



СВЯЗЬ СТЕПЕНИ ДЕКОМПЕНСАЦИИ КРОВотоКА ОБОЛОЧЕК СПИННОГО МОЗГА С ВЕЛИЧИНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА И РЕЗУЛЬТАТАМИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ

Е.Н. Щурова, А.Т. Худяев, П.И. Коваленко

Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова, Курган

Цель исследования. Изучение микроциркуляции оболочек спинного мозга у больных с идиопатическим сколиозом III–IV степени во время оперативного лечения и связи спинального кровотока с величиной деформации позвоночника и результатами хирургического лечения.

Материал и методы. С помощью метода лазерной доплеровской флоуметрии проведено интраоперационное исследование микроциркуляции оболочек спинного мозга на вершине деформации и прилежащих сегментах во время хирургической коррекции сколиоза у 10 пациентов в возрасте 14–17 лет.

Результаты. Объемный капиллярный кровоток оболочек спинного мозга на вершине деформации снижен на 27–57 % относительно должного уровня. Степень декомпенсации микроциркуляции оболочек является более выраженной при S-образном типе искривления. Уменьшение кровотока находится в прямой зависимости от угла деформации позвоночника. При значениях кровотока оболочек спинного мозга на вершине деформации до 20 мл/мин на 100 г и диапазоне кровотока краниальной области от 18 до 40 мл/мин на 100 г после коррекции деформации позвоночника с дистракцией от 5 до 20 мм возможны неврологические осложнения. В этих случаях необходимо использовать щадящий режим (≤ 5 мм) интраоперационной дистракции позвоночника и проводить консервативную терапию, направленную на улучшение микроциркуляции спинного мозга.

Заключение. Показатели объемного капиллярного кровотока оболочек спинного мозга на вершине деформации и прилежащих участках могут быть использованы для прогнозирования неврологических осложнений при хирургическом лечении идиопатического сколиоза.

Ключевые слова: позвоночник, сколиоз, оболочки спинного мозга, микроциркуляция, угол деформации, темп дистракции, результаты лечения.

CORRELATION BETWEEN THE RATE OF DECOMPENSATION IN SPINAL MEMBRANE BLOOD CIRCULATION, THE MAGNITUDE OF SPINAL DEFORMITY AND THE OUTCOMES OF SURGICAL TREATMENT IN PATIENTS WITH IDIOPATHIC SCOLIOSIS

E.N. Schurova, A.T. Khudiaeve, P.I. Kovalenko

Objective. To study microcirculation in spinal membranes, and its correlation with the magnitude of spinal deformity and the outcomes of surgical treatment in patients with grade III–IV idiopathic scoliosis.

Material and Methods. Intraoperative laser Doppler flowmetry was performed to measure microcirculation in spinal membranes at the deformity apex and adjacent segments during surgical correction of scoliosis in 10 patients at the age of 14 to 17 years.

Results. It was revealed that the volumetric capillary blood flow in spinal membranes at the deformity apex was decreased by 27–57 % as compared to sufficient level. Decompensation of microcirculation in membranes was more expressed in S-shaped deformity. Blood flow reduction is in direct relation to the angle of spine deformity. Spine deformity correction with intraoperative distraction measuring from 5 to 20 mm could cause neurologic complications if blood flow in spinal membranes at the apex of deformity is less than 20 ml/min per 100 g and cranial blood flow ranges from 18 to 40 ml/min per 100 g. These patients should be treated with a more sparing intraoperative distraction of the spine (≤ 5 mm) followed by conservative enhancement of spinal cord microcirculation.

Conclusion. Parameters of volumetric capillary blood flow in spinal membranes at the deformity apex and adjacent segments could be used for prediction of neurological complications in surgical correction of idiopathic scoliosis.

Key Words: spine, scoliosis, spinal membranes, microcirculation, deformity angle, distraction rate, treatment outcome.

Hir. Pozvonoc. 2006;(4):26–32.

