

НЕЙРО

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный
медицинский университет им. И.М. Сеченова»
Минздрава России (Сеченовский Университет)

ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии»
Минздрава России

ДОКТОР МЕДИЦИНСКИХ НАУК,
ПРОФЕССОР А.А. СУФИАНОВ

АТЛАС
НОРМАЛЬНОЙ
АНАТОМИИ
ПОВЕРХНОСТИ
ГОЛОВНОГО
МОЗГА
ПРИ МР-
ТОМОГРАФИИ



Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2020

ФГБУ «Федеральный центр
нейрохирургии» Минздрава России

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ
4000 ОПЕРАЦИЙ ЕЖЕГОДНО



1

2

3

■ НЕОКОРТЕКС ■ ЭНТОРИНАЛЬНАЯ КОРТА

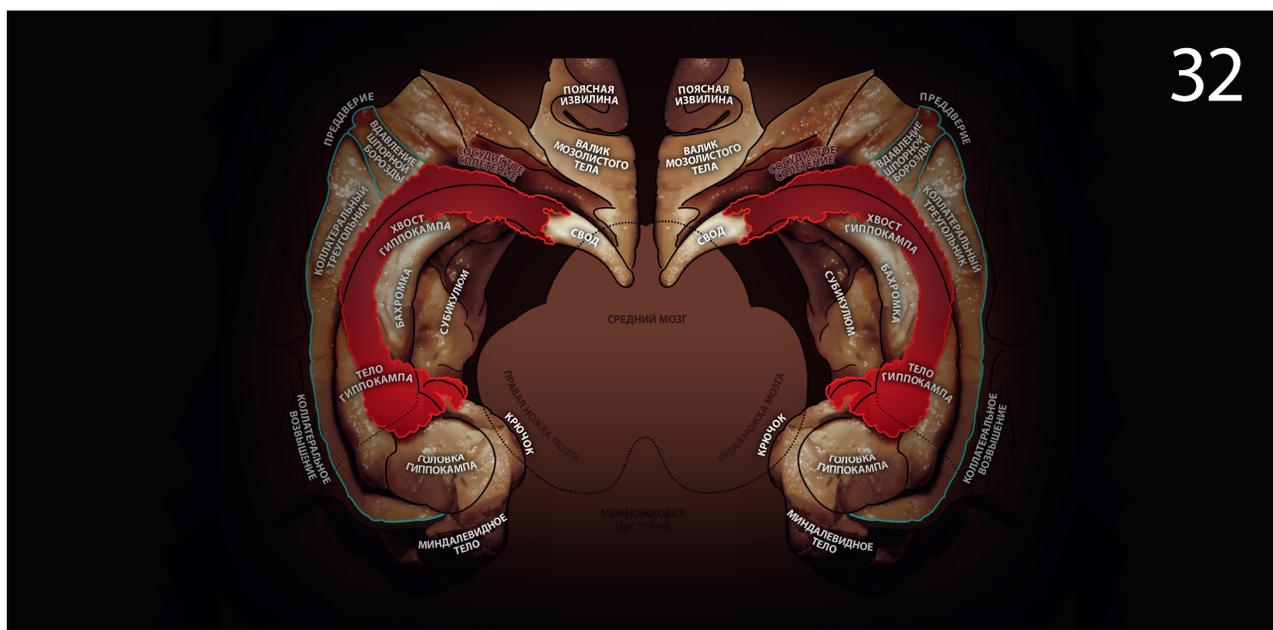


СОДЕРЖАНИЕ

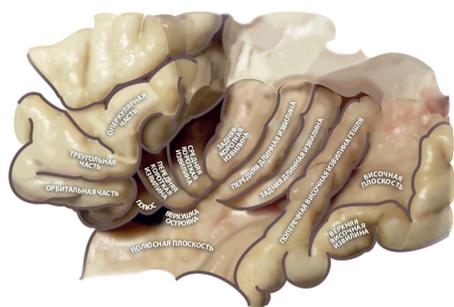
Авторы: Суфианов А.А.^{1,2}, Мочалов В.В.¹, Суфианов Р.А.²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение Министерства здравоохранения Российской Федерации «Федеральный центр нейрохирургии», г. Тюмень, Российская Федерация.

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования (ФГАОУ ВО) «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва, Российская Федерация.



18



07 Поверхность мозга

29 Нижняя поверхность:
нормальная анатомия

08 Модель созревания
борозд и извилин

34 Распознавание структур
латеральной поверхности
головного мозга

12 Латеральная поверхность:
нормальная анатомия

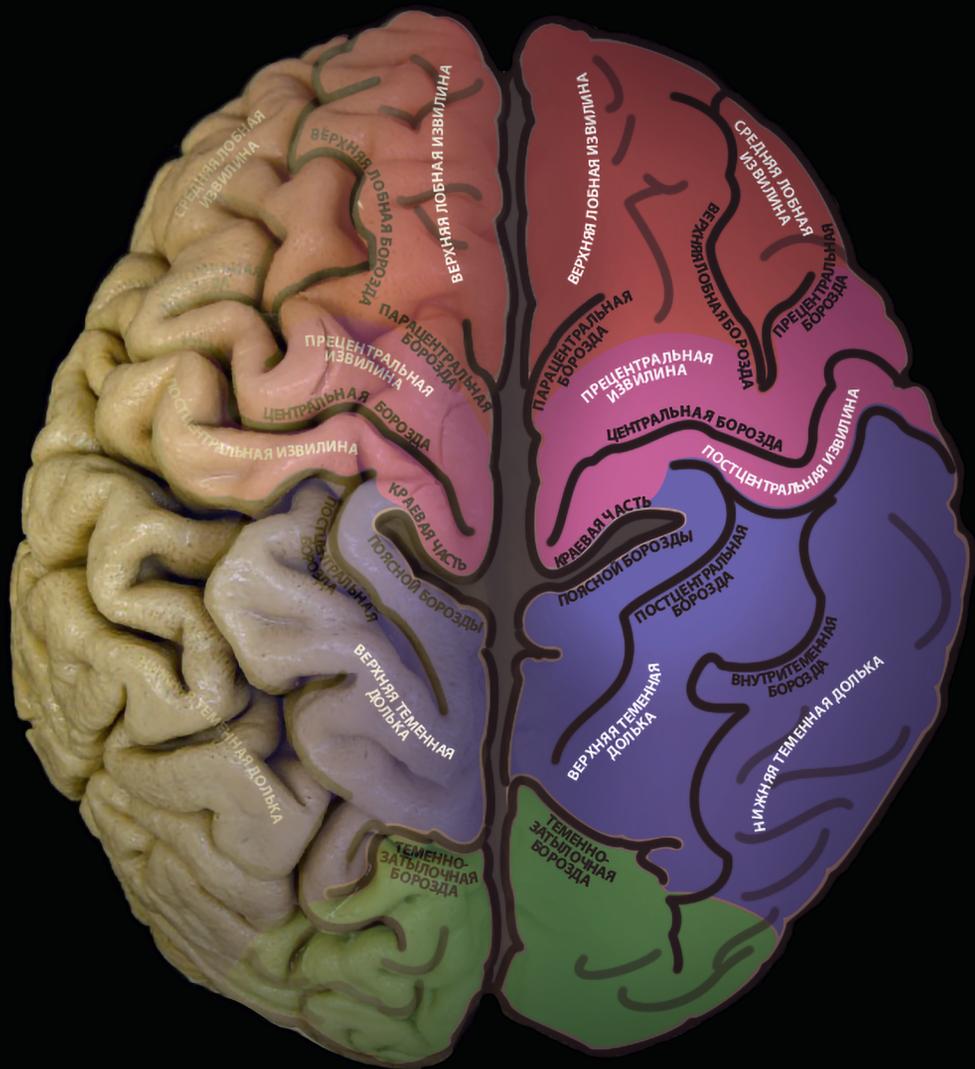
41 Распознавание структур
медиальной поверхности
головного мозга

20 Медиальная поверхность:
нормальная анатомия

46 Распознавание структур
верхней поверхности
головного мозга

24 Верхняя поверхность:
нормальная анатомия

53 Распознавание структур
нижней поверхности
головного мозга





ПОВЕРХНОСТЬ МОЗГА

ОБЪЕКТОМ ОПИСАНИЯ АТЛАСА ЯВЛЯЕТСЯ **ПОВЕРХНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА**,
ПРЕДСТАВЛЯЮЩАЯ ИЗ СЕБЯ ВСЕ ТО, ЧТО МОЖНО НАБЛЮДАТЬ
ПОСЛЕ РЕЗЕКЦИИ КОМПЛЕКСА
АРАХНОИДАЛЬНОЙ-МЯГКОЙ МОЗГОВОЙ ОБОЛОЧКИ
И СВЯЗАННОЙ **СОСУДИСТОЙ СЕТИ**.

