https://doi.org/10.15690/vsp.v23i6.2826

Check for updates

А.А. Иванова, С.Г. Волков, Д.С. Лукьянов, М.Н. Лебедева

Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Российская Федерация

Интраоперационные гемодинамические нарушения у подростка с лордосколиозом при коррекции деформации позвоночника: клинический случай и краткий обзор литературы

Контактная информация:
Иванова Анастасия Александровна, кандидат медицинских наук, врач-анестезиолог отделения анестезиологии и реанимации с палатами интенсивной терапии ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России
Адрес: 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, д. 17, **тел.:** +7 (383) 373-32-01, доб. 1258, **e-mail:** aivanova.nsk@yandex.ru
Статья поступила: 22.08.2024, **принята к печати:** 16.12.2024

Обоснование. *Интраоперационное положение пациентов на животе является фактором риска развития гемодинамической нестабильности, особенно у больных с лордосколиозом по причине относительно небольшого объема грудной клетки.* ***Описание клинического случая.*** *Пациентка, возраст 15 лет, поступила для плановой хирургической коррекции лордосколиоза IV степени. Интраоперационно развилась артериальная гипотензия, коррекция которой увеличением темпа инфузионной терапии, введением вазопрессоров и сменой анестетика не имела эффекта. Операция была прекращена. В послеоперационном периоде значимых анатомо-функциональных изменений сердечно-сосудистой системы зарегистрировано не было. Через 5 сут перед повторной операцией проведено изменение укладки пациентки в операционной: модуль стола Джексона с упорами под грудь и кости таза был заменен на стандартный с подложенным под грудь и гребни подвздошных костей операционным бельем. Для анестезии использовали пропофол. Течение анестезии без особенностей.* ***Заключение.*** *Предоперационное обследование пациентов с лордосколиозом должно включать КТ-исследование позвоночника и грудной клетки для оценки индекса спинальной пенетрации. Интраоперационная укладка должна быть выполнена способом, позволяющим уменьшить негативное воздействие неизбежной компрессии грудной клетки. Для обезболивания предпочтительно использовать метод тотальной внутривенной анестезии. Все вышеуказанное необходимо для минимизации риска интраоперационной гемодинамической нестабильности.*

Ключевые слова: *клинический случай, лордосколиоз, коррекция деформаций позвоночника, положение на животе, гемодинамика*

Для цитирования: Иванова А.А., Волков С.Г., Лукьянов Д.С., Лебедева М.Н. Интраоперационные гемодинамические нарушения у подростка с лордосколиозом при коррекции деформации позвоночника: клинический случай и краткий обзор литературы. *Вопросы современной педиатрии.* 2024;23(6):503–508. doi: https://doi.org/10.15690/vsp.v23i6.2826

ОБОСНОВАНИЕ

Хирургическую коррекцию сколиотических деформаций позвоночника, принимая во внимание особенности доступа, вынужденно выполняют в положении пациентов на животе (прон-позиция). Однако такая позиция негативным образом сказывается на сердечно-сосудистой гемодинамике даже у практически здоровых людей [1, 2]. Описаны случаи интраоперационной гемодинамической нестабильности с развитием артериальной гипотензии у пациентов со сколиозом, находившихся в пронпозиции [3, 4]. В большинстве случаев такие осложнения являются результатом компрессии передней брюшной стенки, что ведет к повышению внутрибрюшного давления и, как следствие, снижению венозного возврата к сердцу [5, 6]. С целью профилактики таких осложнений в мировой практике разработаны специальные конструкции модульных хирургических столов, в частности стол Джексона, использование которого считается оптимальным способом интраоперационной укладки пациентов при операциях на позвоночнике [7].

Среди пациентов с деформациями позвоночника особое внимание хирурга и анестезиолога-реаниматолога должно быть уделено пациентам с лордосколиозом — сочетанием сколиотической деформации позвоночника с аномальной лордотической деформацией, сопровождающейся изменением положения органов грудной клетки [8–10]. Известно, что лордотическая деформация грудного отдела позвоночника снижает объем пространства между позвоночником и грудиной, изменяет движение ребер и нередко сопровождается дыхательными нарушениями по рестриктивному типу, а также гемодинамическими нарушениями: снижением артериального давления, изменениями частоты сердечных сокращений, нарушениями ритма сердца, снижением венозного возврата к сердцу. Указанные нарушения возникают не только на предоперационном этапе [11, 12], но и в ходе

хирургического вмешательства, что требует изменения положения пациента на столе [13]. Проблема врожденного лордосколиоза подробно изучена в обзоре российских авторов, проанализировавших около трех десятков статей по этой теме. Одновременно исследователи подчеркивают недостаточную изученность данной патологии [9].

