

ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России
Институт подготовки медицинских кадров
Кафедра детской хирургии с курсом анестезиологии
и реаниматологии

ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ СКОЛИОЗА У ДЕТЕЙ

О.Б. Челпаченко, К.В. Жердев,
М.М. Лохматов, С.П. Яцык

Учебное пособие

Рекомендовано Координационным советом по области образования
«Здравоохранение и медицинские науки» в качестве учебного пособия для
использования в образовательных учреждениях, реализующих основные
образовательные программы высшего образования подготовки кадров высшей
квалификации по специальности ординатуры:

31.08.16 «Детская хирургия».
(протокол № 067 от 16.02.2023 г.)

УДК 616.711-007.55-07-085(075.8)

ББК 57.334.582.5-4-5я73-1

Д44

Рецензенты:

Выборнов Д.Ю. — профессор кафедры детской хирургии ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, доктор медицинских наук.

Поддубный И.В. — заведующий кафедрой детской хирургии лечебного факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, доктор медицинских наук, профессор.

Д44 Диагностика и лечение сколиоза у детей: учеб. пособие / О.Б. Челпаченко, К.В. Жердев, М.М. Лохматов, С.П. Яцык. М. : Деловая полиграфия, 2023. — 100 с. — (Информационные материалы / ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России).

ISBN 978-5-6049909-0-2

В учебном пособии представлены современные данные о диагностике и лечении сколиоза для врачей детских хирургов. Подробно изложены особенности анатомии и биомеханики позвоночника, вопросы этиологии и патогенеза сколиотической деформации позвоночника, клиническая картина, методы обследования, консервативное и оперативное лечение врожденного и приобретенного сколиоза грудного и поясничного отделов позвоночника. Рассмотрены показания и противопоказания к различным методам лечения в возрастном аспекте.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования подготовки кадров высшей квалификации по программе ординатуры, по специальности: 31.08.16 «Детская хирургия». Может быть рекомендовано для слушателей программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки.

ISBN 978-5-6049909-0-2



9 785604 990902

УДК 616.711-007.55-07-085(075.8)

ББК 57.334.582.5-4-5я73-1

© ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, 2023

© О.Б. Челпаченко, К.В. Жердев, М.М. Лохматов, С.П. Яцык, 2023

КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ

Челпаченко О.Б., д.м.н., профессор кафедры детской хирургии с курсом анестезиологии и реаниматологии института подготовки медицинских кадров ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России

Жердев К.В., д.м.н., профессор кафедры детской хирургии с курсом анестезиологии и реаниматологии института подготовки медицинских кадров ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России

Лохматов М.М., д.м.н., профессор кафедры детской хирургии с курсом анестезиологии и реаниматологии института подготовки медицинских кадров ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России

Яцык С.П., д.м.н., профессор, член-корр. РАН, заведующий кафедрой детской хирургии с курсом анестезиологии и реаниматологии института подготовки медицинских кадров ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ДЦП** — детский церебральный паралич
- КТ** — компьютерная томография
- МРТ** — магнитно-резонансной томографии
- НК** — недостаточность кровообращения
- НМИЦ** — Национальный медицинский исследовательский центр
- СБ** — сколиотическая болезнь
- ФВД** — функция внешнего дыхания
- ФЖЕЛ** — форсированная жизненная емкость легких
- ФК** — функциональный класс
- C7PL** — C7-plumb line
- EOS** — early-onset scoliosis
- GLL** — global lumbar lordosis
- GMFCS** — Gross Motor Function Classification system
- HVR** — hemivertebra resection
- PI** — pelvic incidence
- PT** — pelvic tilt
- SS** — sacral slope
- ТК** — thoracic kyphosis
- SVA** — sagittal vertical axis, или вертикальная сагиттальная ось
- VCR** — vertebral column resection

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
ГЛАВА 1	
Понятие о сколиозе. Современные представления об этиологии и патогенезе	9
ГЛАВА 2	
Сколиотическая болезнь	29
ГЛАВА 3	
Баланс туловища	46
ГЛАВА 4	
Врожденный сколиоз	56
ГЛАВА 5	
Инфантильные и ювенильные сколиозы	76
ГЛАВА 6	
Эндоскопическое обеспечение трудной интубации трахеи	84
Заключение	87
Тестовые задания	88
Ответы на тестовые задания	92
Список литературы	93

Введение

Материал, изложенный в учебном пособии «Диагностика и лечение сколиоза у детей», позволит специалисту наиболее квалифицировано выполнять трудовые функции в рамках профстандарта 02.031 (врач — детский хирург), согласно которому врач должен проводить медицинское обследование детей в целях выявления хирургических заболеваний, устанавливать диагноз в амбулаторных и стационарных условиях, назначать лечение детям с хирургическими заболеваниями, контролировать его эффективность и безопасность, планировать и проверять эффективность медицинской реабилитации детей с хирургическими заболеваниями, в том числе при реализации индивидуальных программ реабилитации или абилитации инвалидов, оказывать паллиативную медицинскую помощь детям с хирургическими заболеваниями, проводить медицинские экспертизы в отношении детей, проводить и контролировать эффективность мероприятий по профилактике и формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения. Данное учебное пособие также содержит необходимые знания для осуществления врачебной деятельности согласно профстандарту 02.031 (врач — детский хирург), а именно: общие вопросы организации оказания медицинской помощи детскому населению с врожденными и приобретенными сколиотическими деформациями позвоночника, вопросы организации профилактических мероприятий, клинические рекомендации и протоколы лечения, в том числе высокотехнологичной медицинской помощи детям с деформациями позвоночника.

Проблема деформаций позвоночника является одним из важнейших разделов клинической вертебродологии, которая к настоящему времени, несмотря на большое количество попыток, так и не выделена в самостоятельную специальность. Поэтому вертебродология остается проблемой на «стыке» многих специальностей: детской хирургии, травматологии-ортопедии, нейрохирургии и др. По данным С.В. Колесова (2014), в США с населением

около 300 млн примерно 500 тыс. человек имеют потребность в хирургическом лечении по поводу деформации позвоночника, при этом известно, что в США работают около 4000 спинальных хирургов. Экстраполируя эти данные на население РФ, среди российского населения численностью около 150 млн потребность в подобном оперативном лечении составляет около 250 тыс. человек. В настоящее время в нашей стране только около 30 специалистов, специализирующихся на деформациях позвоночника. Учитывая, что наибольшая частота выявления сколиоза приходится на детский и подростковый возраст, данная проблема для детских хирургов имеет высокую актуальность.

Патологию позвоночника можно условно подразделить на 6 основных групп: нарушения осанки, сколиозы, кифозы, спондилолистезы, врожденные деформации, травмы позвоночника. Из них неструктуральными деформациями являются только нарушения осанки, которые можно подразделить на следующие виды: нормальная, сутулость, лордотическая, кифотическая, выпрямленная (плоская или *spina plata*).

Наиболее распространенным видом структуральных деформаций позвоночника является сколиоз. Сколиозом принято называть боковое искривление позвоночника с обязательной ротацией тел позвонков, характерной особенностью которого является прогрессирование, связанное с возрастом и ростом ребенка. Причем современные представления о биомеханике позвоночника базируются на идее, что основной компонент деформации позвоночника при сколиозе находится не во фронтальной, а в горизонтальной плоскости.

С точки зрения биомеханики любая деформация позвоночника формируется при наличии нестабильности хотя бы одного позвоночного двигательного сегмента. Под позвоночным двигательным сегментом (ПДС) принято понимать 2 смежных позвонка и межпозвонковый диск между ними. Таким образом, деформация позвоночника имеет две особенности трехмерного формирования и мобильности: на уровне позвоночника, в целом — движение и смещение одного позвонка относительно другого, то есть патологическая анатомия деформации и ее прогрессирования; и на уровне отдельно взятого тела позвонка

в 3D-пространстве — как результат влияния деформации позвоночника на организацию и мобильность тела позвонка.

Сколиоз, как любая деформация позвоночника, может приводить к дисбалансу позвоночного столба во фронтальной, сагиттальной и аксиальной плоскостях. Это приводит к тому, что даже неврологически «здоровые» пациенты могут утратить способность к ходьбе из-за прогрессирующего болевого синдрома.

Известно, что при тяжелых формах сколиоза вследствие трехплоскостной деформации позвоночника возникает деформация ребер и грудной клетки, изменяется ее форма и нарушается нормальное взаиморасположение органов и систем всего организма. При этом отмечают изменения не только со стороны анатомии, но и функций всех органов и систем, в той или иной степени выраженности. Таким образом, в настоящее время необходимо говорить о наличии патологического симптомокомплекса, присутствующего у больных с тяжелыми формами сколиоза, что заставляет нас рассматривать сколиоз не только в качестве деформации позвоночника, а как сколиотическую болезнь (СБ) организма в целом.

Деформации позвоночника у детей являются серьезной медицинской и социально значимой проблемой для современной медицины. Наиболее тяжелые деформации грудной клетки, в подавляющем большинстве случаев, связаны с наличием СБ — заболеванием, развивающимся в результате соединительнотканной дисплазии и наследственно обусловленного дефекта синтеза коллагена, при котором сколиоз (сложное многоплоскостное искривление позвоночника) является основным, но не единственным симптомом. Социальная значимость СБ определяют ростом числа больных, ограничением жизнедеятельности: около 50% больных нетрудоспособны, отмечают раннюю инвалидизацию больных (до 12% к 28 годам).

В учебном пособии приведены принципы диагностики и лечения сколиоза у детей различной этиологии. Настоящее учебное пособие позволит детским хирургам, ортопедам и нейрохирургам расширить свои знания в диагностике и лечении данной патологии, что способствует своевременному оказанию квалифицированной помощи данной категории пациентов.

ГЛАВА 1

Понятие о сколиозе. Современные представления об этиологии и патогенезе

1.1. Терминология

Согласно данным общества SOSORT (международное научное общество по ортопедическому и реабилитационному лечению сколиоза), «сколиоз» — это общий термин, включающий гетерогенную группу состояний, заключающихся в изменении формы и положения позвоночника, грудной клетки и туловища. Гиппократ в своих трудах говорил о «вывихе позвоночника», объединяющем все отклонения позвонков. Гален впервые определил «сколиоз» (skolios, что означает «искривленный») как аномальное боковое искривление позвоночника [1].

«Структурный сколиоз» следует отличать от «постурального», который представляет собой искривление позвоночника, в отечественной литературе его принято называть «нарушением осанки». При рентгенологическом исследовании при постуральном сколиозе отсутствует структуральная деформация позвонков, а выявляемое боковое отклонение оси позвоночника является следствием привычного положения тела в пространстве. При этом постуральный сколиоз может быть вторичным по отношению к известным экстраспинальным причинам (например, укорочение нижней конечности или асимметрия тонуса паравертебральных мышц, контрактура суставов нижних конечностей и т. д.). Постуральная деформация частично уменьшается или полностью исчезает после устранения основной причины (например, в положении лежа).

Таким образом, среди неструктуральных сколиозов принято выделять следующие нозологические формы: постуральный, истерический, анталгический, воспалительный, вторичный сколиоз на почве укорочения нижней конечности, вторичный сколиоз на почве контрактуры тазобедренного сустава.

Термин «идиопатический сколиоз» был введен Samuel Kleinberg (1922). Его применяют ко всем больным, у которых не могут найти конкретное заболевание, вызвавшее деформацию; на самом деле это происходит у внешне здоровых детей и может прогрессировать в зависимости от множества факторов в любой период роста скелета. Согласно этому определению, идиопатический сколиоз имеет неизвестное происхождение и является мультиэтиологическим заболеванием. Практически всегда сколиоз проявляется солитарной деформацией, но при дальнейшем исследовании могут быть выявлены другие значимые субклинические признаки. Идиопатический сколиоз был описан как торсионная деформация позвоночника. Торсия является обязательным компонентом идиопатического сколиоза и представляет собой структуральную деформацию позвонка в аксиальной плоскости, анатомически проявляется «скручиванием» позвонка вокруг своей оси (рис. 1).

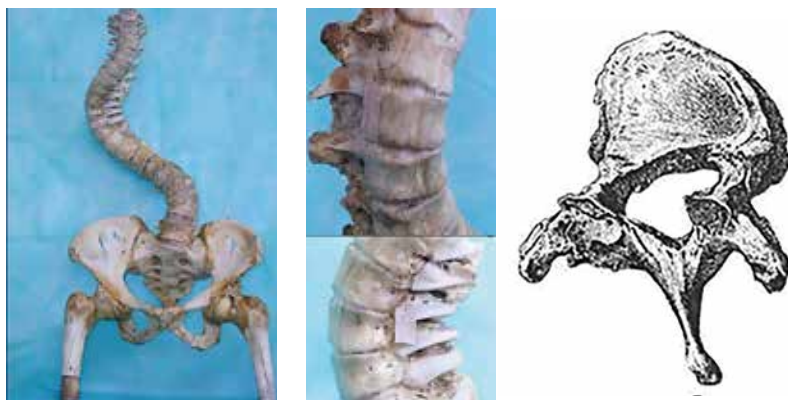


Рис. 1. Анатомический препарат позвоночника с идиопатическим сколиозом

Наиболее распространенным в современной литературе определением сколиоза является следующее: многоплоскостная деформация позвоночника с преимущественным искривлением во фронтальной плоскости с ротацией и торсией тел позвонков.

1.2. Классификация сколиоза.

Этиология и патогенез врожденного и приобретенного сколиоза

Классификация структуральных сколиозов по этиологии (Lonstein, 1985) выглядит следующим образом:

I. Идиопатические, которые принято классифицировать по возрасту дебюта деформации позвоночника.

А. Инфантильные (от 0 до 3 лет):

1. Саморазрешающиеся.
2. Прогрессирующие.

Б. Ювенильные (от 3 до 10 лет).

В. Подростковые (старше 10 лет).

II. Нейромышечные

А. Нейропатические.

1. На почве поражения верхнего мотонейрона:

- 1) церебральный паралич;
- 2) позвоночно-мозжечковая дегенерация:
 - а) болезнь Фридрейха (Friedreich);
 - б) болезнь Шарко — Мари — Тье (Charcot — Marie — Tooth);
 - в) болезнь Руси — Леви (Roussy — Levy);

3) сирингомиелия;

4) опухоль спинного мозга;

5) травма спинного мозга;

6) другие причины.

2. На почве поражения нижнего мотонейрона:
 - 1) полиомиелит;
 - 2) другие вирусные миелиты;
 - 3) травма;
 - 4) позвоночно-мышечные атрофии:
 - а) болезнь Верднига — Хоффмана (Werdnig — Hoffmann);
 - б) болезнь Кюгельберга — Веландера (Kugelberg — Welander);
 - в) миеломенингоцеле (паралитическое).
 3. Дизаутономия, или синдром Райли — Дэй (Riley — Day).
 4. Другие.
- Б. Миопатические:
1. Артрогриппоз.
 2. Мышечная дистрофия.
 3. Врожденная гипотония.
 4. Дистрофическая миотония.
 5. Другие.

III. Врожденные

- А. Нарушения формирования:
1. Клиновидный позвонок.
 2. Полупозвонок.
- Б. Нарушения сегментации:
1. Односторонние.
 2. Двусторонние.
- В. Смешанные аномалии.

IV. Нейрофиброматоз

V. Мезенхимальная патология

- А. Синдром Марфана (Marfan).
- Б. Синдром Элерса — Данло (Ehlers — Danlos).
- В. Другие.

VI. Ревматоидные заболевания

- А. Ювенильный ревматоидный артрит.
- Б. Другие.

VII. Травматические деформации

- А. После перелома.
- Б. После хирургического вмешательства:
 - 1. Постламинэктомические.
 - 2. Постторакопластические.

VIII. На почве контрактур внепозвоночной локализации

- А. После эмпиемы.
- Б. После ожогов.

IX. Osteохондродистрофические

- А. Диастрофический дварфизм.
- Б. Мукополисахаридоз (например, болезнь Моркио (Morquio)).
- В. Спондилоэпифизарная дисплазия.
- Г. Множественная эпифизарная дисплазия.
- Д. Ахондроплазия.
- Е. Другие.

X. На почве остеомиелита

XI. Метаболические нарушения

- А. Рахит.
- Б. Несовершенный остеогенез.
- В. Гомоцистинурия.
- Г. Другие.

XII. На почве патологии пояснично-крестцового сочленения

- А. Спондилолиз и спондилолистез.
- Б. Врожденные аномалии пояснично-крестцового сочленения.

XIII. На почве опухоли

А. Позвоночного столба:

1. Остеоид-остеома.
2. Гистиоцитоз Х.
3. Другие.

Б. Спинного мозга (см. нейромышечные сколиозы).

До настоящего времени не существует единого мнения относительно этиологии сколиоза. Выдвигалось множество гипотез, некоторые из которых безнадежно устарели, в частности «школьный» сколиоз. Многочисленные исследования вертебральных и паравертебральных структур (тела позвонков, межпозвоночные диски, связочный аппарат, мышцы) позволили выявить ряд морфологических изменений, в частности смещение пульпозного ядра в выпуклую сторону сколиотической дуги, однако выявленные изменения не позволяют утверждать, что они являются первопричиной развития сколиоза, а не ее следствиями.

Не менее популярна гормональная теория развития сколиоза. В нашей стране одним из основоположников является М.Г. Дудин (1993), он исследовал уровень содержания остеотропных гормонов прямого действия (кальцитонин, паратицин, соматотропный и кортизол). Выявлено, что при прогрессирующем сколиозе отмечается повышение содержания гормонов, обладающих эффектом «+костная ткань», — кальцитонина и соматотропного гормонов. При непрогрессирующих сколиозах выявлено высокое содержание кортизола и паратиринина, которые обладают эффектом «минус костная ткань». В результате чего возникла теория о том, что позвоночник растет под влиянием двух основных систем: нервной и эндокринной. Повышение продукции гормонов «+костная ткань» стимулирует рост позвоночника, что создает неблагоприятные условия для спинного мозга. Вследствие такого дисбаланса позвонки компенсаторно скручиваются (или формируется торсия), и далее, согласно закону Hueter — Volkman, формируется сколиотическая дуга. Данный

закон гласит, что при увеличении нагрузки рост костной ткани замедляется, при ее уменьшении — наоборот, ускоряется.

Причины сколиоза ищут также во врожденных или приобретенных нарушениях строения позвонков. У пациентов с данным типом деформации обычно отмечают такие сопутствующие аномалии, как асимметричное строение ствола головного мозга, нарушение чувствительности и равновесия, нарушение функции тромбоцитов и коллагена. Роль генетических факторов в развитии аксиальных нарушений позвоночника также подчеркивают и подтверждают доказанным наследственным характером сколиоза, при этом исследователи предполагают наследственное нарушение структуры и функции эстрогеновых рецепторов. Именно с этим многие авторы связывают преобладающую численность девочек по отношению к мальчикам в соотношении 3:1. Многие авторы указывают, что причиной сколиоза являются системные нарушения, в том числе нарушение синтеза мукополисахаридов и липопротеинов. Примерно в 20% случаев сколиоз является вторичным по отношению к другому патологическому процессу. Остальные 80% составляет идиопатический сколиоз.

В 1990-х гг. группа исследователей под руководством Ж. Дюбуссе предположила, что сколиоз развивается в результате нарушения синтеза мелатонина. Они вызвали искривление позвоночника у кур с помощью пинеалэктомии (удаления шишковидной железы, которая, в свою очередь, является источником мелатонина в организме), а позже устранили дефицит мелатонина, чтобы обнаружить снижение частоты сколиоза у животных. Machida (1981) сообщил о снижении уровня мелатонина в сыворотке крови у девочек с быстро прогрессирующим идиопатическим сколиозом. Его открытие в 2009 г. было подвергнуто сомнению другими авторами, которые не обнаружили различий между уровнями мелатонина у девочек со сколиозом и в здоровой контрольной группе. В настоящее время мелатонину приписывают лишь ограниченную роль в патогенезе сколиоза. Возможную роль мелатонина в этиологии сколиоза также обсуждают в связи с возрастом наступления менархе в разных географических широтах. Согласно более поздним

исследованиям, кальмодулин может нарушать уровень мелатонина. Киндсфатер с соавт. (1994) оценивали уровни кальмодулина, чтобы определить риск прогрессирования искривления. На основании этих исследований стало понятно, что мелатонин играет второстепенную роль в спонтанном возникновении сколиоза. Это следствие взаимодействия с кальмодулином — белком, имеющим рецепторы для ионов кальция и, таким образом, способным влиять на сократительную способность скелетных мышц; его также можно обнаружить в тромбоцитах крови (уровень в тромбоцитах был выше у пациентов со скоростью прогрессирования сколиоза более 10° в течение 12 мес).