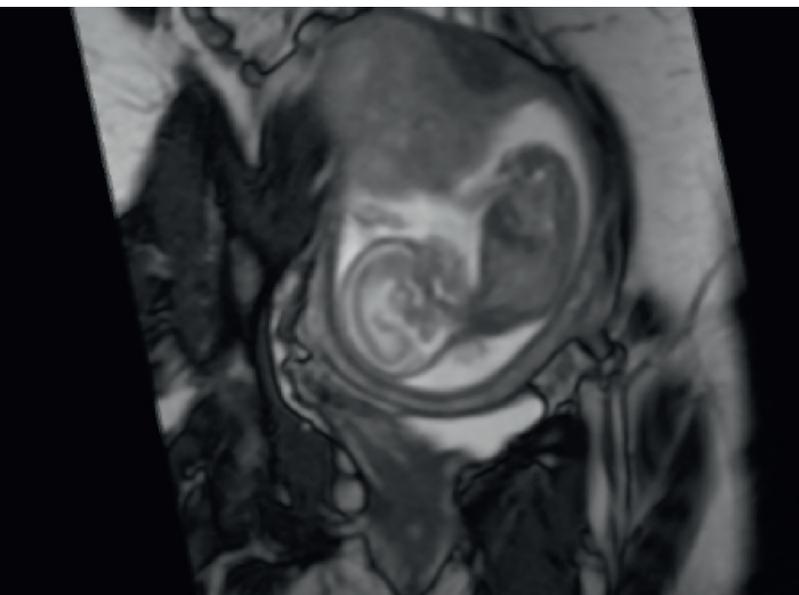
Поверхность головного мозга подразделяется на **латеральную** (боковую, конвекс), **медиальную**, **верхнюю** и **нижнюю** поверхности, разделенные краями, и представляет собой непрерывный слой ткани, который складывается, вдаётся снаружи внутрь на различную глубину, образуя выпуклые складки паренхимы, называемые **извилинами**, и вогнутые углубления или **борозды**, а также широко нависающие «губы» (**покрышки**, оперкулярные части), симметрично покрывающие с каждой стороны островковые доли. Некоторые извилины и борозды переходят с одной поверхности на смежную, перегибаясь через соответствующий край.

Несмотря на то что паттерн образования борозд (сулькаций) подвержен достаточно широкой вариабельности среди индивидуумов или между двумя сторонами в зависимости от преобладающей руки (неодинакового развития мотор-

ных навыков между правой и левой руками), распределения речевой активности по полушариям, в общем остается «читаемым», распознаваемым и позволяет в большинстве случаев при наличии последовательного систематизированного подхода к анализу правильно идентифицировать основные структуры как на макропрепарате, так и на сериях аксиальных, коронарных и сагиттальных МР- или КТ-изображений.

Корректный анализ изображений головного мозга необходим для точной локализации патологических изменений и требует общих анатомических знаний, а также понимания локальных взаимоотношений структур, **диагностической системы** с последовательной интерпретацией составных элементов, пошагово, от одного ориентира к следующему.

МОДЕЛЬ СОЗРЕВАНИЯ БОРОЗД И ИЗВИЛИН



Сагиттальное изображение плода на 12-й неделе, взвешенное по T2

Борозды и извилины мозга плода появляются на поверхности не одновременно, а в определенной последовательности, что в данной главе именуется «моделью». Знание этой «модели» или **последовательности созревания** элементов поверхности мозга плода и младенца облегчает понимание строения усложненных складок паренхимы, помогает представить диапазон вариабельности сулькации мозга взрослого человека. На гладкой мозговой поверхности первыми появляются линейные углубления, так называемые **первичные борозды**, которые, сохраняя простоту изгибов, с течением времени удлиняются и углубляются. Позднее концы первичных борозд претерпевают бифуркацию, образуя **вторичные борозды**, которые, в свою очередь, также подвергаются бифуркации, формируя уже **третичные борозды**, дополнительно усложняя вид поверхности с возрастом.

Приблизительно на 7–9-м месяце гестации (рис. 1, А) покрывка сформирована неполностью, по причине чего латеральная или **Сильвиева борозда (СБ)** широко открыта в передних отделах. **Верхняя (ВЛБ) и нижняя лобные борозды (НЛБ)** выглядят как группа неглубоких продольно ориентированных углублений на конвексительной поверхности. Задние концы лобных борозд раздваиваются, образуя отдельные верхний и нижний сегменты **прецен-**