Учитывая редкость случаев лордосколиоза, а также то обстоятельство, что в большинстве опубликованных ранее работ изучались дыхательные нарушения, целями представленного ниже наблюдения явились демонстрация развития гемодинамической нестабильности при хирургической коррекции деформации позвоночника у пациентки с лордосколиозом, оценка факторов риска развития синдромокомплекса, а также анализ мер по предотвращению интраоперационных нарушений гемодинамики.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

О пациенте

Пациентка А., возраст 15 лет, поступила для планового хирургического лечения деформации позвоночника. Диагноз при поступлении: «Идиопатический неосложненный прогрессирующий декомпенсированный мобильный правосторонний грудной лордосколиоз IV степени (69°). Аномалия хордального аппарата — дополнительная хорда левого желудочка». Пациентка предъявляла жалобы на незначительную болезненность в спине при утомлении и умеренных физических нагрузках, а также на деформацию позвоночника, вызывающую психологический дискомфорт ввиду особенностей внешности.

Анамнез болезни. Деформация позвоночника у пациентки диагностирована в 12-летнем возрасте с последующим постоянным наблюдением врачом-ортопедом. Неэффективность консервативной терапии (ЛФК, массаж) с момента установки диагноза и прогрессирование деформации позвоночника (увеличение угла деформации грудной сколиотической дуги с 30 до 69°) явились показаниями к оперативному лечению.

Анамнез жизни. Девочка росла и развивалась согласно возрасту, физическая активность обычная, указаний на травмы позвоночника нет. В семье пациентки случаев сколиоза не было.

Физикальная диагностика

При поступлении состояние пациентки удовлетворительное, активность не снижена. Рост — 157 см, масса тела — 48 кг. Дыхание везикулярное по всем полям. Тоны сердца ясные, ритм правильный, шумов нет, частота сердечных сокращений (ЧСС) — 80/мин, артериальное давление (АД) — 110/70 мм рт. ст. Живот мягкий, безболезненный при пальпации, перистальтика живая, диурез адекватный. Mensis с 11 лет.

Травматолого-ортопедический статус. Телосложение нормостеническое, асимметрия надплечий, углов лопаток, треугольников талии. Отклонение линии остистых отростков в грудном отделе позвоночника влево, в поясничном — вправо. Подвижность позвоночника незначительно ограничена в грудном отделе при боковых наклонах. Грудной кифоз сглажен. Правосторонняя сколиотическая деформация грудного отдела позвоночника. Перекос таза не обнаружен, длина конечностей одинакова, ось правильная.

Инструментальная диагностика

На спондилограммах, выполненных при поступлении, угол правосторонней грудной сколиотической дуги стоя — 69°, с наклоном в сторону дуги — 19°, кифоз грудного отдела — 3°, лордоз поясничного отдела — 47° (рис. 1).

Результаты клинических анализов крови и мочи в пределах возрастной нормы. При магнитно-резонансной томографии структурные и функциональные отклонения центральной нервной системы не обнаружены. Заключение невролога: состояние нервной системы без особенностей. По данным ЭКГ зарегистрированы миграция водителя ритма по предсердиям с ЧСС 92–102/мин, нарушение внутрижелудочковой проводимости по правой ножке пучка Гиса, нагрузка на левый желудочек. При УЗИ сердца, выполненном на амбулаторном этапе во время подготовки пациентки к госпитализации, выявлена дополнительная хорда левого желудочка. При исследовании функции внешнего дыхания при поступлении отмечено умеренное снижение жизненной емкости легких (82% от должных показателей) при нормальных скоростных показателях вентиляционной функции легких.

Anastasiya A. Ivanova, Sergey G. Volkov, Dmitry S. Lukyanov, Maya N. Lebedeva

Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russian Federation

Intraoperative Hemodynamic Disorders in Adolescent with Lordoscoliosis During Correction of Spinal Deformity: Clinical Case and Brief Literature Review

Background. *The intraoperative prone position of patients is risk factor of hemodynamic instability development especially in patients with lordoscoliosis due to smaller chest volume.* ***Clinical case description.*** *15-year-old female patient was admitted for planned surgical correction of grade IV lordoscoliosis. Arterial hypotension has developed during surgery, that could not be corrected by increased infusion therapy rate, vasopressors, and changing anesthetic. Operation has been stopped. No significant anatomical and functional changes in cardiovascular system were revealed during the postoperative period. The patient was taken back to the operating room five days later. However, patient's positioning has been changed: the Jackson table module with chest and pelvic bone support pads was replaced with standard one with surgical linen placed under the chest and iliac crests. Propofol was the anesthetic of choice. The course of anesthesia was within normal.* ***Conclusion.*** *Preoperative examination of patients with lordoscoliosis should include CT examination of the spine and chest to evaluate the spinal penetration index. Intraoperative positioning should be performed in a way to reduce negative effect of inevitable chest compression. It is preferable to use total intravenous anesthesia. All the above is crucial to minimize the risk of intraoperative hemodynamic instability.*