В настоящее время наиболее признанной теорией возникновения идиопатического сколиоза признана генетическая. Вместо термина «идиопатический», сколиоз в нашей стране часто заменяют на «диспластический». Это связано с тем, что при исследовании обмена веществ в соединительной ткани у детей с диспластическим синдромом и у детей с идиопатическим сколиозом выявлен идентичный характер метаболизма.

Идиопатический сколиоз может развиваться в детском и подростковом возрасте. Чаще всего он появляется в периоды «скачков» роста — в первые месяцы жизни, как правило, между 6 и 24 месяцами; в возрасте от 5 до 8 лет наблюдают «скачок» роста, а в период полового созревания отмечают наиболее важный и быстрый «скачок» роста в возрасте от 11 до 14 лет жизни. Прогрессирование деформации позвоночника отмечают, как правило, в начале полового созревания. Таким образом, этиология сколиоза до конца не выяснена. Исходя из разнообразия мнений о развитии идиопатического сколиоза, можно предположить многофакторное происхождение.

Сведения о распространенности пороков развития позвоночника в популяции практически отсутствуют и, как правило, упоминаются лишь при оценке структуры врожденной патологии скелета либо при определении доли врожденных деформаций в структуре сколиозов. Сопоставление официальных данных статистики, сведений о распространенности идиопатического (диспластического) сколиоза и приведенных выше данных о частоте врожденных деформаций позволяет ориентиро-

вочно определить число пациентов с этой патологией. По данным Государственного комитета по статистике, в 2006 г. общее число детей в возрасте от 0 до 17 лет в Российской Федерации составило 28 202 500. Средний показатель частоты сколиозов в детской популяции (9%) позволяет определить, что 2 530 000 детей и подростков имеют сколиотическую деформацию позвоночника. Условно считая долю врожденных сколиозов в структуре сколиозов у детей равной 2,5%, можно утверждать, что ориентировочное абсолютное число пациентов с данной патологией в России должно составлять 63 250 человек [2].

К врожденным деформациям позвоночника относят группу искривлений, в формировании которых ведущая роль принадлежит аномалиям позвонков. Степень выраженности и количество вовлеченных позвоночных двигательных сегментов определяют прогноз прогрессирования врожденной сколиотической деформации позвоночника. Из аномалий формирования наиболее значимыми прогностическими признаками бурного прогрессирования являются: односторонние множественные полупозвонки, лежащие на вершине дуги (вероятность — 100%); исходная величина дуги более 50° (100%); индекс прогрессирования более 0,95 — отношение угла основной дуги к углу клиновидности порочного позвонка на вершине (80%); патологическая ротация по pedicle-методу II степени и выше (80%); альтернирующие позвонки, удаленные друг от друга более чем на три сегмента (75%); исходная величина дуги от 30 до 50° (70%); индекс активности полупозвонка более 2,35 (70%) [3]. К сколиозогенным нарушениям сегментации относят: формирование блока из трех и более позвонков, особенно тяжелые деформации возникают при субтотальном блокировании какого-либо отдела позвоночника. Взаимосвязь между числом заблокированных позвонков и неблагоприятным прогнозом прогрессирования иллюстрирует индекс асимметрии роста: высокая степень асимметрии (более 3,0) сопровождается нарастанием деформации от 4 до 8° в год: такие пороки уже к моменту рождения ребенка сопровождаются деформацией в 45 – 70° , а дальнейшее прогрессирование делает их через несколько лет практически инкурабельными. Не менее значимой является величина угла

деформации при первичном осмотре пациента; если она превышает 40° , то скорость прогрессирования также находится в пределах от 4 до 8° в год. Выявление смешанных, взаимно отягчающих пороков развития говорит о неблагоприятном прогнозе «естественного течения» врожденного сколиоза.

Остальные этиологические формы сколиозов по этиологической классификации в своем «естественном» течении зависят от тяжести и прогноза основного заболевания, которое послужило причиной формирования сколиотической деформации позвоночника.

1.3. Клиническое обследование пациента со сколиотической деформацией позвоночника

Клиническое обследование пациента со сколиозом включает сбор жалоб и анамнеза, осмотр. При сборе жалоб необходимо обращать внимание на наличие косметического дефекта, утомляемость после длительного нахождения в положении стоя или сидя, боли в спине при осевых и физических нагрузках. В анамнезе заболевания необходимо выяснять сроки выявления деформации, темпы и динамику ее прогрессирования, предшествующее лечение, его эффективность, наличие или отсутствие вторичных половых признаков, семейный анамнез.

Осмотр пациента необходимо начинать спереди — с оценки отклонения туловища от линии отвеса (по отвесу, который прикладывают к яремной вырезке грудины). Далее определяют асимметрию надплечий, грудных желез и высоту треугольников талии; отклонение пупка от линии отвеса, расстояние от линии отвеса до сосков справа и слева, расстояние от мечевидного отростка до верхних подвздошных остей. Осмотр со спины выполняют по линии отвеса, опущенного от остистого отростка С7 позвонка и оценивают следующие топографические ориентиры: соотношение межъягодичной складки и линии отвеса, отклонение вершины дуги деформации, симметрию и высоту

стояния лопаток (по отношению к горизонтальной плоскости); наличие поперечных кожных складок на туловище, сформированных из-за деформации позвоночника. Затем выполняют пальпацию паравертебральных мышц с целью оценки их тонуса и степени развитости. Важным элементом ортопедического осмотра является выполнение теста Адамса (в положении стоя, с наклоном пациента вперед с опущенными руками). Данный клинический тест позволяет оценить форму реберной деформации (пологая или остроконечная), измерить ее высоту, глубину западения ребер на вогнутой стороне деформации. Осмотр сбоку позволяет оценить степень сформированности физиологических изгибов позвоночника, наличие или отсутствие признаков сагиттального баланса туловища при приложении отвеса к козелку (он должен проходить на уровне большого вертела бедренной кости). Осевая тракция за голову пациента в положении стоя позволяет клинически определить мобильность деформации.

При клиническом осмотре пациента с деформацией позвоночника необходимо оценивать перекос таза, амплитуду движений суставов нижних конечностей, оси нижних конечностей, неравенство их длины (путем измерения сантиметровой лентой абсолютной и относительной длин конечностей), наличия деформации стоп. Оценка неврологического статуса целесообразно проводить совместно с врачом-неврологом. У пациентов с нейрогенной деформацией позвоночника оценивают степень и паттерн поражения мышц. У пациентов со спастическими формами ДЦП — уровень сформированности больших моторных функций по GMFCS, паттерн спастичности, в том числе проводят комплекс тестов, позволяющих оценить спастичность мышц.

Схема клинического осмотра пациентов с деформацией позвоночника представлена на рис. 2. Красными линиями и стрелками указаны основные топографические ориентиры туловища, их асимметрии и смещения относительно друг друга, деформация грудной клетки, клинические признаки фронтального дисбаланса в виде перекоса таза и смещения линии отвеса во фронтальной плоскости.

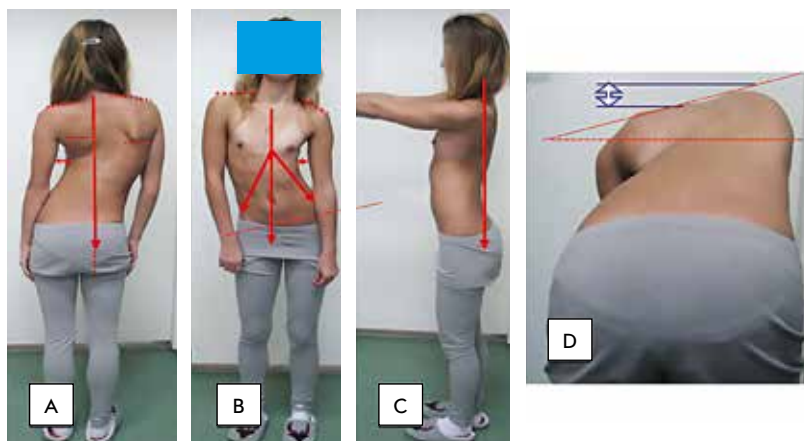


Рис. 2. Клиническое обследование осмотра пациента: сзади (А), спереди (В), сбоку (С), тест Адамса (D)

Шаблон написания локального статуса пациента

Локальный статус пациентки: телосложение (пропорциональное, диспропорциональное), шейный лордоз (усилен, сглажен, болезненный, б\болезненный при пальпации). Грудной кифоз (нормальный, сглажен, усилен). Остистые отростки болезненны при пальпации на уровне _____, б/б. Поясничный лордоз (сглажен, усилен). Надплечья: на одном уровне, правое выше (ниже) на ___ см. Лопатки: норма, гипоплазия (правой / левой), высокое стояние (правой / левой), крыло-видная (правая / левая), подвижные, фиксированные. Нижний угол левой выше / ниже правой на ___ лет. Треугольники талии симметричные, сглажены, выражены, асимметричные (углублен _____). Паравертебрально мышечный валик слева в _____ отделе, справа в _____ отделе, валика — нет. Напряжены и болезненны мышцы (шейно-затылочные, лестничные, трапецевидные, паравертебральные в грудном, поясничном отделах, ягодичные, грудные). Грудная клетка бочкообразная, плоская, нормальная, килевидная, воронкообразная (_____ степени). Ось позвоночника: откло-

нена вправо / влево в грудном / поясничном отделе, S-образно искривлена, не отклонена. Движения головы: наклоны назад / вперед _____, влево / вправо _____, вращение влево / вправо _____. Наклоны туловища: назад _____, вперед _____, влево / вправо _____. Данные измерений: относительная длина конечностей. Стопы: нормальные, приведены передние отделы, супинированы, косолапость, plano-вальгусная, эквинусная деформация (фиксированная, нефиксированная), полая, плоскостопие (продольное, поперечное, смешанное, _____ степени). Гипермобильность в суставах да__ нет__.

1.4. Лучевые методы обследования пациентов с деформациями позвоночника

На основании лучевых методов исследования при деформациях позвоночника оценивают локализацию, степень, форму деформации, ее мобильность, индивидуальные анатомические особенности, что позволяет проводить полноценное предоперационное планирование и прогнозирование степени хирургической коррекции.

На стандартных обзорных и прицельных рентгенограммах в прямой проекции выявляют: наличие, форму и локализацию стратегически важных позвонков, включенных в деформацию (апикальные, нейтральные); степень тяжести и протяженность деформации позвоночника во фронтальной плоскости; степень формирования или «зрелости» спондилодеза в случае ранее перенесенных оперативных вмешательств или наличия аномалий развития при врожденных деформациях позвоночника. Оценка угла сколиотической деформации производят по Cobb после предварительной идентификации нейтральных и вершинных позвонков для каждой из имеющихся сколиотических дуг. Угол деформации оценивают при пересечении касательных или опущенных от них перпендикуляров по верхней замыкательной пластинке верхнего нейтрального

позвонка и нижней замыкательной пластинке нижерасположенного нейтрального позвонка. Первой степени тяжести сколиотической деформации соответствует деформация до 9° , второй — до 24° , третьей — от 25 до 74° и четвертой — свыше 75° . По прямым рентгенограммам в ортостатическом положении также анализируют состояние баланса туловища. Основным признаком прогрессирования деформации позвоночника является нарастание угла деформации, которое фиксируют в динамике по данным спондилограмм. При отсутствии подобного личного архива рентгенограмм, прогнозирование прогрессирования деформации выполняют с учетом величины угла деформации в ортостатическом положении (по методу Cobb) на основании теста Риссера, который оценивают по степени зрелости апофиза гребня крыла подвздошной кости, как показано на рис. 3. Окостенение гребня крыла подвздошной кости происходит в направлении спереди — назад. Крыло подвздошной кости делится на 4 равные части. Отсутствие признаков оссификации (Риссер — 0) соответствует самому высокому потенциалу роста скелета, а следовательно — самому высокому потенциалу прогрессирования деформации. Риссер — 5 свидетельствует об окончании роста скелета, а следовательно — о низком потенциале прогрессирования деформации. Однако необходимо помнить, что заверченный рост скелета не отменяет прогрессирование имеющейся деформации в будущем, особенно это касается пациентов с нейрогенными деформациями.

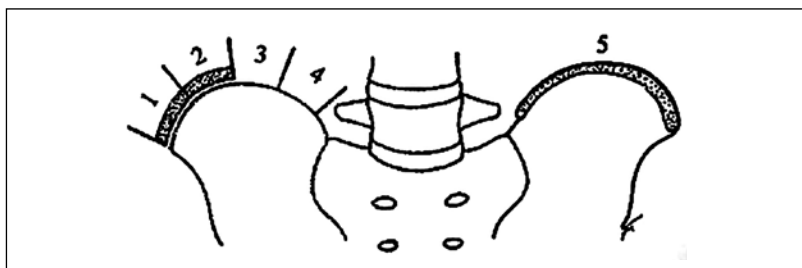


Рис. 3. Тест Риссера

По боковым рентгенограммам оценивают сагиттальный профиль позвоночника: анализируют параметры сагиттальной деформации, выраженность физиологических изгибов позвоночника, состояние сагиттального баланса туловища. Обзорные рентгенограммы позволяют также выявить индивидуальные анатомические особенности, которые необходимо учитывать при планировании оперативного вмешательства.

С целью выявления динамических характеристик деформации позвоночника и последующего планирования протяженности металлофиксации выполняют функциональные спондилограммы, в частности bending тест (с боковыми наклонами туловища или со сгибанием и разгибанием при преобладании деформации в сагиттальной плоскости) с целью определения мобильности деформации позвоночника, определения наличия и степени сращения элементов позвоночника, выявления признаков нестабильности не только в сегментах, включенных в деформацию, но и позвоночных двигательных сегментах (ПДС) в выше и ниже расположенных отделах позвоночника. Одним из важных показателей стабильности позвоночника является индекс стабильности по А.И. Казьмину (1961), который рассчитывают как отношение угла деформации в положении лежа к углу деформации в положении стоя. При ригидных деформациях индекс стабильности приближается к единице, а при мобильных он составляет 0,7 и менее. Данный показатель целесообразно применять у пациентов с диспластическими сколиозами для определения тактики лечения, в частности для обоснования необходимости выполнения передней мобилизации позвоночника и как маркер потенциала прогрессирования деформации: чем выше индекс стабильности, тем ниже потенциал прогрессирования деформации, и наоборот. Исследование мобильности деформации у пациентов с нейрогенными сколиозами позвоночника показало, что чем выше мобильность деформации позвоночника, тем более выражены дыхательные нарушения.

Клинический пример выполнения функциональной спондилографии продемонстрирован на рис. 4 и 5.

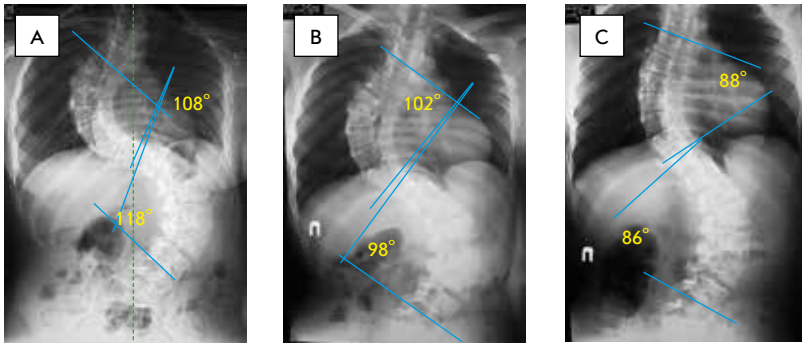


Рис. 4. Функциональные прямые спондилограммы стоя (А), лежа (В) и с вытяжением, или тракционный тест (С). Индекс стабильности по Казьмину = 0,95. Тест Риссера — 3

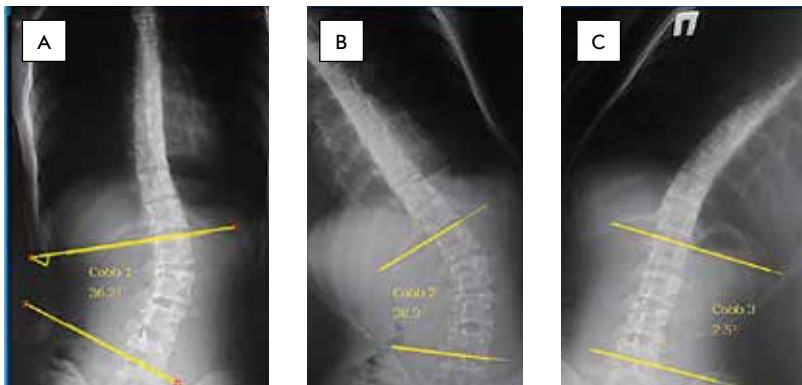


Рис. 5. Функциональные спондилограммы с выполнением bending теста: лежа (А), с наклоном туловища вправо (В) и с наклоном влево (С)

Компьютерная томография (КТ) с мультипланарной реконструкцией являлась обязательной составляющей предоперационного планирования хирургической коррекции деформации позвоночника. КТ проводится с целью выявления индивидуальных анатомических особенностей, планирования нюансов уста-

новки и уточнения необходимых размеров металлоимплантов, выявления стеноза позвоночного канала на вершине деформации и исключения наличия интраканальных новообразований или аномалии развития позвоночного канала. КТ позволяет оценить состояние дугоотростчатых суставов, наличие костных сращений между элементами позвоночника. При тяжелых деформациях позвоночника в ряде случаев КТ дополняют миелографией. Контрастирование дурального мешка выполняют для детальной визуализации патологических изменений в позвоночном канале, связанных с тяжелой деформацией позвоночника. Миелография проводят с использованием водорастворимого контраста «Омнипак» или «Визипак», который вводят путем выполнения люмбальной пункции в L3–L4, L4–L5 промежутках с проведением ликвородинамических проб Стуккея и Квекенштедта для контроля состояния ликвородинамики. В положении лежа с приподнятым тазовым концом на лежащей каталке пациента транспортируют в рентгенологическое отделение, где выполняют стандартные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях, а при необходимости — функциональные (в положении сгибания и разгибания, или боковыми наклонами туловища). Затем пациента транспортируют в кабинет КТ. Необходимо отметить, что КТ с миелографией выполняют по показаниям, когда по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) выявляют признаки компрессии невральных структур, что продемонстрировано на рис. 6. В данном случае КТ с миелографией выполняли, поскольку по данным МРТ выявлено сужение переднезаднего размера спинного мозга на вершине деформации со смещением его кпереди.

МРТ — единственный метод, позволяющий визуализировать спинной мозг на всем протяжении в ортогональных плоскостях, выявлять его компрессию костными структурами, отек, кровоизлияние или дегенерацию. МРТ позволяет уточнить состояние мягких тканей: дисков, связок и их патологические изменения и/или повреждения. Использовать данные МРТ и КТ возможно с целью косвенной оценки ригидности деформации (по состоянию межпозвонковых дисков, связочных структур и дугоотростчатых суставов).

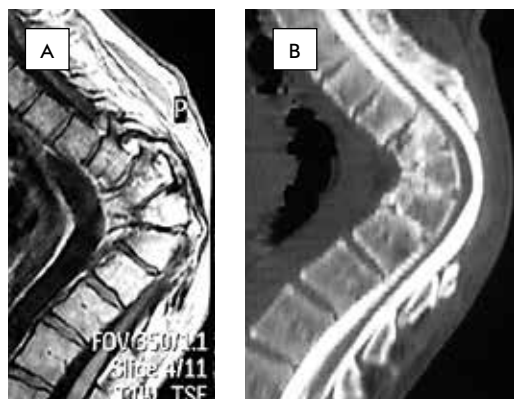


Рис. 6. Магнитно-резонансная томограмма (А), миелография с компьютерной томографией (В)

Суперселективная спинальная ангиография

Ангиографическое исследование позволяет выявить особенности индивидуального спинального кровообращения у пациентов с тяжелыми деформациями позвоночника. Его выполняют по строгим показаниям: наличие грубой деформации позвоночника, локализация которой совпадает с наиболее вероятным расположением источников кровоснабжения спинного мозга; запланированное выполнение 3-колонных остеотомий позвоночника (для выявления взаимоотношения вершины деформации и крупных сосудов, в том числе участвующих в кровообращении спинного мозга); наличие аномалий развития позвоночника. Известно, что у больных с тяжелыми деформациями позвоночника имеется собственная индивидуальная организация спинального кровоснабжения, которая существенно влияет на принятие решения о тактике оперативного лечения. Она зависит от типа спинального кровообращения, взаимоотношения анатомии спинальных артерий к вершине деформации позвоночника, проходимости системы передней спинальной артерии, наличия и степени выраженности вертебротелулярного конфликта и коллатералей. На рис. 7

приведен пример выполнения аортографии и суперселективной ангиографии.

