuzji (wizualne GA - słuchowe BA), co może świadczyć, że taka kombinacja była dla niemowląt najdziwniejsza i najtrudniejsza do zrozumienia.

Nasze wyniki pokazujące, że efekt inwersji twarzy występuje tylko w tych grupach wiekowych, które zdecydowanie preferują patrzeć dłużej na usta niż na oczy, sugeruje, że niemowlęta równolegle specjalizują się w analizowaniu informacji o twarzach i o wizualnych aspektach mowy. Oznacza to, że rozwój rozumienia mowy jest ściśle powiązany z rozwojem percepcji twarzy, a co więcej procesy te wpływają na siebie wzajemnie.



Długość patrzenia na oczy i usta podczas oglądania twarzy w zależności od wieku.

Gadające Głowy - co dalej?

Kończymy badanie niemowląt, nadal analizujemy dane, piszemy prace magisterskie i rozprawy doktorskie!

Dzięki projektowi „Gadające Głowy” w naszej Pracowni powstały już dwie prace magisterskie - Diany Ilyka (2019) i Zuzanny Laudańskiej (2020) a w przygotowaniu jest rozprawa doktorska Aleksandry Dopierały. Pierwsze wyniki zostały zaprezentowane na kilku konferencjach w Polsce i zagranicą (International Congress on Infant Studies 2020). W przygotowaniu są artykuły naukowe.

Dalszy wkład w rozwój nauki

Jeśli chcieliby Państwo nadal wspierać nasze badania i rozwój nauki w Polsce zapraszamy do udziału w badaniu online.

Otrzymają Państwo od nas zestaw kwestionariuszy, który można wypełnić w domu. Dane uzyskane na ich podstawie pomogą nam lepiej zrozumieć, jak zaobserwowane przez nas w czasie spotkań w pracowni wczesne cechy percepcji mowy są powiązane z dalszym rozwojem słownictwa i umiejętności komunikacyjnych dzieci.

Dziękujemy za czas który Państwo poświęcili i zaangażowanie w nasze badania!

W projekcie Gadające Głowy przebadaliśmy już ponad 200 Maluchów, z częścią z Państwa widzieliśmy się nawet do 4 razy! Bez Państwa by się nie udało!

Finansowanie  NARODOWE CENTRUM NAUKI

Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Nauki, grant OPUS 2017-2020, kierownik dr hab. Przemysław Tomalski

Kontakt

W razie jakichkolwiek pytań zapraszamy do kontaktu: babylab@psych.uw.edu.pl

Zespół pracujący przy Gadających Głowach



dr hab. Przemysław Tomalski



Mgr Anna Malinowska-Korczak



Mgr Aleksandra Dopierała
fNIRS



Mgr Diana Ilyka i mgr Magdalena Szmytke
EEG



Mgr Zuzanna Laudańska
eye-tracker