Keywords: *clinical case, lordoscoliosis, management of spinal deformities, prone position, hemodynamics*

For citation: Ivanova Anastasiya A., Volkov Sergey G., Lukyanov Dmitry S., Lebedeva Maya N. Intraoperative Hemodynamic Disorders in Adolescent with Lordoscoliosis During Correction of Spinal Deformity: Clinical Case and Brief Literature Review. *Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics*. 2024;23(6):503–508. (In Russ). doi: https://doi.org/10.15690/vsp.v23i6.2826

Клинический диагноз

Идиопатический неосложненный прогрессирующий декомпенсированный мобильный правосторонний грудной лордосколиоз IV степени (69°).

Хирургическое лечение

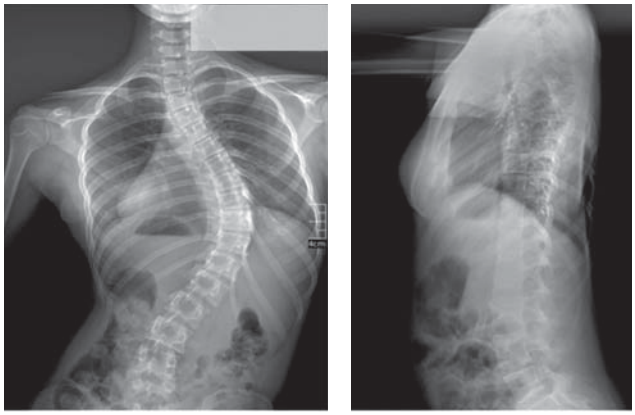
Запланированный объем операции — коррекция деформации позвоночника сегментарным инструментарием и заднего спондилодеза местной аутокостью в условиях общей анестезии. Хирургическое лечение проводилось на столе Джексона, позволяющем осуществить декомпрессию передней брюшной стенки путем обеспечения ее провисания, при этом основной упор осуществляется на грудную клетку и гребни подвздошных костей (рис. 2).

Анестезиологическое обеспечение операции проводилось с применением стандартного интраоперационного мониторинга безопасности пациента: неинвазивное измерение АД с интервалом 5 мин, непрерывная регистрация ЭКГ и сатурации, анализ газового состава вдыхаемой и выдыхаемой газовой смеси, биспектральный индекс энцефалограммы (BIS-мониторинг) для контроля глубины анестезии. Индукция анестезии выполнена путем болюсного введения фентанила в дозировке 0,002 мг/кг массы тела, пропофола 2,5 мг/кг и рокурония бромида 1 мг/кг. После интубации трахеи подключен севофлуран в дозировке, позволяющей поддерживать глубину анестезии в интервале 40–60 согласно данным BIS-монитора (0,5–1 минимальной альвеолярной концентрации). Газоток осуществляли в объеме 1,5 л/мин, концентрация кислорода во вдыхаемой смеси составляла 40%. Проводилась инфузия сбалансированных растворов кристаллоидов со скоростью 4–6 мл/кг/ч.

После поворота пациентки на живот и обработки операционного поля был выполнен разрез. Перед кожным разрезом введены болюс фентанила в дозе 0,002 мг/кг, а также болюс кетамина в дозе 0,25 мг/кг (блокатор NMDA-рецепторов) с последующим подключением продленной инфузии субанестетической дозировки кетамина — 0,25 мг/кг/ч. После кожного разреза на этапе скелетирования грудного отдела позвоночника, сопровождавшегося неизбежным механическим давлением на грудную клетку пациентки, была зарегистрирована артериальная гипотензия (АД — 58/34 мм рт. ст.) с ЧСС 132/мин. Вентиляционных нарушений зарегистрировано не было. Ускорен темп инфузионной поддержки до 100 мл/мин. Объем кровопотери на данном этапе оперативного вмешательства был минимальным — 30–40 мл. Однако при следующем измерении АД (через 1 мин) отмечено сохранение артериальной гипотензии (АД — 67/32 мм рт. ст.), ЧСС — 127/мин. Одновременно замечено, что при прекращении воздействия хирургической бригады на пациентку АД увеличилось до 82/52 мм рт. ст. Принято решение о смене анестетика — прекращено введение севофлурана и подключена продленная инфузия пропофола со скоростью, позволявшей достигать целевых значений BIS-монитора (40–60), 6–12 мг/кг/ч. С целью коррекции уровня АД также была подключена вазопрессорная поддержка — продленная инфузия норэпинефрина со скоростью 0,05–0,1 мкг/кг/мин. Последующие трехкратные измерения АД с интервалом в 3 мин не выявили положительных гемодинамических сдвигов.