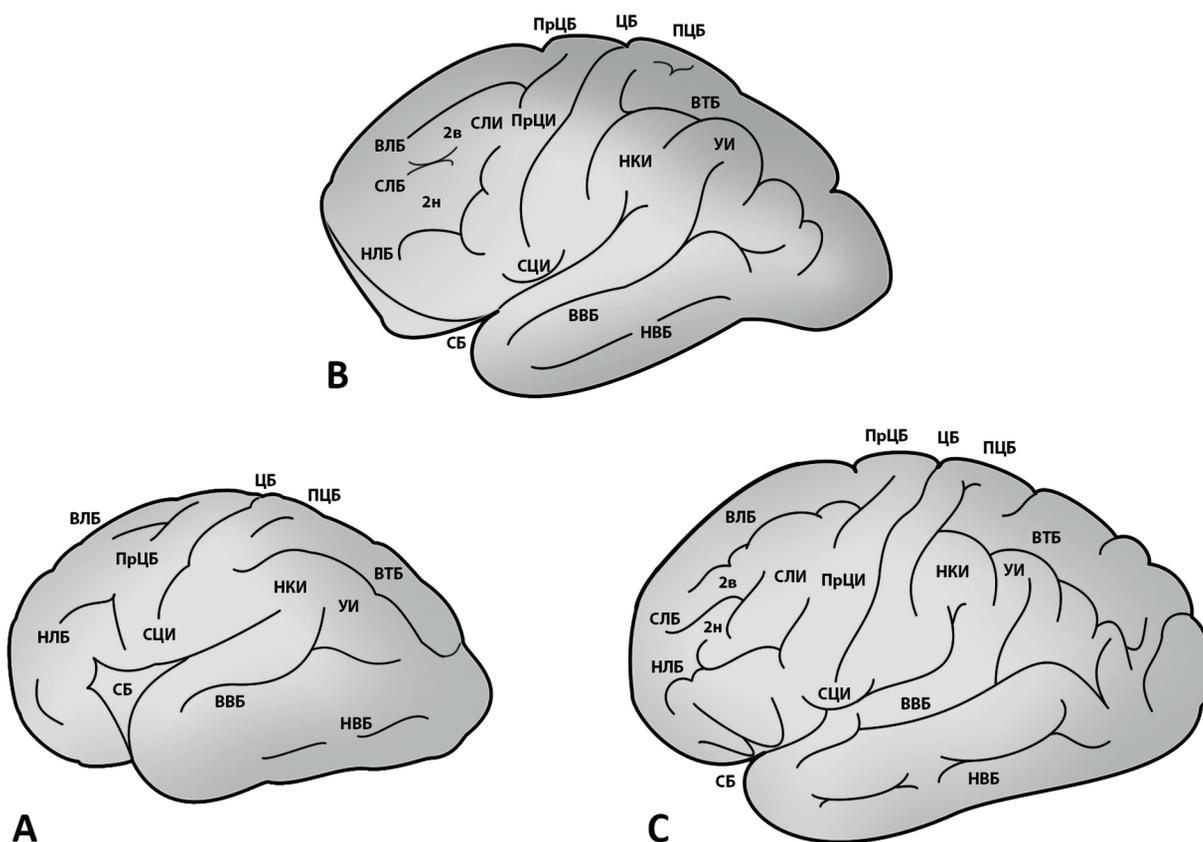


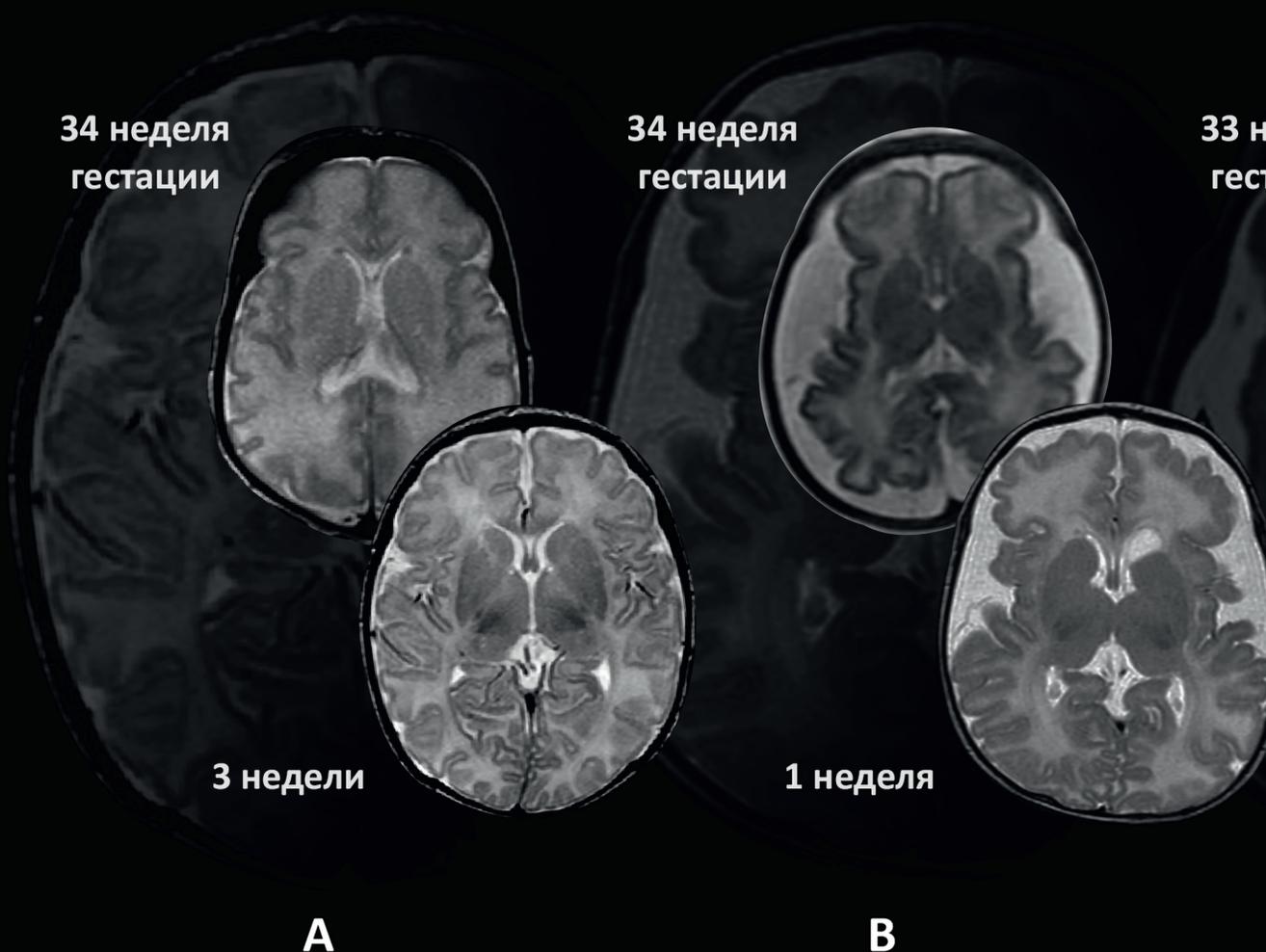
Рис. 1. Созревание конвексальных борозд. А — 7–9-й месяц гестации. В — от рождения и до 2 лет. С — после 2 лет

тральной борозды (ПрЦБ). Роландова или **центральная борозда (ЦБ)** отделена от латеральной борозды **субцентральной извилиной (СЦИ)**. **Постцентральная борозда (ПЦБ)**, подобно прецентральной, образуется из двух отдельных сегментов, при этом нижний сегмент является одновременно восходящей кзади дугообразной **внутриременной бороздой (ВТБ)**, на данный момент представляющей собой простую дугу, почти не разграничивающую между собой **надкраевую (НКИ)** и **угловую (УИ)** извилины. Теменно-затылочная борозда на 9-м месяце развита хорошо. На конвексальной поверхности височной доли наиболее развитой является **верхняя височная борозда (ВВБ)**, в то время как **нижняя височная борозда (НВБ)** еще незрелая и определяется плохо.

От рождения до двух лет (см. рис. 1, В) составляющие части покрывки закрыты, Сильвиева борозда сужена (существует наследственное нейрометаболическое заболевание — глутаровая ацидурия I типа, одним из проявлений которой является недостаточная оперкуляция с сохранением «распахнутости» Сильвиевых борозд, что можно наблюдать как при пренатальном УЗИ, так и на МРТ). Прежде отдельные сегменты верхней и нижней лобных борозд соединены между собой, представляют целостные борозды. **Средняя лобная извилина (СЛИ)** крупная, не полностью разделена

средней лобной бороздкой (СЛБ) на два сегмента: верхний и нижний (**2в** и **2н**). Раздвоения задних концов верхней и нижней лобных борозд формируют верхний и нижний сегменты **прецентральной борозды (ПрЦБ)**, которые в настоящий момент не претерпели слияние, сохраняя небольшой промежуток, соединяющий заднюю часть **средней лобной извилины (СЛИ)** с передней поверхностью средней части **прецентральной извилины (ПрЦИ)**. Внутриременная борозда теперь развита лучше, отделяет смежные надкраевую и угловую извилины. Нижняя височная борозда более зрелая, имеет большую длину составляющих сегментов.

