

**УДК 612.65 : 616-056.216**

## **ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ РЕЧИ ДЕТЬМИ ДО 3 ЛЕТ**

*Белалов В.В., Дягилева Ю.О., Павленко В.Б.*

*Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, Симферополь, Украина  
E-mail: vadim.belalov@mail.ru*

В статье суммированы литературные данные, связанные с процессами восприятия и обработкой речевого потока детьми возрастом до 3 лет. Представленные факты свидетельствуют о том, что процесс освоения языка непрерывен, и начинается с момента рождения ребенка. Индивидуальные особенности ребенка в способности дифференциации фонем родного языка в младенческом возрасте предопределяют дальнейшее развитие речевых способностей на втором и третьем году жизни.

**Ключевые слова:** электроэнцефалограмма, вызванные потенциалы, дети, восприятие речи.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Способность к быстрой и точной обработке речевой информации у младенцев является решающей для нормального языкового развития, и дефицит такой способности является надежным маркером дальнейшего развития заболеваний, связанных с речью [1–3]. Известен ряд неинвазивных методик используемых для исследования восприятия и обработки речи у младенцев. Одна из самых распространенных это электроэнцефалография с помощью которой можно записать как текущую электроэнцефалограмму (ЭЭГ) ребенка, так и связанные с событием вызванные потенциалы мозга (ВП).

Исходя из вышеизложенного, целью данной работы явились систематизация и обобщение результатов научных исследований связанных с восприятием и обработкой речи детьми возрастом до 3 лет.

### **Нейрофизиологические механизмы восприятия речи**

Звук это колебания молекул упругой среды, в частности, воздуха, который распространяется в виде продольной волны давления со скоростью 335 м/с. Чтобы звук был слышим, он должен превышать определенный уровень звукового давления. Здоровый человек различает частоты от 20 Гц до 16 кГц с уровнем громкости от 4 до 130 фон. Частоты и силы звука, характерные для речи, находятся в средних значениях слышимой области.

Звуковые волны направляются в слуховую систему через наружный слуховой проход к барабанной перепонке. Энергия звука передается от барабанной перепонки в среднее ухо, вызывая синхронные колебания трех подвижно сочлененных слуховых косточек: молоточка, наковальни и стремени. Основание стремени в овальном окне примыкает к перилимфе вестибулярной лестницы кольцевой связкой, которая предотвращает попадание жидкости в среднее ухо. Так же здесь

находится круглое окно барабанной лестницы, закрытое тонкой мембраной. Вестибулярная лестница отделена от средней рейснеровой мембраной, а средняя лестница отделена от барабанной основной или базилярной мембраной. Вдоль базилярной мембраны проходит утолщение, кортиев орган, содержащий рецепторы, которые и регистрируют колебания переданные жидкости от стремени. Рецепторы представляют собой волосковые клетки несущие стереоцилии [4]. У человека приблизительно 3500 внутренних и 12000 наружных волосковых клеток, являющимися вторичными сенсорными клетками [5]. Иннервирующие их афферентные волокна отходят от биполярных клеток спирального ганглия, расположенного в центре улитки, другие отростки направляются в ЦНС. Всего в слуховом нерве примерно 30 000 – 40 000 афферентных волокон [5]. Каждое волокно контактирует только с одной из волосковых клеток, что позволяет ему возбуждаться только на своей частоте звука. К кортиеву органу подходят и эфферентные волокна, которые могут тормозить активность афферентов [6]. Первичное афферентное волокно раздваивается, посылая один отросток к вентральному, а другой к дорсальному кохлеарным ядрам. Вентральный тракт направляется через ядро трапецевидного тела к ипси- и контралатеральному оливарным комплексам, нейроны которых получают сигналы от обеих ушей, что дает возможность сравнивать акустические сигналы поступившие с двух сторон [7, 8]. Дорсальный тракт переходит на противоположную сторону тела и направляется в ядро латеральной петли. После синаптического переключения в ядре латеральной петли слуховой тракт проходит через нижние холмики четверохолмия и медиальное коленчатое тело в первичную слуховую кору, покрывающую поперечные височные извилины верхней части височных долей или извилину Гешля. Эта зона соответствует полю 41 по Бродману, и большая часть ее скрыта в глубине сильвиевой борозды. Нейроны первичной слуховой коры модально специфичны и реагируют на различные свойства звуковых раздражителей. От первичной слуховой коры информация передается в центр Вернике (22 поле по Бродману)(рис 1).

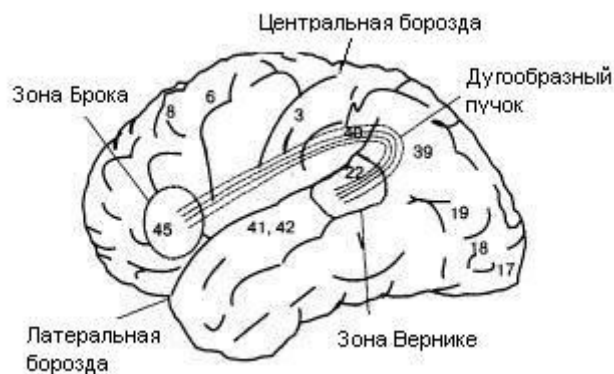


Рис 1. Речевые зоны коры. Числами обозначены поля по Бродману [9].

