

ОСТЕОПАТИЧЕСКАЯ МАНУАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА В ПЕДИАТРИИ

ТОМ ПЕРВЫЙ

AN OSTEOPATHIC APPROACH TO CHILDREN

Джейн Каррейро (Jane E. Carreiro)

Врач-остеопат, доцент и заведующая кафедрой
остеопатической мануальной медицины колледжа
остеопатической медицины при Университете
Новой Англии, Биддфорт, Мэн, США

ИЗДАТЕЛЬСТВО

МУЛЬТИМЕТОД

Киев
2022

УДК 615.828

К26

Данное издание охраняется законом об авторском праве. Любое воспроизведение (перепечатка, ксерокопирование, тиражирование, размещение в сети Интернет и т. д.) всей книги или отдельных ее частей запрещается без письменного разрешения издательства «Мультиметод» и преследуется в судебном порядке.

Перевод с английского — О. В. Агеев

Каррейро Дж.

К26 Остеопатическая мануальная медицина в педиатрии в 2-х томах, том 1: Пер. с англ. — К.: Мультиметод, 2022. — 448 с.

Примечание для читателей: Стандарты клинической практики и протоколы меняются со временем, и ни один метод или рекомендация не могут быть безопасными или эффективными в любых обстоятельствах. Это издание предназначено в качестве общего информационного ресурса для специалистов в области остеопатии; оно не может заменить профильное образование или клинический опыт. Ни издатель, ни автор не могут гарантировать универсальной и исключительной эффективности или уместности какой-либо конкретной рекомендации.

Остеопаты уже более века лечат детей, используя мануальные техники. Подавляющая часть методов лечения передавалась посредством наставничества от учителя к ученику. Врачам, интересующимся остеопатией, эта информация была малоизвестна, поскольку публикации, посвященные остеопатии в педиатрии, практически отсутствовали. Книга «Остеопатический подход в педиатрии» призвана восполнить этот пробел. Это всесторонний обзор детской медицины с точки зрения остеопатии. Книга разделена на две части. В первой части рассматривается нормальное развитие, физиология и анатомия систем организма с момента рождения до зрелого возраста. Во второй — описываются патологические состояния и заболевания детского возраста и приводится обоснование остеопатического лечения каждого расстройства. Кроме того, в этой книге клинические проблемы рассматриваются с точки зрения взаимосвязи структуры и функции. Такой уникальный подход делает книгу бесценным справочным материалом для всех, кто заинтересован в использовании остеопатических методов в лечении детей.

ISBN 978-617-7896-26-4

УДК 615.828
К26

© 2003, Elsevier Limited. All rights reserved

© 2009, Elsevier Limited. All rights reserved

© 2022, Издательство «Мультиметод». Перевод на русский язык, оформление, подготовка к изданию

ISBN 978-617-7896-26-4

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Выражение признательности	7
Глава 1. Нервная система. Клинический обзор.....	9
Глава 2. Опорно-двигательный аппарат.....	31
Глава 3. Развитие черепа	87
Глава 4. Сердечно-сосудистая система	115
Глава 5. Дыхательная система	131
Глава 6. Гастроинтестинальная система	155
Глава 7. Ноцицепция и нейро-эндокрино-иммунная система	185
Глава 8. Схватки, роды и появление на свет	199
Глава 9. Осанка, равновесие и движение.....	221
Глава 10. Движение, восприятие и когнитивное развитие	251
Глава 11. Отоларингология.....	277
Глава 12. Офтальмология	293
Глава 13. Пульмонология	317
Глава 14. Гастроэнтерология.....	331
Глава 15. Ортопедия	359
Глава 16. Неврология	409
Глава 17. Детский церебральный паралич.....	429

Книга, которую вы держите в руках, представляет собой синтез исследований, изучения и практики науки и искусства остеопатической медицины применительно к педиатрической практике. Остеопатическое лечение рассматривается в контексте физиологических моделей: соматовисцеральных взаимодействий, постуральных или биомеханических влияний, нейро-эндокрино-иммунной системы, дыхательной/кровеносной системы и биоэнергетической модели. Хотя обсуждение этих моделей интегрировано по всему тексту, здесь приводится краткий обзор.

Соматическая дисфункция может проявляться локализованным пальпаторным изменением мышц и фасций, прилегающих к позвоночнику. Эти изменения включают отечность тканей, повышение или понижение температуры, а также скованность или потерю тонуса. Изменения текстуры ткани представляют собой локализованные области воспаления, которые могут возникнуть как реакция на прямое повреждение. Они также могут возникать в ответ на повреждение и раздражение тканей дистальных отделов из-за висцеро-соматических рефлексов. Впервые висцеро-соматические рефлексy были описаны остеопатами в начале прошлого века. Недавние исследования механизма и последствий этих взаимодействий пролили новый свет на тесную взаимосвязь между костно-мышечной системой и внутренними органами посредством симпатической нервной системы.

Нейро-эндокрино-иммунная связь — термин, который используется для описания сложной взаимозависимости между нервной системой, гормональным балансом и функцией иммунной системы. По сути, тело человека поддерживает

внутренний баланс, или гомеостаз, за счет ритмичных секреций мозга (нейротрансмиттеров), иммунных органов (иммунорегуляторов) и желез (гормонов). Выделяемые химические вещества взаимодействуют, стимулируют и подавляют друг друга, таким образом координируя внутреннюю химию тела. Потенциально вредные стимулы как из внешних, так и из внутренних источников могут изменять эти ритмические паттерны, тем самым влияя на гомеостаз внутренней химии тела и создавая *общую адаптивную реакцию*. Обычно после снятия стресса адаптивная реакция проходит и гомеостаз восстанавливается. Однако при длительном или сильном стрессе вся физиология нейро-эндокрино-иммунной системы может измениться, создавая постоянное состояние адаптивной реакции.

Постуральная/биомеханическая модель рассматривает тело как интеграцию соматических компонентов. Дисбаланс между ними приводит к повышению энергозатрат, изменениям в структуре суставов, нарушению нервно-сосудистой функции и изменению метаболизма. У очень маленьких детей биомеханические или постуральные стрессы могут влиять на развитие моторики и, возможно, даже на когнитивные процессы. Кроме того, изменение постуральной механики приведет к повреждению соединительной ткани и фасции, что потенциально может повлиять на сосудистый и лимфатический дренаж. Эти процессы могут способствовать накоплению продуктов жизнедеятельности клеток, изменению рН ткани, осмотического давления и затруднению доставки кислорода и питательных веществ. Что имеет важное значение в случаях инфицирования, сердечно-легочных проблем

и таких заболеваний обмена веществ, как диабет. Постуральный дисбаланс может также вызывать раздражение околопозвоночных тканей, включая суставные ткани позвонков. Раздражение этих тканей будет стимулировать сомато-симпатические волокна, что приводит к симпатически опосредованным изменениям в пораженных тканях и потенциальным изменениям в связанных с ними внутренних органах.

Респираторно-циркуляторная модель рассматривает поддержание гомеостаза внеклеточной и внутриклеточной среды за счет беспрепятственной доставки кислорода и питательных веществ, а также удалением продуктов метаболизма. На целостность этой системы влияют постуральные изменения на микроскопическом уровне за счет тканевого стресса и макроскопически за счет дыхательного механизма. Большинство мышц спины, грудной клетки, шеи и верхних конечностей играют роль в механике дыхания. Нарушение механики дыхания может способствовать застою в тканях и снижению очищения; нарушению вентиляции и увеличению энергозатрат; изменению давления в лимфатической и венозной системах.

Человеческое тело для поддержания гомеостаза требует баланса между расходом энергии и энергоснабжением. Эффективная работа внутренней системы организма позволяет экономить энергию, которую можно использовать для адаптации к внешним стрессовым факторам, таким как недостаток питания, травмы, инфекции, ноцицептивная стимуляция и другие. Когда одновременно возникает несколько стрессоров, их влияние может стать кумулятивным или синергетическим, что еще больше подорвет способность организма поддерживать гомеостаз. Изменения в опорно-двигательном аппарате могут увеличить потребность организма в энергии. Например, ограничение движе-

ний в суставах из-за соматической дисфункции изменит биомеханику и снизит эффективность движений. Для использования сустава потребуются больше усилий, что увеличит метаболические потребности пациента. Теперь представьте, что в грудной клетке имеется множество ограниченных суставов, а пациент — 4-месячный младенец с респираторно-синцитиальным вирусом.

На мой взгляд, все пять физиологических моделей переплетены и составляют основу остеопатического подхода. Есть еще один компонент, который превращает остеопатический подход в остеопатическое лечение. Это взаимоотношения между врачом-osteопатом и пациентом. Для успешного остеопатического лечения требуется наличие двух составляющих — пациент и врач. Osteопаты не жалкие целители. Мы координаторы. Пациент дает подсказки, которые позволяют использовать наши знания и навыки для облегчения изменений, но внести эти изменения должны тело и механизм пациента.

Это второе издание книги. В процессе работы над ним значительно переработан текст и обновлен список библиографических ссылок. Изменено расположение глав, что позволило лучше отразить онтогенез. Часть глав были полностью переписаны и дополнены, кроме того, добавлены две новые главы, рисунки и фотографии.

Знания любого специалиста базируются на книгах, журналах, общении с коллегами и учителями, наш опыт пополняется той информацией, которую мы получаем из чтения и общения. Но со временем наши пациенты и их проблемы открывают нам новые перспективы. От крохотного зародыша на 17 неделе беременности и до 90-летнего старика тела наших пациентов, их разум и дух учат нас, как сохранять спокойствие, слушать и уважать чудо, называемое Жизнью.

Дж. Э. Каррейро.

ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Я необычайно признательна издательству «Эльсевьер» за возможность второго издания книги «Остеопатический подход в педиатрии». Огромная благодарность Сейрене Вольфард (Sarena Wolfard), Эмме Райли (Emma Riley) и всем сотрудникам издательства за их помощь и поддержку этого проекта.

Хочу выразить признательность своим коллегам с кафедры остеопатической мануальной медицины колледжа остеопатической медицины при Университете Новой Англии: Стефани Вэккер (Stephanie Waescker), Рону Мосилло (Ron Mosiello), Биллу Пейпура (Bill Papura), Стиву Гольдбасу (Steve Goldbas), Дорис Ньюман (Doris Newman), Джону Пиллитеру (John Pelletier), Мэри Спэнг (Mary Spang) и Нэнси Гуле (Nancy Goulet), которые вдохновляли меня и поддерживали эту работу. А также коллегам, внесшим вклад в обсуждение этого проекта, а именно: Карен Стил (Karen Steele), Лизе Гудсборо (Lisa Gouldsborough), Мэри Байно (Mary Bayno), Лизе Мильдер (Lisa Milder), Хью Эттингеру (Hugh Ettinger).

Я благодарна за поддержку администрации Университета Новой Англии, колледжа остеопатической медицины и лично Бойду Бьюзеру (Boyd Buser), который в настоящее время является деканом колледжа остеопатической медицины в Пиквилле.

Любознательность, энтузиазм и прилежность студентов университетского колледжа остеопатической медицины продолжают быть для меня источником вдохновения, как и преданность, страсть, навыки и время от времени горячие споры в анатомическом сообществе, которые делают мою работу лучшей в мире.

Особую признательность я хочу выразить тем, кто самоотверженно внес свой вклад в программу анатомии человека Университета Новой Англии. Пусть их жертвы способствуют тому, чтобы мы помогли другим.

Наконец, я глубоко благодарна моим учителям, студентам и семье, которые продолжают направлять меня, вдохновлять и поддерживать.