Введение

В настоящее время частота выявления сколиотической болезни имеет тенденцию к увеличению. При наличии выраженного прогрессирования деформации позвоночника возникает необходимость оперативного вмешательства, которое относится к категории высокотравматичных и продолжительных. Интраоперационная одномоментная коррекция грубых ригидных деформаций у детей и подростков может привести к развитию неврологических осложнений [4, 12]. Основным механизмом неврологических расстройств является ишемия, возникающая вследствие сдавления спинного мозга [18]. Для предотвращения негативных явлений необходимо понимать характер нарушения кровоснабжения спинного мозга и интраоперационно контролировать его состояние [7, 13, 14, 17, 19].

В литературе уделяется недостаточное внимание исследованию кровообращения спинного мозга во время хирургической коррекции деформации позвоночника у больных с идиопатическим сколиозом. Кроме того, нет единой точки зрения о состоянии и динамике показателей микроциркуляции оболочек спинного мозга в области максимального изгиба при интраоперационных манипуляциях [1].

Цель нашей работы – исследование микроциркуляции оболочек спинного мозга у больных с идиопатическим сколиозом III–IV степени во время оперативного лечения, определение связи спинального кровотока с величиной деформации позвоночника и результатами хирургического лечения.

Материал и методы

Проведен интраоперационный мониторинг состояния микроциркуляции оболочек спинного мозга у 10 пациентов с идиопатическим сколиозом III–IV степени (у пяти из них диагностирован С-образный сколиоз, у пяти – S-образный). Исследования прово-

дились во время операции коррекции деформации позвоночника. Следует отметить, что измерения осуществлялись на ранних этапах разработки хирургического лечения, включающего ламинэктомию и выполняемый из заднего доступа передний спондилодез аутотрансплантатами. В настоящее время эта методика используется в случаях, сопровождающихся передней компрессией спинного мозга.

Возраст обследуемых пациентов – 14–17 лет (в среднем $15,3 \pm 0,5$ года). Угол деформации позвоночника в грудном отделе (Th₆–Th₁₀ позвонки) колебался от 25° до 89° (в среднем $38,7^\circ \pm 5,2^\circ$), в поясничном (Th₁₂–L₁ позвонки) – от 15° до 17° ($16,0^\circ \pm 0,5^\circ$).

Исследование регионарного кровообращения осуществлялось с помощью лазерного доплеровского флоуметра BLF-21 и интраоперационного игольчатого датчика (тип № 18) с диаметром иглы 1,2 мм. Спектр принятого сигнала от исследуемых тканей обрабатывался флоуметром в соответствии с алгоритмом, предложенным R.F. Bonner et al. [16] для такого типа отражения (рис. 1), рассчитывалась объемная скорость кровотока (мл/мин на 100 г ткани). Метод лазерной доплеровской флоуметрии позволяет измерить капиллярный кровоток в ткани объемом 1,0–1,5 мм².

В процессе оперативного вмешательства у пациентов регистрировали объемный капиллярный кровоток оболочек спинного мозга в зоне максимального изгиба спинного мозга, на вершине деформации, и на 1 см краниальнее и каудальнее от него, в грудном отделе позвоночника (рис. 2).

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием методов вариационной статистики, оценка достоверности различия средних – с помощью параметрического (t-критерия Стьюдента) и непараметрического (U-критерия Манна-Уитни) критериев.

Результаты

Результаты интраоперационных исследований показали, что у пациентов с идиопатическим сколиозом III–IV степени значения капиллярного кровотока оболочек спинного мозга на вершине деформации, в зоне максимального изгиба спинного мозга, значительно снижены относительно показателей, зарегистрированных на смежных участках, и должного уровня (табл. 1).