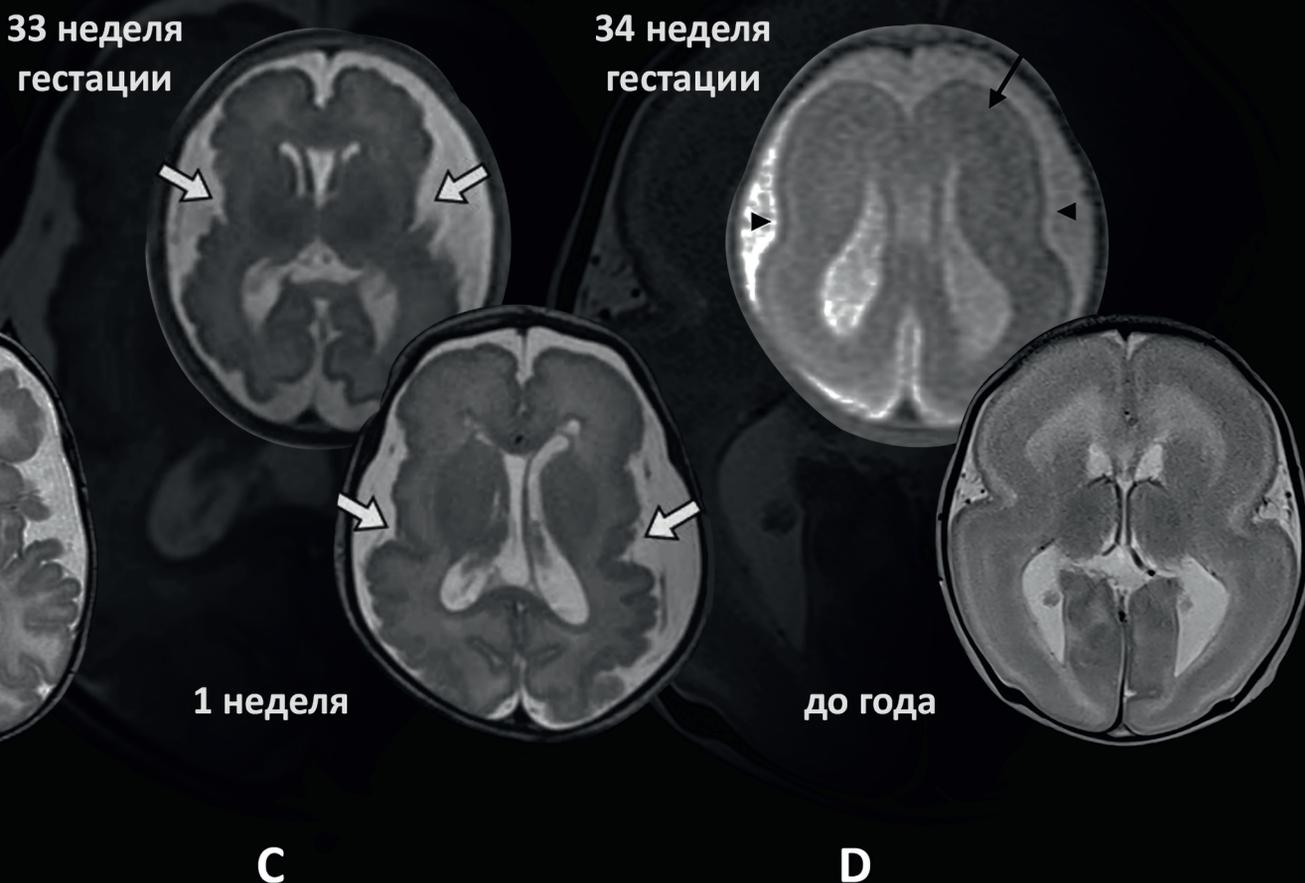
После двух лет (см. рис. 1, С), по мере созревания мозга, борозды удлиняются, углубляются, отклоняются от соседних, смежных борозд. Их концы раздваиваются с формированием вторичных борозд, которые также претерпевают бифуркацию и образуют уже третичные борозды. Дополнительное локальное «сворачивание» паренхимы формирует небольшие безмянные складки на поверхности крупных извилин, отличающиеся сравнительным непостоянством, диапазон вариативности которых является наименьшим в лобных областях и наибольшим в области слияния височной, теменной и затылочной долей, усложняющим картину сулькации, затрудняющим корректный анализ и интерпретацию изображений в 2–15% случаев.



На вышерасположенном рис. 2 (А–D) представлены аксиальные T2-взвешенные изображения головного мозга нескольких пациентов на уровне отверстий Монро. Верхний ряд занимают фетальные снимки, нижний ряд — постнатальные.

А. Срезы, демонстрирующие сулькацию **нормально развитого плода** на 34-й неделе гестации и на 3-й неделе после рождения. Изначально поверхность больших гемисфер гладкая, лиссэнцефалическая. Эволюционный смысл борздообразования заключается в увеличении площади кортикальной пластинки путем создания складок без пропорционального увеличения внешних размеров и объема. Эмбриологическое развитие протекает в соответствии с последовательностью филогенеза, стартуя с появления щелей, после борозд элоквентных зон мозга и только потом вторичных и третичных борозд. Самыми первыми начинают формироваться межполушарная борозда в виде срединного углубления конечного мозга и Сильвиева борозда, постепенно закрывая островковую долю, которая первично находится на одном уровне с остальными долями и лишь позднее «втягивается» под височную покрышку. К 32-й неделе (8-й месяц) беременности все основные борозды и извилины уже сформированы. Часть третичных борозд появляется уже после рождения. Обратите внимание на заметное усложнение рисунка борозд на нижнем постнатальном изображении.

В. Срезы, полученные в аналогичные периоды развития: 34-я неделя гестации и 3-я неделя после рождения. При наглядном сопоставлении двух исследований (А и В) в глаза бросается разница между размерами ликворных пространств: у пациента с редким митохондриальным нейрометаболическим заболеванием — **глутаровой ацидурией I типа** (В), помимо явного расширения конвексимальных субарахноидальных пространств, сохраняются широко открытые Сильвиевы борозды, что обусловлено недостаточностью процесса оперкуляции (гипоплазия фронтальных и парietальных покрышек). Указанный патологический признак в сочетании с билатеральным поражением базальных ядер, макроцефалией и клинической презентацией после перенесенной инфекции в виде остро развившегося эпизода гипотонии на первом году жизни (с 6-го по 12-й месяцы) достаточно характерен и позволяет предположить диагноз с высокой долей вероятности. Поскольку глутаровая ацидурия I типа — медленно прогрессирующее заболевание, ранняя диагностика позволяет начать терапию до метаболической декомпенсации и предотвратить неврологические осложнения (источник кейса: Mellerio C., Marignier S., Roth P., Gaucherand P., des Portes V., Pracros J. P., & Guibaud L. Prenatal cerebral ultrasound and MRI findings in glutaric aciduria Type 1: *ade novo case* // *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. 2008. Vol. 31(6). P. 712–714. doi:10.1002/uog.5336).



C. Находки на пре- и постнатальных изображениях головного мозга третьего пациента, полученных на 33-й неделе гестации и на 1-й неделе после рождения, вновь схожи с находками предыдущего случая: аналогичные «избыточные» конвексительные ликворные пространства, дисморфичные покрывки с широкими Сильвиевыми бороздами. При внимательном рассмотрении дополнительно можно заметить субтильную неровность наружного контура кортикальной пластинки (отмечены белыми стрелочками) в так называемых перисильварных (или перисильвиевых) областях, что морфологически представляет зоны множественных мелких борозд — результат патологического избыточного «складывания» коры. Такая «чрезмерная гирация» носит название **полимикрогирия** — мальформация развития коры, обусловленная нарушениями процессов поздней миграции и ранней организации, наиболее часто вовлекает области Сильвиевых щелей (60%), реже встречается в виде генерализованного морфологического подтипа (13%). Клинические проявления полимикрогирии зависят от степени распространенности и наличия ассоциированных мальформаций: некоторые пациенты не имеют симптомов, некоторые страдают эпилепсией, другие остаются инвалидами (источник кейса: Lerman-Sagie T., Leibovitz Z. Malformations of Cortical Development: From Postnatal to Fetal Imaging. Canadian Journal of Neurological Sciences // Journal Canadien Des Sciences Neurologiques. 2016. Vol. 43(05). P. 611–618. doi:10.1017/cjn.2016.271).