Дж. Э. Каррейро

ГЛАВА ПЕРВАЯ

1

Нервная система. Клинический обзор

СОДЕРЖАНИЕ ГЛАВЫ

Введение	9
Эмбриональное развитие нервной системы.....	9
Миелинизация.....	12
Спинальные рефлексy.....	12
Сегментация позвоночника	13
Локализация.....	14
Первичные афферентные волокна.....	15
Нейрогенное воспаление	16
Конвергенция	16
Спинальная фасилитация	17
Афферентная нагрузка	19
Характеристика различных ноцицепторов. Боль	20
Висцеро-соматическая интеграция	21
Висцеро-соматические рефлексy	23
Соматовисцеральные рефлексy.....	24
Эмоции.....	25
Гомеостаз	26
Заключение.....	27

ВВЕДЕНИЕ

Прошло всего 4 года с тех пор, как я писала введение к первому изданию этой главы, но с того времени наше понимание нервной системы значительно расширилось, и все же нервная система

остается настолько обширной и сложной темой, что в рамках этой книги мы коснемся ее только вкратце. В этой главе предпринята попытка ознакомить читателя с некоторыми фундаментальными нервными процессами и их потенциальной ролью в клинической оценке и лечении. За дополнительной информацией читатели могут обратиться к прекрасным текстам и статьям, ссылки на которые приведены в конце главы.

ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Клеточное развитие нервной системы можно разделить на семь стадий: пролиферация, миграция, агрегация, дифференциация, синаптогенез, ремоделирование и миелинизация (Kandel et al., 2000; Moore, 2007). Первые три — размножение, миграция и агрегация — происходят на ранних этапах эмбрионального развития и завершаются к моменту рождения. Последние четыре после рождения не заканчиваются, некоторые из них только начинаются и будут продолжаться в течение всей жизни. На ранних этапах внутриутробного развития нервные клетки мигрируют и объединяются в кластеры в зависимости от своих функциональных возможностей.

В первичном стволе мозга нервные клетки группируются в ядра. В спинном мозге они образуют удлиненные колонны, или тракты. Конечным продуктом этого процесса является удлиненный нервный ствол с 41 парой ветвей, увенчанный луковичной короной (рис. 1.1). Мы можем представить ранний эмбрион как сегментированную колонну с отверстием на переднем конце — рорстральной нейропорой. Самый передний сегмент будет расти, удлиняться и поворачиваться

кзади, книзу и кпереди как бараний рог, образуя корковые полушария (рис. 1.2). Остальные столбцы нейронных кластеров образуют первичный спинной мозг и периферические нервы. Он окружен мезодермальными клетками, которые разовьются в парные сомиты тела. Каждый сомит группируется вокруг группы аксонов соседних нервных клеток. Сомиты дают начало всем соматическим тканям тела: коже, мышцам, надкостнице, фасциям и т. д. (подробнее об этом в главе

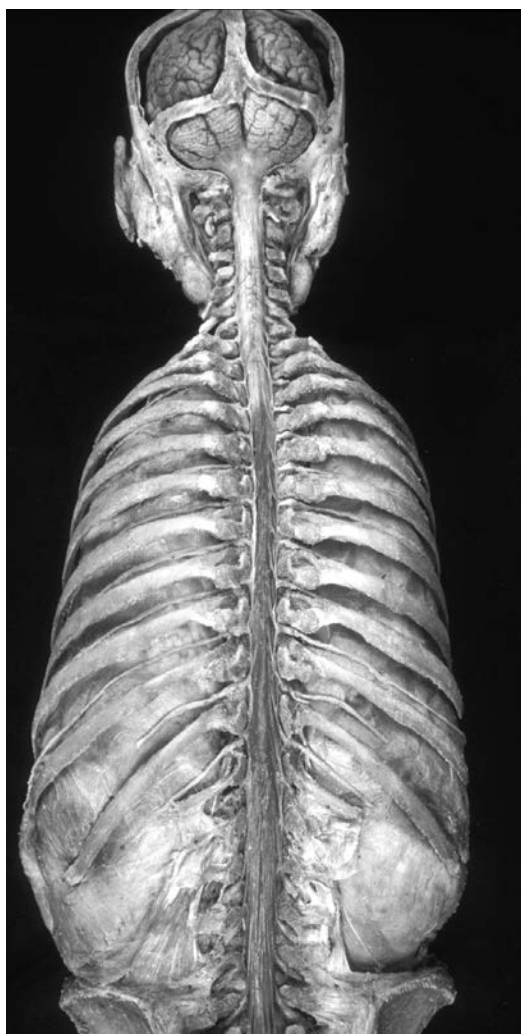


Рис. 1.1. Головной и спинной мозг, вид сзади. Ткани и костные структуры удалены от черепа до таза, чтобы обнажить головной, спинной мозг и периферические нервы. Публикуется с разрешения Willard & Carreiro Collection

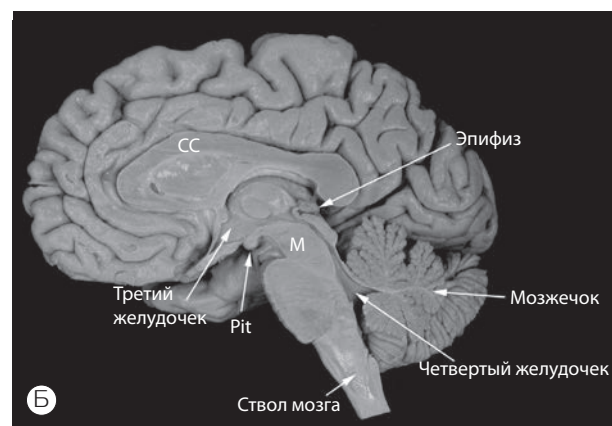
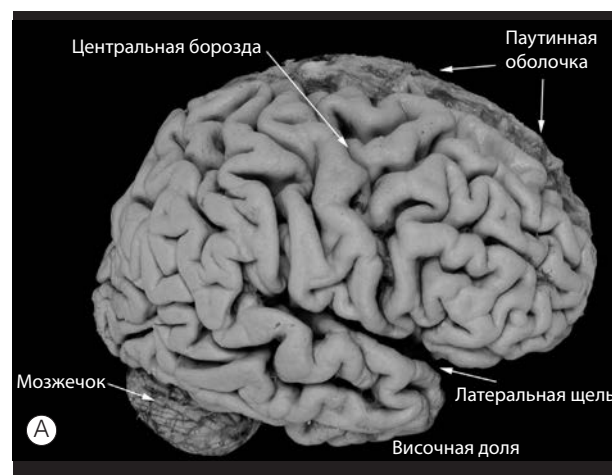


Рис. 1.2. (А) Вид сбоку внешней поверхности головного мозга. Паутинная оболочка с поверхности правого полушария удалена, но оставлена слева (указана стрелками). (Б) Сагитальный разрез головного мозга по средней линии. СС — мозолистое тело; М — средний мозг; Pit — ножка гипофиза. Публикуется с разрешения Willard & Carreiro Collection

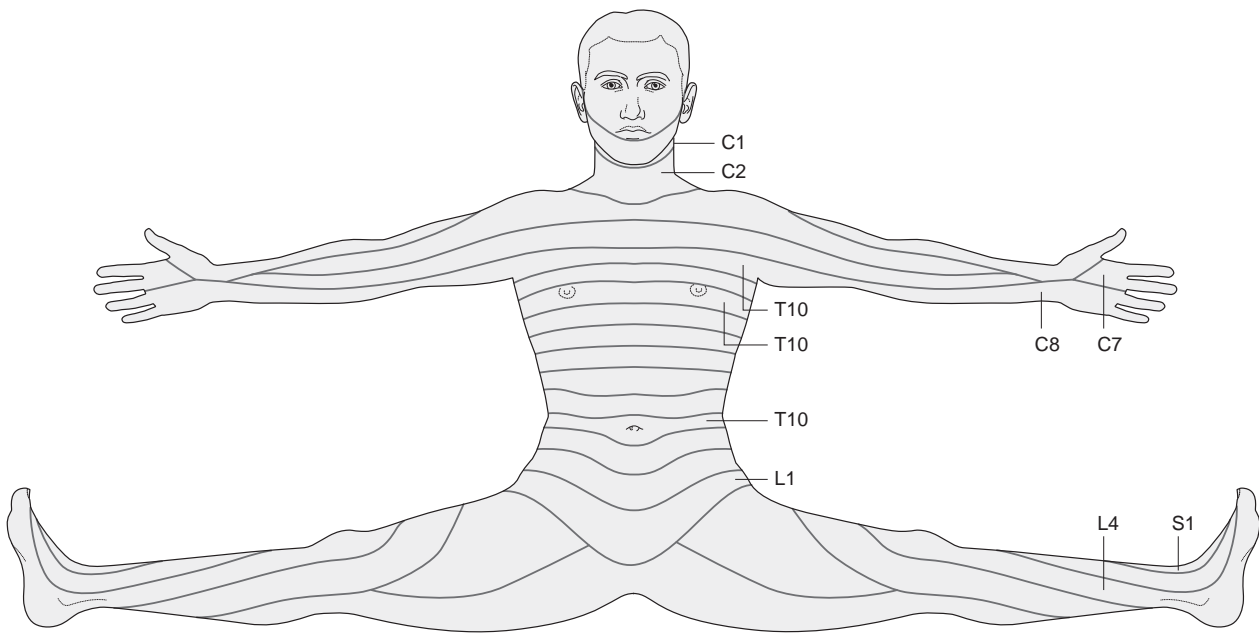


Рис. 1.3. Карта дерматомов

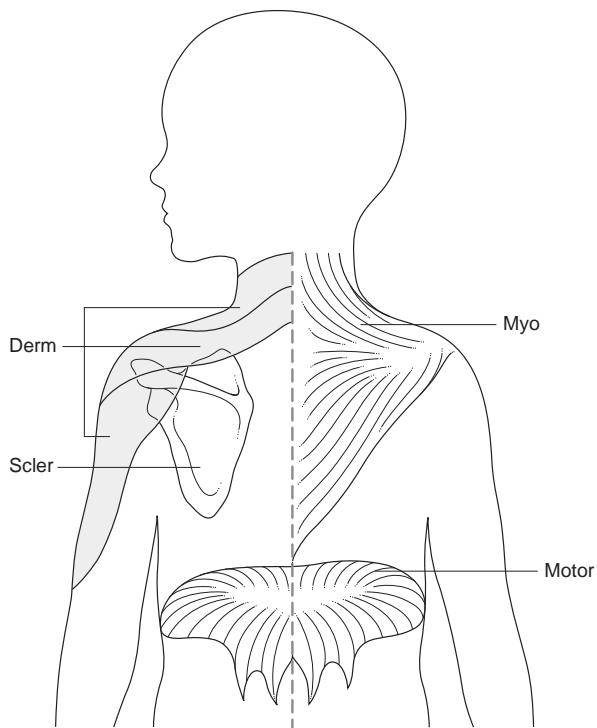


Рис. 1.4. Дерматом (Derm), склеротом (Scler), миотом (Myo) и двигательная иннервация от C3 до C5

2). По мере развития сомита в соматические ткани он обычно получает иннервацию от соседнего спинального сегмента. На уровне грудной клетки это расположение многослойной сегментированной иннервации легко прослеживается в дерматомном паттерне (рис. 1.3). Однако в конечностях, где соматическая ткань мигрировала вдоль оси, организация нарушается. Расположение в виде стопки теряется, и на его месте остается мешанина из перекрывающихся тканей, например, двигательная иннервация от C3, C4 и C5 находится в диафрагме, а сенсорная иннервация от мышечной ткани (миотом) — в трапецевидной мышце, сенсорная иннервация от кожи (дерматом) располагается над верхней частью плеча и предплечья, а сенсорная иннервация от кости (склеротом) — в лопатке (рис. 1.4). Раздражение нервных клеток в области C3—C5 спинного мозга может проявляться в виде боли в области лопатки (склеротом) или в области трапеции (миотом).

МИЕЛИНИЗАЦИЯ

Эмбриональные процессы пролиферации, миграции и агрегации могут быть рассмотрены как прокладывание дорог. По неасфальтированной дороге можно ехать, но очень медленно. Асфальтирование дороги можно сравнить с миелинизацией нервов. Миелинизация позволяет сигналу распространяться очень быстро.