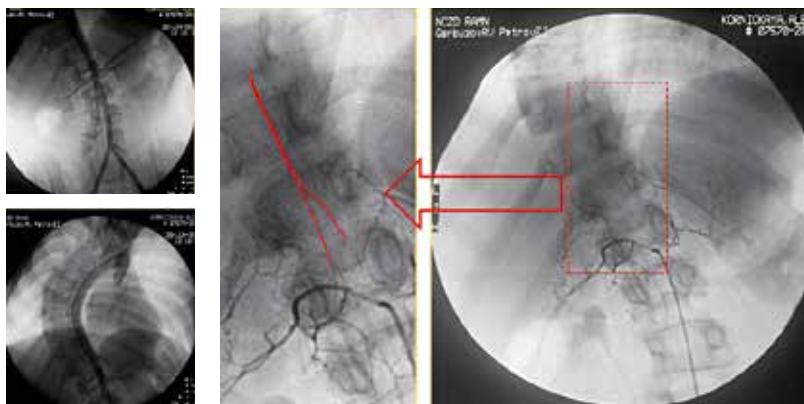


Рис. 7. Пример выполнения аортографии и суперселективной ангиографии пациентки, 11 лет, с диагнозом: «Нейрогенный правосторонний грудной кифосколиоз IV степени, декомпенсированный. Аномалия развития пояснично-крестцового отдела позвоночника. Менингоградикулоцеле. *Spina bifida* L4–S5»

Состояние после оперативного лечения спинномозговой грыжи, отсечения фиксированной терминальной нити спинного мозга. Нижний вялый парапарез с нарушением функций тазовых органов (по типу недержания). По данным аортографии отмечено типичное расположение аорты в соответствии с деформацией позвоночника. При суперселективном исследовании сегментарных артерий на уровне L1 удалось контрастировать среднюю артерию Адамкевича, отходящую от правой поясничной артерии. От устья левой диафрагмальной артерии на уровне Th12 позвонка также контрастирует средняя артерия Адамкевича. Верхнюю и нижнюю артерии Адамкевича контрастировать не удалось вследствие их выраженной гипоплазии. Это позволило сделать вывод о наличии у пациентки магистрального типа спинального кровообращения. В связи

с выявленными особенностями индивидуального спинального кровообращения принято решение о двухэтапном оперативном лечении. Первый этап — наложение системы для гало-пельвик тракции с целью получения предварительной коррекции деформации во времени, для оценки динамики в неврологическом статусе и адаптации спинального кровообращения в условиях аксиального вытяжения позвоночника. Вторым этапом была запланирована дорсальная коррекция и фиксация деформации металлоконструкцией.

ГЛАВА 2

Сколиотическая болезнь

Известно, что многоплоскостные тяжелые деформации позвоночника различной этиологии сопровождаются деформацией грудной клетки, что приводит к дистопии органов средостения [5]. Этот феномен способствует нарушениям со стороны внутренних органов, в первую очередь со стороны дыхательной и сердечно-сосудистой систем, обуславливая раннюю инвалидизацию и сокращение продолжительности жизни [6]. Наличие реберно-позвоночного горба и деформация грудной клетки ведут к ослаблению и асимметричному нарушению функции мышц туловища, уменьшению объема полости груди, появлению дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточности [7]. Наиболее тяжелые деформации грудной клетки в подавляющем большинстве случаев связаны с формированием сколиотической болезни (СБ) — заболеванием, развивающимся в результате соединительнотканной дисплазии и наследственно обусловленного дефекта синтеза коллагена, при котором сколиоз (сложное многоплоскостное искривление позвоночника) является основным, но не единственным симптомом. При тяжелых формах развивается патологический симптомокомплекс со стороны внутренних органов, называемый СБ организма в целом [9]. Деформации позвоночника являются частым симптомом различных нервно-мышечных заболеваний [10, 11]. Помимо сформированной вторичной деформации грудной клетки и дистопии ее органов, при нервно-мышечных сколиозах часто имеет место нарушение иннервации дыхательной мускулатуры, что существенно ухудшает функцию внешнего дыхания.

Наибольшее негативное влияние сколиоза на жизненно важные органы проявляется в отношении сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Один из патогенетических механизмов нарушения дыхания и кровообращения — механи-

ческое (компримирующее) воздействие деформированной грудной клетки. Известно, что наиболее тяжело протекает сколиоз грудного отдела позвоночника, который приводит к тяжелым вторичным деформациям грудной клетки. У этих больных формируется реберный горб на выпуклой и западение ребер на вогнутой стороне искривления. Веерообразное расширение и уменьшение межреберных промежутков по выпуклой и вогнутой сторонам искривления, соответственно, приводят к ослаблению межреберных мышц и ограничению подвижности ребер в акте дыхания. Высокое стояние куполов диафрагмы и ее косое расположение приводят к уменьшению объемов грудной полости. Все это способствует повышению внутригрудного давления [13]. Нарушения биомеханики дыхания и кислородная задолженность не компенсируются даже значительной гипервентиляцией легких, достигающей при 4 степени сколиоза 300%. В свою очередь, рестриктивные и обструктивные нарушения у больных сколиозом ведут к изменению функционального состояния сердечно-сосудистой системы в связи с развитием легочной гипертензии, гипертрофии и дилатации правых отделов сердца [14]. При клиническом обследовании больных с грудным сколиозом было выявлено развитие гипертрофии миокарда и дилатации полости правого желудочка, существенно нарастающих при 3–4 степени СБ, увеличение легочного сопротивления и среднего гемодинамического давления в легочной артерии, что свидетельствует о формировании легочной гипертензии в малом круге кровообращения у пациентов с выраженной сколиотической деформацией позвоночника. Наряду с нарушением гемодинамики в малом круге кровообращения у больных грудным сколиозом подросткового возраста выявлено нарушение системного кровотока, связанного со срывом адаптационных механизмов, прогрессивное уменьшение ударного объема, минутного объема сердца на фоне увеличения частоты сердечных сокращений, снижения среднего гемодинамического давления и повышения сопротивления как в малом, так и большом круге кровообращения. Выраженные нарушения кардиогемодинамики у подростков с тяжелым быстро прогрессирующим

сколиозом могут служить дополнительным показанием для хирургической коррекции сколиотической деформации позвоночника. Со стороны сердца при деформациях грудной клетки, в зависимости от ведущего патогенетического механизма, условно выделяют торакодиафрагмальный синдром. Вариантами торакодиафрагмального легочного сердца являются астенический, констриктивный и псевдостенотический. Сдавление и дистопия сердца в результате деформации грудной клетки приводит к нарушению диастолического наполнения его полостей, прежде всего правого желудочка. Смещение и ротация сердца ведут к перекручиванию легочной артерии и сужению ее просвета. Наряду с повышением давления в малом круге кровообращения, связанным с гиповентиляцией участков легких, симпатической гиперфункцией, сопутствующей бронхолегочной патологией и гипоксией, эти изменения повышают нагрузку на правые отделы сердца с последующим развитием торакодиафрагмального синдрома [15].

Неотъемлемой составляющей гемодинамических нарушений является сосудистый синдром, который характеризуется поражением артерий эластического типа:

- идиопатическое расширение стенки с формированием мешотчатой аневризмы; поражением артерий мышечного и смешанного типов: бифуркационно-гемодинамические аневризмы, долихоэктазии — удлиненных и локальных расширений артерий, патологической извитостью вплоть до петлеобразования;
- поражением вен (патологическая извитость, варикозное расширение вен верхних и нижних конечностей, геморроидальных и других вен);
- телеангиоэктазиями;
- эндотелиальной дисфункцией.

Изменения сосудов сопровождаются повышением тонуса в системе крупных, мелких артерий и артериол, уменьшением объема и скорости наполнения артериального русла, снижением венозного тонуса и избыточным депонированием крови в периферических венах. Сосудистый синдром, как правило, манифестирует в подростковом и молодом возрасте, прогрессируя с увеличением возраста пациентов. В тоже время, по дан-

ным Т.И. Кадуриной, к диагностически значимым критериям дисплазии соединительной ткани относят следующие сосудистые аномалии:

- нарушения архитектоники сосудов;
- аномальное расположение ветви / ветвей воротной вены;
- атипичное количество (в норме — 3);
- пограничное расширение / расположение печеночных вен.

Механизм формирования расширения печеночных вен представлен следующим образом: вторичная деформация грудной клетки, сформированная на почве структуральной деформации позвоночника, приводит к уменьшению объема грудной полости, смещению органов средостения и повышению внутригрудного давления, что, в свою очередь, способствует снижению эффекта присасывающего действия сердца [17, 18]. Увеличение диаметра печеночных вен часто сочетается с замедленным кровотоком по ним и свидетельствует о застойных явлениях в печени кардиального происхождения. Это, в свою очередь, приводит к формированию скрытой сердечной недостаточности на доманифестном уровне (НК-1, ФК-0). В то же время для детей с диспластическим статусом характерен сосудистый синдром, в основе которого лежит наследственно обусловленное нарушение метаболизма коллагена сосудистой стенки [19].

В совокупности данные изменения приводят к нарушению гемодинамики (застойным явлениям) в кавальной системе и сопровождаются расширением вен печени. В связи с вышеуказанными фактами, расширение печеночных вен рассматривают не только как маркер скрытой сердечной недостаточности, но и как один из наиболее ранних маркеров формирования СБ организма в целом. Не стоит забывать о том, что СБ — это заболевание, развивающееся в результате соединительно-тканной дисплазии и наследственно обусловленного дефекта синтеза коллагена, при котором сколиоз, то есть сложное многоплоскостное искривление позвоночника, является основным, но не единственным симптомом. Частота поражения внутренних органов при сколиотической болезни достигает 40–50% [20]. Установлено поражение кардиореспираторной, пищеварительной, мочевыводящей, нервно-мышечной и других систем. Наи-

более тяжело протекает сколиотическая болезнь на фоне грудного сколиоза, который сопровождается дисфункцией органов грудной клетки, а именно сердца и легких. Развитие легочной гипертензии и «кифосколиотического» сердца при тяжелых формах сколиоза приводит к декомпенсации кровообращения уже в молодом возрасте, значительно увеличивая летальность среди наиболее трудоспособной части населения. Средняя продолжительность жизни нелеченых больных тяжелыми формами сколиоза составляет 35–40 лет [21]. В связи с этим при СБ особое значение приобретает изучение нарушений в кардиореспираторной системе [22].

Научные исследования, выполненные на базе ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, продемонстрировали, что у пациентов с тяжелыми деформациями позвоночника (более 75° по Cobb) частота встречаемости расширения печеночных вен составляет 70,83%, у пациентов с деформациями позвоночника до 50° этот показатель составил 21,4%, и у пациентов диспластического фенотипа без деформаций позвоночника — 5%. Выявление расширенных печеночных вен у детей с деформациями позвоночника, находящихся на диспансерном наблюдении ортопедов и детских хирургов, позволит врачам первичного звена здравоохранения своевременно решать вопрос об изменении тактики ведения пациентов и оперативно направлять в специализированные лечебные учреждения для проведения ортопедо-хирургической коррекции деформаций позвоночника, что позволит предотвратить нарастание гемодинамических нарушений, обусловленных прогрессированием СБ.

Клинический пример продемонстрирован на рис. 8. Пациентка П., 15 лет, с диагнозом: «Ювенильный (диспластический) правосторонний грудной сколиоз IV степени». Госпитализирована в нейроортопедическое отделение ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России в 2016 г. По данным рентгенографии величина угла грудной дуги составила 114° по Cobb. По данным УЗИ отмечено расширение печеночных вен до 9,8 мм, с расширением НПВ до 24 мм, по ЭХО КГ выявлена регургитация на клапанах легочной артерии (+), регургитация на трикуспи-

дальном клапане, удлинение Евстахиевой заслонки НПВ, что позволило судить о признаках развития сердечной недостаточности. Это послужило дополнительным показанием к выполнению ортопедохирургической коррекции деформации позвоночника.

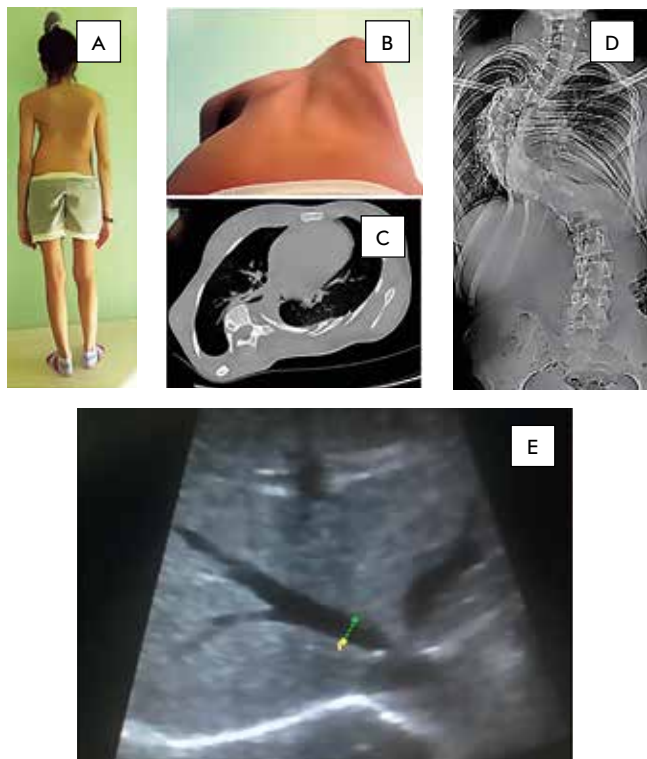


Рис. 8. Клинический пример пациентки с тяжелой деформацией позвоночника.

Примечания: А — внешний вид пациентки со спины; В — внешний вид пациентки с наклоном туловища вперед (тест Адамса), позволяющий судить о тяжести вторичной деформации грудной клетки; С — аксиальный срез компьютерной томографии (выраженная вторичная деформация грудной клетки с признаками дислокации органов средостения); D — спондилограмма в прямой проекции; E — УЗИ-картина — РПВ

Приведенный клинический пример демонстрирует, что при амбулаторном наблюдении за пациентом с прогрессирующей деформацией позвоночника целесообразно контролировать состояние печеночных вен по данным ультразвукового исследования. Наличие расширенных печеночных вен может служить поводом произвести комплексное обследование на предмет выявления иных признаков сколиотической болезни, ее своевременное выявление позволит вовремя принять решение о необходимости оперативного лечения.

Вторая часть проведенной научной работы была посвящена исследованию функции внешнего дыхания у пациентов с тяжелыми диспластическими и нейрогенными сколиозами. При этом данные ФВД сопоставляли с тяжестью и мобильностью сколиотической деформации.

Исследование функции внешнего дыхания (ФВД, спирометрия) выполняли для определения легочных объемов и скоростей воздушного потока в легких с целью оценки и последующей сравнительной характеристики нарушений вентиляционной функции легких у детей с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника. В ходе исследования измеряли и сопоставляли с должными значениями следующие показатели флоуметрии: форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ, % от должной величины), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1, л) в процентах от должной величины, пиковую скорость выдоха (ПСВ) в процентах от должной величины, мгновенная объемная скорость после выдоха 25, 50 и 75% ФЖЕЛ (МОС25, МОС50, МОС75, которая позволяет судить и проходимости крупных, средних и мелких бронхов).

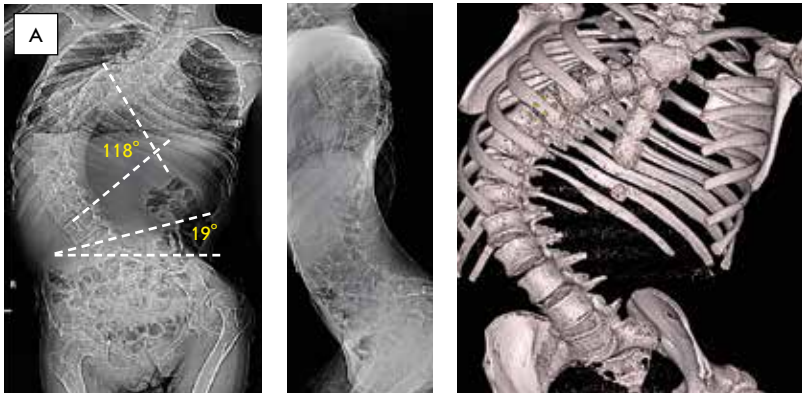
Установлена средняя теснота корреляции между величиной угла сколиотической дуги и выраженностью нарушения функции внешнего дыхания у пациентов с диспластическими деформациями ($r = 0,54$; $p < 0,001$) и более высокая зависимость у больных с нейрогенными сколиозами ($r = 0,67$; $p < 0,01$). Такая разница связана с исходной дисфункцией дыхательной мускулатуры у детей с нейрогенными сколиозами, а у детей с диспластическими деформациями функция внешнего дыхания длительное время может оставаться компенсированной.

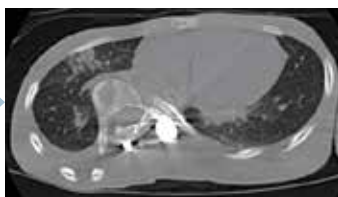
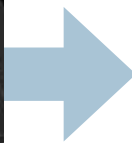
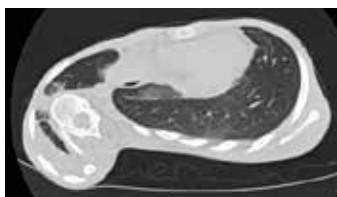
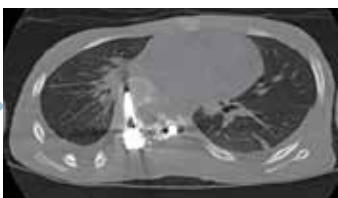
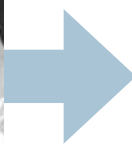
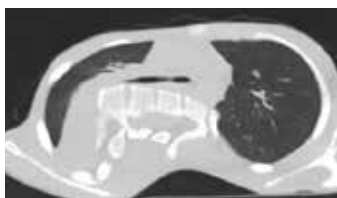
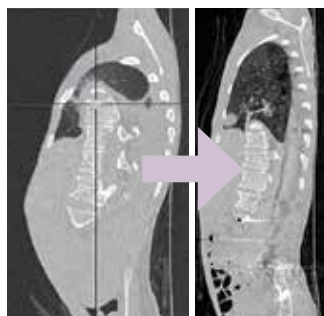
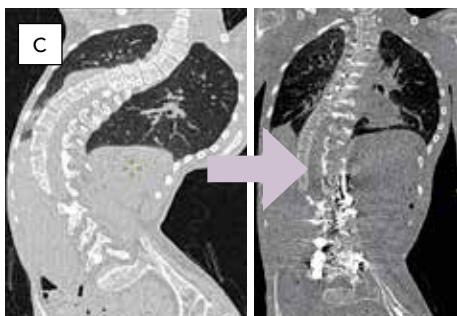
Исследование взаимосвязи между мобильностью сколиотической дуги и нарушением функции внешнего дыхания показало среднюю корреляцию у пациентов с диспластическими деформациями позвоночника ($r = 0,67$; $p < 0,01$) и высокую — у больных с нейрогенными сколиозами ($r = 0,88$; $p < 0,001$) Это позволило использовать индекс стабильности в качестве дополнительного критерия, определяющего показание к хирургической коррекции нейрогенных деформаций позвоночника.

С целью наглядной демонстрации влияния мобильной деформации представлен клинический пример оперативного лечения пациентки с тяжелой нейрогенной деформацией позвоночника (рис. 9).

