

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ  
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОРЫ ГОЛОВНОГО  
МОЗГА 6 - 7 ЛЕТНИХ ДЕТЕЙ В  
ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ**

*Зияходжаева Л.У.*

**Ташкентский Педиатрический Медицинский  
Институт  
Кафедра неврологии, детской неврологии с  
медицинской генетикой  
Ташкент, Узбекистан.**

Цитофироархитектонически в 6 слойном строении коры головного мозга человека выделены наслаивающиеся друг над другом 3 зоны. Проекционные зоны морфофункционально формируются ещё пренатальном онтогенезе и морфологическая основа состоит из структур IV слоя коры мозга. Проекционно – ассоциативная зона формируется постнатальном онтогенезе, морфологическая основа состоит из структур IV-V слоёв коры мозга. Функция первичных и вторичных зон свойственны не только человеку, но и всем позвоночным. Третичные зоны – формируются позже предыдущих зон, что филогенетически получили названия новой коры свойственной только к коре головного мозга человека. Морфологическую основу третичных зон образуют структуры II-III слоёв коры.

При нормальном течении пренатального онтогенеза, к моменту рождения макроскопическое строение ЦНС, в том числе и коры головного мозга новорождённых, за исключением размеров и веса головного мозга, не отличается от взрослых. Все борозды, извилины, сосуды внешне чётко очерчены, хорошо выделяются границы лобных, теменных, височных и затылочных долей мозга. В постнатальном онтогенезе соответственно возрасту, происходят изменения в величине, ширине извилин, глубины борозд, площади долей, толщины слоёв различных полей коры головного мозга. К рождению ребёнка ядра всех анализаторов морфологически бывают сформированными: кожно-кинестетический, мышечный (лобная кора), сенсорный (теменная кора), слуховой, обонятельный (височная кора), зрительный (затылочная кора с соответствующими полями Бродмана) [1,2,7].

К началу перинатального периода у плода все элементы нервной ткани бывают полностью сформированными. В постнатальном периоде цитоархитектонический кора состоит из 6 слоёв. В различных долях, а также различных полях коры, ее слоёв изменения размеров, уровня дифференцировки нейронов всех типов, происходит в разные сроки с различной интенсивностью. Нижние IV - V слои коры являются структурами связывающими кору полушарий мозга с периферией, органами чувств. Исследования по изучению процесса формирования новой коры (неокортекс) начиная с ранних этапов до 7 месяцев пренатального онтогенеза, показали на

последовательность закладки отдельных областей коры больших полушарий. Установлено, что нейрональные образования верхних слоёв коры головного мозга человека фило- и онтогенетически являются наиболее новыми структурами коры [7,8].

Мелкозернистый IV слой коры головного мозга мощно развит в ядрах афферентных анализаторов (кожные, кинестетические, зрительные, слуховые, обонятельные анализаторы).

V слой коры содержит гигантские клетки Беца, генерализующие импульсы к мышцам (эфферентная система) и дающие начало пирамидной системе. Абсолютное количественное преобладание клеток Беца соответствует V слою передней центральной извилины.

В современном морфофункциональном понятии, все афферентные системы и их корковые ядра (центры) относятся к первичным проекционным зонам коры головного мозга.

Ребёнок на свет появляется с полностью созревшими структурными образованиями подкорки и первичных проекционных зон коры головного мозга. К моменту рождения вторичные проекционно - ассоциативные и третичные зоны коры головного мозга цитофироархитектонически бывают недостаточно сформированными.

В постнатальном онтогенезе наиболее выраженные цитофироархитектонические изменения ансамблевой организации нейронов различных слоёв коры головного мозга происходит в определённых возрастных периодах.

Кора новорождённых содержит нейроны малых размеров, аксоны и дендриты их слабо развиты, они расположены колонками. В течение первого года жизни наблюдается типизация формы, увеличение размеров пирамидных и звездчатых клеток, усиление разветвления аксонов, дендритов, расширение внутриансамблевых связей по вертикали. Происходит морфо - функциональное усовершенствование проекционных зон коры головного мозга. В последующем отмечается чёткая сформированность гнездных нейронных ансамблей, вертикальных пучков волокон, увеличение размера веретенообразных, звездчатых клеток, распределение их аксональных коллатералей в вертикальном направлении.