Однако, чтобы функционировать, нерв не обязательно должен быть миелинизирован. В полностью функционирующей нервной системе болевые волокна очень слабо миелинизированы, а их окончания немиелинизированы, тем не менее, эти нейроны функционируют. Однако, как и следовало ожидать, скорость проведения ими импульса меньше, чем у сильно миелинизированных волокон. Сильно миелинизированные волокна называются волокнами большого калибра, они обладают высокой скоростью проводимости и участвуют в проприоцептивном входе. Так как скорость проведения импульса по тонким миелинизированным волокнам медленнее, чем по толстым, два сигнала, проходящие одновременно по параллельным волокнам, будут достигать точки назначения в разное время. Если они имеют общее место назначения, то сигнал, пришедший первым, будет эффективно «блокировать» более поздний сигнал; это явление известно как феномен стробирования.

СПИНАЛЬНЫЕ РЕФЛЕКСЫ

Рефлексы могут быть разделены на две категории: спинальные и супраспинальные. Спинальные рефлексы бывают сегментарными и моносинаптическими. Например, постукивание рефлекторным молоточком по сухожилию надколенника вызывает быстрое растяжение сухожилия, возбуждая мышечные веретена

в четырехглавой мышце бедра (рис. 1.5). Сигнал от мышечного веретена поступает в спинной мозг, где через интернейроны передается на двигательные α -нейроны вентрального рога. Двигательные нейроны α подают сигналы экстрафузальным мышечным волокнам, которые вызывают сокращение четырехглавой мышцы. Это спинальный рефлекс или рефлекс растяжения.

Развитый рефлекс растяжения можно разделить на два компонента: динамический, который быстро реагирует на быстрые изменения длины мышцы, и более слабый статический, который продолжает поддерживать сокращение мышцы до тех пор, пока сохраняется сила растяжения. Вся цепь находится в спинном мозге. Интернейрон может также посылать сигнал в мозг, чтобы сообщить ему о случившемся, но рефлекс не зависит от сигнала из мозга. В действительности сигнал из мозга фактически гасит рефлекс. По мере созревания нервной системы миелинизация в кортикоспинальном и пирамидном путях увеличивается, а выраженность спинномозговых рефлексов снижается. Этот процесс важен для контроля моторики. Способность к плавному осуществлению грубой и тонкой моторики требует модуляции рефлекса растяжения. Представьте, что произойдет, если вы внезапно повернетесь, быстро растянув сухожилие надколенника. Без кортикальной модуляции четырехглавая мышца быстро сократится, дестабилизируя осанку и равновесие. Повреждение корковых структур, связанных с двигательной активностью, нарушает способность мозга модулировать эти рефлексы. Это происходит при спастическом церебральном параличе. У таких детей развивается повышенный мышечный тонус (спастичность), поскольку они не могут правильно модулировать рефлекс растяжения. Это влияет на их способность плавно выполнять произвольные движения.

При рождении спинномозговые рефлексы обладают низким порогом активации и задей-

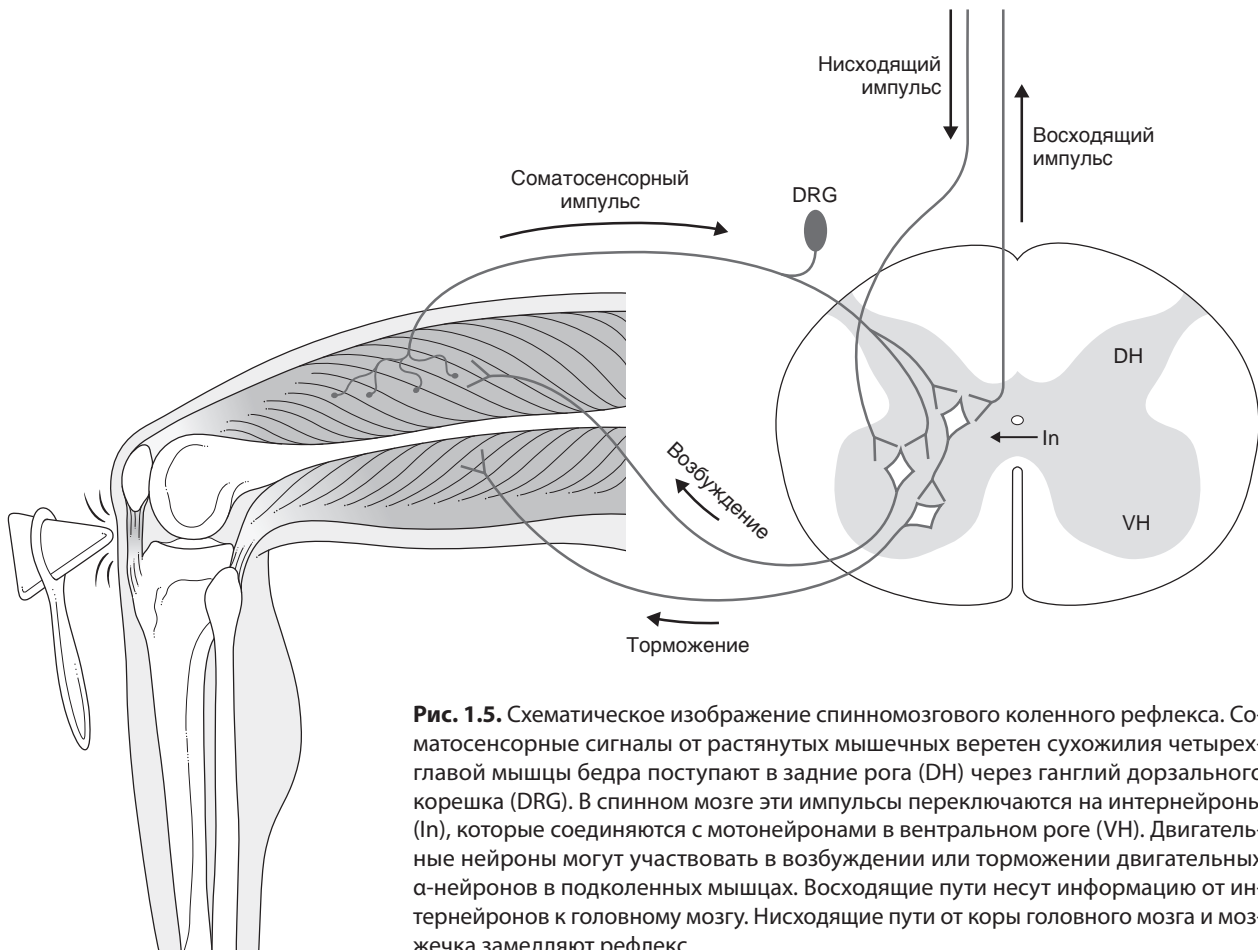


Рис. 1.5. Схематическое изображение спинномозгового коленного рефлекса. Соматосенсорные сигналы от растянутых мышечных веретен сухожилия четырехглавой мышцы бедра поступают в задние рога (DH) через ганглий дорзального корешка (DRG). В спинном мозге эти импульсы переключаются на интернейроны (In), которые соединяются с мотонейронами в вентральном роге (VH). Двигательные нейроны могут участвовать в возбуждении или торможении двигательных α-нейронов в подколенных мышцах. Восходящие пути несут информацию от интернейронов к головному мозгу. Нисходящие пути от коры головного мозга и мозжечка замедляют рефлекс

ствуют другие мышцы посредством радиальной реакции (Myklebust & Gottlieb, 1993). Рефлекс созревает и становится специфическим для мышц к 6 годам (O'Sullivan et al., 1991).

СЕГМЕНТАЦИЯ ПОЗВОНОЧНИКА

Если вы посмотрите на нервную трубку в трех измерениях, то заметите, что она выглядит как гладкая однородная структура без сегментации. Однако с клинической точки зрения мы часто говорим о сегментации. И наоборот, ствол мозга и кора сегментированы химическими границами.

Границы отмечены белками, которые образуют молекулы распознавания, и аксоны не растут за эти границы. Эти моменты отсутствуют в морфологии и химии спинного мозга. Аксоны перемещаются по спинному мозгу на значительные расстояния без барьеров, границ и сегментации. Сегментация искусственно навязана спинному мозгу расположением соматических тканей. Сомиты — это скопления мезенхимы, расположенные по бокам нервной трубки; когда аксоны вырастают из нервной трубки, они объединяются сомитами, создавая сегментацию. Однако центральный отросток аксона расщепляется, когда он входит в спинной мозг, и разветвляется по нему вверх и вниз, образуя синапсы на телах

ГЛАВА ВТОРАЯ

2

Опорно-двигательный аппарат

СОДЕРЖАНИЕ ГЛАВЫ

Введение	32	Связки коленного сустава	59
Развитие опорно-двигательного аппарата	32	Мениски	60
Закон Вольфа		Биомеханика.....	61
и механическое напряжение	36	Клиническая картина.....	62
Зоны роста и травма	37	Стопа и голеностопный сустав.....	62
Позвоночник	38	Функциональная анатомия	63
Изгибы позвоночника.....	40	Нейроваскулярное обеспечение.....	64
Мышцы позвоночника.....	40	Своды стопы	65
Таз	42	Сухожильный компонент	
Связочный аппарат таза	45	свода стопы.....	67
Мышцы таза	48	Своды стопы как диафрагма.....	68
Самоподдерживающий механизм		Биомеханика.....	69
крестцово-подвздошного сустава	49	Верхняя конечность	70
Таз по отношению к общему строению		Плечевой пояс	70
и функциям тела	50	Мышцы плечевого пояса	71
Нижняя конечность	50	Суставной комплекс плеча.....	71
Тазобедренный сустав.....	50	Биомеханика.....	75
Специализированные связки тазобедренного сустава	53	Локтевой сустав	76
Ротаторная манжета бедра	54	Суставной комплекс локтя	77
Сосудистая сеть	55	Связки.....	79
Нервы.....	56	Биомеханика.....	79
Биомеханика.....	56	Запястье.....	80
Клинические проявления	57	Функциональная анатомия запястья.....	81
Коленный сустав.....	57	Биомеханика.....	82
		Заключение.....	84

ВВЕДЕНИЕ

Опорно-двигательный аппарат — самая большая система в организме, но именно она часто воспринимается как нечто само собой разумеющееся. Новорожденный — это прелюдия, а не миниатюра взрослого человека, ему еще предстоит пройти множество адаптаций и изменений в опорно-двигательном аппарате. В этой главе представлен обзор пренатальных и постнатальных изменений, происходящих в основных соматических областях тела, и факторов, влияющих на них.

РАЗВИТИЕ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Беременность можно разделить на две стадии: эмбриональную и фетальную. Эмбриональная стадия начинается с оплодотворения и последующего формирования эмбриобласта. На этой стадии проходит пролиферация, индукция (дифференцировка) и миграция клеток. Проллиферация создает критическую клеточную массу для образования зародыша — группы клеток, которые одинаково реагируют на одни и те же механохимические стимулы. Дифференциация клеток происходит путем индукции — изменения клетки или зародыша в ответ на биохимический или биомеханический стимул. Интерактивная индукция происходит, когда одна клетка или зародыш действует на соседнюю клетку или зародыш, чтобы произвести третий тип клеток или зародышей. Индукция — это процесс, имеющий молекулярную основу, в котором задействованы гены гомеобокса. Этим генам присущи паттерны экспрессии, которые заставляют клетку определенным образом дифференцироваться. Группы клеток будут дифференцироваться аналогичным образом, образуя морфогенетическое поле, которое обладает способностью формировать опреде-

ленную структуру или ткань. Зародыш мигрирует в специфическую область эмбриона. Процесс миграции не до конца понятен, хотя большинство типов клеток оставляют химические следы своего миграционного пути. После прибытия к месту назначения дальнейшая индукция, модификация, ревизия и/или апоптоз приводят к образованию конечной структуры. Эти процессы протекают при формировании энтодермы, мезодермы и эктодермы. Они отвечают за эмбриональную организацию нотохорды и осевого скелета.