Центр Вернике это крупная область в верхне-заднем участке височной доли, в задней части верхней височной извилины, сзади от первичной слуховой коры. Центр Вернике занимает заднюю треть верхней височной извилины и часть нижней теменной доли. Основная его функция – преобразование слуховых сигналов в нейронные коды слов, которые активируют соответствующие образы или понятия [10]. Поле Вернике соединено с высшей лобной ассоциативной зоной, которая располагается в ростральной части верхней лобной извилины, средней лобной извилины и нижней лобной извилины, в которой происходит осмысление информации, а так же дальнейшее ее сохранение механизмами памяти [11]. Так же зона Вернике соединена с моторным центром речи, центром Брока (44 поле по Бродману), посредством мощного тракта, именуемого аркуатным пучком или дугообразным пучком. Центр Брока включает помимо заднего отдела нижней лобной извилины и прилежащую часть префронтальной области. Основная его функция – преобразование нейронных кодов слов в последовательность артикуляций. Моторный центр речи обеспечивает также правильный порядок слов и их допустимые сочетания – то есть синтаксис (или грамматику) высказываний. Центр Брока соединен с речедвигательным центром, участком коры, управляющим мышцами лица, языка, глотки, челюстей, который находится в задней части нижней лобной извилины вблизи от лицевого представительства двигательной коры. Речедвигательный центр является моторным центром артикуляции речи [12]. У подавляющего большинства людей центры речи расположены в левом полушарии. Почти у 90% правшей и 60% левшей афазию вызывает поражение левого полушария. У некоторых людей центры речи расположены в правом полушарии (в том числе у очень немногих правшей), у остальных доминантность одного из полушарий отсутствует.

### **Механизмы, лежащие в основе созревания речевых центров мозга**

Нервная система плода начинает развиваться на ранних этапах эмбриональной жизни, продолжая развитие в первые годы после рождения. У новорожденного хорошо выражены длинные борозды, крупные извилины, но глубина и высота их невелики. Одной из основных особенностей мозга новорожденного является относительно низкая степень миелинизации аксонов, что обуславливает значительно более низкую скорость проведения возбуждения, а также относительно слабая развитость отростков нейронов (большая часть аксональных окончаний еще не достигает целевых нейронов). Мозг новорожденного является, таким образом, олигосинаптическим по сравнению с мозгом взрослого. Все это в сочетании с незрелостью медиаторных систем и функциональным несовершенством ЦНС проявляется недостаточной специализацией и несовершенством межъядерных и корково-подкорковых функциональных связей [13].

Механизмы, лежащие в основе способности к восприятию звуков, генетически обусловлены и частично сформированы к моменту рождения ребенка [14]. Однако, эти структуры начинают функционировать еще до рождения ребенка. Так фонетическое воздействие звуков речи на мозг еще не родившегося ребенка обуславливают способность ребенка отличать речевые фонемы от других звуков

[15]. Процесс обучения языку вызывает многочисленные изменения в коре мозга ребенка. Так у новорожденных толщина коры составляет в поле 44 (зона Брока) в среднем  $1756 \pm 189$  мкм, в поле 45 –  $1317 \pm 117$  мкм. Микроструктура коры отличается густоклеточностью, незрелостью клеточных компонентов, слабым развитием дендритных и аксонных рамификаций нейронов, бедностью внутрикоровых волокнистых сетей. В слоях III, V, VI –VII среди слабо дифференцированных округлых и овальных клеток выявляются пирамидные нейроны с формой тела, наиболее разнообразной в полях 44,45. [16]. В течение первого года жизни толщина коры увеличивается наиболее интенсивно в полях латеральной поверхности полушарий за счет всех корковых слоев и подслоев. Синхронный рост пирамидных нейронов в слоях III и V отмечается к 6 и особенно к 8 – 9 месяцам [16]. К концу первого года жизни пирамидные нейроны разных размерных классов нарастает в полях 44 и 45 в 2.3 – 2.6 раза по сравнению с новорожденными. Преобладают пирамидные нейроны с закругленной формой тела. Апикальные дендриты утолщаются в проксимальных отделах, их дистальные ветвления тонки, относительно коротки и отличаются малой разветвленностью [16]. Формирующиеся нежные пучки из 2 - 3 апикальных дендритов являются признаком наиболее простых и константных объединений нейронов, выполняющих, по-видимому, основную конструктивную роль в консолидации пирамидных нейронов по принципу вертикальных колонок [17].

От 1 года до 3 лет прирост толщины коры продолжается за счет интенсивного нарастания слоев III и V. Размеры пирамидных нейронов увеличиваются в поле 44 в 3.6 – 4.6 раза, в поле 45 – в 2.6 – 3.3 раза по сравнению с новорожденными. В полях 44 и 45 большинство пирамидных нейронов приобретает типичную форму, терминальные ветвления апикальных дендритов усложняются, активно формируются базальные дендритные букеты, что свидетельствует об усилении внутрикоровой интеграции, а также совпадает со сроками увеличения функциональной специализации речедвигательных корковых центров и развитием артикуляционных возможностей ребенка [18]. В этот период у человека наблюдается резкое развитие когнитивных и языковых способностей. Это предположительно связано с увеличением синаптических контактов в соответствующих кортикальных регионах [19]. Поздно формируется микроструктура лобной области коры [20]. Префронтальная кора участвует в регуляции сложных форм поведения и контролирует высшие интегративные процессы, протекающие в мозгу человека. В то же время она отличается особенно тонким строением и наиболее сложной системой афферентно-эфферентных связей со всеми остальными образованиями больших полушарий, а также с анатомическими структурами промежуточного мозга, ствола мозга и с мозжечком [21, 22]. Наиболее продолжительно в процессе онтогенеза развиваются ассоциативные поля 44, 45, 10 префронтальной коры. Особенно важные структурные преобразования в них носят этапный характер и отмечаются на первом году жизни, а также к 3, 6-7, 10 и 13-14 годам [16].

Главные изменения во фронтальной и префронтальной коре происходят параллельно со скачками в развитии, особенно значительно увеличивается плотность синапсов и миелинизация соответствующих кортикальных регионов [19].