В 5 - 6 летнем возрасте усиливается система связей по горизонтали за счёт роста в длину и разветвления боковых и базальных дендритов клеток Беца и развития боковых терминалей их апикальных дендритов. Нарастает внешний полиморфизм клеток, а также плотность капиллярных сетей в III и V слоях коры мозга. У 7 летних детей 4 и 6 поля Бродмана обладают всеми морфологическими структурами свойственными таковым полям у взрослых. К 9 - 10 годам отмечается значительное усложнение структуры короткоаксонных нейронов, расширение сети аксонных коллатералей всех форм интернейронов, образующих в крупных ансамблях чётко структурированные вертикальные волокна, пирамидные клетки достигают наибольших размеров, увеличивается ширина клеточных

группировок и объем радиарных пучков волокон. Усложняется структура интерневронального аппарата, интенсивно развивается система горизонтальных связей. Современные достижения нейроморфологии явились основанием для выделения в коре надстроенных друг над другом 3-х структурно - функциональных зон:

1. Первичные - проекционные зоны воспринимающие информацию из внутренней и внешней среды организма и подвергающих их первичному анализу и синтезу.

2. Проекционно - ассоциативные зоны лобной коры головного мозга. В этой зоне коры происходит переработка информации поступающей из проекционных зон и планировка соответствующих программ ответа - действия.

3. Третичные или зоны перекрытия являются наиболее поздно формирующимися структурными образованиями коры полушарий головного мозга. В третичных зонах осуществляется морфофункциональная интеграция всех 3-х зон и формирование постепенно усложняющихся с возрастом, новых высших корковых функций [5,7,8].

В проекционных зонах IV афферентный слой коры имеет мощно развитую нейронную структуру и сравнительно большую толщину, на местах локализации ядер анализаторов, где густо сконцентрированы зернистые клетки, связывающие кору с периферией, органами чувств.

В некоторых нейропсихологических литературных источниках наблюдается тенденция деления проекционных зон на афферентную и эфферентную системы. В морфофункциональном плане бесспорно проекционным следует относить афферентные системы: теменная кора с 1, 2, 3, 5, 7, 39, 40 полями Бродмана; затылочную кору с 17, 18, 19 полями Бродмана и височную кору с 52, 41, 42, 22, 38 полями Бродмана [5,6,7].

В пренатальном онтогенезе закладка первичных зон коры завершается, и они к рождению функционируют, а так называемая «эфферентная первичная проекционная зона» начинает функционировать к 1 - 2 годам постнатального развития, когда пирамидная система и её интегративные связи с проекционными зонами морфо - функционально созревают. Поэтому лобная кора, в том числе и передняя центральная извилина должны относиться к основной проекционно - ассоциативной зоне коры головного мозга. Клетки Беца лобной коры генерируют импульсы к мышцам тела и дают начало формированию произвольных движений.

В ассоциативных зонах - II и III слоях лобной коры преобладают клеточные структуры с короткими аксонами, большая часть которых или не имеют прямой связи с периферией или принимают импульсы из подкорковых структур осуществляющих первичную переработку информации поступающей с периферии. Установлено, что в процессе эволюции видов удельный вес II - III слоёв коры непрерывно увеличивается, достигая максимума у человека, что обусловлено возникновением сложных форм поведения, кодирования поступающей информации,

сознательным характером программирования деятельности человека. В осуществлении сложных корковых функций решающую роль играют не только нейроны и ее многочисленные отростки, но и глиальные клетки у приматов [1,5,8]. Морфофункциональное формирование третичных зон коры является важным звеном в решении ряда теоретических проблем и практических задач, связанных с эффективностью обучения и развития рассудочной индивидуальности ребёнка. В механизмах деятельности развивающегося мозга большое значение имеет уровень зрелости корково - подкорковых взаимоотношений [2].