На первой неделе беременности существует биламинарный диск, состоящий из эктодермального и энтодермального слоев, разделенных мембраной. На второй неделе эктодермальная ткань инвагинирует через первичную ямку в каудальном конце диска и располагается между эктодермой и энтодермой. Ткань удлиняется в направлении от каудального к краниальному концу, образуя первичную полосу. Клетки по обе стороны нее дифференцируются в мезодерму. Клетки, окружающие первичную ямку, образуют первичный узел, из которого будет развиваться нотохорда. Последняя пересекает эктодерму и энтодерму, проходя между двумя колоннами мезодермы в направлении от каудального к краниальному концу. Вначале нотохорда сливается с энтодермой и образуется канал или борозда, которая вскоре деградирует. Затем из эктодермы формируется вторая или истинная нотохорда. Считается, что врожденные аномалии позвоночника, связанные с пороками развития кишечника, являются результатом нарушения этого процесса.

Нотохорда имеет решающее значение для правильной сегментации позвонков, развития межпозвоночных дисков и двустороннего сопряжения спинномозговых ганглиев. Прием матерью лития может нарушить развитие нотохорды у эмбриона. После рождения материал нотохорды сохраняется в межпозвоночном диске и стимулирует индукцию и дифференциацию.

Предшественники нейроэктодермальных клеток прикрепляются к основной мембране между нотохордой и эктодермой. Эти клетки подвергаются индукции и пролиферации, образуя нервную пластину. Клетки превращаются из столбчатых в апикальные, а края пластинки поднимаются, образуя невральную борозду. Этот процесс повторяется до тех пор, пока гребневые клетки не встретятся, образуя нервную трубку; несоответствие клеток приводит к анэнцефалии или миеломенингоцеле, в зависимости от локализации и степени дефекта. Наиболее латерально расположенные клетки развивающейся трубки называются клетками нервного гребня. Они будут дифференцироваться, пролиферировать и мигрировать для формирования дорзального корешкового ганглия и различных компонентов периферической нервной системы. Нервная трубка разовьется в типы клеток центральной нервной системы.

После появления нервной трубки мезодермальные клетки, расположенные вдоль латеральной стороны нотохорды, подвергаются индукции, чтобы стать мезенхимальными, образующими три отдельных кластера: медиальные параксиальные столбцы, промежуточные столбцы и периферические латеральные пластинки. Первый из них развивается в осевые скелетные компоненты, второй становится мочеполовой системой, а третий кластер дифференцируется в перитонеальные слои грудной клетки и брюшной полости. Развитие сомитов идет от краниального к каудальному, сегментация наблюдается на 3 неделе беременности. Медиальные параксиальные столбы организуются в эпителиальную пластинку парных сомитов, выстилающих нотохорду. Соседние сомиты соединены друг с другом узкими щелевыми переходами. На этой стадии сомиты лежат на основной мембране и соединяются с нотохордой и нервной трубкой посредством отростков, проходящих через основную мембрану. Вскоре после сегментирования сомиты имеют шесть от-

дельных поверхностей, каждая из которых будет развиваться по-разному, в зависимости от своего положения вдоль нотохорды. Вентромедиальная поверхность дифференцируется в склеротом и мигрирует к нотохорде. Эти клетки являются предшественниками костей, суставов и связок позвоночника. Остаток сомита теперь называется дермомиотомом. Из этих клеток появятся скелетные мышцы и кожа. Клетки на краниомедиальной поверхности дадут начало скелетным мышцам на дорзальной поверхности тела и эпаксиальной мускулатуре. Клетки на вентролатеральной поверхности вблизи развивающейся почки конечности будут мигрировать в почку для формирования скелетных мышц конечности. Наконец, клетки на нижней поверхности становятся скелетными мышцами боковой поверхности тела. Хотя большинство оставшихся клеток будут предшественниками клеток кожи и эпидермиса, некоторые из них также будут способствовать развитию скелетной мышечной массы.

Как уже было сказано ранее, вентромедиальная поверхность сомита дифференцируется в склеротом и мигрирует к нотохорде. Каждый склеротом содержит два биохимически разных типа клеток, один из которых представляет собой неплотно упакованные клетки, которые дают начало межпозвоновому диску, а другой — массу плотно упакованных клеток, которые образуют дугу, ножку и (в грудной клетке) ребра. Две группы клеток разделяет внеклеточный матрикс. По-прежнему существуют разные взгляды на происхождение позвонков и межпозвонового диска. Некоторые авторы описывают формирование межпозвонового диска как склеротическую трещину, которая расщепляет сомит. Таким образом, каждый сомит разделяется на межпозвоновый диск, нижнюю поверхность вышележащего и верхнюю поверхность нижележащего позвонков (Sensenig, 1949; Verbout, 1985). Однако другие авторы утверждают, что то, что ранее

считалось склеротической трещиной, является свободно упакованной клеточной массой сомита (Reacock, 2007; Theiler, 1988). В этой модели склеротом пары сомитов формирует межпозвоночный диск, соседний позвонок, поперечные, нервные и суставные отростки и (в грудной клетке) ребра. Это совсем другая модель развития позвоночника.

Врожденные пороки развития, возникающие в результате прерывания или сбоя образования сомитов, включают полупозвонки, когда два или более сомитов не могут разделиться, и слияние, когда сомит не может образоваться. Тело позвонка и нервная дуга развиваются посредством отдельных индукционных процессов. Клетки склеротома, образующие тело, по-видимому, дифференцируются в ответ на воздействия нервной трубки и ното хорды, тогда как клетки, формирующие нервную дугу, получают свои сигналы от нервного гребня. На сегментацию нервных дуг влияет развитие спинномозговых ганглиев. Следовательно, врожденные пороки развития могут возникать в задних или передних элементах, но не обязательно в обоих одновременно.

Грудные позвонки окостеневают раньше, чем позвонки в поясничном и шейном отделах.

К 16 неделе беременности L5 начинает процесс окостенения. Предхрящевые ребра развиваются из реберных отростков дуг позвонков, разделяя миотомные клетки пополам по мере удаления от средней линии. Первоначально существует мезенхимальное соединение между развивающимся ребром и позвонками, которое будет дифференцироваться на связки и сустав реберно-позвоночного сочленения. В шейных позвонках реберный отросток образует передний и задний бугорки (поперечный отросток C1 и C2); в поясничных позвонках они становятся поперечными отростками, а в крестце — крестцовыми крыльями (рис. 2.1). Грудина развивается из двух столбов соматоплеврической мезенхимы, лежащих на вентральной поверхности эмбриона. Сгущения клеток мигрируют по направлению друг к другу, чтобы сформировать рукоятку и сегменты грудины. Они подвергаются хондрификации в краниально-каудальном направлении.

Конечности начинаются как почки, формирующиеся из мезенхимальных клеток, которые мигрируют латерально из области вокруг ното хорды (рис. 2.2). Соматоплевральная мезенхима лежит на вентральной поверхности развивающегося эмбриона. Она будет взаимодействовать

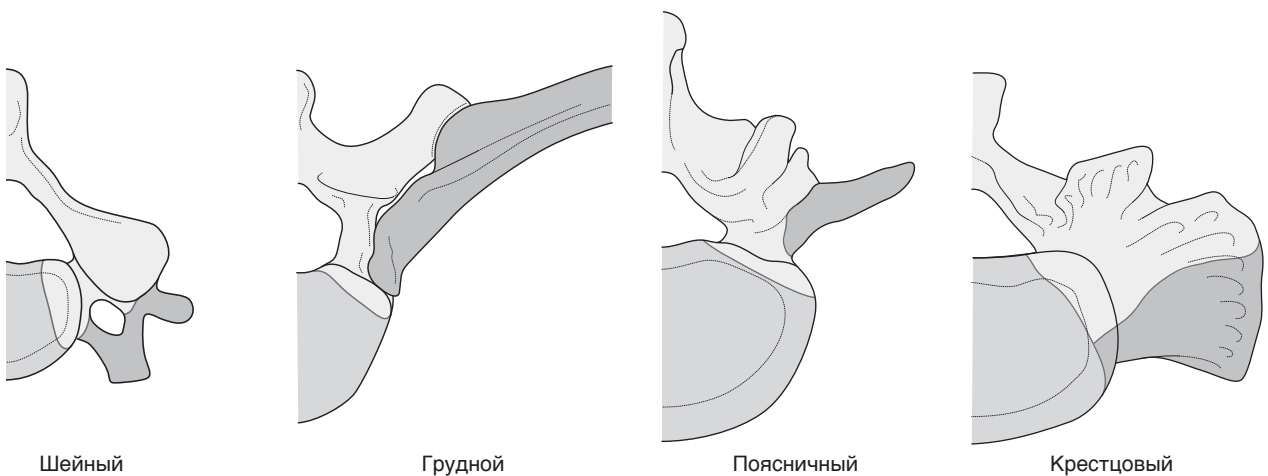


Рис. 2.1. Схема развития позвонков с указанием основных морфологических частей взрослого человека. Публикуется с разрешения Williams P (ed.) 1995 Gray's anatomy, 38th edn. Churchill Livingstone, London

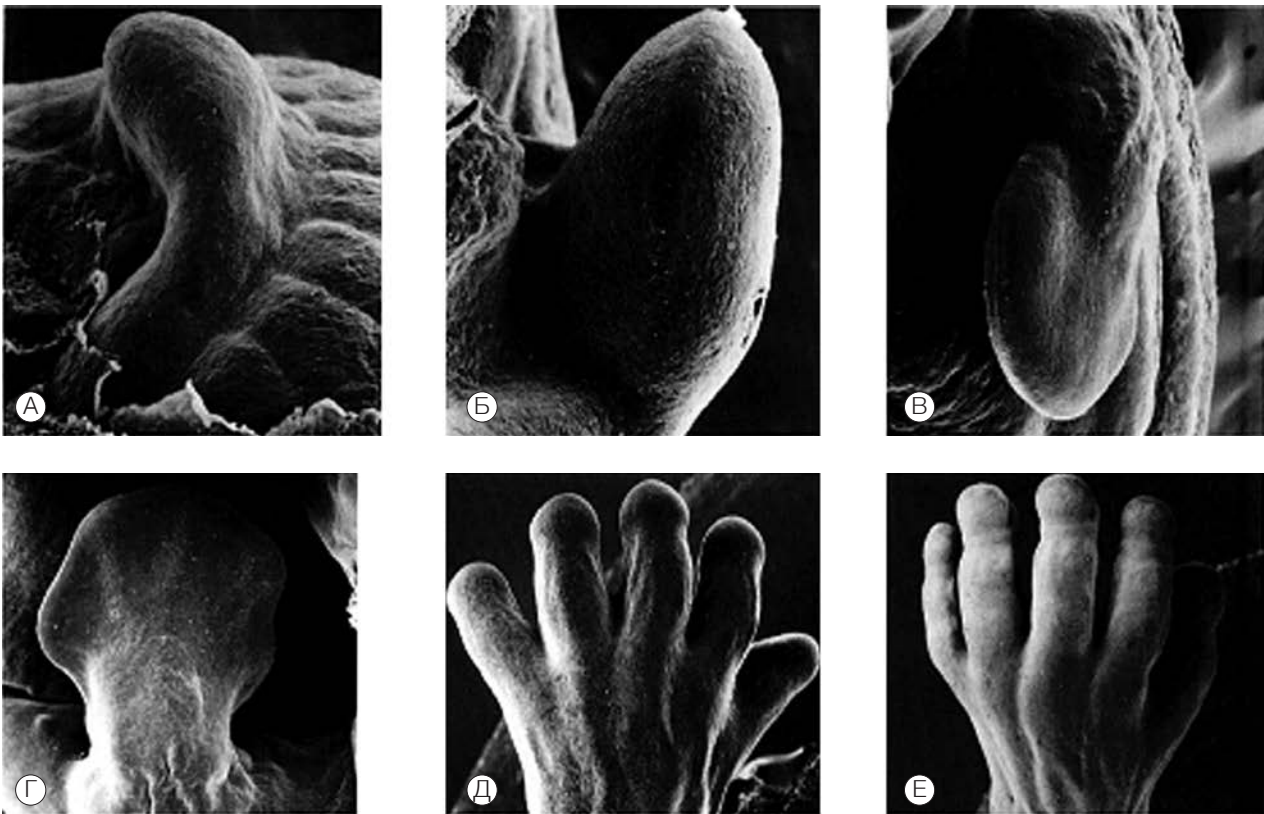


Рис. 2.2. Серия снимков, сделанных с помощью сканирующего электронного микроскопа, демонстрирующих развитие верхней конечности. (Фотографии P Collins: напечатаны S Cox, Отделение электронной микроскопии, Общая больница Саутгемптона.) Использовано с разрешения Williams P (ed.) 1995 *Gray's anatomy, 38th edn. Churchill Livingstone, London*