Интраоперационным консилиумом, учитывая сохраняющиеся нарушения гемодинамики пациентки, было принято решение о прекращении хирургического вмешательства и переводе пациентки для динамического наблюдения в палату реанимации. В операционной после поворота пациентки на спину гемодинамические показатели нормализовались (АД — 88/54 мм рт. ст., ЧСС — 105/мин), вазопрессорная поддержка была прекращена.

Рис. 1. Рентгенограммы пациентки А. при поступлении в стационар
Fig. 1. Radiographs of patient A. upon admission to the hospital



Примечание. Слева — прямая проекция, справа — боковая проекция.
Источник: архив учреждения, 2024.

Note. Left — frontal view, right — lateral view.
Source: archive of the institution, 2024.

Рис. 2. Положение пациента на столе Джексона
Fig. 2. The patient's position on Jackson's Spinal Surgery Table

Источник: ©Guangzhou Howell Medical Devices Co, LTD (https://howellmed.com/ru/products/jackson-spine-table).

Source: ©Guangzhou Howell Medical Devices Co, LTD (https://howellmed.com/ru/products/jackson-spine-table).

Ранний послеоперационный период

При переводе пациентки в палату реанимации и интенсивной терапии на продленную искусственную вентиляцию легких гемодинамические показатели продолжали оставаться стабильными: АД в пределах 92/58–105/65 мм рт. ст.

Проведен анализ причин интраоперационной артериальной гипертензии. На выполненной в палате реанимации ЭКГ зарегистрированы миграция водителя ритма по предсердиям с ЧСС 100–108/мин, неполная блокада правой ножки пучка Гиса, а также усиление биопотенциалов левого желудочка.

При УЗИ сердца значимых изменений не выявлено: отмечалась умеренная тахикардия (105/мин), физиологическая митральная, трикуспидальная и легочная регургитация I степени, достаточная сократительная способность миокарда левого желудочка — фракция выброса 67%, зоны нарушений локальной сократимости миокарда не обнаружены. Аорта не расширена. Полости сердца не расширены. Толщина стенок левого желудочка и индекс массы миокарда левого желудочка в пределах нормы. Септальных дефектов не выявлено. Клапанный аппарат без видимых патологических изменений. Признаков легочной гипертензии не выявлено, расчетное систолическое давление в легочной артерии — 27 мм рт. ст. (по градиенту трикуспидальной регургитации).

При восстановлении сознания, дыхания, нервно-мышечной проводимости на фоне стабильной гемодинамики была проведена экстубация трахеи. Через 2 ч наблюдения на фоне стабильной гемодинамики пациентка была переведена в профильное отделение.

Повторная операция

Через 5 сут пациентка повторно взята в операционную. Были приняты следующие меры для предотвращения повторного эпизода гемодинамической нестабильности: изменены укладка пациента на операционном столе и метод анестезиологического обеспечения.

Для уменьшения степени механического воздействия на грудную клетку пациентки принято решение уйти от применения модуля стола Джексона, рутинно используемого при операциях на позвоночнике, с упорами под грудь и под кости таза (см. рис. 2). Вместо него был использован модуль, представляющий собой цельную платформу. Для обеспечения декомпрессии передней брюшной стенки было применено подложенное под грудную клетку сложенное операционное белье, примерно в 2 раза меньше по высоте, чем грудной упор стола Джексона, и расположенное краниальнее, чем упор под грудь на столе Джексона, а также аналогично сложенное операционное белье под гребни подвздошных костей. Для общей анестезии использован пропофол.

В течение всего хирургического вмешательства, включая этапы, сопровождавшиеся интенсивным механическим воздействием со стороны хирургов, показатели гемодинамики оставались стабильными. Вентиляционных нарушений зарегистрировано не было. Течение послеоперационного периода было гладким (рис. 3).

На 9-е сут после повторной операции пациентка была выписана из стационара в удовлетворительном состоянии.