### **Восприятие звуков**

Анализ восприятия фонетических единиц речи – гласных и согласных звуков или фонем, из которых состоят слова – одна из наиболее широко распространенных методик изучения речевой сферы как у детей, так и у взрослых. Восприятие речевых фонем может быть изучено у детей как сразу после рождения, так и в следующие периоды освоения языка, у детей с какими либо задержками речевого развития, а так же у взрослых из разных языковых культур. Исследование восприятия фонем позволило выяснить некоторые особенности процесса овладения языком. Так установлено, что новорожденные дети способны дифференцировать огромное количество звуков из разных языков. Однако эта способность претерпевает серьезные изменения к 6 месяцам для гласных и к 10 месяцам для согласных звуков [23, 24]. Так способность дифференцировать фонемы входящие в состав родной речи возрастает [25–28], тогда как способность различать звуки языков других народов ослабевает [25–27, 29, 30]. То есть, к концу первого года жизни мозг ребенка уже более не способен универсально различать все существующие фонемы; тогда как способность дифференцировать фонемы родного языка улучшается. Эта особенность универсальна, и характерна для первой стадии процесса освоения ребенком любого языка. Интересно, что глухонемые дети так же проходят через эту фазу при изучении языка жестов [31, 32]. Сейчас изучение сужения восприятия стало важным вопросом к пониманию процессов происходящих в центральной нервной системе ребенка в самый критический и интенсивный момент освоения языка. В этот период созревает мозг и формируется речь, и ребенок наиболее чувствителен к языковому общению [33, 34].

По одной из теорий первичное обучение родному языку происходит в двух различных направлениях: образуются нейронные сообщества (сети) нервных клеток в головном мозгу ребенка, которые облегчают кодирование и детекцию сложных форм и фонем родного языка, и одновременно с этим ослабляют способность распознавать альтернативные фонемы других языков [35]. Так у взрослого, который начал изучать второй язык, освоение фонем проходит через те же этапы, однако сложности возникают не только в связи с тем, что мозг уже сформирован [36], но и от процесса обучения именно второго языка [34]. Способности к распознаванию звуков чужого языка приписывают той части мозга, которая осталась не задействованной при построении нейронных сетей в первой фазе освоения языка. Из этого можно сделать вывод, что у младенцев, которые в более раннем возрасте будут лучше распознавать фонемы родной речи, процесс освоения языка будут происходить более быстро. Т.е дети с более длинной первой фазой и способностями дифференцировать фонемы разных языков будут немного отставать в скорости освоения родного языка.

Похожие данные были получены другими исследованиями с регистрацией ВП младенцев [35, 37, 38]. У младенцев возрастом семь с половиной месяцев

регистрировались ВП при прослушивании сходных между собой фонем родного и неродного языков. В более позднем возрасте развитие языка оценивалось психологическими тестами. Результаты тестирования показали, что индивидуальные особенности в способностях к дифференцированию родных и неродных фонем определяют интенсивность дальнейшего процесса освоения языка. Способность к лучшей дифференциации фонем родного языка в возрасте семи с половиной месяцев предопределяла более высокую скорость спонтанной речи в возрасте двух лет, а так же понимание более сложных языковых конструкций в возрасте 30 месяцев. Тогда как способность лучше дифференцировать фонемы чужих языков предвещала низкую скорость спонтанной речи [34] и меньшее количество используемых слов в тот же возрасте. Так же от способности различать звуки родного языка зависит и скорость роста словарного запаса ребенка. Эти данные показывают, что от ранних особенностей освоения языка зависит и дальнейшие языковые навыки ребенка, а так же можно сделать вывод о непрерывном развитии языковых навыков с самого раннего детства. Отклонения в развитии на первом этапе возможно приводят к дальнейшим нарушениям в речевом развитии [39].

### **Восприятие слов**

На протяжении периода с 16 месяцев до 36 месяцев наблюдается качественный скачок в речевом и когнитивном развитии. Среднее число понимаемых слов увеличивается с 170 слов для 16 месяцев до примерно 500-700 слов в 24 месяца и к 36 месяцам составляет 1000 слов [40, 41]. Такое внезапное и резкое увеличение словарного запаса носит название «словарного взрыва» [42, 43], но собственно процесс изучения слов начинается намного ранее. Ребенок узнает свое имя уже в 4,5 месяца [44]. В полгода младенцы узнают слово «мама» [45], а так же отчетливо смотрят на фотографии их отцов или матерей, когда слышат «мама» или «папа» [46]. К 7 месяцам младенцы охотнее и дольше слушают речь со знакомыми им словами, чем с теми, что они ранее не слышали [47], а к 11 месяцам предпочитают слушать те слова, что часто встречаются в языке, вместо тех, что употребляются редко [48].

Интересно, как младенцы выделяют собственно слова из беспрерывно бегущей речи без акустических пауз между словами. К 8 месяцам младенцы могут использовать несколько способов детекции слова из речевого потока. Так в бессмысленном наборе слов дети отличают слова благодаря временному промежутку между соседними слогами [49]. В ряде работ показано, что дети используют для определения границ слов особенности постановки ударения. Например, в английском языке ударение приходится на первый слог, тогда как в польском чаще всего на второй. Именно временное расположение голосового ударения помогает детям определить возможное начало нового слова [50]. Обоюдное использование этих возможных механизмов помогают ребенку выделить и узнать слово из речи.

При регистрации ВП у детей возрастом от 9 до 17 месяцев были замечены отличия в амплитуде и распределению активности по коре мозга в ответ на слова

которые ребенок знал и на те, что были незнакомы ребенку [51]. У Младенцев с бóльшим словарным запасом компонент N200 был больше для знакомых слов, чем для незнакомых, в левой височной и теменной зонах. Для сравнения, у детей с небольшим словарным запасом активация мозга была более диффузной. Эта разница в уровне активации мозга указывает, что чем более локализован активный участок, тем выше речевые навыки ребенка, это используется для выявления детей с аутизмом [52]. Большая степень локализации активации мозга была выявлена и у взрослых, для звуков родного и иностранных языков применением метода магнитной электроэнцефалографии. Это указывает, что уровень локализации активации отражает уровень языкового опыта и развития, не только в детстве, но и на протяжении всей жизни.