с параксиальной мезенхимой нотохорда для формирования конечностей. В соматоплевральной мезенхиме примерно на 26 день беременности развивается утолщенный гребень — апикальный эктодермальный. Это зона продвижения, направляющий путь для ориентации скелетных структур конечности. Она сохраняется до тех пор, пока не сформируется конечность. Вскоре после этого мезенхимальные клетки мигрируют от средней линии, формируя основную архитектуру зародыша конечности. Ось развивающейся конечности проходит от центра основания почки к апикальному эктодермальному гребню. Разные участки почки имеют разную скорость роста. В результате почка конечности изгибается вентрально и ротируется. Хрящ впервые появляется

на 33 день, после чего нервно-сосудистые элементы начинают вторгаться в мезенхимальную структуру. К 38 дню на верхней конечности появляются локтевые и пальцевые лучи. Клетки вентролатеральной поверхности эпителиальной пластинки сомита мигрируют в развивающийся зачаток конечности с образованием поперечнополосатой мышцы. Первоначально клетки массово мигрируют в окружении внеклеточных фибрилл, которые соединяют их с другими клетками. Масса удлиняется, а передняя кромка разветвляется. Клетки претерпевают множественные деления, образуя мышцы верхних и нижних конечностей. Критический период формирования зачатка конечностей — между 4 и 6 неделями беременности. В это время возникают серьезные

аномалии, такие как пороки развития. Нарушения роста и деформации обычно возникают после эмбрионального периода в ответ на какой-либо стресс.

Миотубы появляются приблизительно на пятой неделе беременности. К 20 неделе они превращаются в мышечные волокна. Иннервация мышцы начинается примерно к 10 неделе, мышечные веретена появляются к 14, а аппарат Гольджи — к 17 неделе. Этот процесс созревания продолжается некоторое время после рождения. У доношенных новорожденных имеется только 20% зрелых мышечных волокон. При рождении мышцы прикрепляются к надкостнице, а не к кости. В течение первых 2—3 месяцев жизни сухожильная ткань мигрирует через надкостницу, чтобы прикрепиться к лежащей под ней кости.

Суставы аппендикулярного скелета отличаются от мезенхимальной ткани посредством процесса, называемого кавитацией. Кавитация требует движения. Ранние внутриутробные движения начинаются примерно на седьмой неделе беременности. Эти движения влияют на форму суставных поверхностей. У недоношенного ребенка наблюдается гипермобильность суставов. На этом сроке подвижность суставов ограничена, с узким диапазоном движений. Фактически, диапазон движений в любом суставе будет зависеть от возраста ребенка. В целом, однако, большинство крупных суставов имеют полный диапазон движений к трем годам.

Развитие опорно-двигательного аппарата направлено и ограничено внутренними и внешними воздействиями. Внутренние воздействия включают химические градиенты с участием молекул клеточной адгезии и молекул поверхностной адгезии. По-видимому, это генетически контролируется генами гомеобокса, как это может происходить в экспериментах *in vitro*. Внешние воздействия, влияющие на ткани опорно-двигательного аппарата, включают механические

нагрузки и движения. Движение конечности, по-видимому, играет роль в ориентации костных трабекул, прикреплении связок и сухожилий, ориентации коллагеновых волокон в соединительной ткани и нормальном росте скелета.

Врожденные аномалии скелетной системы возникают вследствие одного из трех процессов: порока развития, нарушения или деформации. Порок развития — это нарушение дифференцировки или миграции на эмбриональной стадии. Такие пороки развития, как полупозвонки и гемимелия, возникают во время органогенеза. Прерывание пролиферации клеток приводит к гибели эмбриона или агенезии тканей. Сбой индукции также приводит к агенезии. Аномальная миграция приводит к сращению, например, к перепончатым или сросшимся пальцам. Нарушение роста и созревания может привести к гипоплазии или гибели клеток. Нарушение — это дефект структурной целостности ткани, которая нормально формировалась на эмбриональной стадии. Нарушения часто связаны с инфекцией, токсическим воздействием, метаболическим нарушением или травмой. Деформация структуры происходит в течение эмбрионального или послеродового периода в нормально сформированной структуре. Деформация часто возникает из-за внешней силы, такой как сжатие конструкции. Чаще всего деформация происходит в скелетных структурах. У плода внешние деформации происходят из-за сокращения матки и уменьшения внутриматочного пространства. Как правило, они устраняются консервативным лечением.

Закон Вольфа и механическое напряжение

Закон Вольфа гласит, что механическое напряжение влияет на дифференциацию тканей и характеристики роста скелетно-мышечных тканей.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

3

Развитие черепа

СОДЕРЖАНИЕ ГЛАВЫ

Введение	87
Пренатальное развитие черепа.....	88
Слои черепа	89
Анатомия мозговых оболочек	91
Противостояние между мозгом и сердцем.....	92
Роль мезенхимы	93
Паттерны иннервации следуют за движением мезенхимы.....	95
Развитие венозных синусов	97
Пятиконечная звезда.....	98
Свод.....	100
Постнатальное развитие костей черепа.....	103
Постнатальные изменения в основании черепа.....	103
Развитие затылочной кости	105
Развитие височной кости.....	107
Развитие клиновидной кости.....	110
Заключение.....	113

ВВЕДЕНИЕ

Дети обладают огромным потенциалом. Одна из наших главных ролей как остеопатов — поддерживать этот потенциал посредством нашей работы с нервно-мышечно-скелетной системой. Когда вы смотрите на ребенка, вы не знаете,

кем или чем он может стать. Рассматривая взрослого человека, никогда не знаешь, кем или чем он мог бы стать. Мы не знакомы с непроявленным потенциалом, который все еще находится в спящем состоянии, потому что отсутствует или не поддерживается. Чтобы увидеть скрытый потенциал в каждом ребенке, мы должны понять очевидное. Дети очень отличаются от взрослых. Они отличаются психологически, эмоционально, духовно и физиологически. Многие тканевые структуры у детей сильно отличаются, и, как знает каждый, кто когда-либо прикладывал свои руки к ребенку, качество того, что вы ощупываете, ощущаете и испытываете, когда находитесь рядом с ними, уникально. Чтобы начать понимать эти различия, нам нужно посмотреть на взрослого, потому что это конечная точка. Именно таким становится ребенок.

Череп взрослого человека часто рассматривают как модифицированную сферу, балансирующую на гибком стержне. Тот факт, что существует 29 различных костей, соединенных гармоническими, зубчатыми, скошенными и гомфотическими швами, слишком часто забывается. Если все, что нам нужно от головы, — это защищенное пространство для нашего мозга и трубка из мягких тканей, через которую можно пропускать пищу, воздух и воду, то почему мы не получили

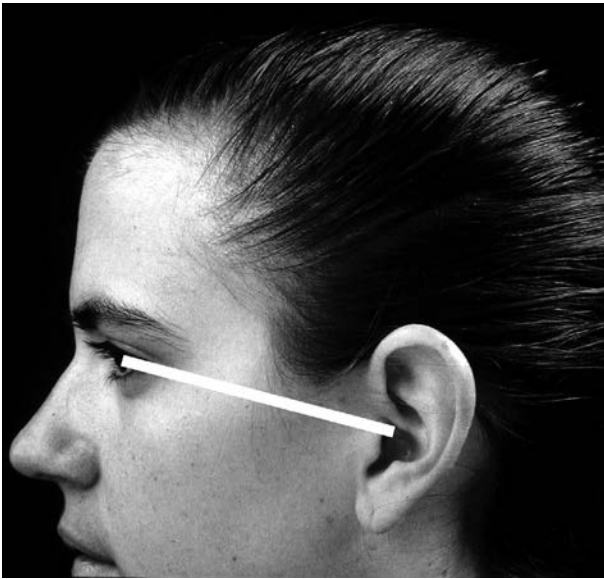


Рис. 3.1. Голова взрослого человека, вид сбоку. Белая линия показывает положение срединного осевого ствола. Публикуется с разрешения Willard & Carreiro Collection

именно это? Вместо этого мы имеем очень сложное расположение костей, соединительной ткани и мышц, которые защищают и облегчают функции многих тонких структур. 23 кости головы (исключая мелкие косточки) начинались как множество крошечных центров окостенения, разбросанных по всему соединительнотканному матриксу. При рождении многие из этих костей состоят из нескольких частей, и большинство из них все еще хрящевые. Между соседними костями свода черепа расположены шесть основных родничков, или мягких пятен: брегма в верхней части головы, лямбда в направлении спины и птерион и астерион с каждой стороны. У новорожденного швы между костями свода достаточно пластичны и гибки. После рождения ребенка эти характеристики не меняются «в одночасье». Они сохраняются, обеспечивая рост и развитие до зрелого возраста и в последующие годы.

Анатомия взрослого человека — наша отправная точка для понимания эмбриологии. Представьте себе линию, проходящую вдоль че-

репа от наружного угла глаза к слуховому отверстию (рис. 3.1). Эта линия отражает основание или платформу, которая проходит прямо через череп. На ранних стадиях развития это называется срединным осевым стволом. Все, что выше этой линии, является сводом черепа или нейрокраниумом, оболочкой, в которой находится мозг. Ниже этой линии располагается ряд дуг — висцеральный или лицевой череп. Это основание является важной вехой в процессе развития. Оно играет решающую роль в формировании как нейрокраниума сверху, так и висцерального черепа снизу. Срединный осевой ствол образует платформу, к которой прикреплены все мембранные слои черепа. Все кости черепа развиваются и поддерживаются в этих мембранных слоях. В процессе развития некоторые слои остаются мембранной, другие становятся надкостницей, но все они крепятся к срединному осевому стволу.

ПРЕНАТАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЧЕРЕПА

Мембраны внутри черепа организованы в дуральные перегородки или стенки, которые разделяют внутреннее пространство черепа и обеспечивают систему поддержки для мозга. В черепе взрослого человека эти дуральные структуры описываются как ряд серпов: вертикально ориентированный серп мозга, два горизонтальных намета мозжечка и небольшой четвертый — серп мозжечка, который расположен ниже намета под мозжечком. В процессе развития более крупные из этих внутричерепных серпов называются дуральными перегородками. Серп мозга называется срединной продольной перегородкой, а намет мозжечка — задней поперечной перегородкой. Есть еще одна перегородка, о которой мы поговорим и о которой не принято говорить применительно к взрослому человеку. Это перед-

няя поперечная перегородка, внутри которой находится крошечный венозный синус и рудиментарные малые крылья клиновидной кости.