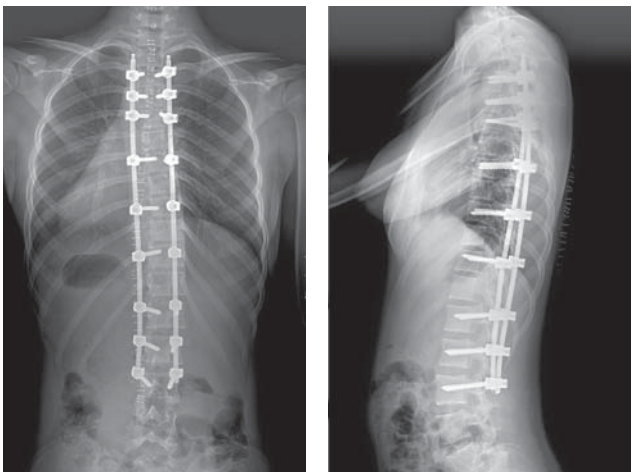
ОБСУЖДЕНИЕ

Как уже было отмечено при обосновании настоящей работы, коррекция имеющейся деформации позвоночника вынужденно выполняется в положении пациента лежа на животе, что ассоциировано с высоким риском повышения внутрибрюшного давления за счет компрессии передней брюшной стенки. Специальный модульный стол Джексона, применяемый в спинальной хирургии, позволяет избежать этого нежелательного явления [7]. Однако безопасность применения стола Джексона в положении пациентов на животе не является абсолютной. Так, J.H. Park и соавт. описали тяжелый гемодинамический коллапс при операции на позвоночнике у пациента с ожирением, уложенного на столе Джексона, вследствие чрезмерного провисания живота [14]. Авторы предположили, что обвисший живот у пациента, будучи существенных размеров, способствовал значительному смещению органов брюшной полости вниз, вызвав перегиб нижней полой вены, и/или спровоцировал венозный стаз в брюшной полости, что привело к нарушению венозного возврата к сердцу. И только применение внешней поддержки живота немедленно восстановило гемодинамическую стабильность [14]. В другой работе описан клинический случай интраоперационного нарушения дыхания и кровообращения у пациента с лордосколиозом [11]. При повороте на живот произошло резкое критичное механическое нарушение вентиляции легких. Нормализовать нарушение удалось путем интраоперационного изменения укладки пациента — подкладывания подушек под плечи и бедра таким образом, что голова и плечи пациента были опущены, уменьшая давление на трахею. Однако, несмотря на изменение укладки пациента, интраоперационно регистрировались эпизоды критичного снижения АД, совпадающие с агрессивными хирургическими манипуляциями на грудном отделе позвоночника [11]. Последнее указывает на необходимость предупреждения повышения не только внутрибрюшного, но и внутригрудного давления для профилактики нарушений вентиляции легких и гемодинамики. О важности оптимизации интраоперационной укладки пациента с деформацией позвоночника и грудной клетки с целью минимизации давления на грудную клетку сообщают и другие авторы [15].

Безусловно, причиной развития гемодинамических нарушений в описанном нами случае явилось повышение внутригрудного давления, приведшее к нарушению кровотока по верхней полой вене с нарушением венозного возврата. Подтверждением этому явилась тенденция к нормализации АД при отрыве грудной клетки от поверхности упора хирургического стола, размещенного под грудью пациента. Учитывая, что находящийся в распоряжении нашего учреждения стол Джексона оборудован лишь сплошными поперечными упорами под грудь, единственным выходом для осуществления адекватного позиционирования пациентки в положении на животе при повторном хирургическом вмешательстве с созданием резервного пространства между поверхностью операционного стола и грудной клеткой оказалось вынужденное использование подручных средств — сложенного в виде валиков операционного белья. Подтверждением правильности принятого решения явилось описание подобного случая развития артериальной гипотензии у пациента со сколиотической деформацией позвоночника, помещенного в положение на животе на столе Джексона [16]. Как и в нашем случае, гемодинамическая стабильность и возможность выполнения запланированного хирургического лечения были обеспечены сменой укладки пациента путем замены поперечной грудной подушки на две клиновидные подушки, которые были размещены поперек нижней части грудной клетки больного. При этом решение об изменении укладки было принято нами независимо от представленного зарубежными коллегами случая.

В контексте вышеизложенной информации становится очевидной важность предоперационного обследования пациентов с использованием компьютерной томогра-

Рис. 3. Рентгенограммы пациентки А. после хирургического лечения деформации позвоночника
Fig. 3. Radiographs of patient A. after surgical treatment



Примечание. Слева — прямая проекция, справа — боковая проекция.
Источник: архив учреждения, 2024.

Note. Left — frontal view, right — lateral view.
Source: archive of the institution, 2024.