В обеспечении достаточно сложных форм познавательной деятельности человека физиологическая роль «проекционных» и «проекционно - ассоциативных» - интегративных зон коры головного мозга является основным связывающим звеном, в обеспечении сложных пространственных (симультантных) синтезов.

В третичных зонах осуществляется внутрианализаторный и межанализаторный синтез, кроме того, перенос возбуждения из одного анализатора в другой. На базе физиологической деятельности проекционных и проекционно - ассоциативных зон формируются свойственные для человека третичные зоны коры головного мозга. Поэтому третичные зоны созревают позднее, чем первичные и вторичные зоны. Выделены передние и задние третичные зоны [5,6].

Задняя третичная зона расположена на стыке затыльно - теменно - височной коры полушарий мозга и она перекрывает корковые отделы II, VII пар черепных нервов и кожно - кинестетического анализаторов. Центром задней третичной зоны являются 39 и 40 поля Бродмана нижней теменной доли коры. Существуют основания для включения в состав задней третичной зоны также прилегающие височно - затылочные образования 37-го и 21-го полей Бродмана. Все эти поля имеют выраженное 6 слойное строение.

Передняя третичная зона расположена кпереди от передней центральной извилины и надстраивается над двигательными проекционно - ассоциативными зонами лобной коры.

В III и V слоях лобной коры имеет место наибольшая концентрация клеток Беца. В состав моторной коры или «ядра» двигательного анализатора входят 1, 3, 4, 6, 45, 46 и частично 5, 7 поля Бродмана.

В 4-6 полях лобной коры III слой чётко разделён на 3 подслоя, в них отсутствуют наружные и внутренние зернистые слои, имеющиеся в других долях коры.

Таким образом, передние и задние третичные зоны надстраиваясь над рассеянными клеточными элементами первичных и вторичных зон, образуют сложнейшую интегративную систему и обеспечивают межанализаторный синтез информации поступающей в кору. При безукоризненном пренатальном онтогенезе, с первых секунд после рождения кора головного мозга новорождённого вступает во взаимосвязь с окружающим его внешним миром [8].

Благодаря функционированию проекционных зон (кожно – кинестетические, зрительные, слуховые, обонятельные и др. анализаторы) в коре головного мозга новорождённого происходит элементарный анализ и синтез поступающих афферентаций и стремление к объединению их в целостную деятельность организма.

Нейрофизиологическими исследованиями второй половины 20 века установлено функционирование проекционных зон коры головного мозга ещё в пренатальном онтогенезе: слухового, обонятельного, зрительного, вкусового анализаторов. Новорождённый различает разницу температуры в 6-7 [1].

Установлена возможность объективной оценки периодов функционального созревания органов чувств, и моторики ребёнка.

Изучены общие закономерности функциональной организации коры головного мозга у детей 1-го года жизни, состоящих из 4-х стадий:

Первая стадия характеризуется неспецифической ответной реакцией ребёнка на раздражители, обусловленной морфологической незрелостью проекционно - ассоциативных зон, эфферентной системы коры головного мозга.

Вторая стадия характеризуется превалированием тормозных процессов над безусловными рефлексами.

В третьей стадии наблюдается неустойчивость условно-рефлекторной деятельности коры.

В четвертой стадии функциональной организации коры головного мозга детей годовалого возраста, наблюдается формирование устойчивого условного рефлекса на отдельные афферентации.

В последующих периодах постнатального онтогенеза отмечается постепенное усложнение функциональной организации коры. Начиная со 2-го года жизни ребёнка, формируется условный рече - двигательный рефлекс. В дальнейшем речь становится самостоятельным раздражителем, замещающим собой весь комплекс непосредственных возбудителей. Речь становится обобщающим сигналом всей афферентной системы и регулирующим, формирующим звеном произвольных движений ребёнка.

В конце 2-го года жизни ребёнка начинается период интенсивного формирования сенсорной речи на базе знакомства с предметами, окружающими ребёнка, привычными для него по назначению.