Слои черепа

Нейрокраниум или свод черепа взрослого человека состоит из ряда костных пластин. Если бы мы подняли свод и заглянули внутрь черепа, то увидели бы перепончатый мешок, внутри которого находится мозг (рис. 3.2). Этот перепончатый мешок разделен рядом внутренних перегородок, ранее описанных как дуральные перегородки. Внутренние перегородки крепятся к мешку, а мешок — к внутренней части костных пластин. На самом деле внутренние перегородки

и мешок развиваются из одной ткани и являются непрерывными (рис. 3.3). Эти ткани происходят из одного слоя мезенхимы. Мезенхима подразделяется на надкостницу, кость и твердую мозговую оболочку и в итоге классифицируется по своим отделам. Как только мы классифицируем ее на отдельные слои, мы теряем понятие общего происхождения. Мы также теряем представление о том, что мешок, окружающий мозг, является продолжением дуральных перегородок, поддерживающих мозг, и надкостницы, окружающей кости. Соединительные ткани непрерывны благодаря швам (рис. 3.4). Кость формируется в середине мезенхимального слоя, так что она фактически встроена в слой мезенхимы. Мембрана непрерывна, проходя через швы,

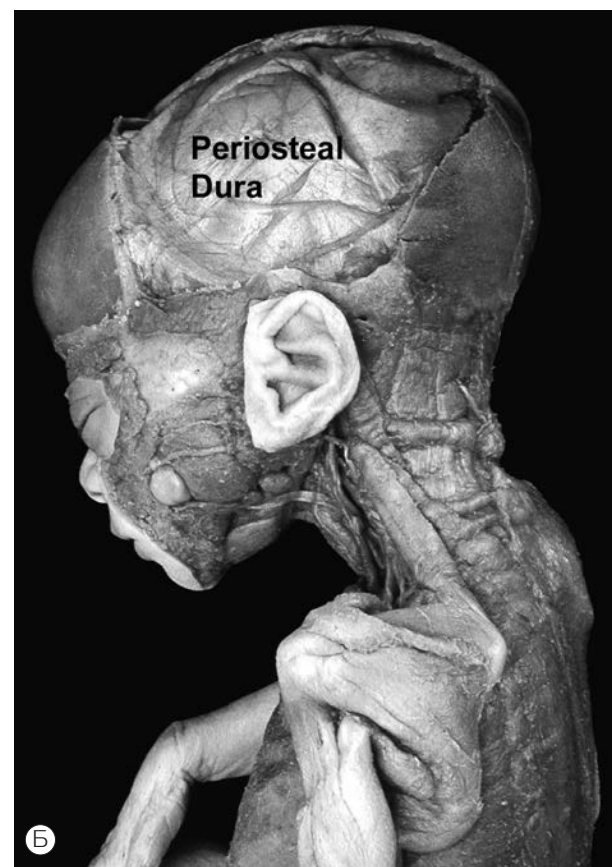
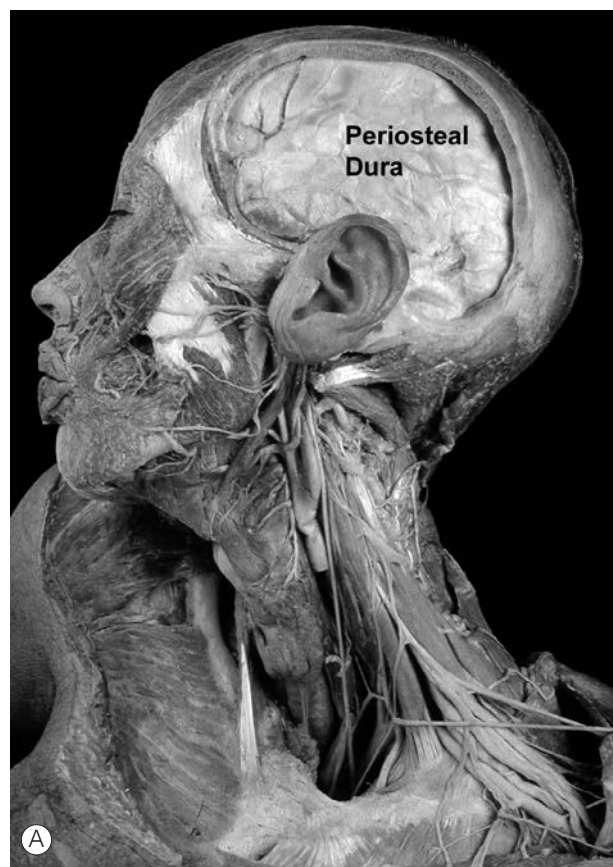


Рис. 3.2. Взрослый (А) и новорожденный (Б). Теменные кости на каждом препарате удалены, чтобы обнажить твердую мозговую оболочку, которая выполняет роль надкостницы (Periosteal Dura). Публикуется с разрешения Willard & Carreiro Collection

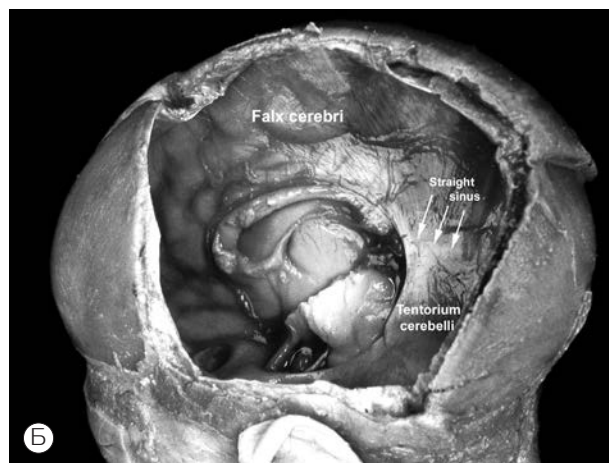
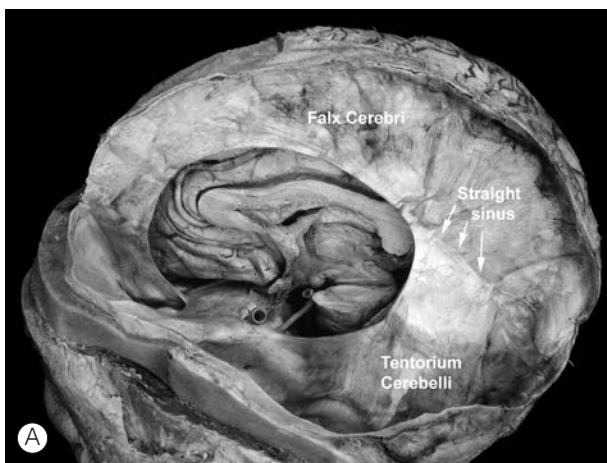


Рис. 3.3. Взрослый (А) и новорожденный (Б). Свод черепа и одна гемисфера удалены, чтобы показать непрерывность серпа мозга (Falx Cerebri) и намета мозжечка (Tentorium Cerebelli). Straight sinus — прямой синус. Публикуется с разрешения Willard & Carreiro Collection

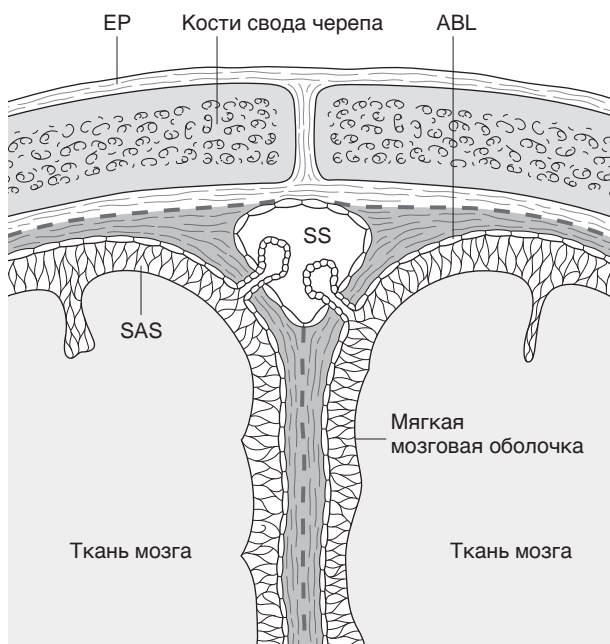


Рис. 3.4. Схематическое изображение непрерывности внутричерепных тканей и наружной надкостницы. SAS — субарахноидальное пространство; EP — наружная надкостница; SS — сагиттальный синус; ABL — арахноидальный барьерный слой. Светлый слой под костью — внутренняя надкостница, более темный — внутренняя твердая мозговая оболочка

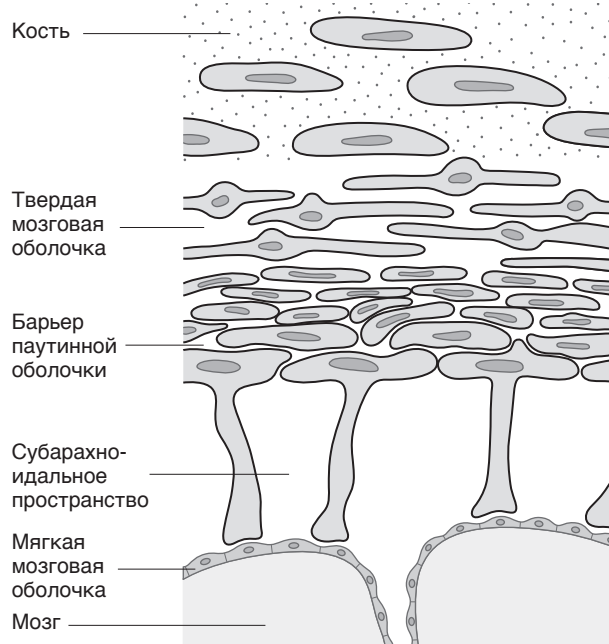


Рис. 3.5. Схематическое изображение слоев мозговых оболочек

а перегородки, разделяющие различные части центральной нервной системы, непрерывны со слоем, окружающим кости черепа.

Анатомия мозговых оболочек

Мы можем оценить непрерывность этих тканей, если посмотрим на менингеальные слои черепа на электронно-микроскопическом уровне (рис. 3.5). Мягкая мозговая оболочка плотно связана с мозгом через глиальные концевые ножки. Ряд мембранных или арахноидальных трабекул простирается вверх от мягкой мозговой оболочки до мембранного арахноидального слоя. В этом субарахноидальном пространстве находится спинномозговая жидкость. Потенциальное пространство обычно изображается между арахноидальным и менингеальным слоем твердой мозговой оболочки. Однако на самом деле существует переходный слой, в котором фибробласты дурального слоя сплетаются с арахноидальным барьером. Твердая мозговая оболочка имеет два слоя — внутренний и наружный. Фибробласты внутренней твердой мозговой оболочки на электронно-микроскопическом уровне незначительно отличаются по размеру и структуре органелл от фибробластов наружного слоя, которые являются периостальными фибробластами. Слои соединительной ткани сплетаются вместе на клеточном уровне от поверхности мозга до костей черепа. Часто ошибочно полагают, что существует разрыв между паутинной и твердой мозговой оболочками; однако слои ткани непрерывны. Любое существующее пространство патологично. Субарахноидальные кровоизлияния возникают в трабекулярном пространстве, разрывая арахноидальные трабекулы. Субдуральные кровоизлияния рассекают переходную зону между твердой мозговой оболочкой и паутинной. В черепе эпидуральное пространство — это потенциальное пространство,

расположенное непосредственно под черепом, в отличие от истинного пространства, которое находится в позвоночнике. Тот факт, что существует континуум тканей, очень важен; что-то, влияющее на перегородки внутри черепа, может влиять на внешнюю ткань и наоборот. Соединительная ткань и костные структуры черепа образуют континуум, различающийся по размеру и количеству клеток.