### **Словарный запас ребенка**

При постоянно увеличивающемся словарном запасе, мозг ребенка должен кодировать слова так, чтобы в последствие отличать одно слово от другого. Произношение слова сказанного разными людьми, в разных тонах и разных смыслах не должны влиять на восприятие этого слова. Годовалые младенцы замечают неправильно произнесенные варианты часто встречающихся слов [29, 47], что их представления об этих словах уже высоко-специфично в этом возрасте. В более старшем возрасте эта способность получает дальнейшее развитие. Так в ряде исследований, в которых карточки с картинками «яблоко» и «мячик», их предъявляли ребенку и спрашивали «Где мячик?». Результаты показали, что среди 14-25 месячных детей тенденция к правильному выбору объекта при оговорках «Где тячик?» уменьшается со временем [53].

Дети возрастом 14 месяцев, при изучении новых слов, еще не обладают совершенным механизмом определения слов [54]. Показано, что 14 месячные дети не могли усвоить новые слова, если они были схожи по звучанию («том» «дом») но легко справлялись с заданием, если новые слова были не схожи («лист» «книга»). Негативные компоненты ВП (N200-N400) значимо отличались между знакомыми словами и незнакомыми, и не значимо между фонетически схожими словами. Схожие по звучанию слова, вероятно, могут быть закодированы рядом друг с другом [51]. Это явление носит название лексической конкуренции. К 17 месяцам младенцы учатся различать схожие по произношению слова друг от друга [24, 53]. К 20 месяцам, негативные компоненты ВП (N200-N400) уже значимо отличались для схожих по фонемному составу слов. Таким образом фонетическое определение слов у ребенка возрастает и становится детальным [51]. Дети с более обширным словарным запасом преуспевают в этом задании даже в более раннем возрасте, что доказывает, что дети с лучшими фонетическими способностями учат слова более быстро [34, 37, 55]. Таким образом чем более хорошо ребенок отличает звуки родного языка друг от друга, тем быстрее и обширнее будет его словарных запас [24], но увеличение словарного запаса ставит перед ребенком необходимость отличать одни слова от других в более раннем возрасте [34]. Для более полного понимания данного вопроса, необходимы лонгитюдные исследования на одних и тех же детях, начиная с момента рождения.

### **Восприятие предложений**

Для понимания предложений ребенку необходимо иметь тонко настроенный фонетический аппарат, который позволит ему выделять слова из речевого потока, выявлять их значение, а так же соотношения между словами в предложении. Все это необходимо для понимания смысла предложения в целом. Человеческий язык построен на способности обрабатывать последовательные иерархические структуры речи [56].

Электрофизиологические исследования восприятия предложений нацелены на определение стратегий мозга по выявлению синтаксической (грамматической) и семантической (логической) информации из предложения. У взрослых существуют специфические нейронные системы, обрабатывающие семантические и синтаксические данные предложения. Во время обработки предложений с синтаксическими или семантическими аномалиями регистрируемые ВП обладают определенными особенностями. Так негативная волна ВП между 250 и 500 мс, достигающая пика около 400 мс (N400), свидетельствует о семантической аномалии в предложении [57]. Поздняя позитивная волна с пиком около 600 мс (P600), максимальная в теменных отведениях, отображает детекцию синтаксической аномалии в предложении [58]. Поздняя негативная волна, отведенная от фронтальных участков коры мозга, между 300 и 500 мс, свидетельствует о неправильном порядке слов в предложении [58].

Компоненты ВП, возникающие при детекции семантических или синтаксических аномалий, у детей схожи с таковыми у взрослых. Однако различия проявляются в латентных периодах, а так же в распределении этих компонентов по коре мозга. [59–61]. У детей возраста 20 месяцев, при детекции семантических аномалий, можно зарегистрировать волну подобную N400 (Friedrich & Friederici 2005). У детей возрастом 36-38 месяцев, так же выражен компонент N400 в ответ на нарушение логического смысла предложений, особо выраженный в задних отделах полушария мозга [59]. Дети возрастом 4 лет обладают более схожими со взрослыми компонентами ВП в ответ на детекцию языковых аномалий, но характеризуются более длительным латентным периодом [61]. Начиная с возраста 5 лет латентный период компонента N400 начинает уменьшаться обратно пропорционально возрасту ребенка [61]. По выраженности компонента ВП P600 можно судить о детекции грамматических нарушений предложения ребенком возраста 7 – 13 лет [62].

### **Роль социального контакта в процессе освоения языка**

Социальное влияние играет важную роль в сложном процессе освоения языка. Нейробиологические механизмы, лежащие в основе эволюции языка, вероятно, формировались так, что некоторые виды взаимодействий возможны только в социальной среде [38]. Человек не единственный вид животных, у которого социальный фактор играет значимую роль в обучении коммуникации. У других видов, таких как певчие птицы, социальный фактор может быть важнейшим для обучения коммуникации [63, 64].

Родители используют при разговоре с маленькими детьми особую речь, с особыми интонациями и более простыми словами и часто в более высоких тонах



голоса. Эта речь характеризуется более медленной скоростью и четким выделением границ слов. Дети предпочитают такую речь больше, чем обычную речь, используемую взрослыми [34]. В исследованиях показано, что дети с которыми общались такой особой речью гораздо раньше начинают отличать обращенную именно к ним речь, от речи обращенной к другому человеку, что выражено более сильной активацией левых заднеобочных долей коры мозга [65].