В совершенствовании сенсорной речи важное значение приобретает ориентировочный рефлекс - реакция ребёнка на внезапно появляющийся незнакомый новый предмет. В этом периоде слово ассоциируется уже не с единичными, всегда одним и тем же предметом, а начинает обобщать все предметы данной категории, несмотря на имеющиеся у них явные различия в форме, величине, цвете и т.п. Действия начинают регулироваться словесной инструкцией.

В 3-х летнем возрасте под контролем слуха наблюдается быстрое совершенствование

грамматического строя речи, приближаясь к речи взрослого. В тоже время процесс восприятия предметов, явлений окружающего мира, а также произнесённой речи взрослого ещё недостаточно совершенен.

В 6-7 летнем возрасте слово как регулятор действия усовершенствуется путём установления многих связей слова к различным действиям, в различных сочетаниях данного слова, в различных жизненных ситуациях [3,5,8].

Лобная кора головного мозга. По современным морфо - функциональным данным лобная кора в филогенетическом плане является новой областью коры, архитектурно не имеющей гомолога у животных и в функциональном отношении обеспечивающей сложную моторику. Ассоциативная система лобной коры чрезвычайно сложна, так как она имеет связи со структурными образованиями всей коры головного мозга человека. Поэтому она рассматривается как аппарат межанализаторного синтеза, так как она конвергирует афферентные импульсы всех модальностей и таким образом интегрирует и организует поведение человека.

По наблюдениям большинства крупных невропатологов, нейрохирургов и физиологов у больных с локальными поражениями лобной доли мозга отмечается расстройство таких высокоорганизованных корковых функций как память, мышление, ориентация во времени, пространстве, поведение, тогда как при локальных поражениях других долей мозга выше указанных, функции не нарушаются или бывают не столь выраженными [3,6,7].

Кора теменной доли является сенсорной зоной для поверхностной и глубокой чувствительности. Проекционными зонами теменной коры являются 1 – 2 – 3 – 5 – 7 поля Бродмана, соответствующие задней центральной извилине и верхней теменной дольке. К этим полям импульсы поверхностной и глубокой чувствительности поступают с периферии, по проводникам сенсорной системы, после анализа и синтеза через первичную ассоциативную систему поступают в моторную кору, где перерабатывается поступившая информация, вырабатывается планировка соответствующих программ действия. Проекционные зоны теменной коры у новорождённых начинают функционировать вскоре после рождения. В морфофункциональном отношении особый интерес представляет нижняя теменная долька, имеющая сложную ассоциативную систему, которая нейроморфологами изучена в достаточной степени [5,6,7,8].

В 39 и 40 полях Бродмана теменной дольки локализованы надкраевая [40] и угловая [39] извилины имеющие отношение к высшей корковой функции праксиса и стереогнозии.

Знакомясь с окружающим миром, ребёнок учится различать множество предметов и явлений, их пространственные, временные, причинные и др. отношения.

В морфофункциональной основе праксиса и стереогнозии лежит обработка информации

поступающей от всех без исключения анализаторных систем, анализ и «сортировка» и объединение в комплексы - образы предметов.

Стереогнозию называют предметным мышлением, так как исходной формой этой функции является слитное ощущение от целой группы признаков различных предметов: вычленение образа отдельного предмета, представление о предмете.

Формирование предметного мышления - стереогнозия является важным показателем полноценного функционального формирования афферентной системы, развития моторики и соответственно возрастной высшей корковой деятельности ребёнка [3,7,8].

По литературным данным стереогнозия как высшая корковая функция в детском возрасте, целенаправленно не изучалась, нет предложенных методов ее исследования, видимо по этой причине, не установлены сроки формирования стереогнозии у детей в постнатальном онтогенезе. Основным звеном в цепи формирования стереогнозии является моторика - праксис (автоматизированные произвольные движения).

Основанием для отнесения праксиса и стереогнозии к числу высших корковых функций специфических для человека явились цито- и фиброархитектонические исследования [3,6,7,8].

Установлено, что нижняя теменная доля (40-39 ПБ) имеет очень сложную ассоциативную систему, объединяющую функцию без исключения всех анализаторов.