Пациентка, 15 лет, с тяжелым нейрогенным сколиозом на фоне ДЦП, спастического тетрапареза, 5 уровень по GMFCS, бульбарный синдром. Из анамнеза: за 2 года до госпитализации выявлена деформация грудного отдела позвоночника. За счет выраженной спастичности мышц туловища с июля 2019 г. ребенок не мог самостоятельно сидеть. При попытке вертикализации (с целью приема пищи) отмечали снижение сатурации до 70. Пациентка была госпитализирована в отделение в плановом порядке для дообследования и решения вопроса о хирургической коррекции деформации позвоночника. Спустя 4 ч при очередной попытке вертикализации со стороны матери ребенка отметили развитие клиники острой дыхательной недостаточности, цианоз, снижение сатурации, которая не восстанавливалась в горизонтальном положении из-за спастичности мышц туловища. Дежурным хирургом пациентка переведена в отделение реанимации на ИВЛ. По данным лучевых методов исследования отметили грубую компрессию правого легкого за счет деформации позвоночника, 118° . Исключили наличие активного инфекционно-воспалительного процесса в легких. Данное состояние расценили как позднюю стадию сколиотической болезни с ателектазированием правого легкого и, как следствие, нарастающим нарушением вентиляционной функции легких. Провели консилиум с участием ведущих профильных специалистов. Решили выполнить оперативное вмешательство по жизненным показаниям. 6.02.2020 выполнена операция: задняя коррекция и позво-

ночно-тазовая фиксация позвоночника под контролем интраоперационной КТ-навигации. На вторые сутки после операции больную перевели на вспомогательный режим вентиляции легких. С 3 суток — самостоятельное дыхание. На 3 сутки перевели в отделение. На 5 сутки — вертикализировали в положении сидя. Сатурация — 97–98 без дополнительной дотации кислорода. По данным КТ через неделю после операции отметили значительное увеличение объема правого легкого. На рисунке представлены рентгенограммы, данные компьютерной томографии (КТ) и внешний вид пациентки до и после операции. По данным КТ: металлоимпланты стабильные, достигнута удовлетворительная степень коррекции (со 118 до 41° по Cobb, что составило 65,3%). Фото пациентки представлены лежа в реанимационном отделении (в день госпитализации) и в кресле-каталке (на 6 сутки после операции) и свидетельствуют о восстановленной возможности вертикализации пациентки.





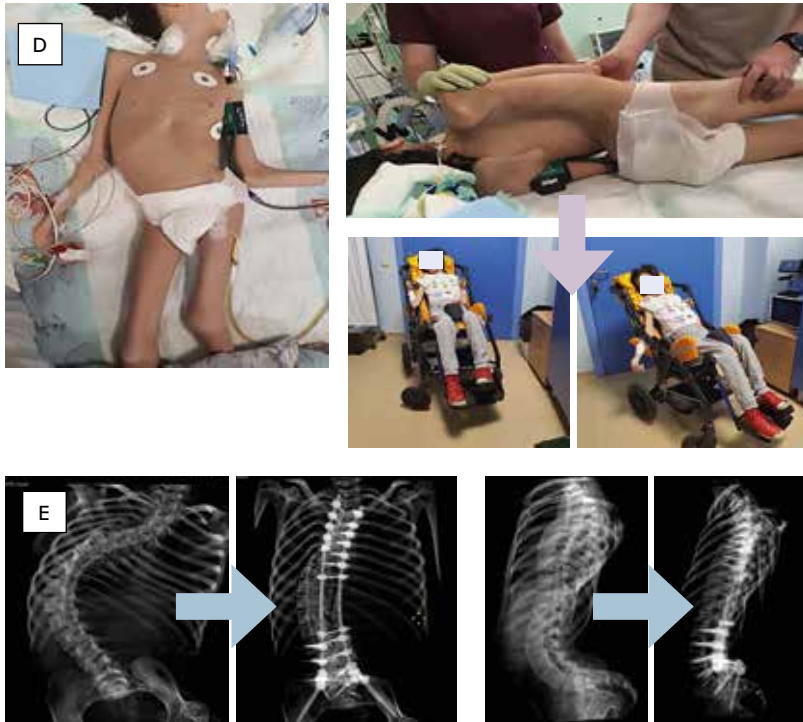


Рис. 9. Клинический пример пациентки с тяжелой нейрогенной деформацией позвоночника.

Примечания: А — данные рентгенографии и объемной реконструкции КТ до операции; В — вид операционной с интраоперационным компьютерным томографом и навигационной системой (позволяет осуществлять визуальный контроль имплантируемых элементов металлоконструкции); С — данные мультипланарной реконструкции КТ до и после проведенного оперативного лечения (до операции визуализируется ателектазированное правое легкое, после хирургической коррекции деформации позвоночника отмечается отчетливое увеличение объема правого легкого); D — внешний вид пациентки до операции (в реанимации на ИВЛ) и после оперативного лечения; E — объемная реконструкция КТ до и после операции (демонстрирует степень достигнутой коррекции деформации, удовлетворительное стояние всех элементов металлоконструкции)

В данном клиническом примере, ввиду прогрессирующего ухудшения состояния при госпитализации в отделение (в течение нескольких часов) и невозможности вертикализировать пациентку, попытки рентген-функционального исследования позвоночника не предпринимались. Определение ФВД не предполагалось из-за исходного затрудненного контакта с пациенткой (GMFCS V уровня, бульбарный синдром). Рентгенологического исследования мобильности деформации не выполнялось в виду прогрессирующего ухудшения соматического статуса. Учитывая нарастание клиники дыхательной недостаточности, оперативное лечение выполнили по жизненным показаниям. Операция выполнялась с применением контроля интраоперационного компьютерного томографа с навигационной станцией. Применение навигационных технологий, по мнению многих ортопедов-вертебрологов, удлиняет время оперативного вмешательства. Однако нужно отметить, что у находящегося на операционном столе пациента были тяжелые соматические нарушения. Оперативное вмешательство имело высокие, в том числе летальные риски. Удалось быстро установить металлоимпланты под контролем прямой визуализации с полной уверенностью в точности и безопасности. Время операции составило 4,5 ч. Данный клинический случай наглядно демонстрирует восстановление легочной вентиляции в виде значительного увеличения объема правого легкого по данным компьютерной томографии.

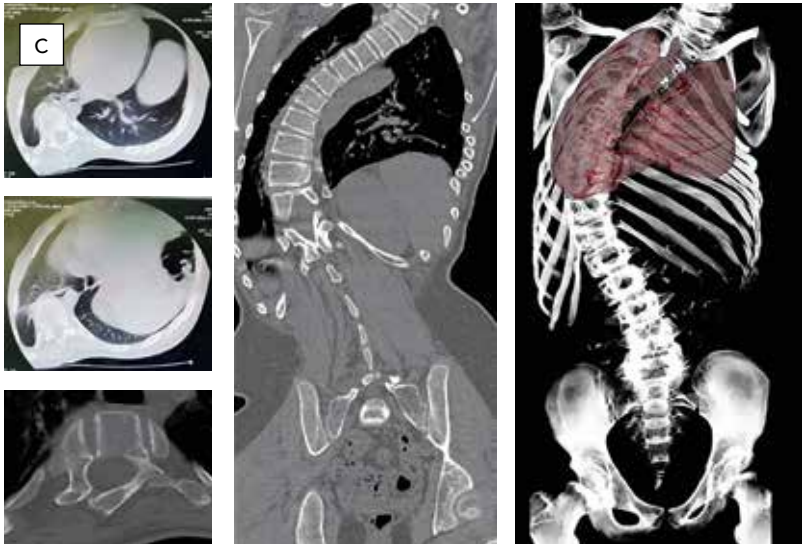
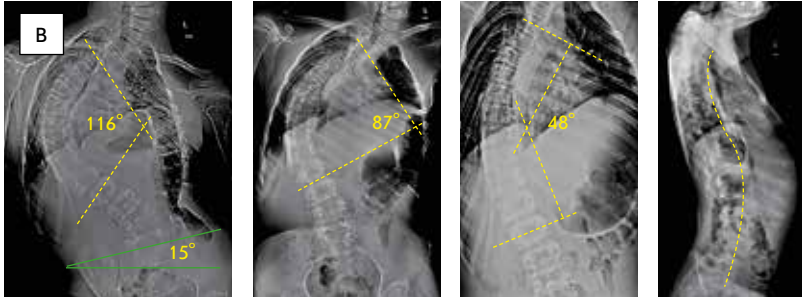
Следующий клинический пример также наглядно демонстрирует влияние деформации позвоночника и нарушения иннервации дыхательной мускулатуры вследствие имеющейся неврологической патологии на функцию внешнего дыхания (рис. 10).

Пациент, 15 лет, поступил с диагнозом: «Нервно-мышечный (паралитический) правосторонний грудной сколиоз IV степени, прогрессирующий на фоне перенесенного клещевого энцефалита (энцефалополиомиелитическая форма). Вялый тетрапарез». Из анамнеза: ранее развитие — без особенностей. За 5 лет до госпитализации в отделение пациент перенес клещевой энцефалит, энцефалополиомиелитическую

форму с тетрапарезом. В течение 17 дней находился в коме, 3 месяца — на трахеостоме, затем был деканюлирован. Получал курсы восстановительного лечения по месту жительства: ЛФК, массаж, корсетотерапию. Несмотря на проводимые комплексные реабилитационные мероприятия, за 2 последующих года деформация позвоночника прогрессировала. Вместе с тем нарастали явления дыхательной недостаточности, отмечали снижение толерантности к повседневным физическим нагрузкам, боли в грудном отделе позвоночника. Пациент после госпитализации в нейроортопедическое отделение с ортопедией НИИ Детской хирургии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» был клинически и рентгенологически дообследован. Клинически определяли тяжелую деформацию позвоночника и грудной клетки, перекос таза, нарушение походки. По данным рентгенографии стоя в прямой проекции угол основной правосторонней дуги по Cobb составил 116° , перекос таза — 15° , в положении лежа угол основной дуги 87° , индекс стабильности по А.И. Казьмину — 0,75, что свидетельствует о мобильности деформации позвоночника. По данным тракционного теста угол грудной дуги составил 48° . По данным КТ отметили компрессию правого легкого за счет правосторонней грудной сколиотической дуги, компрессию левого легкого за счет релаксации левого купола диафрагмы (на фоне центрального тетрапареза). Данные КТ полностью коррелируют с результатами исследования ФВД: ФЖЕЛ снижена до 29% от должных значений, ОФВ1 — до 31% от должных значений, это подтвердило наличие у пациента выраженного генерализованного нарушения проходимости бронхов, причем по бронхам всех калибров по рестриктивному типу. Пациенту выполнили двухэтапное оперативное лечение. Первым этапом выполнили наложение галоаппарата. Производилась гело-пельвик тракция во времени. После получения удовлетворительной степени предварительной коррекции деформации пациента взяли на второй этап — хирургический. Вторым этапом было запланировано выполнение дорсальной коррекции и фиксации деформации полисегментарной металлоконструкцией, задний спондилодез в условиях интраоперационной гало-пельвик

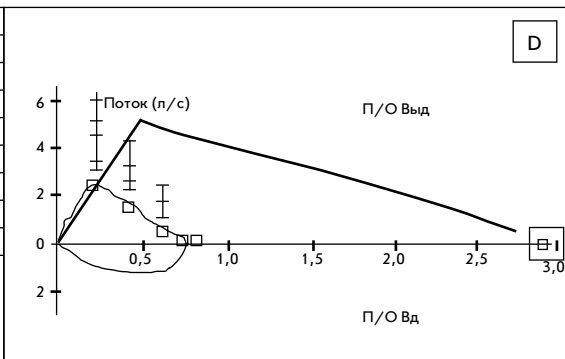
тракции и нейрофизиологического мониторинга. Пациента взяли на операцию. После выполнения анестезиологического пособия пациент был перевернут на живот. Через 2 мин констатировали остановку сердечной деятельности. Пациент был снова перевернут на спину, проводились реанимационные мероприятия, которые увенчались успехом. Пациент на ИВЛ перевели в реанимационное отделение. Наблюдали реаниматологи, кардиологи и кардиохирурги. Провели дополнительное кардиологическое обследование, которое не выявило никаких новых данных, в том числе данных, объясняющих произошедшую остановку сердечной деятельности. В течение недели пациента подготовили ко второму этапу оперативного лечения, которое запланировали произвести совместно с бригадой кардиоанестезиологов. Второй этап оперативного лечения выполнили без дополнительных технических трудностей. В результате оперативного лечения получили удовлетворительную степень коррекции деформации груднопоясничного отдела позвоночника. Восстановили баланс туловища во фронтальной и сагиттальной плоскостях.





№	Наименование	ДО
1	ФЖЕЛ(%Д)	29
2	ОФВ1(%Д)	31
3	ОФВ1/ФЖЕЛ(% Д)	108
4	ПСВ(%Д)	47
5	МОС25(%Д)	51
6	МОС50(%Д)	45
7	МОС75(%Д)	24
8	Динамика ОФВ1	

Значительно выраженное генерализованное нарушение бронхиальной проводимости. ФЖЕЛ значительно снижена. Ребенок не может сделать усилия на выдохе из-за заболевания.



D

П/О Вд

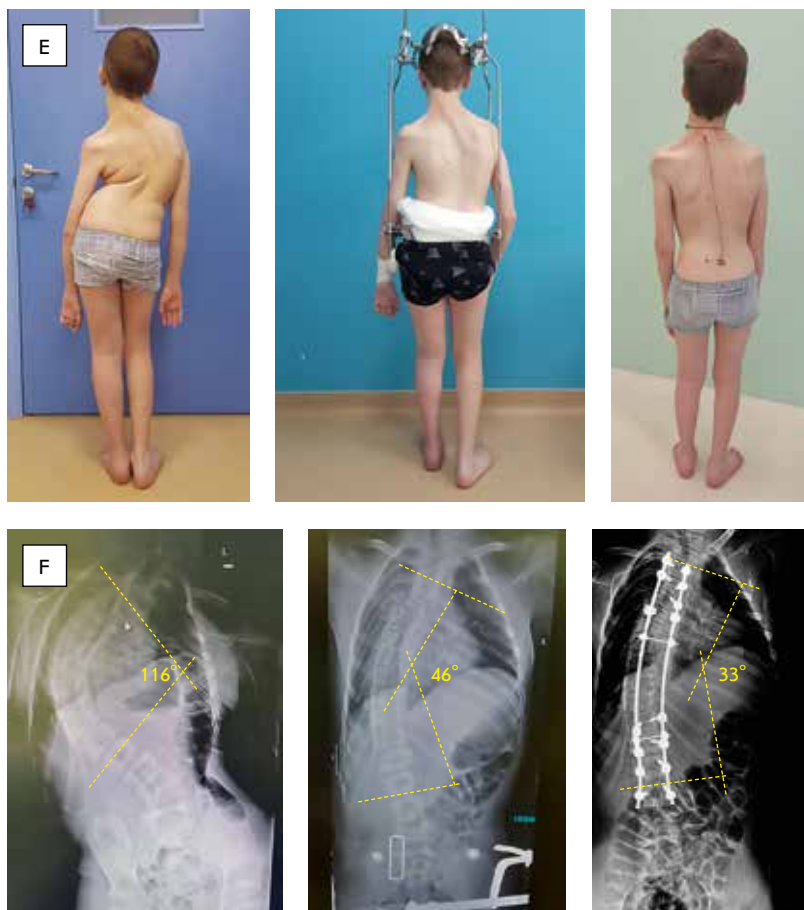


Рис. 10. Клинический пример пациента с тяжелой нейрогенной деформацией позвоночника.

Примечания: А — внешний вид пациента до оперативного лечения; В — исходные данные рентгенографии в положении стоя, лежа и с вытяжением в прямой проекции и боковой проекции в положении стоя; С — данные объемной реконструкции КТ до операции; D — протокол исследования ФВД; Е — динамика внешнего вида пациента до, после первого и второго этапов оперативного лечения; F — рентгенограммы до, после первого и второго этапов оперативного лечения

Вышеуказанные факты свидетельствуют о том, что динамическое наблюдение за пациентом с мобильной нейрогенной деформацией позвоночника рекомендуют осуществлять с применением позиционной пульсоксиметрии (измерение сатурации в вертикальном и горизонтальном положениях). Снижение сатурации в вертикальном положении (при клинически выраженном увеличении деформации при вертикализации пациента) может послужить одним из показаний к коррекции и стабилизации позвоночника.

Приведенные клинические наблюдения наглядно иллюстрируют необходимость комплексного мультидисциплинарного подхода к лечению пациентов с тяжелыми деформациями позвоночника, особенно это касается деформаций нервно-мышечной этиологии.

ГЛАВА 3

Баланс туловища

3.1. Понятие о концепции баланса туловища

Необходимо помнить, что лечение пациентов со сколиозом не сводят к градусам коррекции деформации позвоночника. Большинство медицинских руководств представляют таз и позвоночник как отдельные анатомические объекты, что является печальной практикой, не отражающей решающую и критическую роль, которую играет таз в формировании баланса туловища [23]. В 1975 г. известный французский ортопед Ж. Дюбуссе впервые ввел понятие «конус экономии», которое отражало способность позвоночного столба находить и регулировать свой баланс в трех плоскостях без внешней поддержки с минимальными энергозатратами для скелетных мышц. А в 1994 г. им была опубликована теория «тазового позвонка», которая послужила основой для проведения современных многочисленных исследований биомеханики позвоночно-тазового баланса [24].

Известно, что сагиттальный и фронтальный балансы туловища тесно связаны с качеством жизни как оперированных, так и неоперированных пациентов с патологией позвоночника. Деформации позвоночника оказывают прямое влияние на баланс туловища во фронтальной, горизонтальной и сагиттальной плоскостях [25]. Поскольку деформация развивается во всех трех плоскостях, изучение сколиотической дуги в горизонтальной плоскости становится все более распространенным [26]. Известно, что потеря поясничного лордоза и дегенерация межпозвонковых дисков во время старения приводят к увеличению нагрузки на межпозвонковые суставы. Компенсационные механизмы, которые включаются для поддержания вертикальной позы, подвергают изменениям глобальную форму позвоночника, что часто приводит к еще большему прогрессированию деформации позвоночника. Обзор

литературы показал тесную корреляцию между параметрами баланса туловища и болевым синдромом в спине [27].

Исследование деформаций позвоночника у детей и подростков должно основываться на ясном понимании биомеханической концепции позвоночника в соответствии с его трехмерным анализом, даже если деформация развилась в основном во фронтальной или сагиттальной плоскостях [28]. Первое базовое положение основано на концепции краниального и тазового позвонков, согласно которой голова с ее весом и формой и таз рассматривают как первый (краниальный) и последний (каудальный) позвонки позвоночного столба. В этой концепции «тазовый» позвонок (подвздошные кости и крестец, крестцово-подвздошные сочленения) является вставочной костью между туловищем и нижними конечностями [29]. Он играет важную роль для сохранения положений стоя и сидя, непосредственно связанных с характерным для человека прямохождением (рис. 11). Из этого вытекает концепция баланса, в соответствии с которой в положении пациента стоя линия центра тяжести (*gravity line*), опущенная в сагиттальной плоскости от козелка, проходит дорсальнее центра головки бедра [30]. Это соответствует экономичному положению тела, при котором мышцы, удерживающие его прямое положение, практически «отдыхают». В этом случае тело в положении стоя находится в границах конуса экономии. И наоборот, мышцы почти постоянно активизированы, когда у пациента нарушается баланс и тело находится вне конуса экономии.

В таком положении не только нарушается формирование спондилодеза после выполненных оперативных вмешательств на позвоночнике из-за постоянного напряжения, но со временем неизбежен усталостный перелом инструментария любой прочности [31]. В связи с этим необходимо выполнять операцию спондилодеза при деформации позвоночника так, чтобы массы формирующегося костного блока располагались внутри конуса экономии. Необходимо также, чтобы первый межпозвоночный диск ниже зоны спондилодеза располагался идеально в трехмерном пространстве и как можно более симметрично менял свою форму при изменениях положения туловища [32]. Достижение гармоничной коррекции деформации требует четкого

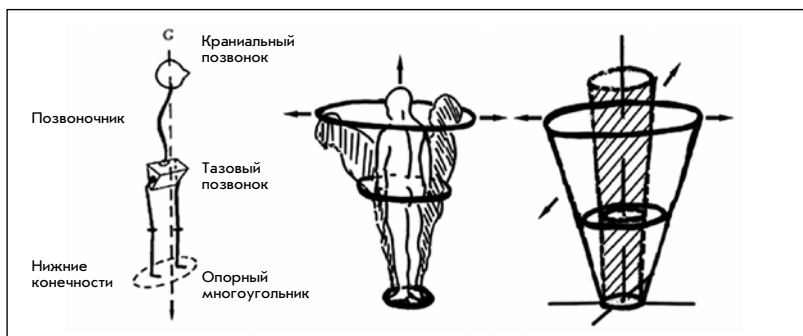


Рис. 11. Схематическое изображение биомеханической цепи позвоночно-тазового баланса и конуса экономии по Ж. Дюбуссе

понимания этого состояния применительно к позвоночному столбу. Достижение гармонии — это не погоня за уменьшением угла деформации по Cobb. Главная цель лечения — достижение выстраивания, баланса и стабильности позвоночника [33]. Выстраивание и баланс ведут к достижению стабильности в процессе движения, что выражает концепцию конуса экономии при достижении нормальной осанки и функции в цепи баланса туловища [34]. По мнению Ж. Дюбуссе, баланс туловища представляет собой результат сложных многоуровневых взаимодействий систем организма: афферентация (зрение, проприоцепция), интеграция (центральная нервная система, спинной мозг, головной мозг), эффекторы (мышцы — практически все), нервная система (скорость проведения импульса).