Влияние социального фактора на усваивание речи было продемонстрировано исследованием, целью которого было узнать, способны ли младенцы возрастом 9 месяцев к усвоению языковых основ иностранного языка от носителя данного языка, и какова непосредственно роль носителя в этом процессе. В качестве иностранного языка был выбран мандаринский диалект китайского языка, на котором на протяжении 12-ти 25-ти минутных сессий экспериментальной группе детей читали книги. Исследование продолжалось сроком от 4 до 6 недель. В контрольной группе детям также читали книги, с той же продолжительностью по времени, но на родном для детей языке. Так же была сформирована добавочная группа, с идентичной структурой серии исследований, но китайскую речь дети в этой группе слушали на телевизоре. После серии обучения была проведена запись ВП на звуки китайского языка. Дети, вступавшие в непосредственный контакт с носителем китайского языка, показали значимые отличия в ВП на звуки китайского языка, по сравнению с детьми контрольной и добавочной группы. Показательно, что отличия не достигали достоверных значений, при сравнении между собой ВП на звуки китайского языка между детьми контрольной и добавочной групп [66], тогда как эффект от обучения с носителем живого языка был значимый и стабильный. Это показывает роль необходимости прямого общения в процессе изучения языка.

Важность социального контакта для обучения языка, хорошо видна на примере детей с аутизмом, у которых недостаток интереса к восприятию речи тесно связан с отклонением нормальный нейронных ответов на речь [34]. Обычно нормально развивающиеся младенцы предпочитают речь с рождения [67], в особенности речь обращенную к ним.

Полученные данные подтверждают большую роль нейронов «зеркальной системы» в процессах освоения языка [68] и то, что на раннем этапе процесс усвоения фонем представляет собой врожденный рефлекс к имитации [69]. Но этот вопрос еще недостаточно изучен, и требует дальнейшего исследования.

### **Освоение языков детьми растущими в двуязычной среде**

Один из самых интересных вопросов связанных с процессами освоения языка касается детей растущих в двуязычных семьях. Как происходит разделение и распределение информации о двух различных языках в головном мозге младенца. От звуков к словам, от слов к предложениям, как же мозг младенца одновременно развивает две сложнейшие нейронные структуры для каждого из языков, и что позволяет им использовать оба языка, как родные. Это особенно актуально для нашего региона, ведь известно, что в Крыму большое количество семей в быту использует два языка, русский и крымско-татарский.

Изучение процесса освоения языков у билингвальных(двуязычных) детей с использованием ВП технологий только началось. Были сделаны записи ВП на знакомые и незнакомые слова из английского и испанского языков у двуязычных детей в возрасте 19-22 месяцев [70]. Были исследованы ВП на большое количество слов, как английских, так и испанских, что бы определить доминирующий язык у каждого ребенка. Разница в ВП показателях на знакомые и незнакомые слова в лидирующем языке проявлялась уже с 200-600 мс у 19 – 22 месячных детей. Нейронная активность в ответ на словесный стимул у двуязычных детей была диффузно распространена на правое и левое полушарие, что похоже на нейронную активность детей растущих в одноязычной среде в возрасте 13 – 17 месяцев [71]. Для второго, не доминирующего языка, разница в ВП на знакомые и незнакомые слова проявлялась только после 600- 900 мс. Кроме того, дети с более обширным словарным запасом, по сравнению с детьми у которых словарный запас был меньше, отвечали на знакомые слова бóльшим числом ВП компонентов именно в левом полушарии для доминирующего языка [70]. Используя метод ВП, Neville и коллеги показали, что более длительный латентный период и продолжительность значимой части ВП компонентов, соответствует более позднему, усвоению второго языка у разных индивидуумов [72, 73].

У младенцев осваивающих сразу два языка, обычно происходит растяжение во времени первой, фонемной, фазы освоения языка, по сравнению с детьми осваивающими только один язык. Это зависит от многих факторов, одним из которых является количество людей, которые общаются с ребенком на втором, не доминирующем языке, и от того, как часто это общение происходит. Некоторые исследователи предполагают, что ребенок в билингвальной среде по другому реагирует на звуки, по сравнению с детьми осваивающими только один язык [74]. Другие исследователи докладывают о том, что процессы восприятия звуков у двуязычных детей не отличается от таковых у детей растущих в монолингвальных условиях [75].

В тоже время, несмотря на большой объем данных, имеющих в области психологии восприятия речи ребенком, физиологические исследования речевых процессов проводились, в основном, с участием взрослых испытуемых. Поэтому актуальным остается выяснение физиологических закономерностей созревания мозга ребенка, которые связаны непосредственно с освоением языка и становлением речи. На наш взгляд использование электроэнцефалографии в подобных исследованиях позволило бы выявить такие закономерности и расширить понимание физиологических механизмов лежащих в основе формирования речи ребенка.

### **ВЫВОДЫ**

1. Освоение языка это непрерывный процесс, начинающийся с момента рождения ребенка.
2. Индивидуальные отличия в восприятии и обработке фонетических данных в самом раннем возрасте предопределяет развитие дальнейших речевых способностей на втором и третьем году жизни.

3. Актуальным остается выяснение физиологических закономерностей созревания мозга ребенка, которые связаны непосредственно с освоением языка и становлением речи. На наш взгляд использование электроэнцефалографии в подобных исследованиях позволило бы выявить такие закономерности и расширить понимание физиологических механизмов лежащих в основе формирования речи ребенка.