Функционирование нервной системы без интеграции афферентных и эфферентных систем не представляется возможным. Самая «простая» форма ассоциации прослеживается ещё на уровне спинальных сегментов (вставочные нейроны участвующие в формировании рефлекторной дуги спинальных рефлексов). Значительное усложнение этой (ассоциативной) функции имеет место в подкорковых, стволовых структурах мозга, обусловленной физиологией этих уровней ЦНС. Морфологически наиболее сложную степень развития приобретает ассоциативная система коры головного мозга, в связи с формированием сложных, некоторых загадочных высших корковых функций.

Результаты крупных исследований по изучению структурно - функциональной организации коры головного мозга в филогенезе явились основанием считать нижнюю теменную долю носительницей высших корковых функций человека.

Площадь коры головного мозга соответствующий 40 ПБ (праксис), 39 ПБ (стереогнозия) у человека составляет 7,7% всей поверхности коры, а у оранга и шимпанзе 3,4%.

Таким образом, нижняя теменная доля обеспечивает совместную работу целой группы анализаторов и образует заднюю третичную зону - зону перекрытия корковых отделов различных анализаторов.

Кора затылочной доли головного мозга является проекционной зоной для зрительного анализатора. На внутренней поверхности затылочной коры,

соответственно язычной и клиновидным извилинам, локализируются 17 - 18 - 19 ПБ образующие ядро зрительного анализатора. По современному морфо - функциональному данным 17 ПБ относится к первичной - проекционной зоне, связанной с нейронами IV слоя коры, над этой первичной зоной надстраиваются вторичные зрительные поля - 18 - 19 ПБ.

Вторичные зрительные поля (18 - 19 ПБ) состоят в основном из клеток II - III слоёв коры. Нейроны II - III слоёв затылочной коры или 18 - 19 ПБ не связаны непосредственно с проводящими путями, идущими от сетчатой оболочки глаз, и осуществляют преимущественно функцию интеграции - ассоциации.

В коре височной доли головного мозга локализованы ядра слуховестибулярного (43-42-41-52 ПБ), обонятельного (38 ПБ), анализаторов, и у правшей в левой височной коре еще локализуется центр сенсорной речи (22 ПБ). Первичная слуховая проекционная зона (41 ПБ) скрыта в глубине верхней височной извилины - Гешля. Нейроны этой зоны реагируют только на звуковые раздражители, поступающие из Кортиева органа.

Над первичной слуховой зоной (41 ПБ) надстроены вторичные зоны слуховой коры (43 - 42 - 22 ПБ) расположенные на наружной поверхности височной коры, состоящие из нейронов II - III слоёв коры головного мозга.

Обонятельная проекционная зона (38 ПБ) расположена на внутренней поверхности нижней височной извилины - крючок гипокамповой извилины. Таким образом, в височной коре локализируются проекционные зоны вестибулярного, слухового, обонятельного анализаторов и сенсорной речи слева, у правшей.

Над проекционными зонами надстроены проекционно - ассоциативные зоны структурные образования II - III слоёв височной коры. Закладка первичных или проекционных зон завершается ещё в пренатальном онтогенезе. Поэтому, вскоре после рождения ребёнок воспринимает раздражения окружающей его среды и на них отвечает произвольными движениями.

К 1 - 2 годам постнатального онтогенеза созревают проекционно - ассоциативные зоны и начинает функционировать пирамидная система, в связи с чем ответные реакции коры головного мозга ребёнка на афферентации приобретают характер произвольных движений. Усовершенствование произвольных движений с развитием речи сопровождается усложнением интегративных систем коры головного мозга.

В третичных зонах интегративные системы коры приобретают самое сложное строение морфофункционально связанных с функцией речи. Клеточные и волокнистые структуры передних и задних третичных зон функционально начинают формироваться на 3 - 4 году постнатального онтогенеза и достигают уровня взрослых к 20 годам. Центром задней третичной является нижняя теменная доля, а передней - премоторная зона лобной коры [7.8].