фии (КТ) для оценки степени деформации грудной клетки, позиционных соотношений между сердцем, грудиной и грудным отделом позвоночника. Эти данные необходимы для прогноза неблагоприятных последствий со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем, вызванных интраоперационным положением пациентов при коррекции деформации грудного отдела позвоночника [4, 17, 18]. Важность предоперационного КТ-исследования позвоночника и грудной клетки пациентов подчеркнули в своей работе J. Dubousset и соавт. При анализе данных КТ-исследования авторы пришли к заключению, что целесообразно рассматривать деформацию грудного отдела позвоночника при лордосколиозе как выпячивание тел позвонков в грудную клетку, приводящее к формированию эндоторакального позвонкового горба. Исследователями был разработан индекс спинальной пенетрации, который количественно характеризует объем грудной клетки, занимаемый позвоночником. У здоровых людей значения данного индекса находятся в пределах 8–10%, тогда как у пациентов с лордосколиозом могут достигать 15–50% [19].

Как отмечено выше, анатомо-физиологические особенности и интраоперационное положение пациента с лордосколиозом являются факторами риска гемодинамических нарушений. В то же время не следует забывать о неминуемом и неоднозначном влиянии на сердечно-сосудистую систему пациентов медикаментозных средств, используемых для анестезиологического обеспечения выполняемых операций [20–22]. Ранее нами было показано, что вазоплегическое действие севофлурана превосходит таковое у пропофола и может оказывать значимое негативное влияние на гемодинамику при повороте пациентов на живот [23]. Учитывая вышеизложенное и для максимального исключения всех возможных факторов, негативно влияющих на гемодинамику, в описываемом нами случае при повторной операции для общей анестезии использован пропофол. Таким образом, только комплексный подход к предотвращению нарушений гемодинамики при повторном хирургическом вмешательстве, заключающийся в изменении укладки пациентки и смене анестетика, позволил успешно завершить запланированное хирургическое лечение.

Безусловно, мы осознаем, что в ходе предоперационного обследования пациентки не была принята во внимание тяжесть деформации позвоночника с учетом оценки индекса спинальной пенетрации, а также не были визуализированы и оценены размеры ретростернального пространства с использованием возможностей КТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пациенты с лордосколиозом требуют настороженного отношения со стороны оперирующих хирургов и врачей анестезиологов-реаниматологов. Тщательное предоперационное обследование, включающее КТ-исследование позвоночника и грудной клетки с оценкой индекса спинальной пенетрации, укладка пациентов способом, позволяющим уменьшить пагубное воздействие неизбежной компрессии грудной клетки, а также оптимальный выбор метода анестезии являются мерами, которые в аналогичных ситуациях позволят снизить риск возникновения интраоперационной гемодинамической нестабильности.

ИНФОРМИРОВАННОЕ СОГЛАСИЕ

От родителя пациентки получено письменное информированное добровольное согласие на публикацию результатов ее обследования и лечения в медицинском журнале, включая его электронную версию (дата подписания: 11.04.2024).

INFORMED CONSENT

Patient's parent has signed written voluntary informed consent on publication of diagnosis and treatment results in medical journal, on-line version included (signed on 11.04.2024).

ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Выражаем признательность законным представителям пациентки за разрешение публикации клинического случая, а также хирургам отделения детской и подростковой вертебрологии ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России за продуктивную и слаженную работу при лечении пациентки.

ACKNOWLEDGEMENTS

We express our gratitude to the patient's legal representatives for the permission to publish the clinical case, as well as to the surgeons of the pediatric and adolescent vertebrology department in the Federal State Budgetary Institution "Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan" of the Ministry of Health of Russian Federation for the productive and well-coordinated work on patient management.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Отсутствует.

FINANCING SOURCE

Not declared.

РАСКРЫТИЕ ИНТЕРЕСОВ

Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

DISCLOSURE OF INTEREST

Not specified.

ВКЛАД АВТОРОВ

А.А. Иванова — поиск литературы по теме исследования, написание и оформление статьи.

С.Г. Волков — анестезиологическое обеспечение операции, поиск литературы по теме исследования.

Д.С. Лукьянов — анестезиологическое обеспечение операции и послеоперационного периода, поиск литературы по теме исследования.

М.Н. Лебедева — идея публикации, поиск литературы по теме исследования, редактирование статьи.

AUTHORS' CONTRIBUTION

Anastasiya A. Ivanova — literature search on the research topic, manuscript writing and design.

Sergey G. Volkov — anesthetic management during the surgery, literature search on the research topic.

Dmitry S. Lukyanov — anesthetic management during the surgery and postoperative period, literature search on the research topic.

Maya N. Lebedeva — idea of publication, literature search on the research topic, manuscript editing.