#### Список литературы

1. Infants as a prelinguistic model for language learning impairments: predicting from event-related potentials to behavior / A.A. Benasich, N. Choudhury, J.T. Friedman [et al.] – *Neuropsychologia* – 2006. – V. 44. – P. 396–411.
2. Benasich A.A. Infant discrimination of rapid auditory cues predicts later language impairment / A.A. Benasich, P. Tallal // *Behav. Brain Res.* – 2002. – V. 136. – P. 31–49.
3. Choudhury N. Familial aggregation in a sample of infants born into families with a history of language-based learning impairments / N. Choudhury, A.A Benasich // *J. Speech Lang. Hear Res.* – 2003. – V. 46. – P. 261–272.
4. Altshuler R.A. *Neurobiology of Hearing. The Cochlea* / Altshuler R.A., Bobbin R.P., Hoffmann D.W. – New York.: Raven Press, 1986. – 490 p.
5. Keidel W.D. *Handbook of Sensory Physiology* / W.D. Keidel, W.D. Neff. – Berlin.: Springer, 1976. – Vol. 5(3). – 811 p.
6. Klinke R. Efferent innervation of vestibular and auditory receptors / R. Klinke, N. Galley // *Physiol. Rev.* – 1974. – V. 54. – P. 316–357.
7. Irvine D.R. *The Auditory Brainstem. Progress in Sensory Physiology* / Irvine D.R. – Berlin. : Springer, 1986. – Vol. (7). – 289 p.
8. Moore B.C. *Auditory Frequency Selectivity* / B.C. Moore, R.D. Patterson. – New York.: Plenum Press, 1986. – 456 p.
9. Ткаченко В.И. *Нормальная физиология человека* / Ткаченко В.И. – М.: Медицина, 2005. – 928 с.
10. Evans E.F. Place and time coding of frequency in the peripheral auditory system: some physiological pros and cons / E.F. Evans // *Audiology.* – 1978. – Vol. 17. – P. 369–420.
11. Evans E.F. The effects of intracochlear and systemic furosemide on the properties of single cochlear nerve fibres in the cat / E.F. Evans, R. Klinke // *J. Physiol.* – 1982. – 331. – P. 409–427.
12. Sach M.B. Neural coding of complex sounds / M.B. Sach // *Speech. Ann. Rev. Physiol.* – 1984. – Vol. 4. – P. 261–273.
13. Зенков Л.П. *Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии)* / Зенков Л.П. – М.: «МЕДпресс-информ», 2002. – 368 с.
14. Kuhl P.K. Speech perception by the chinchilla: voiced-voiceless distinction in alveolar plosive consonants / P.K. Kuhl, J.D. Miller // *Science.* – 1975. – Vol. 190. – P. 69–72.
15. Language and the newborn brain: does prenatal language experience shape the neonate neural response to speech? / L. May, K. Byers-Heinlein, J. Gervain [et al.] – *Frontiers in Psychology* – 2011. – Vol. 2. – P. 1–9.
16. Цехмистренко Т.А. Структурные преобразования cito- и фиброархитектоники фронтальной коры мозга человека от рождения до 20 лет / Т.А. Цехмистренко, Н.А. Черных, И.К. Шеховцев // *Физиология человека.* – 2010. – Т.36. – С. 16–23.
17. Tommerdahl M. Minicolumnar activation patterns in SI cortex / M. Tommerdahl, O. Favorov, B. Whitsel // *Cerebral Cortex.* – 1993. – Vol. 3. – P. 399.
18. Смирнов В.М. *Нейрофизиология и высшая нервная деятельность детей и подростков* / Смирнов В.М. – М.: Академия, 2007. – 464 с.
19. Chugani H.T. Positron emission tomography study of human brain functional development / H.T. Chugani, M.E. Phelps, J.C. Mazziotta // *Ann Neurol.* – 1987. – Vol. 22. – P. 487–843.
20. Кононова Е.П. *Лобная область большого мозга* / Кононова Е.П. – Л.: Медицина, 1962. – 176 с.
21. Дзугаева С.Б. *Проводящие пути головного мозга человека (в онтогенезе)* / Дзугаева С.Б. – М.: Медицина, 1975. – 253 с.