Если мы удалим мозг и заглянем в череп, то увидим «отпечаток» мозга (рис. 3.6). Возможно, вы захотите спросить себя, как такое мягкое и нежное вещество, как нервная ткань, с консистенцией пудинга из тапиоки, может оставить след в твердой костной структуре. Чтобы отве-

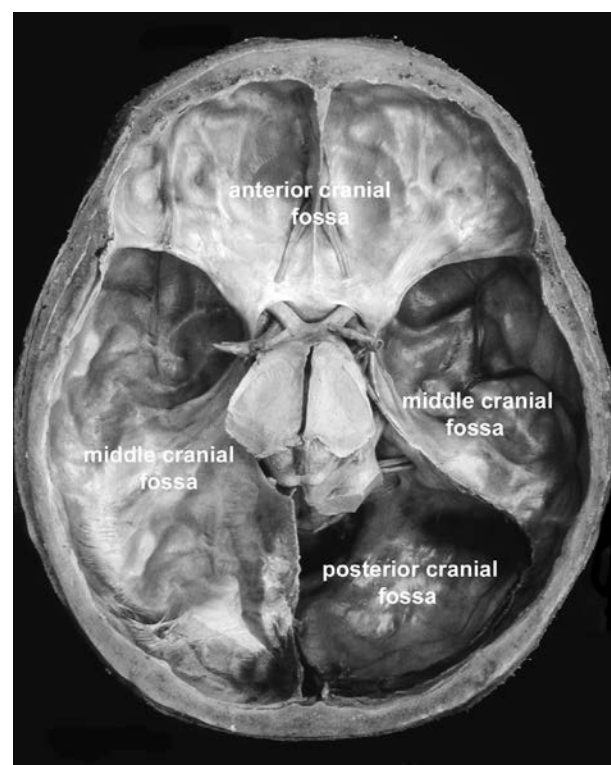


Рис. 3.6. Череп в разрезе, вид сверху. Удален головной мозг, с левой стороны оставлен намет мозжечка. С правой стороны удален мозжечок и намет мозжечка, чтобы была видна задняя черепная ямка (posterior cranial fossa). Anterior cranial fossa — передняя черепная ямка; middle cranial fossa — средняя черепная ямка. Публикуется с разрешения Willard & Carreiro Collection

тить на этот вопрос, мы должны оценить, насколько мягки и нежны эти костные структуры, поскольку они формируются из мезенхимы.

Противостояние между мозгом и сердцем

Мезенхиму можно рассматривать как всемогущую ткань, поскольку она может развиваться в, казалось бы, совершенно разные типы тканей. В черепе кости, надкостница и мозговые оболочки развиваются из мезенхимы. Мезенхима реагирует по-разному, в зависимости от сил, которые действуют на нее. При растяжении она превращается в мембрану, при сжатии — в хрящ, и с этого, по сути, все и начинается. На очень раннем этапе развития слой мезенхимы окружает нервную трубку, которая является первичным

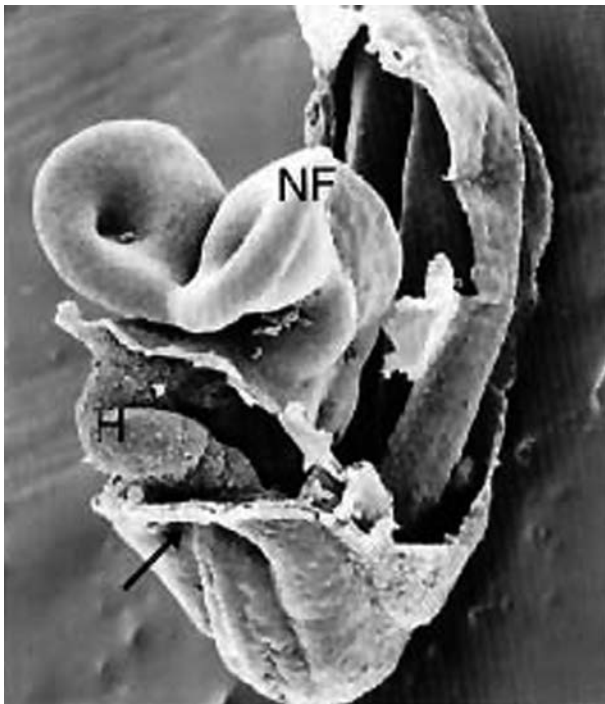


Рис. 3.7. Эмбрион (вид спереди), видна нервная складка (NF) и сердце (H). Стрелка указывает на отверстие передней кишки. Публикуется с разрешения Williams P (ed.) 1995 *Gray's anatomy, 38th edn. Churchill Livingstone, London*

мозгом. Когда нервная трубка начинает удлиняться и расти, менять свою форму и переходить во взрослую форму, она увлекает за собой часть мезенхимы. Нотохорда — это ось или центральная пластина, которая проходит от одного конца нервной трубки до другого, когда та начинает формироваться. Раннее развитие нервной трубки ориентировано на нотохорду. Нервная трубка перерастает нотохорду и изгибается над ней. Этот рост и изгиб обусловлены увеличением нервной трубки. Прекардиальная пластинка (щечно-глоточная перепонка) расположена впереди выше нервной трубки. Клетки мезобласта мигрируют вдоль нотохорды и сливаются вокруг прехордальной пластинки. Эти клетки являются предшественниками сердца и перикарда. По мере того как нервная трубка расширяется и мезобластические клетки размножаются, кардиогенная мезенхима перемещается вентрально к нотохорде (рис. 3.7). Другими словами, сердце стартует в верхней части головы, а затем, двигаясь по дуге, занимает место в грудной клетке. Когда происходит это движение сердца, мезенхима оказывается зажатой между ним и нервной трубкой. Эта мезенхима подвергается сжатию, поскольку снизу растет сердце, а сверху — мозг. В ответ на сжатие мезенхима начинает утолщаться и образовывать хрящ. По мере разрастания нервной трубки в стороны и расширения сердца это мезенхимальное утолщение распространяется латерально. Формируется утолщенная пластинка ткани, расположенная в центре нотохорды и лежащая под нервной трубкой. Эта пластинка разовьется в первичный базиоципуд, базисфеноид, решетчатую кость и срединный осевой ствол. Часть этой пластины утолщается и подвергается хондрогенезу вокруг первичного гипофиза. (У новорожденного остаток кончика нотохорды находится в теле клиновидной кости чуть ниже гипофиза.) Когда сердце окончательно занимает свое место в грудной клетке, между

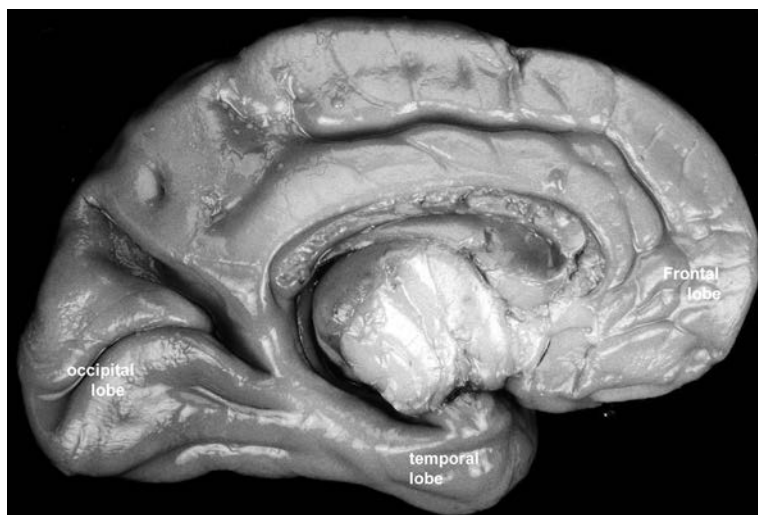


Рис. 3.8. Левое полушарие мозга, вид с медиальной стороны. Frontal lobe — лобная доля; temporal lobe — височная доля; occipital lobe — затылочная доля. Публикуется с разрешения Willard & Carreiro Collection

ним и мезенхимальной пластинкой образуется глоточное пространство. Тем временем нервная трубка образует ряд выпуклостей по мере того, как она растет вверх, кзади, книзу и кпереди, как бараньи рога или С-образный завиток (рис. 3.8). Этот С-образный завиток будет влиять на все структуры мозга. Именно так желудочки получают свой С-образный изгиб. Так загибается гиппокамп. Например, височные доли, которые начинаются на передней стороне нервной трубки, растут через эту конфигурацию рога барана и заканчиваются в средней черепной ямке.

Роль мезенхимы

При изучении работ по эмбриологии приходится сожалеть о том, что в них часто изображается изолированный мозг, содержащий ряд изгибов и складок. Но мозг не изолирован, он развивается внутри мезенхимальной оболочки. Он прикреплен к внутренней поверхности оболочки, и его рост влияет на мезенхиму. Фактически, мозг создает ряд складок и распорок внутри мезенхимальной оболочки, которые в итоге станут дуральными перегородками (рис. 3.9, 3.10).

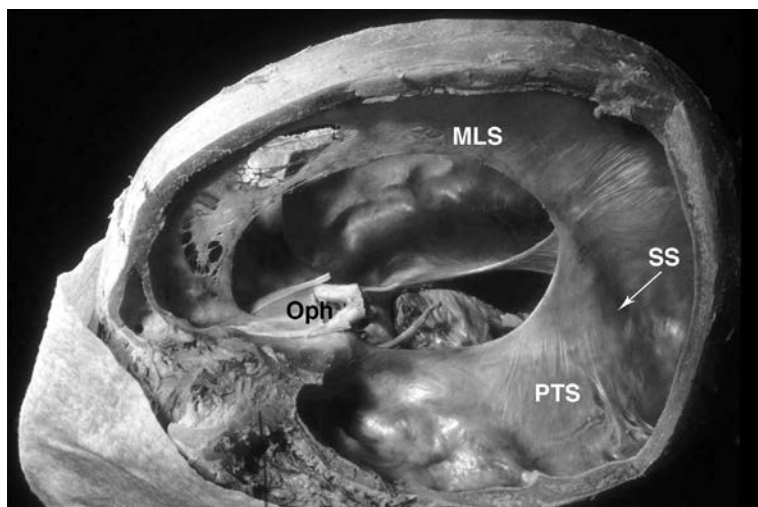


Рис. 3.9. Череп взрослого человека с удаленной нервной тканью (вид сверху сзади). Перекрест зрительного нерва (Oph) сохранен. Указан прямой синус (SS). Дуральные перегородки или внутричерепные оболочки не повреждены. Можно видеть непрерывность между срединной продольной перегородкой (MLS — серп мозга) и задней поперечной перегородкой (PTS — намет мозжечка). Такое расположение создается С-образным движением развивающейся нервной трубки и повторяет ее силуэт (сравните с предыдущим рисунком). Публикуется с разрешения Willard & Carreiro Collection

ГЛАВА ШЕСТАЯ

6

Гастроинтестинальная система

СОДЕРЖАНИЕ ГЛАВЫ

Введение	155
Анатомия развития	156
Гистологическое строение.....	158
Кровоснабжение.....	160
Регуляция гемодинамики	163
Анатомия лимфатической системы кишечника.....	165
Мотильность	166
Паттерны иннервации.....	168
Регуляторные пептиды.....	169
Регуляторные пептиды и рост кишечника	170
Регуляторные пептиды и пищеварение.....	170
Функция поджелудочной железы	172
Активация функции кишечника.....	174
Переваривание и всасывание.....	176
Кишечная стенка как защитный барьер.....	177
Иммунная функция слизистой оболочки кишечника .	179
Меконий.....	180
Заключение.....	181

ВВЕДЕНИЕ

Желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) тянется от рта до ануса. Это самая большая область человеческого тела, подверженная воздействию окружающей среды. Хотя его основная роль

заключается в переваривании и всасывании питательных веществ, желудочно-кишечный тракт задействован также в эндокринных и иммунных механизмах. При рождении эти функции в лучшем случае рудиментарны. Отлучение от груди и переход к твердой пище — первая важная веха в послеродовом периоде созревания кишечника. Способность переваривать и извлекать питательные вещества из твердой пищи — многогранный процесс, в котором задействованы моторные, секреторные, иммунные, эндокринные и абсорбционные механизмы. Поскольку функция кишечника — сложная деятельность, зависящая от возраста, на нее может влиять множество факторов. Развитие и проявления заболеваний кишечника также будут зависеть от уровня его созревания. Очевидный пример — частое срыгивание. Если у маленьких детей это нормальное явление, то подросток не будет относиться к этому с таким же благодушием. Диагностика и лечение расстройств желудочно-кишечного тракта у детей лучше всего обеспечивается пониманием каждой из его различных функций, последовательности их развития и возможных патологий, которые могут на них повлиять. Эта глава дает основу для изучения нормальной функции ЖКТ. Общие проблемы будут рассмотрены в главе 14.