Полные постуральные рентгенограммы позволяют получить большую часть информации о деформации позвоночника. Horton с соавт. описали положение пациента при выполнении постуральных спондилограмм, как положение стоя, с захватом ключиц, при условии сгибания в локтевых и кистевых суставах, пальцы сжаты в кулаки с выполнением рентгенограмм на протяжении от кранивертебрального перехода до границы верхней и средней трети бедер [35]. Автор показал, что положение ключиц для получения боковых 360° рентгенограмм обеспечи-

вает значительно лучшую общую визуализацию критических позвоночных ориентиров. Клинически положение ключицы приводит к более точным рентгенографическим измерениям и минимизирует повторные рентгенологические воздействия с целью корректной оценки баланса туловища. Важность точной оценки баланса туловища способствовала появлению нового рентгенологического метода — EOS, который представляет собой двухпроекционный, ортогональный рентген-аппарат с низкодозными характеристиками уровня излучения и позволяет выполнять рентгенограммы в полный рост. Подобный подход к рентгенологическому исследованию пациентов с деформациями позвоночника позволяет получить не только полную информацию об имеющейся деформации позвоночника, но и проанализировать компенсаторные механизмы, задействованные для поддержания вертикальной позы конкретного пациента [36].

На сегодняшний день ортопеды и вертебрологи мыслят трехмерно. Вспомним, что до конца 70-х гг. прошлого столетия большинству пациентов выполняли только фасные спондилограммы, в редких случаях их дополняли профильными. В последние 20 лет вертебрологи сфокусировали усилия на сагиттальной плоскости [37]. На профильной спондилограмме определяют огромное количество параметров, при этом нередко игнорируют переднезаднюю проекцию, что автоматически искажает измеряемый показатель. Это, в свою очередь, вносит ошибки при планировании оперативного вмешательства. Многие хирурги во всем мире игнорируют деформацию в горизонтальной плоскости, поскольку обычно ассоциируют эти изменения с КТ-сканами на уровне любого отдельно взятого позвонка. С целью коррекции сагиттального профиля позвоночника некоторые авторы стали выполнять торакоскопическую мобилизацию позвоночника при идиопатических сколиозах I–IV типов по Lenke, руководствуясь необходимостью формирования физиологического грудного кифоза [38]. Это связано с тем, что недостаточная коррекция сагиттального профиля позвоночника для идиопатических сколиозах может привести к существенному снижению качества жизни паци-

ентов, перенесших вмешательство по коррекции фронтальной деформации позвоночника [39]. Данные мировой литературы свидетельствуют о том, что коррекция идиопатических сколиозов при условии коррекции сагиттального профиля позвоночника существенно улучшает качество жизни пациентов [40].

В последнее время в литературе все активнее стал подниматься вопрос о том, что происходит с параметрами позвоночно-тазового баланса у пациентов, оперированных по поводу нервно-мышечных сколиозов. В 2017 г. появились данные, опубликованные бразильскими ортопедами, что оперативное лечение пациентов с нервно-мышечными сколиозами на фоне детского церебрального паралича существенно улучшает фронтальный баланс туловища, при этом параметры сагиттального позвоночно-тазового баланса остаются практически неизменными. Однако существенный недостаток данного исследования заключался в том, что авторы не учитывали протяженность металлофиксации позвоночника. Из этого следует, что коррекции сагиттального контура позвоночника уделяли недостаточно внимания. Известно, что использование современных методов металлофиксации позволяет выполнять коррекцию деформации одномоментно во всех трех плоскостях. А ригидность позвоночных двигательных сегментов в сагиттальной плоскости диктует необходимость выполнения как симметричных, так и ассиметричных остеотомий позвоночника, которые позволяют эффективно корригировать как фронтальный, так и сагиттальный балансы туловища. стереорадиографическое низкодозное исследование популяции взрослых пациентов с идиопатическими деформациями позвоночника свидетельствует о высокой корреляции между степенью ротации тел вершинного позвонка и выраженностью болевого синдрома. В первую очередь это связано с перерастяжением элементов капсульно-связочного аппарата дугоотростчатых суставов, их подвывихом, нестабильностью и возросшей асимметричной нагрузкой на них. Не нужно забывать, что коррекция деформации грудного отдела позвоночника в горизонтальной плоскости существенно повышает косметический эффект от проведенного оперативного лечения. Вышеуказанные факты свидетельствуют о необходи-

мости 3-мерного подхода к коррекции сколиотических деформаций позвоночника, основным компонентом которой является деформация в горизонтальной (или аксиальной) плоскости [41].

В структуре опорно-двигательного аппарата именно отношения в системе «пояснично-крестцовый отдел позвоночника — тазобедренные суставы» непосредственно взаимосвязаны друг с другом с анатомо-рентгенологической и биомеханической точек зрения. Это единая система, которая четко реагирует на любые изменения в анатомических и/или пространственных соотношениях как со стороны позвоночно-двигательных сегментов, так и со стороны тазобедренных суставов, стремясь создать состояние баланса между ними [42].

3.2. Рентгенологический анализ параметров фронтального и сагиттального баланса туловища

Решающую роль адекватной оценки баланса туловища играет выполнение постуральных рентгенограмм (в положении стоя) на протяжении. В большинстве случаев границами рентгенологического исследования являются С7 позвонок — средняя треть бедренных костей. Такие рентгенограммы дают возможность оценить глобальный баланс туловища. Помимо характера и степени тяжести деформации позвоночника и нестабильности тазобедренного сустава, постуральные рентгенограммы позволяют судить о компенсаторных механизмах, вовлеченных в процесс поддержания вертикального положения пациента. В настоящее время принято выделять 2 типа фронтального дисбаланса туловища: тип А — это нарушение, при котором происходит разнонаправленный наклон плечевого пояса и таза; тип В — нарушение, при котором наклон плечевого пояса и таза происходит в одну сторону. Варианты фронтального дисбаланса туловища изображены на рис. 12.

Фронтальные постуральные рентгенограммы позволяют оценить глобальный фронтальный баланс позвоночника, рота-

цию и наклон позвонков, латеральное смещение позвонков относительно фронтальной оси туловища, степень выраженности нестабильности тазобедренных суставов в положении стоя.

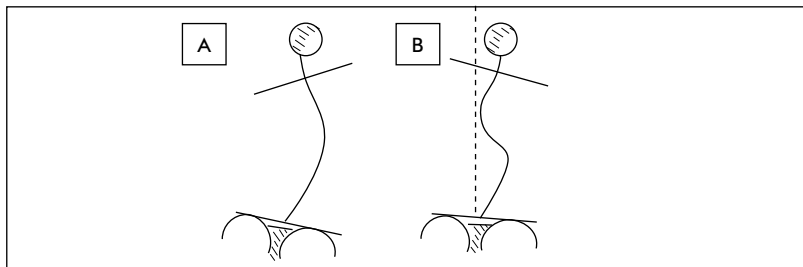


Рис. 12. Варианты фронтального дисбаланса туловища (тип А и В соответственно)

Фронтальный баланс туловища оценивают путем индексации показателей, полученных при рентгенометрии ортостатических рентгенограмм в прямой проекции, путем оценки величины разобщения линии, опущенной от остистого отростка С7 позвонка и центральной сакральной линии (вертикальная срединная линия, проведенная через центр S1 позвонка). Фронтальный баланс (ФБ) считают компенсированным либо при полном совпадении вышеуказанных линий, либо при их разобщении, не превышающем ± 2 см. Смещение туловища вправо расценивают как положительный ФБ, смещение влево — как отрицательный. Фронтальный наклон таза определяют относительно линии отвеса и оценивают с применением построения касательной линии, проведенной по верхним краям крыльев подвздошных костей. Наличие и выраженность фронтальной деформации грудного и поясничного отдела позвоночника оценивают по методу Cobb согласно вышеописанным общепринятым методикам.

В перечень основных рентгено-анатомических показателей, определяемых по боковым ортостатическим рентгенограммам, входят: «тазовый индекс», или pelvic incidence (PI), — угол, образованный линией, проведенной через центр

головки бедренных костей к середине замыкательной пластинки S1 и перпендикуляром, построенным от замыкательной пластины; «сагиттальный наклон таза», или pelvic tilt (PT), — угол между вертикальной линией, проведенной через центр бикоксофеморальной линии к середине замыкательной пластинки S1; наклон крестца, или sacral slope (SS), — угол наклона верхней замыкательной пластинки первого крестцового позвонка (S1) по отношению к горизонтальной плоскости; «вертикальная сагиттальная ось», или sagittal vertical axis (SVA), — отклонение вертикальной линии отвеса, проведенной из центра C7, от заднего края верхней замыкательной пластинки S1 (в качестве ключевого показателя сагиттального баланса туловища); величина угла грудного кифоза, или thoracic kyphosis, — угол, оцененный по Cobb, на уровнях Th4–Th12; величина общего поясничного лордоза, или global lumbar lordosis (GLL). Ключевые параметры позвоночно-тазового баланса в сагиттальной плоскости указаны на рис. 13.

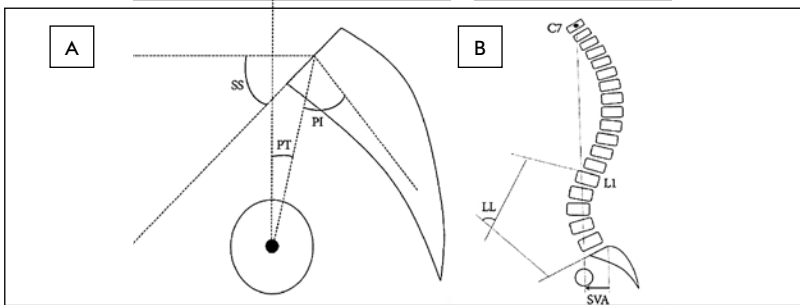


Рис. 13. Основные сагиттальные параметры позвоночно-тазового баланса туловища

С целью оценки состояния ключевых сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношений, анализируют справедливость следующих, известных в литературе равенств: $PI = PT + SS$; $GLL = 1/2PI + 40^\circ$; $SS = 1/2PI + 15^\circ$ и $GLL = SS + 25^\circ$, которые четко демонстрируют взаимоотношения между вышеуказанными параметрами. Анализ показателей позвоночно-та-

зового баланса в нашей практике выполняют с применением компьютерной программы Surgimap v. 2.3.1.5. Пример подобной оценки продемонстрирован на рис. 14.

На прямой ортостатической рентгенограмме выявлен перекося таза величиной 4° , однако он полностью скомпенсирован за счет разнонаправленных грудной и поясничной сколиотических дуг. Разобшение линии, опущенной от остистого отростка С7 позвонка и центральной сакральной линии, в пределах 5 мм. Анализ сагиттального профиля показал отклонение SVA в пределах 22 мм, что соответствует референсным значениям.



Рис. 14. Оценка позвоночно-тазового баланса с применением компьютерной программы Surgimap v. 2.3.1.5

По представленным на боковой рентгенограмме параметрам проанализировали справедливость равенств:

$PI = PT + SS = 5^\circ + 33^\circ = 38^\circ$ ($PI = 38^\circ$ — измерение по рентгенограммам);

$GLL = 1/2PI + 40^\circ = 19^\circ + 40^\circ = 59^\circ$ ($GLL = 60^\circ$ — измерение по рентгенограммам);

$SS = 1/2PI + 15^\circ = 19^\circ + 15^\circ = 34^\circ$ ($SS = 33^\circ$ — измерение по рентгенограммам);

$GLL = SS + 25^\circ = 33^\circ + 25^\circ = 58^\circ$ ($GLL = 60^\circ$ — измерение по рентгенограммам).

Таким образом, на основании анализа справедливости равенств отмечают расхождение в пределах $1-2^\circ$.

Под позвоночно-тазовым балансом понимают феномен динамического равновесия между формой позвоночника и пространственной ориентацией таза. Баланс туловища — это динамический феномен сохранения вертикального положения туловища за счет удержания общего центра массы тела путем изменения пространственных взаимоотношений и конфигурации позвоночника, таза и положения нижних конечностей при минимальной работе мышц. Изменение положения таза можно рассматривать как механизм компенсации у пациентов с деформациями позвоночника. Достижение фронтального и сагиттального баланса туловища является залогом успеха при коррекции деформаций позвоночника. Большинство неудовлетворительных результатов оперативного лечения в хирургии деформаций позвоночника связано с недостаточной коррекцией сагиттального профиля.

ГЛАВА 4

Врожденный сколиоз

4.1. Современные представления о врожденных деформациях позвоночника

Ранние эмбриональные дефекты формирования или сегментации позвонков приводят к возникновению врожденных пороков развития позвонков с последующим формированием врожденного сколиоза. Нет единого четкого фактора формирования этих эмбриональных дефектов. В литературе описано множество возможных причин, включая случайную мутацию, наследование, диабет матери, воздействие угарного газа и прием препаратов вальпроевой кислоты и многие другие. Возникающая в результате деформация позвоночника зависит от характера лежащей в основе аномалии позвонков. В то время как некоторые аномалии клинически незначимы, другие потенциально могут вызывать тяжелую деформацию позвоночника, приводящую к неврологическим или респираторным нарушениям. Многие врожденные аномалии позвонков выявляют только в качестве случайной находки из-за их доброкачественного течения, поэтому частота врожденного сколиоза в нормальной популяции неизвестна.

Указанный термин исторически появился благодаря тому, что из общей группы неправильно развивающихся позвонков, так называемых дисплазий, были выделены наиболее грубые варианты порочного развития по R.B. Winter (1968): нарушения формирования, сегментации и слияния парных закладок тел, а также смешанные аномалии. Расположение аномалий, их количество, а также степень выраженности составляют основу классификации врожденного сколиоза (рис. 15). Неполное нару-

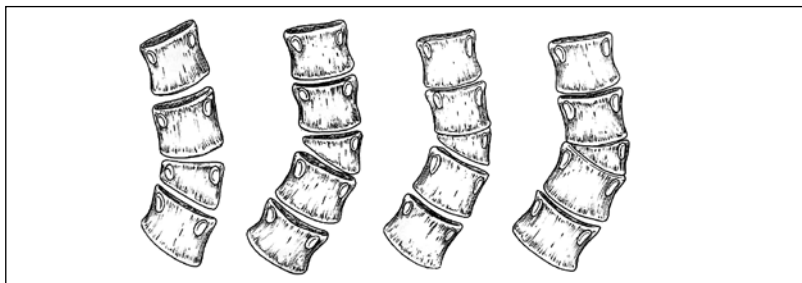


Рис. 15. Варианты аномалий формирования позвонков [43]

шение формирования приводит к развитию позвонка клиновидной формы. Клиновидный позвонок асимметричен по высоте во фронтальной плоскости, но имеет корни дуг с двух сторон, по вогнутой стороне деформации, как правило, гипоплазирован.

Полное нарушение формирования приводит к образованию клиновидного полупозвонка, отличительной особенностью которого является отсутствие одного корня дуги и части тела позвонка. Полупозвонки дополнительно классифицируют на основании наличия или отсутствия сращения с телами выше или ниже расположенных позвонков. Несегментированный полупозвонок срастается с телами выше- или ниже расположенных позвонков, частично сегментированный полупозвонок срастается с телом позвонка сверху или снизу, а полностью сегментированный полупозвонок отделен от смежных позвонков межпозвонковыми дисками. Наличие полупозвонка может вызывать выраженный асимметричный рост позвоночника, а может и компенсировать за счет еще одного, обратного-направленного полупозвонка, на другом уровне в той же области, разделенной одним или несколькими нормальными позвонками. В литературе такое понятие называется «гемиметамерным сдвигом».

Для дефектов сегментации характерно наличие аномальных костных сращений между позвонками. На рис. 16 показаны аномалии сегментации. Эти костные блоки могут быть двусторонними и симметричными, что приводит к формированию полного костного блока двух и более позвонков. Дефекты сег-

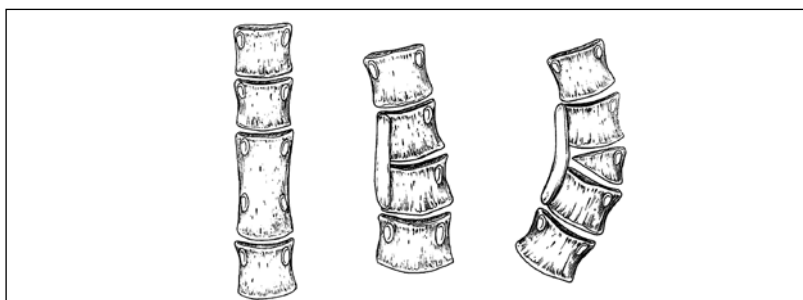


Рис. 16. Варианты аномалии сегментации позвонков [43]

ментации, вызванные односторонним сращением костей, называют перемычками, они могут действовать как односторонние сдерживающие факторы роста. Иногда аномалия сегментации может находиться прямо напротив дефекта формирования, что приводит к одностороннему костному блокированию смежных позвонков и контралатерального полупозвонка.

Смешанные деформации распространены, и их трудно классифицировать, учитывая вариабельность аномальной анатомии и случайный характер сформированных тяжелых деформаций. Врожденный сколиоз часто сопровождают множественные аномалии ребер. Это может быть связано с тяжелой задержкой роста грудной клетки и эффектом блокирования роста позвонков.

Естественное течение врожденного сколиоза вариабельно и зависит как от типа, так и от локализации аномалий позвонков и ребер, что существенно затрудняет прогнозирование в отношении прогрессирования деформации позвоночника. Прогноз прогрессирования врожденного сколиоза основывают на последовательном посегментарном анализе потенциала роста замыкательных пластин позвонков. Рентгенологически определяемые межпозвонковые диски подразумевают наличие пластинок роста позвонков. Когда они асимметричны или присутствуют больше на одной стороне позвоночника, чем на другой, то имеется потенциал для асимметричного роста. Таким образом, полностью сегментированный полупозвонок с определяемыми дисками сверху и снизу имеет гораздо больший потенциал ско-

лиозирования позвоночника, чем несегментированный полупозвонок, который имеет костное сращение с выше- и нижерасположенными позвонками.

Наличие односторонней аномалии сегментации позвонков, а также синостозирование ребер приводит к асимметричному росту позвоночника и формированию тяжелой деформации. Сочетание аномалий сегментации с нарушением формирования вызывает тяжелое искривление позвоночника. Скорость прогрессирования искривления, сформированная деформация зависят от типа аномалии, возраста пациента и расположения ее вершины. Прогрессирование врожденной деформации происходит наиболее быстро в течение первых 5 лет жизни, а затем во время периода полового созревания. Для этих двух возрастных периодов характерны наиболее высокие темпы прогрессирования деформации позвоночника. Локализация аномалии позвонков в области грудопоясничного перехода приводят к наиболее тяжелым деформациям, в которые всегда вторично вовлекается грудной отдел позвоночника. Точно так же аномалии в шейно-грудной и пояснично-крестцовой зоне вызывают самые тяжелые деформации. Врожденные сколиозы на фоне смешанных аномалий позвонков непредсказуемы, а их тяжесть зависит от величины несбалансированного потенциала роста, который очень трудно определить. Реберные деформации, которые часто возникают при смешанных аномалиях позвонков, могут приводить к существенному уменьшению объема грудной клетки. Уменьшение ширины межреберных промежутков приводит к снижению эффективности работы дыхательной мускулатуры, что нарушает биомеханику дыхания. Совокупность вышеперечисленных нарушений в литературе принято называть синдромом торакальной недостаточности.

Физикальное обследование пациента необходимо начинать с оценки роста и массы тела пациента, обращать внимание на состояние кожных покровов в поисках маркеров спинального дисрафизма, таких как ненормальная пигментация, участки гипетрихоза и др. Спинальный дисрафизм позвоночника также может проявляться в нижних конечностях: эквиноварусная, полая или плосковальгусная деформации стоп, а также нали-

чие признаков неврологического дефицита в нижних конечностях. Исследование позвоночника должно сопровождаться оценкой баланса туловища, а также позвоночно-тазового баланса. Сопутствующие деформации грудной клетки требуют повышенного внимания, особенно это касается поиска признаков компрессии органов грудной клетки.

Учитывая высокую частоту формирования вертебро-медуллярного конфликта у пациентов с врожденными аномалиями развития позвоночника, данная категория пациентов нуждается в тщательной оценке неврологического статуса. Отсутствие кожных признаков спинального дисрафизма и неврологического дефицита не исключает его наличия. МРТ позвоночника, а возможно, и миелография в сочетании с КТ необходимы для всех пациентов с врожденным сколиозом, потенциально нуждающихся в оперативном лечении.