22. Лурия А.Р. Функции лобных долей мозга / Лурия А.Р. – М.: Наука, 1982. – 224 с.
23. Kuhl P.K. Early language acquisition: cracking the speech code / P.K. Kuhl // *Nat. Rev. Neurosci.* – 2004. – V. 5. – P. 831–843.
24. Werker J.F. PRIMIR: a developmental framework of infant speech processing / J.F. Werker, S. Curtin // *Lang. Learn. Dev.* – 2005. – Vol. 1. – P. 197–234.
25. Development of language-specific phoneme representations in the infant brain / M. Cheour, R. Ceponiene, A. Lehtokoski [et al.] – *Nat. Neurosci.* – 1998. – Vol. 1. – P. 351–353.
26. Infants show a facilitation effect for native language phonetic perception between 6 and 12 months / P.K. Kuhl, E. Stevens, A. Hayashi [et al.] – *Dev. Sci.* – 2006. – Vol. 9. – P. 13–21.
27. Rivera-Gaxiola M. Brain potentials to native and non-native speech contrasts in 7- and 11-month-old American infants / M. Rivera-Gaxiola, J. Silva-Pereyra, P.K. Kuhl // *Dev. Sci.* – 2005b. – Vol. 8. – P. 162–172.
28. Sundara M. Language-experience facilitates discrimination of /d- /i n monolingual and bilingual acquisition of English / M. Sundara, L. Polka, F. Genesee // *Cognition.* – 2006. – Vol. 100. – P. 369–388.
29. Werker J.F. Cross-language speech perception: evidence for perceptual reorganization during the first year of life / J.F. Werker, R.C. Tees // *Infant Behav. Dev.* – 1984. – Vol. 7. – P. 49–63.
30. Best C. Infant perception of non-native consonant contrasts that adults assimilate in different ways / C. Best, G.W. McRoberts // *Lang. Speech.* – 2003. – Vol. 46. – P. 183–216.
31. Krentz U.C. Preference for language in early infancy: the human language bias is not speech specific / U.C. Krentz, D.P. Corina // *Dev. Sci.* – 2008. – Vol. 11. – P. 1–9.
32. Kuhl P.K. Infant vocalizations in response to speech: vocal imitation and developmental change / P.K. Kuhl, A.N. Meltzoff // *J. Acoust. Soc. Am.* – 1996. – Vol. 100. – P. 2425–2438.
33. Bortfeld H. Assessing infants' cortical response to speech using near-infrared spectroscopy / H. Bortfeld, E. Wruck, D.A. Boas // *Neuroimage.* – 2007. – Vol. 34. – P. 407–415.
34. Early speech perception and later language development: implications for the “critical period.” / P.K. Kuhl, B.T. Conboy, S. Coffey-Corina [et al.] // *Lang. Learn. Dev.* – 2005b. – Vol. 1. – P. 237–264.
35. Kuhl P.K. Early language acquisition: cracking the speech code / P.K. Kuhl // *Nat. Rev. Neurosci.* – 2004. – Vol. 5. – P. 831–843.
36. Mayberry R.I. Age constraints on first versus second language acquisition: evidence for linguistic plasticity and epigenesis / R.I. Mayberry, E. Lock // *Brain Lang.* – 2003. – Vol. 87. – P. 369–384.
37. Neural patterns to speech and vocabulary growth in American infants / M. Rivera-Gaxiola, L. Klarman, A. Garcia-Sierra [et al.] – *NeuroReport.* – 2005a. – Vol. 16. – P. 495–498.
38. Phonetic learning as a pathway to language: new data and native language magnet theory expanded (NLM-e) / P.K. Kuhl, B.T. Conboy, D. Padden [et al.] – *Philos. Trans. R. Soc.* – 2008. – Vol. 363. – P. 979–1000.
39. Infants' early ability to segment the conversational speech signal predicts later language development: a retrospective analysis / R. Newman, N.B. Ratner, A.M. Jusczyk [et al.] – *Dev. Psychol.* – 2006. – Vol. 42. – P. 643–655.
40. Bates E.A. Early language development and its neural correlates. *Handbook of neuropsychology* / E.A. Bates, D. Thal, J.S. Janowsky // Amsterdam Elsevier – 1992. – Vol. 7. – P. 69–110.
41. Johnson J. Critical period effects in sound language learning: the influence of maturation state on the acquisition of English as a second language / J. Johnson, E. Newport // *Cogn. Psychol.* – 1989. – Vol. 21. – P. 60–99.
42. Ganger J. Reexamining the vocabulary spurt / J. Ganger, M.R. Brent // *Dev. Psychol.* – 2004. – Vol. 40. – P. 621–632.
43. Fernald A. Picking up speed in understanding: speech processing efficiency and vocabulary growth across the 2nd year / A. Fernald, A. Perfors, V.A. Marchman // *Dev. Psychol.* – 2006. – Vol. 42. – P. 98–116.
44. Mandel D.R. Infants' recognition of the sound patterns of their own names / D.R. Mandel, P.W. Jusczyk, D. Pisoni // *Psychol. Sci.* – 1995. – Vol. 6. – P. 314–317.
45. Mommy and me: familiar names help launch babies into speech-stream segmentation / H.M. Bortfeld, J.L. Morgan, R.M. Golinkoff [et al.] – *Psychol. Sci.* – 2005. – Vol. 16. – P. 298–304.
46. Tincoff R. Some beginnings of word comprehension in 6-month-olds / R. Tincoff, P.W. Jusczyk // *Psychol. Sci.* – 1999. – Vol. 10. – P. 172–175.
47. Jusczyk P.W. *The Discovery of Spoken Language* / Jusczyk P.W. – Cambridge.: MIT Press, 1997. – 326 p.
48. Halle P. Emergence of an early receptive lexicon: infants' recognition of words / P. Halle, B. de Boysson-Bardies // *Infant Behav. Dev.* – 1994. – Vol. 17. – P. 119–129.