D. На снимках исследования, выполненного на 34-й неделе беременности и после рождения (представлены разные пациенты), определяется примитивное строение Сильвиевых борозд и первичная (8-образная) конфигурация мозга. Церебральная поверхность полностью лишена борозд (агирия), а кортикальная пластинка генерализованно равномерно утолщена (ассоциированная лентовидная гетеротопия серого вещества). Широкий термин для описания группы врожденных мальформаций кортикального развития, характеризующихся уменьшенной сулькацией, — **лиссэнцефалический-пахигирический спектр**, где агирия означает отсутствие извилин, пахигирия — наличие «широких» извилин, лиссэнцефалия — гладкий мозг. Существует две подгруппы лиссэнцефалий: I тип обусловлен недостаточной нейрональной миграцией, II тип, наоборот, результат избыточной миграции. Изображения, приведенные в примере, относятся к I (классическому) типу. Клиническая картина складывается из выраженной гипотонии, затруднений кормления и эпилептических приступов. Страдающие лиссэнцефалией дети не достигают уровня развития, эквивалентного 3–5 месяцам (источник кейсов: A. James Barkovich. Pediatric Neuroimaging. 4th (fourth) Edition. Lippincott Williams & Wilkins; 21738th edition (April 28, 2006)).



ЛАТЕРАЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ: НОРМАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ

Латеральная или боковая поверхность головного мозга имеет выгнутую форму, С-образно простирается от лобного полюса спереди к затылочному полюсу сзади, височному полюсу снизу и спереди, вокруг Сильвиевой борозды. Снаружи доли разграничены хорошо выраженными **постоянными ориентирами**, Роландовой и Сильвиевой бороздами, теменно-затылочной бороздой, **непостоянным ориентиром** в виде предзатылочной вырезки и двумя **условными линиями**: латеральной теменно-височной и височно-затылочной.

Первая линия проводится сверху вниз, от наружного конца теменно-затылочной борозды до предзатылочной вырезки. Вторая линия проводится от заднего конца Сильвиевой борозды к центральной точке на латеральной теменно-височной линии. Боковая поверхность **лобной доли** локализуется между лобным полюсом и Роландовой бороздой. Боковая поверхность **теменной доли** занимает пространство от Роландовой борозды до верхней половины латеральной теменно-височной линии, над Сильвиевой бороздой и височно-затылочной линией. Боковая поверхность **височной доли** лежит между височным полюсом и нижней половиной латеральной теменно-височной линии, под Сильвиевой бороздой и височно-затылочной линией. Боковая поверхность **затылочной доли** отграничена спереди всей латеральной теменно-височной линией, сзади резко загибается медиально по направлению к затылочному полюсу, что создает обманчивое впечатление о ее размерах (рис. 3, 4 и 5).

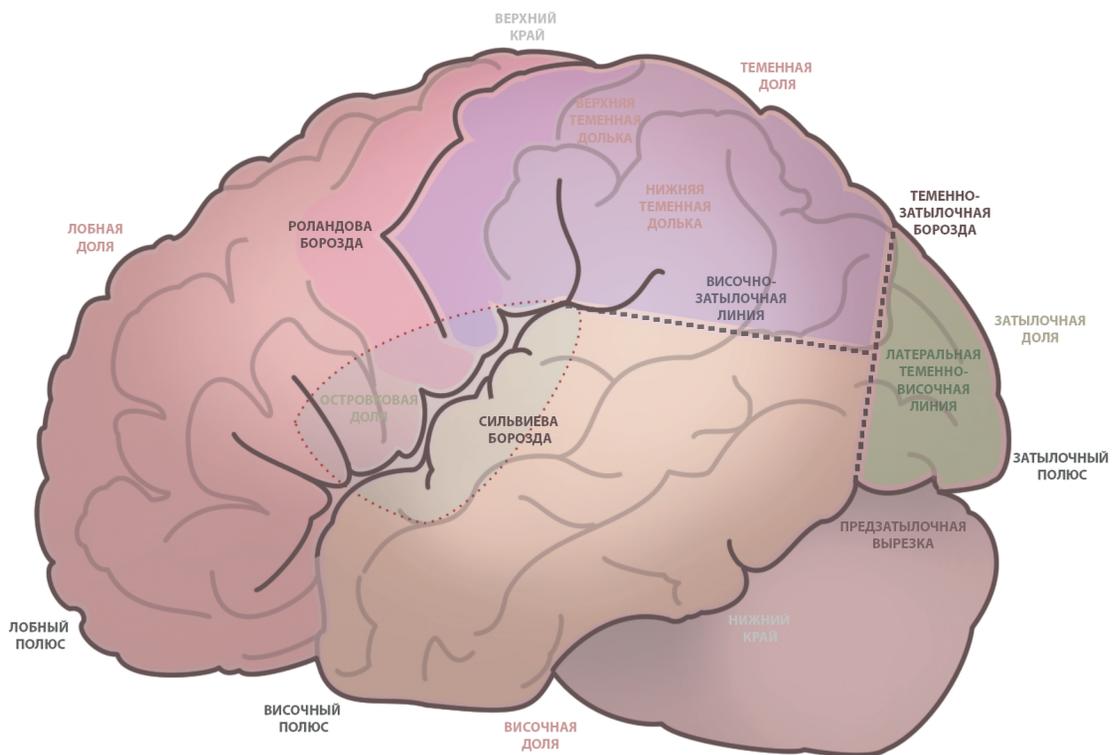
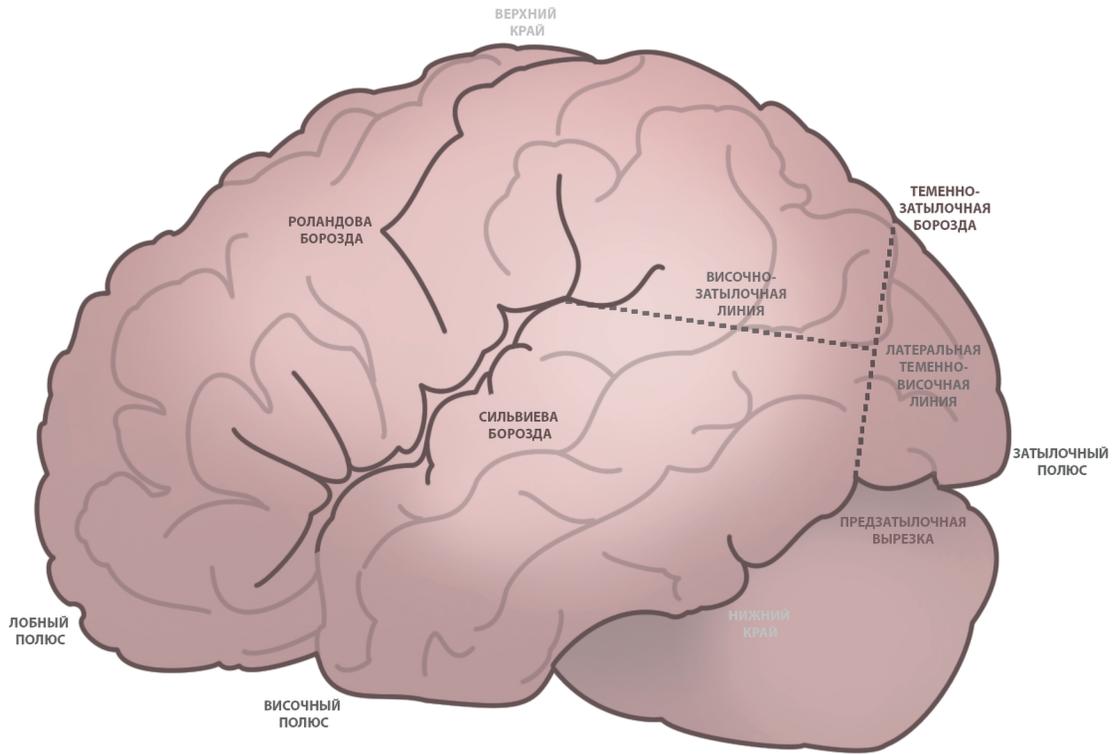