ORCID

А.А. Иванова
https://orcid.org/0000-0002-7815-8487
С.Г. Волков
https://orcid.org/0000-0002-1959-9813
Д.С. Лукьянов
https://orcid.org/0009-0006-5423-8534
М.Н. Лебедева
https://orcid.org/0000-0002-9911-8919

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Нужный В.П., Дерновой Б.Ф., Киблер Н.А. и др. Функционирование сердца у человека в прон-позиции // *Кардиология*. — 2023. — Т. 63 — № 1 — С. 42–47. — doi: https://doi.org/10.18087/cardio.2023.1.n2047 [Nuzhny VP, Dernovoy BF, Kibler NA, et al. Functioning of the human heart in the pron-position. *Kardiologiia*. 2023;63(1):42–47. (In Russ). doi: https://doi.org/10.18087/cardio.2023.1.n2047]
2. Lee JM, Lee SK, Kim KM, et al. Comparison of volume-controlled ventilation mode and pressure-controlled ventilation with volume-guaranteed mode in the prone position during lumbar spine surgery. *BMC Anesthesiol*. 2019;19(1):133. doi: https://doi.org/10.1186/s12871-019-0806-7
3. Phan K, Budiansky A, Miller E, et al. Novel use of transesophageal echocardiography to optimize hemodynamics and patient positioning during prone scoliosis surgery and safety considerations in the setting of intraoperative neuromonitoring: a case report. *Can J Anaesth*. 2022;69(12):1556–1561. doi: https://doi.org/10.1007/s12630-022-02334-w
4. Adachi R, Nishihara T, Morino T, et al. Hemodynamic deterioration due to increased anterior and posterior cardiac compression during posterior spinal fusion for scoliosis with pectus excavatum. *SAGE Open Med Case Rep*. 2022;10:2050313X221090848. doi: https://doi.org/10.1177/2050313X221090848
5. Лебедева М.Н., Иванова А.А., Лукьянов Д.С. и др. Профилактика повышения внутрибрюшного давления как значимый фактор уменьшения интраоперационной кровопотери в хирургии сколиоза // *Хирургия позвоночника*. — 2014. — № 1. — С. 94–99. — doi: https://doi.org/10.14531/ss2014.1.94-99 [Lebedeva MN, Ivanova AA, Lukyanov DS, et al. Prevention of increased intra-abdominal pressure as a significant factor in reducing intraoperative blood loss in scoliosis surgery. *Russian Journal of Spine Surgery = Khirurgiya Pozvonochnika*. 2014;(1):94–99. (In Russ). doi: https://doi.org/10.14531/ss2014.1.94-99]
6. Шилин Д.С., Шаповалов К.Г. Гемодинамика при переводе в прон-позицию пациентов с COVID-19 // *Общая реаниматология*. — 2021. — Т. 17. — № 3. — С. 32–41. — doi: https://doi.org/10.15360/1813-9779-2021-3-32-41 [Shilin DS, Shapovalov KG. Hemodynamic Parameters After Prone Positioning of COVID-19 Patients. *Obshchaya Reanimatologiya = General Reanimatology*. 2021;17(3):32–41. (In Russ). doi: https://doi.org/10.15360/1813-9779-2021-3-32-41]
7. Смирнов И.В., Ройтберг Г.Е., Лазарев В.В. и др. Сколиотическая деформация позвоночника: в аспекте анестезиологического обеспечения хирургической коррекции // *Медицинский Совет*. — 2022. — Т. 16. — № 6 — С. 243–250. — doi: https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-6-243-250 [Smirnov IV, Rojtberg GE, Lazarev VV. Scoliotic deformity of the spine: epidemiology, classification, surgical treatment, prediction and correction of intraoperative blood loss. *Meditsinskiy sovet = Medical Council*. 2022;16(6):243–250. (In Russ). doi: https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-6-243-250]
8. Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. *Хирургия деформации позвоночника*. — 2-е изд., испр. и доп. — Новосибирск: Redactio; 2011. [Mikhailovskii MV, Fomichev NG. *Khirurgiya deformatsii pozvonochnika*. 2nd ed., rev. and add. Novosibirsk: Redactio; 2011. (In Russ).]
9. Филатов Е.Ю., Рябых С.О., Савин Д.М. и др. Врожденный лордоз и лордосколиоз: состояние проблемы (обзор литературы) // *Гений ортопедии*. — 2022. — Т. 28. — № 5. — С. 720–725. — doi: https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-5-720-725 [Filatov EYu, Ryabykh SO, Savin DM, et al. Congenital lordosis and lordoscoliosis: state of the problem (literature review). *Genij Ortopedii*. 2022;28(5):720–725. (In Russ). doi: https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-5-720-725]