49. Newport E.L. Learning at a distance I. Statistical learning of nonadjacent dependencies / E.L. Newport, R.N. Aslin // *Cogn. Psychol.* – 2004a. – Vol. 48. – P. 127–162.
50. The emergence of language specific prosodic preferences during the first half year of life: evidence from German and French infants / B. Hohle, R. Bijeljac-Babic, T. Nazzi [et al.] – *Cogn. Psychol. Infant Behav. Dev.* – 2009. – Vol. 32(3). – P. 262–274.
51. Watching the infant brain learn words: effects of vocabulary size and experience / D.L. Mills, K. Plunkett, C. Prat [et al.] – *Cogn. Dev.* – 2005. – Vol. 20. – P. 19–31.
52. Kuhl P.K. Is speech learning ‘gated’ by the social brain? / P.K. Kuhl // *Dev. Sci.* – 2007. – V. 10. – P. 110–120.
53. Bailey T.M. Phonological specificity in early words / T.M. Bailey, K. Plunkett // *Cogn. Dev.* – 2002. – Vol. 17. – P. 1265–1282.
54. Stager C.L. Infants listen for more phonetic detail in speech perception than in word-learning tasks / C.L. Stager, J.F. Werker // *Nature* – 1997. – Vol. 388. – P. 381–382.
55. Tsao F.M. Speech perception in infancy predicts language development in the second year of life: a longitudinal study / F.M. Tsao, H.M. Liu, P.K. Kuhl // *Child Dev.* – 2004. – Vol. 75. – P. 1067–1084.
56. Processing linguistic complexity and grammaticality in the left frontal cortex / A.D. Friederici, C.J. Fiebach, M. Schleesky [et al.] – *Cereb. Cortex.* – 2006. – Vol. 16. – P. 1709–1717.
57. Kutas M. Views on how the electrical activity that the brain generates reflects the functions of different language structures / M. Kutas // *Psychophysiology* – 1997. – Vol. 34. – P. 383–398.
58. Friederici A.D. Towards a neural basis of auditory sentence processing / A.D. Friederici // *Trends Cogn. Sci.* – 2002. – Vol. 6. – P. 78–84.
59. Effects of language experience: neural commitment to language-specific auditory patterns / Y. Zhang, P.K. Kuhl, T. Imada [et al.] – *NeuroImage.* – 2005. – Vol. 26. – P. 703–720.
60. Oberecker R. Neural correlates of syntactic processing in two-year-olds / R. Oberecker, M. Friedrich, A.D. Friederici // *J. Cogn. Neurosci.* – 2005. – Vol. 17. – P. 1667–1678.
61. Grammatical processing without semantics An event-related brain potential study of preschoolers using jabberwocky sentences / J. Silva-Pereyra, B.T. Conboy, L.J. Klarman [et al.] – *Cogn. Neurosci.* – 2007. – Vol. 19. – P. 1050–1065.
62. Hahne A. Brain signatures of syntactic and semantic processes during children’s language development / A. Hahne, K. Eckstein, A.D. Friederici // *J. Cogn. Neurosci.* – 2004. – Vol. 16. – P. 1302–1318.
63. Brainard M.S. Sensitive periods for visual calibration of the auditory space map in the barn owl optic tectum / M.S. Brainard, E.I. Knudsen // *J. Neurosci.* – 1998. – Vol. 18. – P. 3929–3942.
64. Goldstein M. Social interaction shapes babbling: testing parallels between birdsong and speech / M. Goldstein, A. King, M. West // *Proc. Natl. Acad. Sci.* – 2003. – V. 100. – P. 8030–8035.
65. Thiessen E.D. When cues collide: use of stress and statistical cues to word boundaries by 7- to 9-month-old infants / E.D. Thiessen, J.R. Saffran // *Dev. Psychol.* – 2003. – Vol. 39. – P. 706–716.
66. Kuhl P.K. Foreign-language experiencing infancy: effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning / P.K. Kuhl // *Proc. Natl. Acad. Sci.* – 2003. – Vol. 100. – P. 9096–9101.
67. Vouloumanos A. Tuned to the signal: the privileged status of speech for young infants / A. Vouloumanos, J.F. Werker // *Dev. Sci.* – 2004. – Vol. 7. – P. 270–276.
68. Rizzolatti G. The mirror neuron system / G. Rizzolatti, L. Craighero // *Annu. Rev. Neurosci.* – 2004. – Vol. 27. – P. 169–192.
69. Meltzoff A.N. Explaining facial imitation: a theoretical model / A.N. Meltzoff, M.K. Moore // *Early Dev. Parent.* – 1997. – Vol. 6. – P. 179–192.
70. Conboy B.T. Two languages, one developing brain: event-related potentials to words in bilingual toddlers / B.T. Conboy, D.L. Mills // *Dev. Sci.* – 2006. – Vol. 9. – P. 1–12.
71. Mills D.L. Language comprehension and cerebral specialization from 13–20 months / D.L. Mills, S. Coffey-Corina, H.J. Neville // *Dev. Neuropsychol.* – 1997. – Vol. 13. – P. 233–237.
72. Weber-Fox C. Maturation constraints on functional specializations for language processing: ERP and behavioral evidence in bilingual speakers / C. Weber-Fox, H.J. Neville // *J. Cogn. Neurosci.* – 1996. – Vol. 8. – P. 231–256.
73. Neural systems mediating American Sign Language: effects of sensory experience and age of acquisition. *Brain Lang* / H.J. Neville, S.A. Coffey, D.S. Lawson [et al.] – *Brain Lang.* – 1997. – Vol. 57. – P. 285–308.
74. Bosch L. Simultaneous bilingualism and the perception of a language specific vowel contrast in the first year of life / L. Bosch, N. Sebastian-Galles // *Lang. Speech.* – 2003b. – Vol. 46. – P. 217–243.

75. The development of phonetic representation in bilingual and monolingual infants / T.C. Burns, K.A. Yoshida, K. Hill [et al.]. – Appl. Psycholinguist. – 2007. – Vol. 28. – P. 455–474.

**Белалов В.В. Особливості сприйняття мови дітьми до 3 років / В.В. Белалов, Ю.О. Дягілева, В.Б. Павленко** // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2012. – Т. 25 (64), № 1. – С. 29-42.

У статті підсумовані літературні дані, пов'язані з процесами сприйняття і обробкою мовного потоку дітьми віком до 3 років. Представлені факти свідчать про те, що процес освоєння мови безперервний, і починається з моменту народження дитини. Індивідуальні особливості дитини здатності диференціації фонем рідної мови в дитячому віці визначають подальший розвиток мовних здібностей на другому і третьому році життя.

**Ключові слова:** електроенцефалограма, викликані потенціали, діти, сприйняття мови.

**Bielalov V.V. Features of speech perception of children under 3 years / V.V. Bielalov, Yu.O. Dyagileva, V.B. Pavlenko** // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2012. – Vol. 25 (64), No 1. – P. 29-42.

The article summarizes literature data related to the process of speech perception and processing a speech stream of children under 3 years old. Presented facts indicate the process of language acquisition is continuous and starts at the moment of birth. Individual child's features to differentiate the phonemes of the native language in infancy determine further development of speech abilities on the second and third year of life.

**Keywords:** electroencephalogram, evoked potentials, children, speech perception.

*Поступила в редакцію 16.02.2012 г.*