Рис. 3. Постоянные и непостоянные ориентиры, условные линии (верхняя схема). Доли и их границы (нижняя схема)

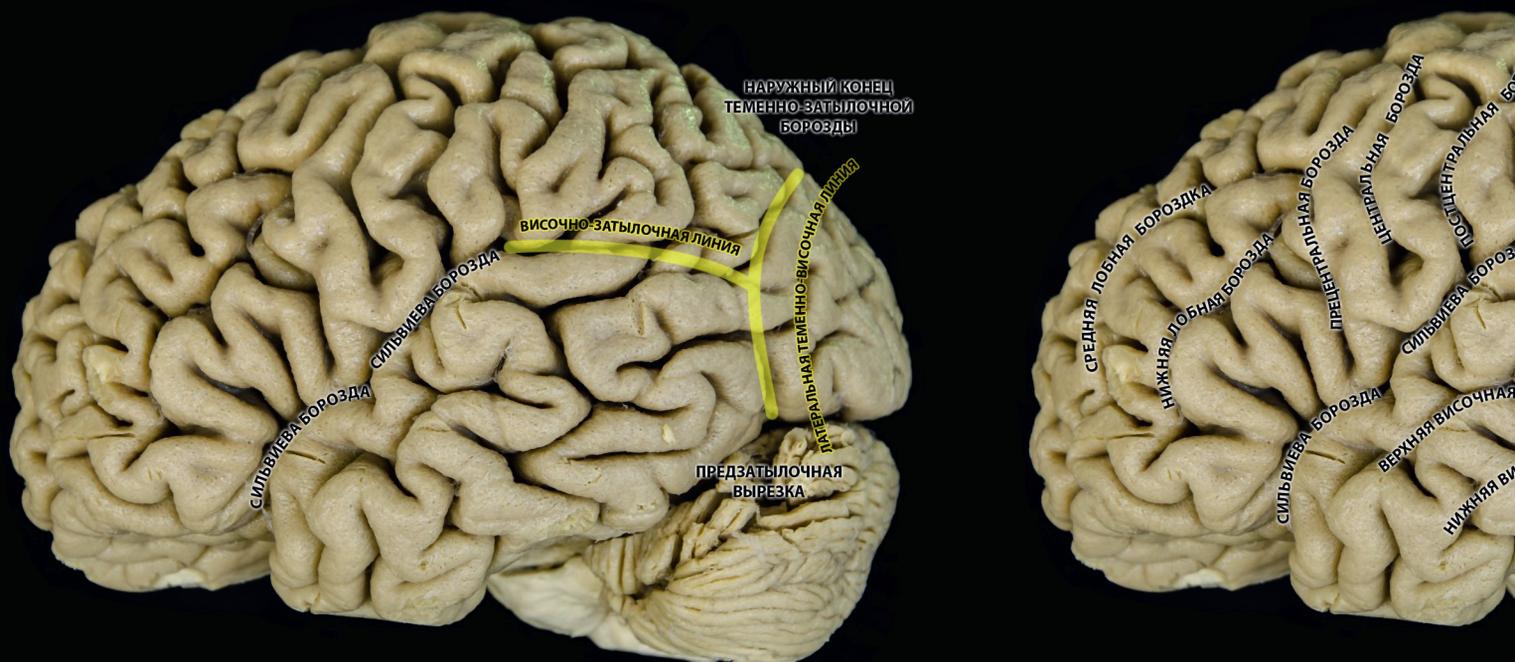


Рис. 4. Условные линии, основные борозды и извилины

Боковая поверхность головного мозга граничит с медиальной поверхностью по верхнему краю, с орбитальной поверхностью по передненижнему орбитальному краю, с нижней поверхностью по нижнему краю соответственно, на котором расположен малый, непостоянный **предзатылочный вырез**, служащий отметкой, разделяющей нижний край на височную и затылочную части.

Лобная доля

На выпуклой поверхности лобной доли визуализируются четыре основные извилины (3 спереди и 1 сзади). Спереди **верхняя, средняя и нижняя лобная извилины**, ориентированные продольно и отделенные друг от друга **верхней и нижней лобными бороздами**. Средняя лобная извилина самая крупная, иногда частично разделена вдоль своей оси на верхнюю и нижнюю половинки **средней лобной бороздой**. Латеральная поверхность верхней лобной извилины поделена короткими и неглубокими бороздками, называемыми «медиальными лобными бороздами». Сзади лобная доля сформирована вертикальной **прецентральной извилиной**, расположенной между **прецентральной бороздой** спереди и **центральной бороздой** сзади. Нижний конец прецентральной борозды обычно не достигает Сильвиевой щели, так как отделен U-образной **субцентральной извилиной** (перечисленные структуры обозначены на **рис. 6**).