АНАТОМИЯ РАЗВИТИЯ

Подробное описание анатомии и развития желудочно-кишечного тракта можно найти в работах Moore (2007) и Standring (2004).

Кишечник человека возникает в виде 4-миллиметровой трубки на четвертой неделе беременности и к моменту родов достигает длины 400 см. Зрелый кишечник состоит в основном из висцеральных гладких мышц, за исключением терминальных концов, проксимального отдела пищевода и ануса, где поперечнополосатая мускулатура позволяет осуществлять сознательный контроль. Первичный кишечник формируется в результате разрастания эмбрионального диска. На очень ранних сроках беременности средняя кишка и ее брыжейки удлиняются и выступают в пупочную кишку. Затем, в 6 недель, кишечник начинает процесс ротации и миграции, который завершается к 20 неделе беременности, когда кишечник ориентирован в положение взрослого человека. Многие аномалии этого процесса несмертельны, но могут привести к множеству врожденных нарушений, начиная от заворота до мальротации, грыжи и омфалоцеле. На ранней стадии поджелудочная железа, печень и желчный пузырь развиваются как зачатки из эмбри-

онального кишечника. Их положение и общая морфология изменятся в течение следующих нескольких недель. К 6 неделе печень участвует в кроветворении, а к 9 на нее приходится 10% веса плода (Moore, 2007).

В первые недели гестации желудочно-кишечный тракт состоит из нескольких слоев простого эпителия. К концу первого триместра просвет пищевода реканализируется и выстлан мерцательным эпителием, тонкая кишка — столбчатым и ворсинчатым, а по всей длине кишечника начинает появляться мышечный слой, который играет важную роль в координации эффективной моторики кишечника.

Пищевод развивается на ранних этапах жизни плода, когда первичная передняя кишка разделяется на трахею и пищевод. Это сложный процесс, и существует несколько врожденных аномалий, которые могут возникнуть, если все пойдет не по плану. Неполное разделение пищевода и трахеи может привести к атрезии пищевода и/или трахеопищеводному свищу (рис. 6.1). Они могут возникнуть вместе, а могут по отдельности. При наличии свища пища и секреты могут попадать в трахею, что ведет к удушью и асфиксии. Пищевод доношенного ребенка составляет примерно 10 см в дли-

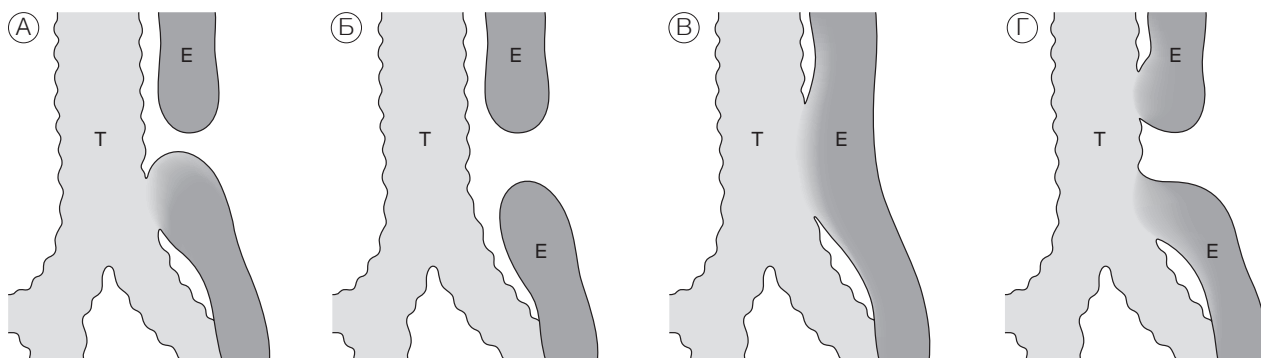


Рис. 6.1. Схема четырех наиболее распространенных типов трахеопищеводных аномалий. Т — трахея; Е — пищевод. Тип (А) — наиболее распространенная, приблизительно в 85%. Имеется свищ между трахеей и дистальным отделом пищевода с полной атрезией верхнего отдела пищевода. Тип (Б) и (В) по частоте примерно одинаковы, 5—10%. В типе (Б) нет свища, а в типе (В) нет атрезии. Тип (Г) наиболее редкий

ну и будет расти со скоростью 6 мм в год, пока не достигнет своей взрослой длины 32—50 см (Boyle, 1992; Pelot, 1995). Основная роль пищевода — передача пищи из глотки в желудок. На каждом конце пищевода имеется функциональный сфинктер. В норме пищевод расслаблен, а сфинктеры сокращены. Верхний сфинктер пищевода состоит из перстно-глоточной мышцы и появляется к 32 неделе гестации. Нижний сфинктер — это функционально компетентный участок дистального отдела пищевода, размером 3—4 см у взрослого, который способен сокращаться и генерировать силы, противодействующие обратному забросу пищи из желудка (Boyle, 1992; Pelot, 1995; Milla, 1996). Существование дискретной мышечной ткани сфинктера является спорным; однако наличие функционального сфинктера не подлежит сомнению (см. главу 14).

Площадь поверхности развитого желудочно-кишечного тракта примерно в 300 раз превышает его длину. Это достигается благодаря наличию соединительных вальвул, ворсинок и микроворсинок, главным образом в тонком кишечнике (Weaver, 1996). Эти изменения начинают развиваться в двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишках примерно на девятой неделе беременности. Формирование ворсинок происходит в краниокаудальном направлении (Weaver, 1996). Крипты и микроворсинки появляются между 10 и 12 неделями, еще больше увеличивая площадь внутрипросветной поверхности. Морфология и концентрация ворсинок отличаются в трех отделах тонкой кишки. Больше всего их в тощей кишке. Здесь ворсинки длинные и тонкие. В двенадцатиперстной и подвздошной кишках ворсинок меньше. В двенадцатиперстной кишке ворсинки короткие и блоковидные, в подвздошной — более пирамидальные. Между ворсинками лежат крипты Либеркюна, места активности стволовых клеток и расположения

эндокринных клеток, которые секретируют регуляторные полипептиды.

Внутренние органы желудочно-кишечного тракта подвешены и покрыты тонкой серозной оболочкой, называемой брюшиной. Окончательное положение кишечника развивается после серии сложных событий, но достаточно сказать, что эмбриональный кишечник начинает развитие внутри первичной брюшины, а затем, в процессе роста, вращения и сокращения, оказывается покрытым брюшиной и подвешенным к ней (Moore, 2007). Чтобы представить это, можно рассматривать брюшину как мешок внутри брюшной полости. Некоторые органы брюшной полости, такие как печень и желудок, вдавливаются в заднюю стенку мешка и покрываются тонким слоем мембраны, называемой висцеральной брюшиной. Эти органы считаются внутрибрюшинными. Другие органы, такие как почки и поджелудочная железа, лежат у задней брюшной стенки, вне брюшины, и эти органы называются забрюшинными (рис. 6.2).

Ряд дорзальных брыжеек отделяет внутренние органы от задней брюшной стенки. Эти двоячные слои перитонеальной мембраны непрерывно связаны с брюшиной, окружающей органы. Две брыжейки называются сальниковыми складками. Большой сальник подвешен к нижней части желудка и верхней поверхности поперечной ободочной кишки. Он складывается вдвое, образуя покров брыжейки, покрывающий желудочно-кишечный тракт (рис. 6.3А). Когда большой сальник сгибается вдвое, он образует сальниковую сумку между желудком и толстой кишкой. Сверху слои большого сальника непрерывны с брюшиной желудка и двенадцатиперстной кишки. Внизу они сливаются с поперечной ободочной кишкой. Малый сальник подвешен от нижней поверхности диафрагмы между долями печени к желудку. Это двойной слой брюшины, который разделяется при достижении желудка и охватывает орган

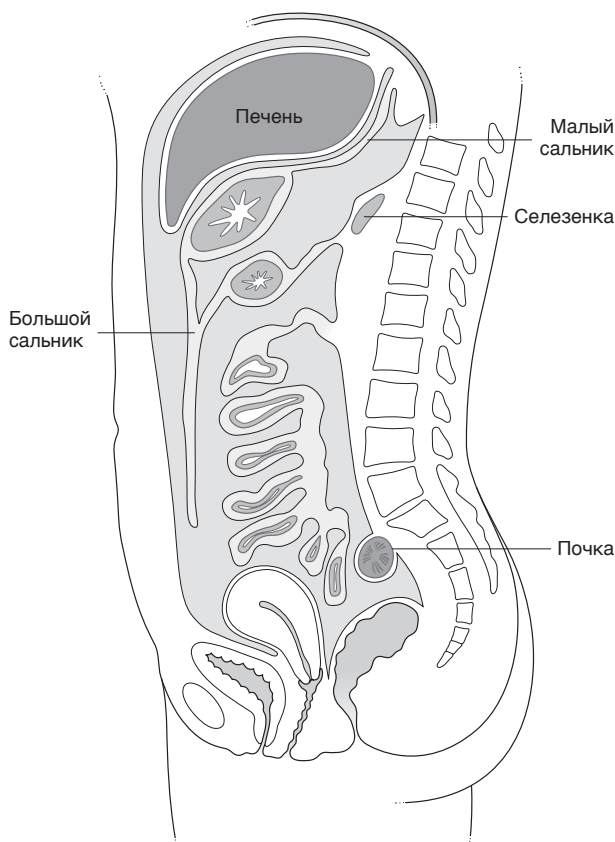


Рис. 6.2. Схема расположения дорзальных брыжек. Внутрибрюшинное пространство показано в виде центральной затемненной области. Отмечены большой и малый сальник. Обратите внимание, что почка и селезенка лежат дорзально по отношению к брюшине и не окутываются ею

(рис. 6.3Б). Сальник содержит жир, кровеносные сосуды, нервы и лимфоидные клетки, особенно макрофаги. В случае инфекции или травмы большой сальник часто отгораживает пораженную область, защищая остальные внутренние органы. В связи с этим многие хирурги называют сальник пластырем кишечника.

Две другие дорзальные брыжейки отделяют оставшуюся часть тонкой кишки и сигмовидной кишки от задней брюшной стенки. В обоих случаях органы окружены брюшиной, а брыжейки несут кровеносные сосуды, нервы, лимфатические каналы и узлы. Восходящая и нисходящая ободочная кишка находятся забрюшинно.

ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

В целом желудочно-кишечный тракт состоит из трех слоев: слизистой оболочки, подслизистого слоя и слизистой оболочки, однако на всем протяжении имеются различия. Фактически, общая и гистологическая морфология каждого участка желудочно-кишечного тракта изменяется в зависимости от его функции. Например, пищевод приспособлен исключительно для прохождения пищи, и в этом органе не происходит ни пищеварения, ни всасывания. Следовательно, его полость представляет собой гладкую трубку, выстланную реснитчатым эпителием без секреторных желез. В отличие от желудка, который занимается растворением крупных частиц пищи. Внутренняя часть желудка покрыта ямками, содержащими слизистые, главные и париетальные клетки. Вся слизистая оболочка желудка, включая ямки, выстлана простым столбчатым секреторным эпителием. Париетальные клетки в слизистой желудка выделяют ионы водорода и хлорид для поддержания кислотности в желудке. Это необходимо для правильного функционирования мощного желудочного фермента пепсина, который секретируется главными клетками. Слизистая поверхность желудка защищена от этой высококислотной среды слизистым слоем, секретируемым клетками шейки. Ингибирование секреторной активности шейчных клеток может привести к гастриту и язве.

Тонкий кишечник в основном участвует в расщеплении, переваривании и всасывании пищевых продуктов. Это орган, усеянный клетками, участвующими в секреторных и иммунорегуляторных процессах. Поверхность слизистой оболочки организована в крипты и складки, последние из которых увенчаны ворсинками. Ворсинки покрыты щеточной каймой из микроворсинок, участвующих во всасывании. Сама слизистая оболочка состоит из многочисленных и разно-