Принятие решения относительно хирургической тактики лечения пациентов с врожденными деформациями позвоночника всегда сопровождаются значительными сложностями. Показания к операции обязательно нужно основывать на доказанном прогрессировании деформации, угрозе вертебро-медуллярного конфликта. Тяжелая деформация сама по себе может быть показанием к хирургическому вмешательству, такому как резекция полупозвонка или расширительная торакопластика с применением вертикального механически-удлиняемого титанового реберного импланта (VEPTR). Однако необходимо помнить: основным назначением имплантов типа VEPTR является наличие синдрома торакальной недостаточности. Наличие неврологического дефицита без подтвержденного прогрессирования или нестабильности позвоночника — абсолютное показание к хирургическому вмешательству при врожденном сколиозе. В целом, по данным литературы, ранняя диагностика и быстрое лечение прогрессирующих деформаций остаются основой лечения. Ранний спондилодез, если это возможно, на коротком протяжении способствует восстановлению баланса туловища и в долгосрочной перспективе является мерой профилактики дальнейшей декомпенсации в неизмененных областях позвоночника. Длительное динамическое наблюдение за деформациями с известной высокой частотой

той прогрессирования может привести к тяжелому дисбалансу туловища, деформации грудной клетки и снижению функции дыхания по рестриктивному типу. «Точно так же одинаковые аномалии ведут себя совершенно по-разному в разных областях позвоночника. Полуvertebra в пояснично-крестцовом отделе позвоночника может вызвать значительную деформацию туловища в раннем возрасте, тогда как та же аномалия в грудном отделе позвоночника может вызвать небольшую деформацию или не вызвать ее вообще». Принятие решения о хирургической коррекции у этих пациентов становится более сложным при выраженных угловых деформациях. Данная группа оперативных вмешательств обладает высоким потенциалом коррекции, но при этом имеет очень высокий риск осложнений.

4.2. Методы оперативного лечения врожденных деформаций позвоночника

Спондилодез *in situ* — это надежная и безопасная техника для прогрессирующих искривлений, которые не связаны с какой-либо значительной деформацией или дисбалансом туловища. Данная техника может применяться как в комбинации с металлофиксацией, так и без нее.

Гемизипифизиодез

Гемизипифизиодез, как следует из названия, представляет собой процедуру частичной остановки роста **по выпуклой стороне деформации**. Принцип метода основан на применении закона Гютера — Фолькмана, который гласит, что при увеличении давления на зону роста кости замедляется, а на противоположной стороне, наоборот, ускоряется из-за ее разгрузки. Для эффективности данного вида оперативного вмешательства необходим достаточный потенциал роста по вогнутой стороне деформации. Наиболее частым показанием для такой процедуры является односторонняя аномалия формирования. Чем

младше ребенок на момент операции, тем больше потенциал коррекции деформации. В целом, эту процедуру следует проводить для пациентов младше 5 лет с небольшой деформацией, учитывая, что долгосрочные результаты дают менее 15° общей коррекции, а у некоторых пациентов коррекция не достигается. Использовать данную технологию возможно как передним, так и задним доступом. У данной процедуры есть три варианта выполнения. Первый — без использования сегментарного инструментария с выполнением деструкции зон роста по выпуклой стороне деформации; второй — сегментарная инструментальная контракция по выпуклой стороне деформации и третий — парциальная дискэктомия по выпуклой стороне деформации с межтеловым спондилодезом костным аутооттрансплантатом.

Удаление полупозвонка, или HVR (hemivertebrae resection)

Указанная процедура является безопасным и эффективным методом лечения при наличии клиновидного полупозвонка, способствующего прогрессированию деформации позвоночника. Варианты спондилодеза *in situ* и гемизипифизодеза надежны в получении остановки роста и прогрессирования дуги, однако не позволяют существенно исправить деформацию и дисбаланс туловища. Идеальный критерий выбора пациента для данной операции — возраст до 5 лет с грудопоясничным, поясничным или пояснично-крестцовым полупозвонком, который способствует развитию раннего дисбаланса туловища. Хирургическая техника удаления полупозвонков варьирует от поэтапных передних и задних операций до изолированных задних клиновидных резекций с решением, основанном на опыте и предпочтениях хирурга [44]. Иссечение полупозвонка может быть выполнено комбинированным передним и задним доступом. Эта техника позволяет обнажить позвоночник по окружности с возможностью полного иссечения смежных дисков, а также самого полупозвонка. Выделение полупозвонка с применением комбинированного доступа можно проводить последовательно

как в один наркоз, так и в две хирургические сессии. Несмотря на то, что это обеспечивает хорошую визуализацию, время операции, как правило, увеличивается, учитывая объем операции и необходимость смены положения пациента.

На практике предпочитают одноэтапное удаление полупозвонка из единственного заднего срединного доступа с применением ультразвукового костного скальпеля. После выделения дуги полупозвонка, которая, как правило, имеет клиновидную форму, под интраоперационной КТ-навигацией и нейрофизиологического мониторинга выполняют установку опорных элементов выше и ниже полупозвонка, а также формируют транспедикулярный канал в полупозвонке. Если полупозвонок находится в грудном отделе позвоночника, следует провести также резекцию головки ребра. Затем выполняют выделение полудуги и ее резекцию вместе с поперечным отростком. При помощи «остеотомической ложки» осуществляют доступ к боковой поверхности тела полупозвонка с выпуклой стороны деформации, попутно коагулируют сегментарные сосуды. Далее, при помощи шаровидной насадки ультразвукового костного скальпеля выполняют рассверливание педикулярного канала полупозвонка и производят деканселляцию тела полупозвонка. Использование КТ-навигации позволяет четко отслеживать положение рабочей части инструмента, а применение ультразвукового костного скальпеля — минимизировать кровопотерю из губчатой кости, а также не повредить мягкотканые структуры, в том числе сосудистые и невральные, даже при прямом контакте с ними. После завершения этапа деканселляции педикула и замыкательные пластины удаляют при помощи того же инструмента. Производят ревизию невральных структур. После резекции полупозвонка образовавшийся клин закрывают с применением компрессии на опорные элементы по выпуклой стороне деформации до закрытия клина. Спинальный мозг и выходящие нервные корешки должны быть защищены во время коррекции. Компрессию опорных элементов необходимо выполнять медленно, контролируя невральные структуры и показатели моторных вызванных потенциалов на нейромониторе. Результат подобного оперативного вмешательства наглядно отображен на рис. 17.



Внешний вид пациентки: отмечается фронтальный дисбаланс туловища

Тест Адамса

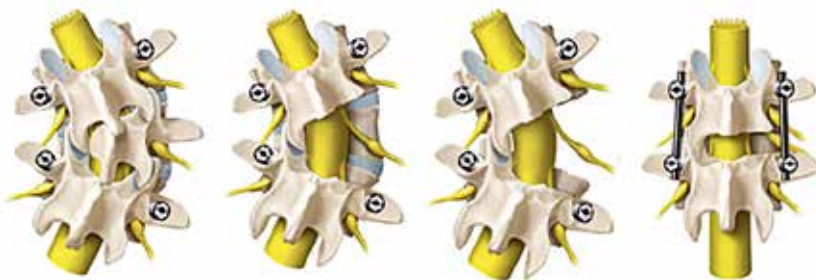


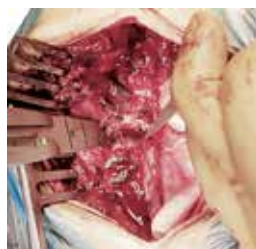
Схема операции



Дуга полупозвонка



Работа ультразвуковым скальпелем



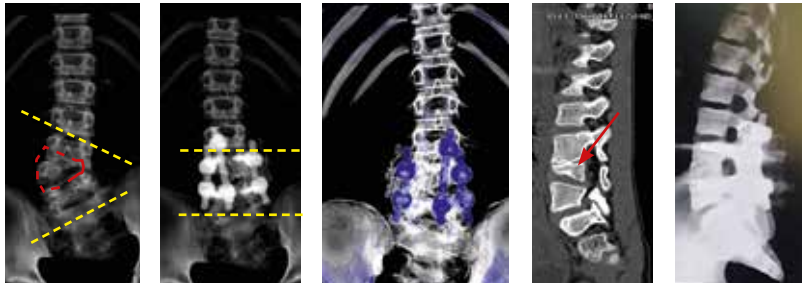
Полость после удаления полупозвонка



Нейромонитор



Металлофиксация



КТ-картина и внешний вид до и после операции

Рис. 17. Пациентка А., 8 лет, с диагнозом: «Аномалия развития поясничного отдела позвоночника. Врожденный правосторонний поясничный сколиоз. Сверхкомплектный правосторонний L5 полупозвонок». Пациентке выполнили ревизию позвоночного канала, удаление L5 полупозвонка, коррекцию и фиксацию деформации моносегментарной 3-стержневой металлоконструкцией в условиях интраоперационного нейромониторинга

Коррекция путем спондилодеза

Врожденные аномалии, связанные с относительно нормальной сегментацией, некоторой гибкостью на рентгенограммах и менее выраженной деформацией туловища, могут быть скорректированы с помощью стандартного заднего спондилодеза и инструментации после широкого скелетирования и резекции фасеточных суставов. Использование совре-

менных методов неврологического мониторинга и хорошей хирургической техники позволяет сделать это относительно безопасной хирургической опцией для деформаций умеренной степени тяжести. Дополнительная передняя мобилизация деформации может потребоваться в двух случаях. Первый — это пациенты с четко сформированными межпозвонковыми дисками с сохраняющимся высоким потенциалом роста, что, в свою очередь, может способствовать формированию феномена «коленчатого вала», с целью профилактики которого необходимо выполнение переднего торакоскопического или открытого релиза и межтелового спондилодеза. Феномен «коленчатого вала» формируется у пациентов после операции заднего спондилодеза и выражается в продолженном росте тел позвонков вокруг оси фиксированных задних элементов позвоночника, что приводит к развитию грубых многоплоскостных деформаций позвоночника. Вторым поводом для выполнения переднего релиза служит исходная недостаточная мобильность деформации, определенная по функциональным рентгенограммам. Передняя мобилизация позвоночника позволяет получить хорошо сбалансированный позвоночник во фронтальной и сагиттальной плоскостях и способствует формированию «спондилодеза на 360°». Переднюю мобилизацию деформации с задним спондилодезом можно выполнять в один наркоз, а также в две последовательные хирургические сессии с интервалом в 5–14 дней. Двухэтапное оперативное лечение пациенты переносят легче, а также, по нашему опыту, при протяженных сколиотических деформациях может дополняться галопельвик-тракцией во времени, что существенно повышает степень коррекции деформации и снижает риск развития неврологических расстройств (подобный клинический пример приведен на рис. 18).

Первым этапом выполнили левостороннюю торакотомию, моделирующую резекцию Th6 и Th8-полупозвонков, межтеловой спондилодез аутокостью, наложение гало-аппарата для галопельвик-тракции. Вторым этапом через 2 недели выполнили операцию: заднюю корригирующую вертебротомию, металлофиксацию позвоночника.



Рентгенограммы до и через год после операции

Рис. 18. Пациент Ш., 13 лет, с диагнозом: «Врожденный левосторонний грудной сколиоз 4 степени, декомпенсированный, 3С тип по Winter». Сопутствующий диагноз: «Недостаточность анального сфинктера II–III степени. Состояние после брюшно-промежностной и промежностных проктопластик. Единственная левая почка. Хронический пиелонефрит, латентное течение. Множественные аномалии развития скелета». Врожденное укорочение правой нижней конечности. На снимках: внешний вид (А) и рентгенограммы (Б) до и через год после оперативного лечения

Лечение врожденных сколиозов с применением «растущих систем»

У пациентов с тяжелыми врожденными деформациями в раннем возрасте нередко развивается синдром торакальной недостаточности. Этот термин впервые ввел Кэмпбелл и определил как «неспособность грудной клетки обеспечить дыхание и/или рост легких». В основе патогенеза данного синдрома лежит нарушение сегментации позвонков и ребер с формированием реберных или реберно-позвоночных синостозов. Синдром торакальной недостаточности представлен двумя составляющими: первая — это нарушение конфигурации грудной клетки, не позволяющее обеспечивать акт дыхания, вторая — ограничение роста легких. Наличие синдрома торакальной недостаточности приводит к включению компенсаторных механизмов, направленных на поддержание нормального уровня оксигенации органов и тканей, таких как тахипноэ, или снижение двигательной активности. Тяжелые протяженные деформации позвоночника приводят к укорочению позвоночника в целом, а операции спондилодеза в раннем возрасте могут усугублять течение синдрома торакальной недостаточности. В настоящее время существуют два метода лечения, которые не препятствуют росту позвоночника и грудной клетки и позволяют осуществлять этапные коррекции деформации. Первый из них — использование технологии элевационной (расширяющей) торакопластики. К ним относят технологию VEPTR (vertical expandable prosthetic titanium rib) — имплантацию вертикального удлиняемого эндопротеза ребер, который способствует увеличению объема грудной клетки, а по сути, уравниванию развития левого и правого гемиторакса. Реберный дистрактор (рис. 19) имеет несколько разновидностей, в зависимости от необходимой протяженности фиксации: «ребро-ребро», «ребро-позвоночник» и «ребро-таз». Считается, что применение указанной технологии показано при уменьшении высоты гемиторакса на 10% и более в сравнении с контрлатеральной стороной, прогрессирующие рестриктивных нарушений легочной вен-

тиляции, средний возраст пациентов от 6 месяцев до 8 лет, сохраняющаяся функция диафрагмы, решение мультидисциплинарного консилиума в составе детского ортопеда, хирурга и пульмонолога. Суть оперативного вмешательства сводят к выполнению имплантации опорных элементов, остеотомии реберных синостозов и дистракции межреберных промежутков за счет манипуляций на раздвижной части имплантов и их окончательная фиксация. Решение вопроса об этапности дистракции принимаются персонально, со средней частотой 1 раз в 6–8 месяцев. Наиболее эффективны первые 2–3 этапные дистракции. Среднее число этапных коррекций, по данным литературы, составляет 6 дистракций.

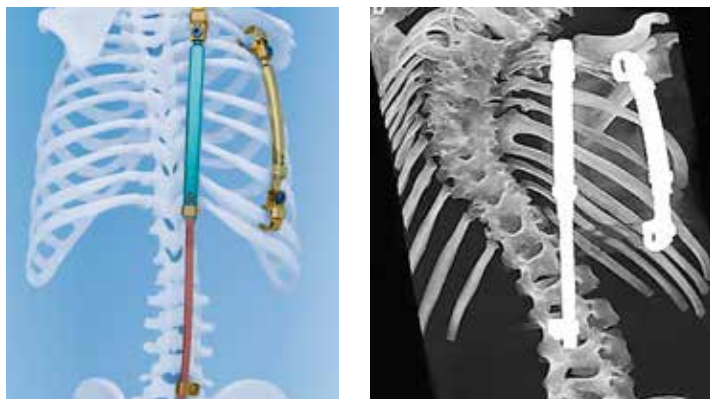


Рис. 19. VEPTR (vertical expandable prosthetic titanium rib)

Вторая технология многоэтапной хирургической коррекции врожденных сколиозов подразумевает использование «растущих» стержней для спондилосинтеза. Отличительной особенностью используемых систем для задней полисегментарной фиксации позвоночника является наличие «растущего» модуля, в качестве которого могут использовать как аксиальные («конец-в-конец»), так и боковые коннекторы («бок-в-бок»). Деформация позвоночника, как правило, фиксируется только в области верхнего и нижнего полюсов. При наличии двух

структуральных дуг дополнительно фиксируют переходные позвоночные двигательные сегменты. Имплантиацию «растущих металлоконструкций» необходимо выполнять, используя малотравматичные хирургические доступы, с учетом необходимости многоэтапного хирургического лечения со средней частотой каждые 6–8 месяцев. Компоновка металлоконструкции позволяет выполнять корригирующие остеотомии и включать в нее стабильную фиксацию центрального угла деформации (рис. 20).



Рис. 20. Клинический пример оперативного лечения пациента с врожденным сколиозом на фоне синдрома Фримана — Шелдона (дистальная форма артрогрипоза), которому имплантировали «растущую» металлоконструкцию с применением боковых коннекторов

Продемонстрированную технологию можно сочетать с коротким апикальным спондилодезом, это может предотвратить дальнейшее прогрессирование деформации. Подобную «растущую» металлоконструкцию можно компоновать аксиальными коннекторами. Этапные дистракции стержней выполняют с интервалом 6 месяцев, пока рост скелета не будет завершен, затем конструкцию меняют на «взрослую» компоновку и выполняют задний спондилодез на всем протяжении металлофиксации.

Vertebral Column Resection, или VCR

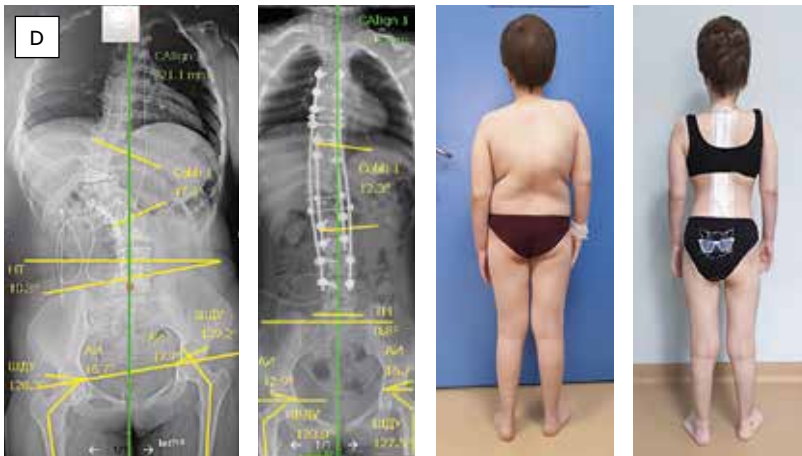
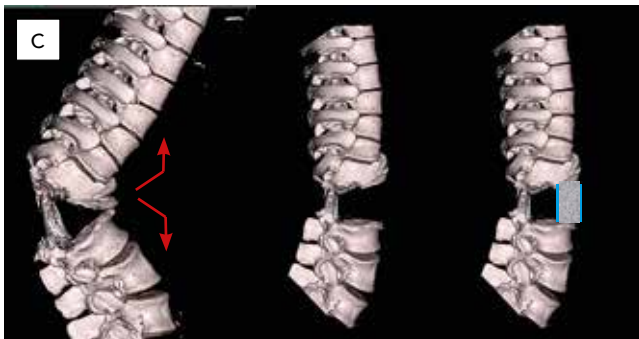
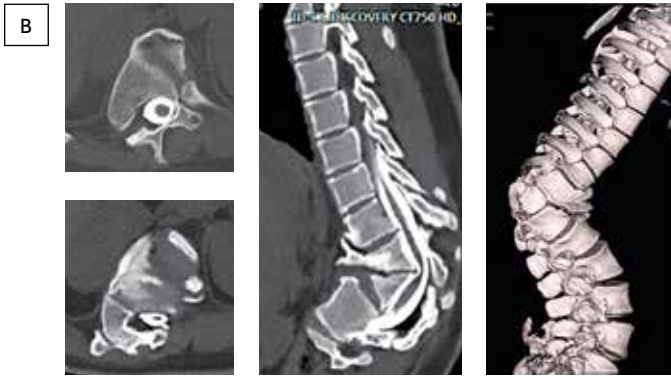
Коррекция грубых ригидных врожденных сколиозов и кифосколиозов может потребовать более радикального оперативного пособия — трехколонной тотальной круговой резекции позвоночника. Данный вид оперативного лечения является «крайней» мерой для коррекции самых тяжелых деформаций позвоночника и сопряжен с высоким риском неврологических, геморрагических и общехирургических осложнений. Коррекция тяжелых деформаций может быть осуществлена с помощью единственного заднего доступа. Такие операции технически сложны, их недостатком являются трудности визуализации, необходимость применения современных гемостатических средств, применение силового оборудования, в частности ультразвукового костного скальпеля и высокоскоростной дрели с фрезами, КТ-навигации и нейрофизиологического мониторинга.

Разрешающая способность VCR (степень достигаемой коррекции на 1 сегмент) во фронтальной плоскости составляет около 80° и 70° — в сагиттальной плоскости. Средняя кровопотеря при выполнении VCR составляет около 2 л, по данным литературы. Средняя частота послеоперационных осложнений, по данным большинства авторов, составляет от 25 до 60%.