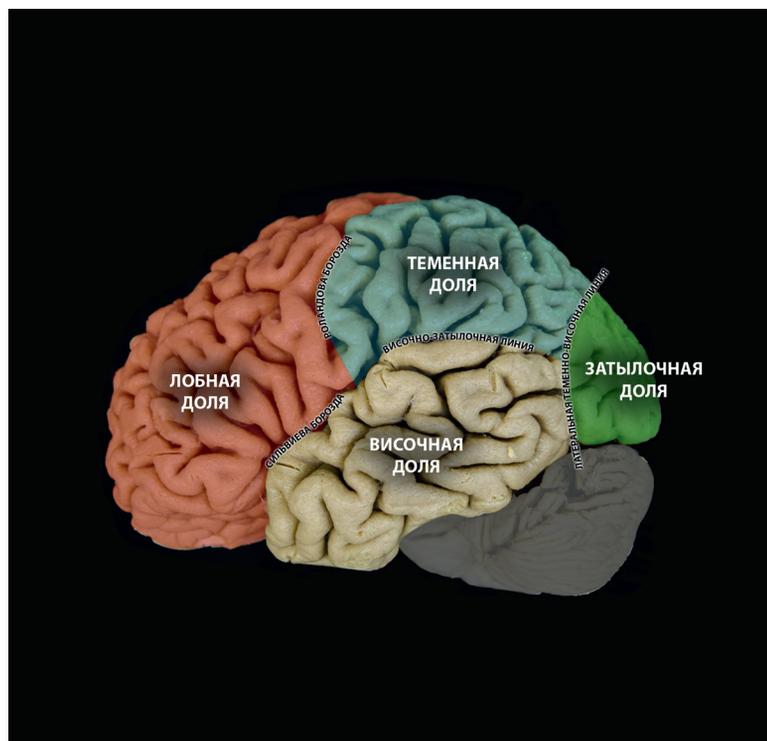
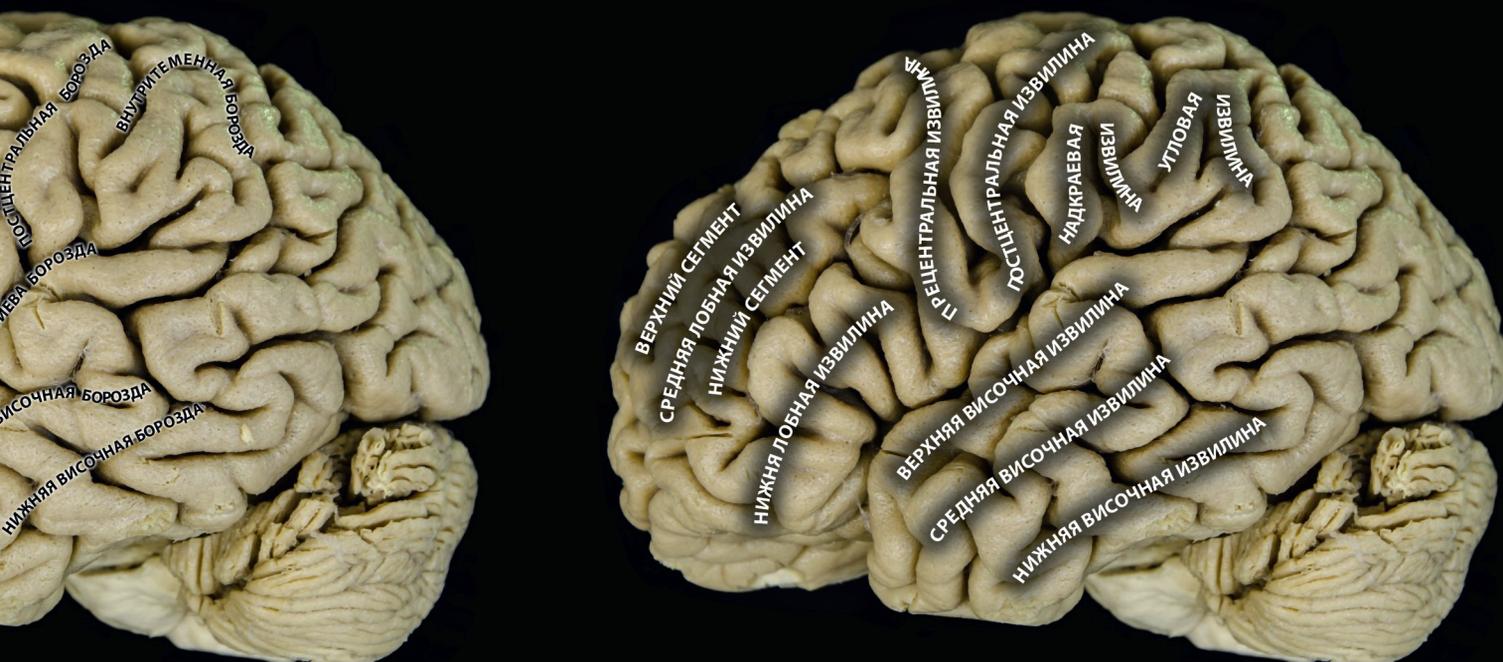


Рис. 5. Соотношение латеральных поверхностей долей



Теменная доля

Боковая поверхность теменной доли подразделяется на три суботдела. Спереди, параллельно прецентральной извилине находится вертикальная **постцентральная извилина**, лежащая между **центральной бороздой** спереди и **постцентральной бороздой** сзади. Сразу кзади глубокая **внутритеменная борозда** дугообразной формы делит латеральную поверхность теменной доли на **верхнюю** и **нижнюю теменные доли**. Верхняя теменная доля образует верхнемедиальную порцию теменного конвекса, локализованную между верхним краем полушария и внутритеменной бороздой. Нижняя теменная доля, в свою очередь, образует нижнелатеральную порцию теменного конвекса, сразу под внутритеменной бороздой, над условной височно-затылочной линией и состоит из **надкраевой извилины** спереди и **угловой извилины** сзади (см. рис. 6).

Затылочная доля

Боковая поверхность затылочной доли состоит из трех основных затылочных извилин: **верхней, средней и нижней**, отделенных друг от друга **верхней и нижней затылочными бороздами**. Верхняя затылочная борозда является продолжением внутритеменной борозды. Нижняя затылочная борозда — продолжение нижней височной борозды. Рисунок поверхности затылочной доли схож с рисунком

лобной доли за счет преобладания размеров средней затылочной извилины, которая аналогично средней лобной извилине часто содержит непостоянную продольную среднюю борозду (**средняя затылочная борозда**), не полностью делящую ее ткань на верхнюю и нижнюю половинки. Кзади, на боковой поверхности затылочной доли иногда можно видеть вертикальную **полулунную борозду**. Задний конец **шпорной борозды** может распространяться наружу по поверхности затылочной доли вблизи полюса (см. рис. 6).

Височная доля

На боковой поверхности височной доли содержится три извилины, идущие параллельно под Сильвиевой щелью спереди и условной височно-затылочной линией сзади. **Верхняя височная, средняя височная и нижняя височная извилины** разделены **верхней и нижней височными бороздами**. **Поперечная височная извилина** (извилина Гешля) образует фокальное выпячивание по верхней поверхности верхней височной извилины, легко приподнимающее Сильвиеву борозду кверху. Нижняя височная извилина образует нижний край полушария, одновременно являясь наиболее латеральной извилиной нижней поверхности височной доли. **Предзатылочная вырезка** (височно-затылочная вырезка) обозначает точку перехода между височной и затылочной долями по нижнему краю.

В начале Сильвиевой щели можно видеть скрытую сзади верхнюю поверхность височной доли (так называемую «верхнюю плоскость височной доли»), являющуюся «нижней губой» Сильвиевой щели, — **височную покрывку** («темпоральный оперкулум»). Поперечная височная извилина берет начало глубоко в заднемедиальных отделах височной плоскости, сразу за островком, косо направляется кпереди и латерально, выходя на конвекситальную поверхность, будучи очерченной бороздой Гешля (рис. 7). Количество поперечных височных извилин варьируется с правой и левой стороны и не связано с доминантностью того или иного полушария. В сагиттальной плоскости единичная извилина Гешля имеет форму перевернутой «омеги» греческого алфавита; две извилины выглядят в форме перевернутого «сердца». Часть верхней височной плоскости, лежащая между височным полюсом и передней поверхностью извилины Гешля, отграниченная медиально круговой бороздой островка, называется **полюсной плоскостью**. Часть верхней височной плоскости, лежащая за извилиной и бороздой Гешля, называется **височной плоскостью** (см. рис. 7). Из-за косога хода поперечной височной извилины височная плоскость имеет треугольную форму с основанием на конвекситальной поверхности и вершиной, направленной медиально кзади, тотчас за началом извилины Гешля. Площадь височной плоскости обычно больше на стороне доминантного распределения речевой активности.