Интегративная система коры наивысшей степени сложности достигает именно в третичных зонах, где происходит межанализаторный анализ, синтез и обобщение разномодальной афферентации поступающей в проекционные зоны коры головного мозга [5,8].

В заключении литературного обзора следует отметить, что к самым ранним, постнатально формирующимся функциям третичных зон (новой коры) свойственных коре головного мозга человека относятся: праксис, стереогнозия и экстраполяционное поведение (ЭПП) - элементы мыслительной деятельности.

Основанием отнесению к самым ранним функциям третичных зон праксиса, стереогнозии и ЭПП являются:

1. Отсутствие хонологии этих функций и свойственность их коре головного мозга только человека.

2. Неустановленность сроков их функционального формирования в постнатальном онтогенезе.

3. Отсутствие методов исследования праксиса, стереогнозии и экстраполяционного поведения у детей дошкольного возраста.

В тоже время мы не встретили литературные данные о динамике и последовательности формирования высших мозговых функций третичных зон в дошкольном возрасте. Выделение, разработка методов исследования высших мозговых функций адекватных третичным зонам коры головного мозга 6 - 7 летних детей и результаты исследований имеют важное значение в суждении о нормальном течении морфофункциональной организации коры головного мозга обследуемого ребенка и его соответствия к обучению в общеобразовательных школах.

#### Литература

1. Агаджанян Н.А., Смирнов В.М. Нормальная физиология. // М., 2012., С.283
2. Семенова Л.К. Структурные преобразования коры головного мозга человека. В кн.: Физиология развития ребёнка // М: Изд-во Московского психолого-социального института; 2010. С.132-191.
3. Сичко Н.О. Активизация межполушарного взаимодействия коры головного мозга как основа успешного обучения и воспитания подрастающего поколения. // Журн. Высшей нервной деятельности. 2011. С. 45-50.
4. Смирнов В.М., Карлов А., и др., Клинические проявления дисфункции затылочной коры у детей. // Журн. Неврологии и Психологии, 2011. №2. С.4-8.
5. Цехмистренко Т.А., Черных Н.А., и др., Структурные преобразования cito- и фиброархитектоника фронтальной коры мозга человека от рождения до 20 лет / Т.А. Цехмистренко, и др., // Журн. Физиология человека. 2010. Том 36, №1. С. 32-40
6. Цехмистренко Т.А. Постнатальные преобразования микроструктуры фронтальной коры большого мозга человека как основа совершенствования волевой регуляции поведения. // Журн. Возрастная физиология и морфология. С.57-63.
7. Шевченко Ю.Г. Развитие коры головного мозга человека в свете онтофилогенетических соотношений. //М.,2010. С. 256.
8. Шумейко Н.С. Структурные преобразования соматосенсорной коры мозга детей от рождения до 7 лет. //Журн. Новые исследования по возрастной физиологии. 2012. №2. С. 66-69.

9. Mungenast AE, Tsai LH. Cognitive function in health and disease: the role of epigenetic mechanisms. *Neurodegener Dis.* 2012;10(1-4):191-194.
10. Costa E, Silva JA. Personalized medicine in psychiatry: New technologies and approaches. *Metabolism.* 2012. pii: S0026-0495(12)00321-6.3

#### Morpho-functional transformation of the cerebral cortex of 6-7 year old children in the postnatal development.

Ziyahodzhaeva L.U

Tashkent Pediatric Medical Institute  
Department of Neurology, child neurology with  
medical genetics  
Tashkent, Uzbekistan

Tsitofibroarhitektonicheski 6 ply structure of the human cerebral cortex identified were layered over each other 3 zones. Projection zones Morfofunkcionalnyj formed more prenatal ontogenesis and morphological structures of the foundation consists of a layer IV of the cerebral cortex. Projection - association area formed postnatal development, the morphological basis consists of the structures of IV-V layers of the cerebral cortex. The function of the primary and secondary areas are not unique to humans but also to all vertebrates. Tertiary zones - formed after the previous zones that were named phylogenetically neocortex peculiar only to the human cerebral cortex. Morphological basis of tertiary zones form a structure II-III cortical layers.