Выполнение VCR принято начинать с инстументации позвоночника, после которой выполняют резекцию задних элементов позвоночника. Временно устанавливают стержень на стороне контралатеральной первичному хирургическому доступу. Далее выполняют резекцию поперечного отростка с проксимальным фрагментом ребра на протяжении 3–4 см. Париеетальная плевра отводят в сторону. Затем классическая методика предусматривает лигирование сегментарных сосудов. При помощи распатора и достаточного большого количества гемостатического материала постепенно отслаивают плевру и коагулируют сегментарные сосуды, направляя большой объем гемостатического средства впереди распатора. После обнажения боковой поверхности тела позвонка устанавливают «теловые» защитники из остеотомического сета инстру-

ментов. Далее принято выполнять резекцию корней дуг, тела позвонка, дискэктомию на смежных уровнях. Прежде чем выполнить резекцию корней дуг, с помощью ультразвукового костного скальпеля проводят транспедикулярную деканселяцию тела позвонка, что, в свою очередь, также способствует снижению операционной кровопотери. Только после этого с помощью кусачек Люэра удаляют оставшиеся костные стенки корней дуг и начинают резекцию оставшихся костных пластинок тела позвонка: в начале — верхнюю и нижнюю замыкательные пластинки, затем — переднюю (ультразвуковым скальпелем), латеральную (кусачками Люэра) и в последнюю очередь — заднюю (при помощи реверсивной ложки и импакторов из остеотомического сета). Смежные межпозвоночные диски удаляют при помощи дискотомов и кольцевых распаторов. После выполнения всех вышеперечисленных мероприятий необходимо выполнить тщательную ревизию позвоночного канала, и далее, под контролем нейрофизиологического мониторинга проводят постепенную коррекцию деформации с применением всех необходимых маневров. После осуществления коррекции деформации выполняют пластику передней опорной колонны позвоночника с применением сетчатого титанового или, как в этом случае, раздвижного кейджа (рис. 21).





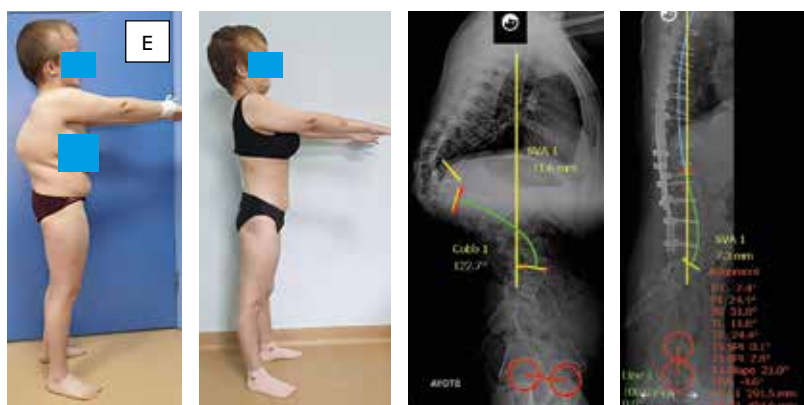


Рис. 21. Клинический пример: А — внешний вид пациентки до оперативного лечения; В — данные миелографии с КТ (отмечают компрессию дурального мешка на вершине деформации с переднезадним размером до 2,5 мм); С — схема операции (моделирование с применением КТ-реконструкции); D — рентгенограммы в прямой проекции и внешний вид со спины до и после оперативного лечения; Е — рентгенограммы в боковой проекции и внешний вид сбоку до и после оперативного лечения

Пациентка М., 17 лет, госпитализирована в отделение с диагнозом: «Врожденный правосторонний грудопоясничный кифосколиоз 4 степени IIIС тип по Winter. Заднебоковые клиновидные комплектыные Th12–L1 полупозвонки со стенозом позвоночного канала. Врожденный порок развития центральной нервной системы». Гидроцефалия, состояние после вентрикулоперитонеостомии справа (за 2 года до госпитализации), с жалобами на деформацию позвоночника (косметический дефект), боли в грудопоясничном отделе позвоночника до 8 баллов по ВАШ, слабость в нижних конечностях, нарушение походки, снижение толерантности к ходьбе. В ортопедическом статусе отмечены: грубая кифосколиотическая деформация грудопоясничного отдела позвоночника, клиника миелопатии (с уровня конуса спинного мозга до 4 баллов) без нарушения функции тазо-

вых органов, нарушение походки, дисбаланс надплечий, перекося таза, трофические нарушения кожных покровов в проекции вершины деформации. По данным лучевых методов исследования отмечают грубую кифосколиотическую деформацию грудопоясничного перехода до 122° , с правосторонним сколиотическим компонентом 47° по Cobb. Учитывая наличие ригидной остроконечной кифотической деформации позвоночника, данные клинической картины, наличие стеноза позвоночного канала на вершине деформации, признаков грудной миелопатии, подтверждают показания к оперативному лечению — двухуровневой VCR, дорсальной 4-стержневой коррекции и металлофиксации.

По данным постуральных рентгенограмм отмечают отчетливую положительную динамику восстановления параметров баланса туловища (динамика показателей представлена в таблице ниже), полную коррекцию кифотического компонента деформации со 120 до 1° , коррекцию сколиотического компонента — с 47 до 12° . В результате хирургической коррекции сформировали физиологический сагиттальный профиль позвоночника.

Параметр	До операции	После операции
Смещение C7PL (ФБ), мм	21	9
Смещение SVA, мм	-11	-7
PT, в градусах	5	7
SS, в градусах	10	32
GLL, в градусах	81	44
PI, (PT + SS, расчетный), в градусах	25 (15)	25 (39)
$GLL = 1/2PI + 40^\circ$, в градусах	52,5	52,5
$SS = 1/2PI + 15^\circ$, в градусах	28,5	44,5
$GLL = SS + 25^\circ$, в градусах	44	47
Угол сколиотической дуги, в градусах	47	12
Угол кифоза, в градусах	122	3
Наклон таза (ТН), в градусах	10,3	1

ГЛАВА 5

Инфантильные и ювенильные сколиозы

Лечение сколиоза с ранним началом (EOS — early-onset scoliosis) остается серьезной проблемой для хирургов позвоночника. Инфантильный и ювенильный сколиозы относят к идиопатическому. Известно, что чем раньше формируется деформация позвоночника, тем большей степени тяжести она достигает при своем естественном течении. EOS имеет много потенциальных этиологий и часто ассоциирует с синдромом торакальной недостаточности. Рост позвоночника, грудной клетки и легких взаимосвязан, и тяжелый EOS обычно включает нарушение нормального развития всех трех.

Основным критерием включения в данную группу деформаций является возраст. Дебют деформации позвоночника, соответствующий 0–3 годам, относят к инфантильному сколиозу. Пациенты с деформацией, дебютировавшей в возрасте от 4 до 10 лет, относят к категории ювенильных сколиозов. Клинические проявления и естественное течение деформации в этих группах сильно отличаются друг от друга. В возрасте от 0 до 2 лет отмечают максимальные темпы роста скелета, поэтому деформации позвоночника, сформировавшиеся к данному возрасту, имеют наиболее злокачественное течение. Следующий пик роста скелета приходится на пубертатный период.

В структуре инфантильных сколиозов известен ряд особенностей: 82% деформаций имеют грудную локализацию, из них 81% — левосторонние; мальчики страдают чаще — до 58% пациентов; есть данные, что у 72% пациентов сколиотическая деформация сформировалась в возрасте до 6 месяцев. Обследование детей с инфантильными сколиозами необходимо проводить с применением мультидисциплинарного подхода.

Известно, что 3,5% детей, помимо деформации позвоночника, имеют вывих бедра; 2,5% — врожденные пороки сердца; у 13% имеется снижение интеллекта; высокая частота грыж брюшной стенки и многие другие патологии органов и систем.

Лучевую диагностику при инфантильном сколиозе начинают с рентгенографии позвоночника в прямой и боковой проекции в вертикальном положении. При этом рентгенограммы должны захватывать и шейный отдел позвоночника, и таз. Необходимо исключить наличие аномалий развития в шейном отделе. Особое внимание уделяют пояснично-крестцовому отделу, тазу и тазобедренным суставам для исключения врожденных аномалий развития. После первичного выявления инфантильного сколиоза пациент требует динамического наблюдения у ортопеда.

У пациентов проводят измерение угла деформации позвоночника по Cobb и в дальнейшем выполняют его мониторинг. Инфантильный сколиоз может быстро прогрессировать. Оценить вероятность прогрессирования инфантильного сколиоза можно по методу Mehta. Для этого необходимо измерить реберно-позвоночный угол по выпуклой и вогнутой сторонам деформации. Проводят линию по нижней замыкательной пластинке апикального позвонка в грудном отделе, к ней строят перпендикуляр через центр тела позвонка. К этому перпендикуляру проводят линия через середину ребра на вогнутой и выпуклой сторонах деформации. Если разность реберно-позвоночных углов составляет меньше 20° , то вероятность прогрессирования деформации небольшая (10–15%). Если разница реберно-позвоночных углов больше 20° , это является прогностическим признаком бурного прогрессирования деформации. Mehta также описала дополнительный признак прогрессирования, который называют «фазой головки ребра». При первой фазе головка ребра на рентгенограмме не перекрывает край тела позвонка, это указывает на благоприятный прогноз в 98,5%. При второй «фазе головки ребра», в случаях, когда проецирует на край тела позвонка, это свидетельствует о высокой вероятности прогрессирования инфантильного сколиоза (97,5%). Кроме того, важным рентгенологическим признаком высокого риска прогрессирова-

ния деформации является наличие второй дуги в поясничном отделе позвоночника (оба признака Mehta, рис. 22).

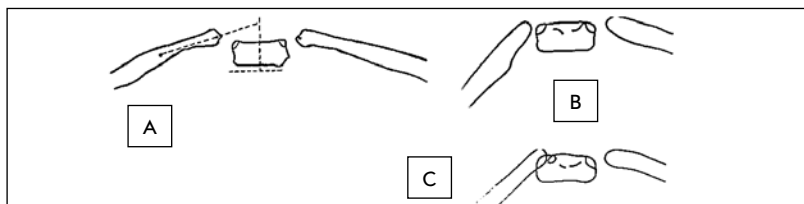


Рис. 22. Признаки Mehta

Всем пациентам с инфантильным сколиозом необходимо проводить МРТ позвоночника для исключения патологии спинного мозга (диастоматомиялия, фиксированный спинной мозг, сирингомиялия, интраканальное расположение опухоли и др.).

Показанием к консервативному лечению при инфантильном сколиозе считают деформацию не более 25° и значение угла Mehta не более 20° . В этих случаях основу комплексного консервативного лечения составляют лечебная физкультура, массаж и плавание. В случаях, когда прогрессирование основной дуги деформации превышает более 10° в год, показана корсетотерапия. Целью корсетотерапии при инфантильных и ювенильных сколиозах является замедление темпов прогрессирования деформации позвоночника. Продолженное прогрессирование сколиоза в условиях проводимого консервативного лечения диктует необходимость хирургической коррекции.

Перед хирургами-вертебрологами стоят две очень сложные задачи. Первая — выбрать оптимальные сроки начала оперативного лечения, поскольку оно многоэтапное. Вторая — минимизировать количество этапных оперативных вмешательств. Однако в случаях, когда при динамическом наблюдении выявляют нарушения со стороны внутренних органов, вследствие деформации позвоночника, такие как снижение функции внешнего дыхания, кардиологические и др., необходимо тщательное комплексное обследование и решение вопроса о необходимости оперативного лечения.

В литературе имеется ряд исследований, которые подтверждают, что ювенильные сколиозы являются переходной формой между инфантильными и подростковыми. В этой группе пациентов преобладают девочки в соотношении 2:1. По локализации деформации преобладают сколиозы с единичной грудной дугой — 62% случаев, в 15% — грудопоясничная дуга, поясничная дуга — 1%, двойная дуга — 22%.

Переходный характер течения ювенильных сколиозов породил в литературе разделение во мнении относительно тактики лечения. Одни авторы считают, что этих пациентов надо лечить до пубертатного периода путем корсетотерапии и затем выполнять хирургическую коррекцию деформации. Другие — что эти сколиозы надо начинать оперировать с возраста 6–8 лет и затем выполнять этапные коррекции, в том числе с применением «растущих» конструкций по мере роста пациентов. При этом с целью подавления асимметричного роста позвонков необходимо обязательно выполнять вначале эпифизиодез тел позвонков с выпуклой стороны на вершине основной дуги искривления, а затем заднюю коррекцию. Некоторые авторы рекомендуют только заднюю коррекцию и фиксацию позвоночника без переднего эпифизиодеза. Экспериментальные исследования показали, что даже полисегментарная транспедикулярная фиксация позвоночника не препятствует росту тел позвонков. Эти исследования обосновывают хирургическую тактику у пациентов с высоким потенциалом роста. В работах М.В. Михайловского (2009) описана тактика выполнения первым этапом эпифизиодеза на вершине основной дуги, а затем, вторым этапом, выполнялась 2-полюсная фиксация позвоночника из небольших двух доступов полисегментарной инструментации. Компоновка конструкции осуществлялась двумя стержнями, соединенными между собой коннектором типа «бок-в-бок» таким образом, чтобы затем можно было выполнять этапные дистракции. Автор считает, что такие операции необходимо выполнять, начиная с возраста 6–8 лет.

Основной целью оперативного лечения инфантильных сколиозов является коррекция и фиксация деформации позвоночника, при этом не препятствующая продолженному росту

позвоночника. Преждевременное выполнение заднего спондилодеза приводит к развитию «феномена коленчатого вала».

Применение технологии временного гемиепифизиодеза, который представляет собой процедуру частичной остановки роста по выпуклой стороне деформации и основан на применении закона Гютера — Фолькмана. У пациентов с инфантильными сколиозами данную технологию выполняют путем фиксации тел смежных позвонков при помощи специальных стэплов, в литературе ее называют vertebral body stapling (VBS) (рис. 23).



Рис. 23. Vertebral body stapling (фиксация тел смежных позвонков при помощи специальных стэплов)

Большинство авторов рекомендуют применение этой технологии у пациентов с инфантильным сколиозом до достижения 10-летнего возраста с величиной дуги более 30° . В этих исследованиях сообщают, что VBS может представлять собой альтернативный вариант лечения без спондилодеза для группы пациентов с высоким риском прогрессии сколиоза. Средняя коррекция деформации при динамическом наблюдении в течение 34 месяцев составила с 69 до 39° [45]. Модуляция роста стала предметом большой дискуссии в литературе, посвященной деформациям позвоночника. Недавние исследования по эндоскопическому сшиванию позвонков показали обнадеживающие ранние результаты у подростков с идиопатическим сколиозом. Однако в лите-

ратуре имеется и немало исследований, содержащих негативный опыт применения данной технологии. Результатом одного из исследований явилось то, что более половины пациентов, пролеченных с применением VBS, впоследствии нуждались в выполнении хирургических вмешательств по поводу продолженного прогрессирования деформации, включая установку «растущих» стержней, комбинированного переднезаднего спондилодеза или применения технологии VERTR [46].

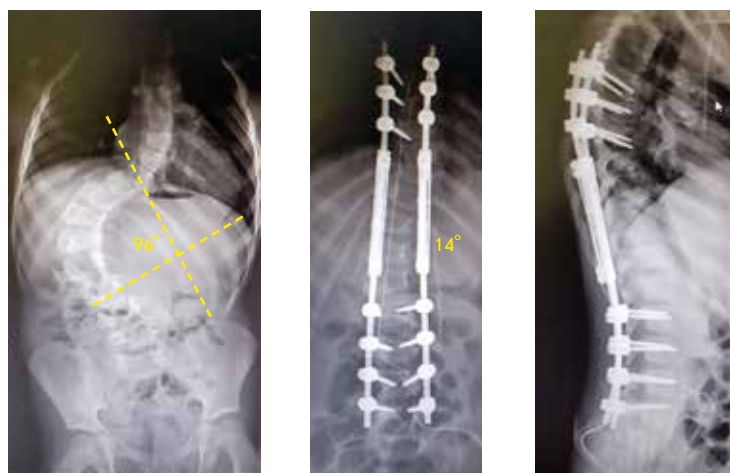
Применение двойных «растущих» конструкций

При исходно тяжелых инфантильных и ювенильных сколиозах применяют технологию двухстержневой металлофиксации с применением механически удлиняемой конструкции на аксиальных коннекторах «конец-в-конец». Первичное оперативное вмешательство выполняют с применением двух малотравматичных задних хирургических доступов. Важно создать надежную фиксацию в верхнем и нижнем полюсе металлофиксации. Стержни изгибают с учетом сагиттального профиля позвоночника, пересекают посередине и фиксируют в аксиальных коннекторах. Затем стержни поочередно проводят через предварительно сформированные туннели под мышцами слева и справа и фиксируют на винтах или крючках гайками. Коррекция деформации осуществляют за счет трансляции стержней к винтам посегментарной дистракции на элементы металлоконструкции. При применении данной технологии необходимо минимизировать количество фиксируемых позвоночных двигательных сегментов, чтобы в будущем, после проведения необходимого количества этапных коррекций, можно было увеличить протяженность металлофиксации при выполнении спондилодеза по достижении пубертатного возраста. Такая необходимость часто возникает у этой категории пациентов из-за высокой частоты формирования проксимального и дистального синдромов «смежного уровня».

В качестве наглядного примера представляем клиническое наблюдение за пациенткой с инфантильным сколиозом, которую оперировали с применением «растущей» механически удлиняемой металлоконструкции (рис. 24).



Внешний вид ребенка до операции



Рентгенограммы до и после операции



Ход операции



После операции



Через 4 года после операции



Четырехэтапная коррекция

Рис. 24. Клинический пример применения «растущей» механически удлиняемой металлоконструкции для лечения инфантильного сколиоза: больная Б., 4 года, с диагнозом: «Инфантильный правосторонний грудопоясничный сколиоз IV степени, декомпенсированный». К настоящему времени выполнили 4 этапных хирургических коррекции

ГЛАВА 6

Эндоскопическое обеспечение трудной интубации трахеи

Интубация трахеи — введение эндотрахеальной трубки в дыхательные пути с целью восстановления проходимости и обеспечения бесперебойной искусственной вентиляции легких. Данная манипуляцию выполняет врач анестезиолог-реаниматолог в качестве предоперационной подготовки для обеспечения наиболее безопасной поддержки хирургического вмешательства. В большинстве случаев интубация трахеи не вызывает технических сложностей, однако существует группа пациентов, требующих более деликатного подхода.

Случаи затруднения введения эндотрахеальной трубки в дыхательные пути под контролем ларингоскопа называют трудной интубацией. Данная ситуация возникает, когда невозможно качественно визуализировать гортань и голосовые связки при помощи ларингоскопа из-за индивидуальных анатомических особенностей. Трудную интубацию нужно ожидать у пациентов с: генетически детерминированными заболеваниями, такими как мукополисахаридоз, так как возникает риск травматизации дыхательных путей при переразгибании шейного отдела позвоночника; врожденные или приобретенные деформации шейного отдела позвоночника в следствии артрогенной, миогенной или остеогенной патологии; ревматологические патологии: ювенильный ревматоидный полиартрит — вовлечение в процесс височно-нижнечелюстного сустава, что не позволяет адекватно обеспечить видимость голосовых связок; у пациентов с болезнью Бехтерева — вследствие сращения позвонков нарушается подвижность шейного отдела позвоночника; с детским церебральным параличом — пациенты часто

страдают обширными поражениями опорно-двигательного аппарата, что приводит к вынужденному положению тела и не позволяет выполнить классическую интубацию трахеи и пр.

Современные анестезиологические приспособления, такие как ларингеальные маски с оптоволоконным каналом и монитором или ларингоскопы, оснащенные камерой и портативным экраном, облегчают «сложную интубацию», однако они не всегда эффективны и имеют ряд недостатков: ограниченная область обзора, невозможность гарантированно провести интубационную трубку в трахею.

При сложных интубациях золотым стандартом является использование фибробронхоскопических технологий, которые обладают возможностью передавать видеоизображение высокого разрешения, а гибкая структура бронхоскопа обеспечивает большую область обзора и позволяет проконтролировать и обеспечить проведение эндотрахеальной трубки в трахею. В практике используют современные бронхоскопы различных диаметров, что позволяет выполнить интубацию трахеи детям с первых дней жизни.

Бронхоскопия — наиболее предпочтительный метод визуализации гортани и голосовой щели, но и у нее есть ряд недостатков и особенностей.