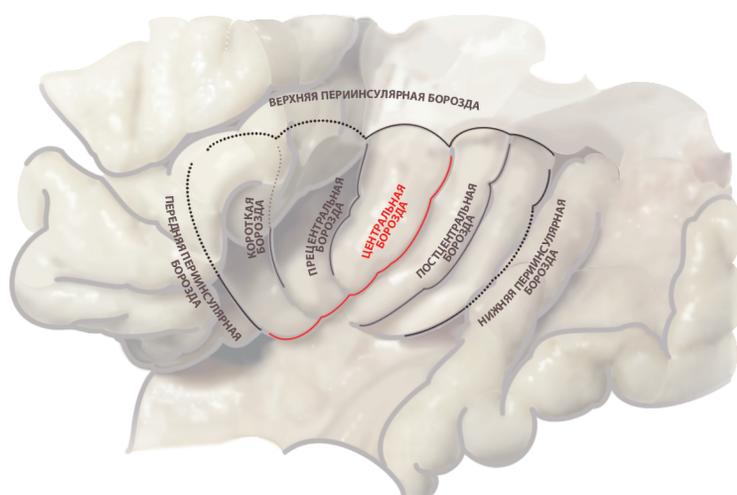
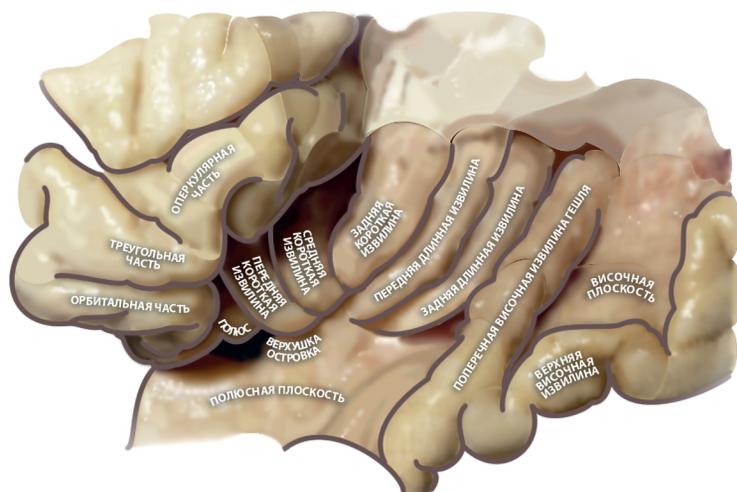
Островковая доля

Под верхней и нижней губами Сильвиевой щели локализуется островковая доля (см. рис. 7 и 8, адаптированные схемы на основе иллюстраций Surface Anatomy of the Cerebrum by Thomas P. Naidich, Cheuk Ying Tang, Johnny C. Ng, and Bradley N. Delman) или «инсула»; островок Рейля, впервые описан Рейлем в 1809 году. Островок очерчен **круговой бороздой**, которая подразделяется на **передний, верхний и нижний периинсулярные сегменты** (см. рис. 7). Центральная борозда конвекситальной поверхности распространяется на островок, пересекая его между **передней и задней инсулярными дольками** (см. рис. 8). Передняя инсулярная доля обычно имеет три вертикальных извилины, которые обозначаются как **передняя, средняя и задняя короткие островковые извилины**. Часто наблюдается еще несколько дополнительных непостоянных передних извилин. Передняя и средняя извилины отделены друг от друга **короткой инсулярной бо-**

роздой, а средняя и задняя извилины — **прецентральной бороздой**. Перечисленные короткие островковые извилины сходятся вместе нижними концами (наиболее распространенным анатомическим вариантом является слияние передней и задней коротких извилин на фоне гипоплазии средней извилины), образуя **верхушку островка**, в непосредственной близости к которой проходит центральная борозда, направляющаяся здесь медиально вглубь. Передняя островковая доля напрямую соединяется с **заднемедиальной орбитальной долькой** на глазничной поверхности лобной доли. Задняя островковая доля меньше передней, содержит две косоориентированные извилины: **передняя и задняя длинные островковые извилины**, разграниченные **постцентральной бороздой**. Поперечную височную извилину Гешля можно считать третьей длинной островковой извилиной, которая оказалась на верхней поверхности височной доли посредством развития височной покрывки. Под заднелатеральными отделами лобной доли, под нижней лобной извилиной находится верхняя поверхность височной доли (верхняя височная плоскость) с поперечной височной извилиной Гешля, одноименной бороздой (кзади от извилины) и двумя широкими плоскими областями по обеим сторонам от них. Нижняя лобная извилина состоит из трех структур (спереди назад): **орбитальной, треугольной и покрывочной частей**, которые нависают над передней частью островка — **передней островковой долькой**. **Центральная борозда островка** отграничивает переднюю и заднюю инсулярные доли сверху вниз, после чего уходит под островковую верхушку по направлению к супраселлярной цистерне.

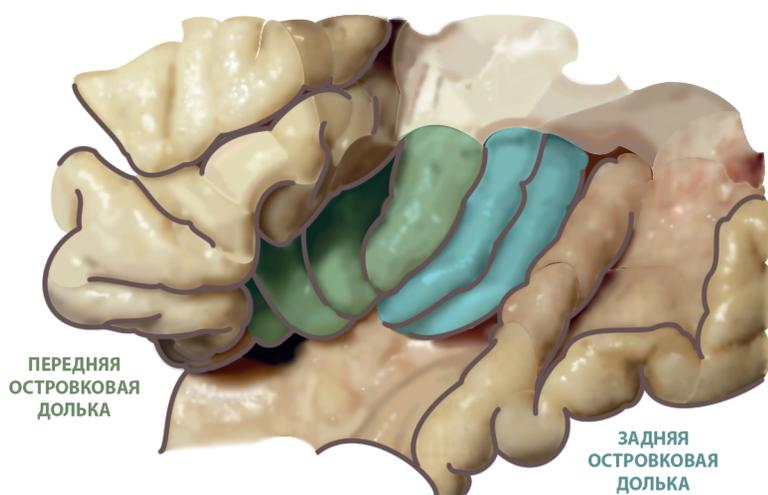
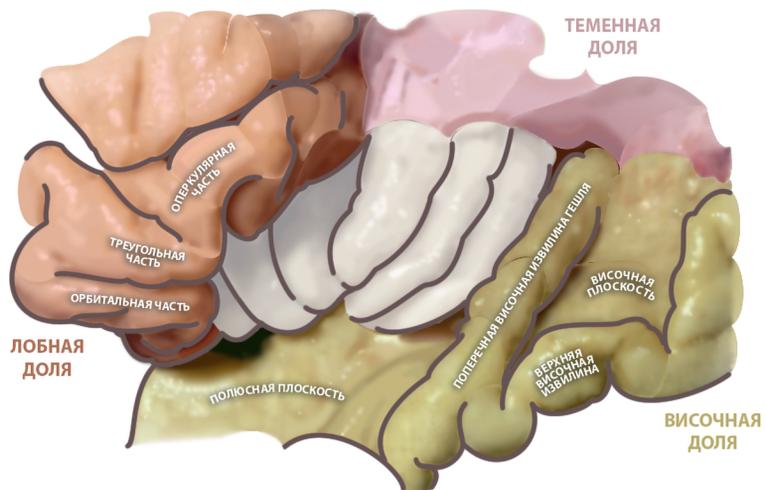
Центральная доля

Так как паренхима, окружающая центральную борозду, образует непрерывную тканевую петлю, которую можно легко проследить по кругу — **прецентральная извилина** спереди, **субцентральная извилина** снизу, **постцентральная извилина** сзади, **парацентральная доля** сверху (начало следующего круга), выдвигались предположения о выделении ее в самостоятельную, центральную долю. Концепция центральной доли еще не получила широкого распространения, однако заслуживает рассмотрения с учетом того, что перицентральные извилины обладают сенсомоторной функцией (Yousry T.A. Historical perspective. The cerebral lobes and their boundaries // Int. J. Neuroradiol. 1998. Vol. 4. P. 342–348).



Модифицированная схема на основе Thomas P., Naidich T.P., Kang E., Fatterpekar G.M. et al. The Insula: Anatomic Study and MR Imaging Display at 1.5 T // American Journal of Neuroradiology. 2004 (February). Vol. 25(2). P. 222–232

Рис. 7. Извилины (верхняя схема) и борозды (нижняя схема) области островковой доли



Модифицированная схема на основе Naidich T.P., Kang E., Fatterpekar G.M. et al. The Insula: Anatomic Study and MR Imaging Display at 1.5 T // American Journal of Neuroradiology. 2004 (February). Vol. 25(2). P. 222–232

Рис. 8. Фрагменты смежных долей, окружающих островок (верхняя схема) и островковые дольки (нижняя схема)

МЕДИАЛЬНАЯ
ПОВЕРХНОСТЬ:
НОРМАЛЬНАЯ
АНАТОМИЯ