10. Kanagaraju V, Chhabra HS, Srivastava A, et al. A case of severe and rigid congenital thoracolumbar lordoscoliosis with diastematomyelia presenting with type 2 respiratory failure: managed by staged correction with controlled axial traction. *Eur Spine J*. 2016;25(10):3034–3041. doi: https://doi.org/10.1007/s00586-014-3624-0
11. Imagama S, Kawakami N, Tsuji T, et al. Improvement of atelectasis after corrective fusion for lordoscoliosis with intrathoracic vertebral protrusion in arthrogryposis multiplex congenita: efficacy of positive-pressure ventilation test. *J Orthop Sci*. 2013;18(5):856–860. doi: https://doi.org/10.1007/s00776-012-0216-x
12. Ito K, Kawakam N, Miyasaka K, et al. Scoliosis associated with airflow obstruction due to endothoracic vertebral hump. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37(25):2094–2098. doi: https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31825d2ea3
13. Bagshaw ON, Jardine A. Cardiopulmonary complications during anaesthesia and surgery for severe thoracic lordoscoliosis. *Anaesthesia*. 1995;50(10):890–892. doi: https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1995.tb05857.x
14. Park JH, Kwon JY, Lee SE, et al. Sudden hemodynamic collapse after prone positioning on a Jackson spinal table for spinal surgery. *Korean J Anesthesiol*. 2020;73(1):71–74. doi: https://doi.org/10.4097/kja.d.18.00339
15. MacNeil JAM, Francis A, Lane T, El-Hawary R. Pressure distribution of intraoperative chest pad designs in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord Tech*. 2015;28(2):E96–E100. doi: https://doi.org/10.1097/BSD.0000000000000156
16. Abcejo AS, Soto JD, Castoro C, et al. Profound obstructive hypotension from prone positioning documented by transesophageal echocardiography in a patient with scoliosis: a case report. *A A Case Rep*. 2017;9(3):87–89. doi: https://doi.org/10.1213/XAA.0000000000000534
17. Tauchi R, Suzuki Y, Tsuji T, et al. Clinical Characteristics and Thoracic factors in patients with Idiopathic and Syndromic Scoliosis Associated with Pectus Excavatum. *Spine Surg Relat Res*. 2018;2(1):37–41. doi: https://doi.org/10.22603/ssrr.2017-0027
18. Dubousset J, Wicart Ph, Pomero V, et al. Spinal penetration index: new three-dimensional quantified reference for lordoscoliosis and other spinal deformities. *J Orthop Sci*. 2003;8(1):41–49. doi: https://doi.org/10.1007/s007760300007
19. Dubousset J, Wicart Ph, Pomero V, et al. Thoracic scoliosis: exothoracic and endothoracic deformations and the spinal penetration index. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2002;88(1):9–18.
20. Wang Y, Ming X, Zhang C. Fluorine-containing inhalation anesthetics: chemistry, properties and pharmacology. *Curr Med Chem*. 2020;27(33):5599–5652. doi: https://doi.org/10.2174/0929867326666191003155703
21. Xu WY, Wang N, Xu HT, et al. Effects of sevoflurane and propofol on right ventricular function and pulmonary circulation in patients undergone esophagectomy. *Int J Clin Exp Pathol*. 2013;7(1):272–279.
22. Лебедева М.Н., Агеенко А.М., Шевченко В.П., Новиков В.В. Гемодинамический статус на этапах хирургической коррекции тяжелых форм сколиоза в условиях различных вариантов анестезиологической защиты // *Хирургия позвоночника*. — 2009. — № 4. — С. 062–069. — doi: https://doi.org/10.14531/ss2009.4.62-69 [Lebedeva MN, Ageenko AM, Shevchenko VP, Novikov VV. Hemodynamic status in patients undergoing surgical correction of severe scoliosis under different variants of anesthetic protection. *Russian Journal of Spine Surgery = Khirurgiya Pozvonochnika*. 2009;(4):062–069. (In Russ). doi: https://doi.org/10.14531/ss2009.4.62-69]
23. Иванова А.А., Волков С.Г., Лебедева М.Н. Исследование показателей гемодинамики у пациентов с идиопатическим сколиозом при повороте в prone position в условиях различных методов общей анестезии // *Современные проблемы науки и образования*. — 2024. — № 3. — С. 25. — doi: https://doi.org/10.17513/spno.33441 [Ivanova AA, Volkov SG, Lebedeva MN. The study of hemodynamic parameters in patients with idiopathic scoliosis when moved into a prone position under various methods of general anesthesia. *Modern problems of science and education*. 2024;(3):25. (In Russ). doi: https://doi.org/10.17513/spno.33441]