Традиционный фибробронхоскоп — дорогой и очень хрупкий прибор, покрытый нежной оболочкой. Использование эндоскопа и соприкасающейся с ним эндотрахеальной трубки при интубации может привести к повреждению и быстрому износу, что ведет к дорогостоящему ремонту. Безусловным решением данной проблемы является применение портативной эндоскопической аппаратуры, основанной на использовании одноразовых фибробронхоскопов, подключаемых к переносному и компактному планшету. Во-первых, данные технологии исключают риск дорогостоящего ремонта в результате повреждения мягкой оболочки — прибор одноразовый, во-вторых, данные приборы не подвергают специальной антисептической и антиинфекционной обработке и сразу утилизируют после процедуры, в-третьих, портативная техника обеспечивает мобильность и автономность (рис. 25).



Рис. 25. Применение одноразового бронхоскопа при трудной интубации трахеи

Также портативная система многофункциональна, она позволяет безопасно и незамедлительно выполнять бронхоскопическое исследование пациентам с экстренной патологией в связи с наличием инструментального канала. Так, пациентам с инородными телами, термическими или химическими ожогами дыхательных путей, трахеобронхиальными кровотечениями в неотложной ситуации возможно выполнить не только диагностическое исследование, но и лечебную процедуру, а также взять биопсионный материал для морфологического исследования.

Данные технологии способны компенсировать недостаточную техническую обеспеченность клиник, в составе которых нет специализированного эндоскопического подразделения, а также способствуют оказанию своевременной и безопасной эндоскопической помощи, снижающей риск инфицирования пациентов эндоскопическими приборами в тех стационарах, которые не располагают специальной техникой для обработки эндоскопического оборудования.

Заключение

В настоящее время эксперты ВОЗ, ортопеды и ведущие хирурги-вертебрологи признают, что сколиотическая болезнь, распространенность которой в мире составляет от 3,2 до 30% населения, приводит к стойким нарушениям здоровья и является важной многоплановой медико-социальной проблемой. Хирургическое лечение сколиотических деформаций позвоночника — одна из важнейших проблем современной детской хирургии и ортопедии. Основной целью оперативного лечения сколиоза является коррекция баланса тела, поскольку именно он определяет качество жизни пациентов с деформациями позвоночника и обеспечивает достижение эффекта от проведенного хирургического вмешательства в отдаленном периоде наблюдения. Необходимо помнить, что тяжелая деформация позвоночника приводит к развитию симптомокомплекса со стороны внутренних органов, называемого сколиотической болезнью. Это требует мультидисциплинарного подхода к обследованию и лечению данной категории пациентов. Хирургию деформаций позвоночника сопровождают высокие риски периоперационных осложнений, что диктует необходимость применения всего доступного спектра высокотехнологичного оборудования для их профилактики, такого как нейрофизиологический мониторинг, использование КТ-навигации и электронно-оптического преобразователя, современной анестезиологической аппаратуры. Настоящее учебное пособие позволит детским хирургам, ортопедом и нейрохирургам расширить свои знания в диагностике и лечении сколиозов, что позволит своевременно и полноценно оказывать квалифицированную помощь данной категории пациентов.

Тестовые задания

- 1. Какие параметры оценивают при анализе спондилограмм грудного и поясничного отдела позвоночника с захватом головок бедренных костей в положении стоя:**
 - A. Степень повреждения головок бедренных костей
 - B. Параметры крестцово-тазового сочленения
 - C. Параметры сагиттального баланса
 - D. Степень повреждения отделов позвоночника

- 2. Какие из перечисленных характеристик относятся к понятию «структурная деформация позвоночника» и не характерны для постуральной деформации:**
 - A. Локальная мышечная боль
 - B. Асимметрия лопаток и надплечий
 - C. Боковое искривление позвоночника
 - D. Ротационная деформация позвоночника

- 3. Какие рекомендации необходимо выполнять при проведении спондилографии у пациентов с деформацией грудопоясничного отдела позвоночника:**
 - A. Стоя с захватом коленных суставов
 - B. Стоя с захватом головок бедренных костей
 - C. При возможности проведение спондилографии в трех проекциях
 - D. Проведение спондилографии в двух проекциях

- 4. Наиболее распространенным в современной литературе определением сколиоза является:**
 - A. Заболевание костно-мышечной системы, при котором происходит деформация (искривление) позвоночника
 - B. Многоплоскостная деформация позвоночника с преимущественным искривлением во фронтальной плоскости с ротацией и торсией тел позвонков

- C. Стойкое боковое искривление позвоночника
D. Трехплоскостная деформация позвоночника
- 5. Какой из показателей является маркером потенциала прогрессирования деформации позвоночника при оценке спондилограмм:**
- A. Тест Риссера
B. Тест Адамса
C. Индекс Казьмина
D. Метод Mehta
- 6. В возрасте от 0 до 2 лет отмечают максимальные темпы роста скелета, поэтому деформации позвоночника, сформировавшиеся к данному возрасту, имеют наиболее злокачественный характер течения. В каком возрасте происходит дебют таких деформаций и как их называют:**
- A. Инфантильные (от 0 до 3 лет)
B. Ювенильные (от 3 до 10 лет)
C. Подростковые (старше 10 лет)
D. Врожденный сколиоз
- 7. Какой метод исследования с большей точностью характеризует деформацию и степень костных сращений в области пораженного сегмента позвоночника:**
- A. МРТ-исследование
B. КТ-исследование
C. Спондилография
D. Сцинтиграфия
- 8. Основным методом консервативного лечения при быстро прогрессирующих деформациях позвоночника является:**
- A. ЛФК
B. Массаж
C. Плавание
D. Корсетотерапия

- 9. Быстро прогрессирующей деформацией позвоночника считают:**
- A. Прогрессирование деформации более чем на 5° в год
 - B. Прогрессирование деформации более чем на 10° в год
 - C. Прогрессирование деформации более чем на 15° в год
 - D. Прогрессирование деформации более чем на 20° в год
- 10. Физикальное обследование больного с деформацией позвоночника с использованием отвеса проводят с целью:**
- A. Выявления дуги искривления
 - B. Определения уровня искривления позвоночника
 - C. Определения плоскости искривления позвоночника
 - D. Определения наличия декомпенсации деформации позвоночника
- 11. Показанием для проведения оперативного лечения пациенту с деформацией позвоночника является:**
- A. Степень деформации
 - B. Возраст ребенка
 - C. Локализация структурной дуги деформации позвоночника
 - D. Прогрессирование деформации позвоночника
- 12. Принцип модуляции роста при деформации позвоночника осуществляют на основании:**
- A. Закона Гютера — Фолькмана
 - B. Схемы Хильгенрейнера
 - C. Схемы Путти
 - D. Схемы Рейнберга
- 13. Как называют оперативное вмешательство на позвоночнике, при котором выполняют резекцию задних структур с уменьшением высоты задней колонны:**
- A. Фасетэктомия
 - B. Корректирующая вертебротомия
 - C. Спондилодез
 - D. Кифэктомия

- 14. Ранние эмбриональные дефекты формирования или сегментации позвонков приводят к возникновению:**
- A. Нейромышечного сколиоза
 - B. Инфантильного сколиоза
 - C. Идиопатического сколиоза
 - D. Врожденного сколиоза
- 15. Комплексная оценка морфологических изменений грудных и поясничных позвонков на спондилограмме позволяет оценить:**
- A. Величину деформации
 - B. Степень нарушения параметров сагиттального баланса
 - C. Степень ригидности деформации
 - D. Деформацию корней дуг
- 16. Для нарушения осанки типа «круглая спина» характерно:**
- A. Увеличение грудного кифоза в верхнем отделе позвоночника
 - B. Увеличение грудного кифоза на всем протяжении
 - C. Увеличение поясничного лордоза
 - D. Увеличение шейного лордоза

Ответы на тестовые задания

Номер задания	Ответ
1	С
2	D
3	B, D
4	B
5	С
6	A
7	B
8	D
9	B
10	D
11	D
12	A
13	B
14	D
15	D
16	B

Основной список литературы

1. Колесов С.В. Хирургия деформаций позвоночника / под ред. акад. РАН С.П. Миронова. Москва: Авторская Академия, 2014. 272 с.
2. Ленке Л., Боши-Аджей О., Ванг Я. Остеотомии позвоночника. Москва: БИНОМ, 2016.
3. Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. Хирургия деформаций позвоночника. 2-е издание испр. и доп. Новосибирск: Redactio, 2011. 592 с.

Дополнительный список литературы

1. Vasiliadis E.S., Grivas T.B., Kaspiris A. Historical overview of spinal deformities in ancient Greece // Scoliosis. 2009 Feb 25. Vol. 4. P. 6. doi: 10.1186/1748-7161-4-6 PMID: 19243609; PMCID: PMC2654856
2. Ульрих Э.В., Мушкин А.Ю., Губин А.В. Врожденные деформации позвоночника у детей: прогноз эпидемиологии и тактика ведения // Хирургия позвоночника. 2009. № 2. С. 55—61.
3. Ульрих Э.В., Мушкин А.Ю. Хирургическое лечение пороков развития позвоночника у детей. СПб., 2007.
4. Зайдман А.М. и др. Сколиотическая болезнь: 50-летний опыт исследований // Сибирский научный медицинский журнал. 2017. Т. 37, № 6. С. 76—85.
5. Еналдиева Р.В., Автандилов А.Г., Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., Галиченко И.В., Махакова Г.Ч., Столетова И.О., Колесникова М.А. Изменения гемодинамики малого и большого кругов кровообращения при сколиотической болезни // Хирургия позвоночника. 2006. № 1. С. 44—49.
6. Alexandre A.S., Sperandio E.F., Yi L.C., Davidson J., Poletto P.R., Goffryd A.O., Vidotto M.C. Photogrammetry: a proposal of objective assessment of chest wall in adolescent idiopathic scoliosis // Rev Paul Pediatr. 2019 Apr-Jun. Vol.37, N 2. P. 225—233.
7. Автандилов А.Г., Ветрилэ С.Т., Еналдиева Р.В., Неманова Д.И., Кулешов А.А. Неинвазивная предоперационная оценка состояния кардиореспираторной системы у подростков с тяжелой степенью грудного сколиоза // Хирургия позвоночника. 2012. № 2. С. 45—48.

8. *Еналдиева Р.В.* Клинико-функциональная оценка и обоснование коррекции нарушений кардиогемодинамики при сколиотической болезни: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2006. 47 с.

9. Полиорганные нарушения при дисплазиях соединительной ткани у детей. Алгоритмы диагностики. Тактика ведения. Проект российских рекомендаций. Ч. 2 // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2016. Т. 11, № 2. Вып. 2. С. 239–263.

10. *Сошникова Е.В., Ильясевич И.А., Тесаков Д.К.* Особенности патологического изменения функции внешнего дыхания у пациентов с хирургическими деформациями позвоночника при сколиозе // Ульяновский медикобиологический журнал. 2016. № 4. С. 65–66.

11. *Tsiligiannis T., Grivas T.* Pulmonary function in children with idiopathic scoliosis // *Scoliosis*. 2012. Vol. 7. P. 7.

12. *Huh S., Eun L.Y., Kim N.K., Jung J.W., Choi J.Y., Kim H.S.* Cardiopulmonary function and scoliosis severity in idiopathic scoliosis children // *Korean J Pediatr*. 2015 Jun. Vol. 58, N 6. P. 218–223. doi: 10.3345/kjp.2015.58.6.218

13. *Ipp L., Fly P., Blanco J., Green D., Boachie-Adjei O., Kozich J., Chan G., Denneen J., Widmann R.* The Findings of Preoperative Cardiac Screening Studies in Adolescent Idiopathic Scoliosis // *Journal of Pediatric Orthopaedics*: October/November 2011. Vol. 31, N 7. P. 764–766.

14. *Soto M.E., Cano R., Criales C.S., Avendano L., Espinola N., Garcia C.* Pectus excavatum y carinatum en el síndrome de Marfan y síndromes similares: prevalencia e impacto clínico pulmonar y cardiovascular // *Gaceta Med Mex*. 2018. Vol. 154, N 2. P. 67–78.

15. *Кадурина Т.И., Аббакумова Л.Н.* Дисплазия соединительной ткани: путь к диагнозу // *Вестник Ивановской медицинской академии*. 2014. Т. 19, № 3. С. 5–11.

16. *Суменко В.В., Боев В.М., Пыков М.И., Лебедькова С.Е.* Инновационный подход для разработки региональных показателей ультразвукового исследования органов брюшной полости и почек у детей, проживающих на территориях с различной антропогенной нагрузкой: монография. Оренбург — Москва: ООО ИПК «Университет», 2015. 108 с.

17. *Суменко В.В., Лебедькова С.Е., Челпаченко О.Е., Каган Н.Н.* Клинико-эхографические особенности состояния сердечно-сосудистой системы у детей с пограничным расширением печеночных вен // *Вестник ОГУ*. 2013. № 9 (158).

18. Наследственные и многофакторные нарушения соединительной ткани у детей. Алгоритмы диагностики. Тактика

ведения. Проект Российских рекомендаций // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2015. Т. 10, № 1. С. 5–35.

19. *Васильева Е.В., Пухлова Е.И., Голубева К.Г.* Соматическая патология при сколиозе у детей. Адаптация различных систем организма при сколиотической деформации позвоночника. Методы лечения: тез. докл. междунар. симпозиума. Москва, 2003. С. 11–12.

20. *Satoh F. Fujita M.Q., Tsuboi A. Takeichi S.* Sudden death in a patient with idiopathic scoliosis // *Hi. Clin. Forensic. Med.* 2006. Vol. 13, N 6–8. P. 335–338.

21. *Лебедева М.Н.* Характеристика тяжелых форм сколиотических деформаций позвоночника // *Хирургия позвоночника.* 2008. № 4. С. 65–71.

22. *Diebo B.G., Lafage V., Schwab F.* Pelvic Incidence: The Great Biomechanical Effort. *Spine.* 2016. Vol. 41. P. S21–S22.

23. *Wilczynski J., Bieniek K., Habik N., Janecka S., Karolak P.* Canonical Correlations between Body Postural Variables in the Sagittal Plane and Scoliotic Variables in School-Children // *Modern Applied Science.* 2008. Vol. 12, N 2. P. 109–115.

24. *Wilczynski J., Bieniek K., Habik N., Janecka S., Karolak P.* Canonical Correlations between Body Postural Variables in the Sagittal Plane and Scoliotic Variables in School-Children // *Modern Applied Science.* 2018. Vol. 12, N 2. P. 109–115.

25. *Singh V., Rustagi T., Hart R.* Extended L5 pedicle subtraction osteotomy for neglected sacropelvic dissociation injury: case report // *J Neurosurg Spine.* 2019 Mar 29. P. 1–5.

26. *Bassani T., Galbusera F., Luca A., Lovi A., Gallazzi E., Brayda-Bruno M.* Physiological variations in the sagittal spine alignment in an asymptomatic elderly population // *Spine J.* 2019 Aug 1. pii: S1529-9430(19)30898-8. doi: 10.1016/j.spinee.2019.07.016

27. *Pumberger M., Schmidt H., Putzier M.* Spinal Deformity Surgery: A Critical Review of Alignment and Balance // *Asian Spine J.* 2018 Aug. Vol. 12, N 4. P. 775–783.

28. *Дюбуссе Ж.* Биомеханические и клинические аспекты переднего доступа при хирургическом лечении кифозов и кифоскоаиозов у детей и подростков // *Хирургия позвоночника.* 2010. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biomechanicheskie-i-klinicheskie-aspekty-perednego-dostupa-pri-hirurgicheskom-lechenii-kifozov-i-kifoskoaiozob-u-detey-i-podrostkov>

29. *Продан А.И., Радченко В.А., Хвусюк А.Н., Куценко В.А.* Закономерности формирования вертикальной осанки и параметры сагиттального позвоночно-тазового баланса у пациентов

с хронической люмбалгией и люмбоишиалгией // Хирургия позвоночника. 2006. № 4. С. 61–69.

30. *Tournemine S., Angelliaume A., Simon A.L., Ilharreborde B.* Are postoperative standing radiographs relevant before hospital discharge in adolescent idiopathic scoliosis? // *Eur Spine J.* 2019 Jun. Vol. 28, N 6. P. 1363–1370.

31. *Illés T.S., Lavaste F., Dubouset J.F.* The third dimension of scoliosis: The forgotten axial plane // *Orthop Traumatol Surg Res.* 2019 Apr. Vol. 105, N 2. P. 351–359. doi: 10.1016/j.otsr.2018.10.021

32. *Дюбуссе Ж.* Достижение гармонии в 3D-коррекции деформаций позвоночника // Хирургия позвоночника. 2018. Т. 15, № 1. С. 101–109.

33. *Дюбуссе Ж.* Позвоночник трехмерен, но не следует путать 3D-выстраивание и 3D-баланс // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13, № 2. С. 77–85.

34. *Horton W.C., Brown, C.W., Bridwell K.H., Glassman S. D., Suk S.-I., Cha C.W.* Is There an Optimal Patient Stance for Obtaining a Lateral 36” Radiograph?: A Critical Comparison of Three Techniques // *Spine.* 2005. Vol. 30, N 4. P. 427–433.

35. *Assi A., Sauret C., Massaad A., Bakouny Z., Pillet H., Skalli W., Ghanem I.* Validation of hip joint center localization methods during gait analysis using 3D EOS imaging in typically developing and cerebral palsy children // *Gait Posture.* 2016 Jul. Vol. 48. P. 30–35.

36. *Pizones J., Martin M.B., Perez-Grueso F.J.S., Yilgor C., Vila-Casademunt A., Serra-Burriel M., Obeid I., Alanay A., Acaroglu E.R., Pellisé F.* Impact of Adult Scoliosis on Roussouly Sagittal Shape Classification // *Spine (Phila Pa 1976).* 2019 Feb 15. Vol. 44, N 4. P. 270–279. doi: 10.1097/BRS.0000000000002800

37. *Ferrero E., Pesenti S., Blondel B., Jouve J.L., Mazda K., Ilharreborde B.* Role of thoracoscopy for the sagittal correction of hypokyphotic adolescent idiopathic scoliosis patients // *Eur Spine J.* 2014 Dec. Vol. 23, N 12. P. 2635–2642.

38. *Scheer J.K., Lafage R., Schwab F.J., Liabaud B., Smith J.S., Mundis G.M., Hostin R., Shaffrey C.I., Burton D.C., Hart R.A., Kim H.J., Bess S., Gupta M., Lafage V., Ames C.P.* Under Correction of Sagittal Deformities Based on Age-adjusted Alignment Thresholds Leads to Worse Health-related Quality of Life Whereas Over Correction Provides No Additional Benefit // *Spine (Phila Pa 1976).* 2018 Mar 15. Vol. 43, N 6. P. 388–393.

39. *Noshchenko A., Hoffecker L., Cain C.M.J., Patel V.V., Burger E.L.* Spinopelvic Parameters in Asymptomatic Subjects Without

Spine Disease and Deformity: A Systematic Review with Meta-Analysis // *Clin Spine Surg.* 2017 Nov. Vol. 30, N 9. P. 392–403.

40. Ferrero E., Lafage R., Diebo B.G., Challier V., Ilharberorde B., Schwab F., Skalli W., Guigui P., Lafage V. Tridimensional Analysis of Rotatory Subluxation and Sagittal Spinopelvic Alignment in the Setting of Adult Spinal Deformity // *Spine Deform.* 2017 Jul. Vol. 5, N 4. P. 255–264. doi: 10.1016/j.jspd.2017.01.003

41. Zheng X., Chaudhari R., Wu C., Mehbod A.A., Transfeldt E.E., Winter R.D. Repeatability test of c7 plumb line and gravity line on asymptomatic volunteers using an optical measurement technique // *Spine.* 2010. Vol. 35, N 18. P. e889–e894.

42. Theologis A.A., Cahill P., Auriemma M., Betz R., Diab M. Vertebral body stapling in children younger than 10 years with idiopathic scoliosis with curve magnitude of 30 to 39° // *Spine.* 2013. Vol. 38, N 25. P. E1583–E1588.

43. O'leary P.T., Sturm P.F., Hammerberg K.W., Lubicky J.P., Mardjetko S.M. Convex hemiepiphysiodesis: the limits of vertebral stapling // *Spine.* 2011. Vol. 36, N 19. P. 1579–1583.

44. Челпаченко О.Б. Современные принципы диагностики и хирургического лечения детей с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2020.

ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**О.Б. Челпаченко, К.В. Жердев,
М.М. Лохматов, С.П. Яцык**

**ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ
СКОЛИОЗА У ДЕТЕЙ**

Учебное пособие

Выпускающий редактор У.Г. Пугачёва
Литературный редактор Н.В. Йогансон
Верстка Е.В. Зиновьева

Подписано в печать 12.04.2023.
Формат 70x100/16. Усл. печ. л. 6,9
Тираж 500 экз. Заказ 23045

Отпечатано ООО «ДЕЛОВАЯ ПОЛИГРАФИЯ»
117588, г. Москва, Литовский бульвар, 34-8