Абсолютные величины кровотока оболочек спинного мозга на вершине изгиба не коррелировали с углом деформации позвоночника. Однако

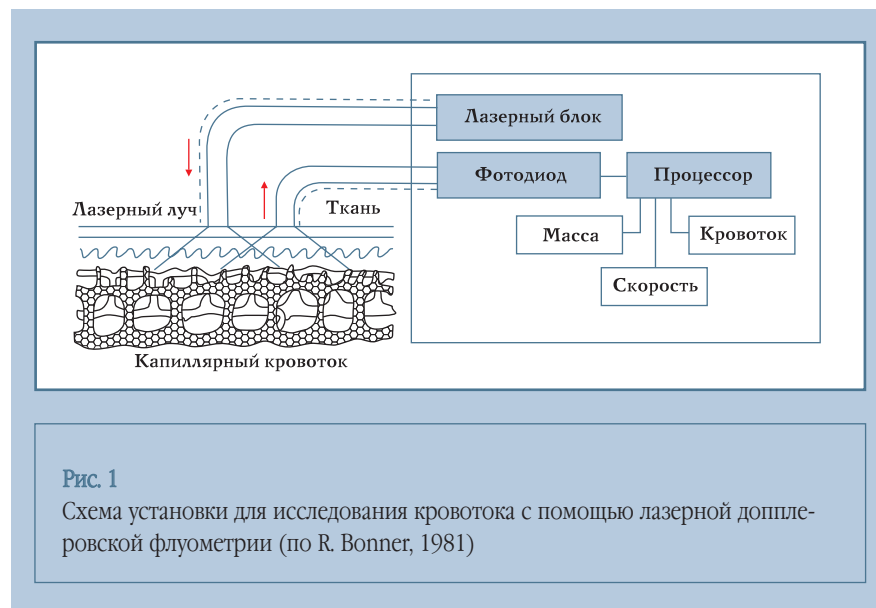


Рис. 1

Схема установки для исследования кровотока с помощью лазерной доплеровской флоуметрии (по R. Bonner, 1981)

снижение кровотока (рис. 3) относительно показателей каудальных сегментов спинного мозга, где, как правило, был нормальный уровень перфузии, находилось в прямой корреляционной зависимости от угла деформации позвоночника:

$F = 25,0 + 0,47B$; $r = 0,75$; $n = 10$, $p \leq 0,05$, где F – снижение кровотока (%),

B – угол деформации позвоночника (град.).

Ранее проведенные исследования показали, что объемный капиллярный кровоток интактной оболочки спинного мозга человека составляет в среднем $48,3 \pm 4,8$ мл/мин на 100 г [15].

В зависимости от вида сколиотической деформации (С- или S-образная) величина изменения объемного капиллярного кровотока распределялась по-разному (табл. 2).

При С-образном сколиозе снижение от должного уровня на вершине деформации составляло в среднем $26,6 \pm 2,4$ % ($p \leq 0,05$). Данный показатель поддерживался притоком крови из прилежащих сегментов, в которых

также регистрировалось снижение кровотока: в краниальной области – на $13,5 \pm 0,7$ % ($p \leq 0,05$), в каудальной – на $26,5 \pm 1,2$ % ($p \leq 0,05$).

При S-образном сколиозе снижение капиллярного кровотока от должного уровня в зоне изгиба было более выраженным и составляло $56,5 \pm 5,1$ % ($p \leq 0,05$). Кроме того, регистрировалось значительное падение кровотока в краниальных сегментах спинного мозга (на $44,6 \pm 3,4$ %; $p \leq 0,05$). В каудальных сегментах уровень перфузии был в пределах нормы.

Таким образом, при S-образной деформации позвоночника наблюдается эффект патогенной компенсации кровоснабжения оболочек спинного



Рис. 2

Области исследования объемного капиллярного кровотока оболочек спинного мозга у пациентов с идиопатическим сколиозом:

- 1 – область максимального изгиба;
- 2 – краниальный участок;
- 3 – каудальный участок

Таблица 1

Показатели объемного капиллярного кровотока оболочек спинного мозга ($M \pm m$)

Деформация, град.	Капиллярный кровоток, мл/мин на 100 г		
	в зоне максимального изгиба	на краниальном участке	на каудальном участке
$38,7 \pm 5,2$	$23,8 \pm 1,8^*$	$38,3 \pm 5,1$	$46,7 \pm 4,0$

* $p \leq 0,05$.

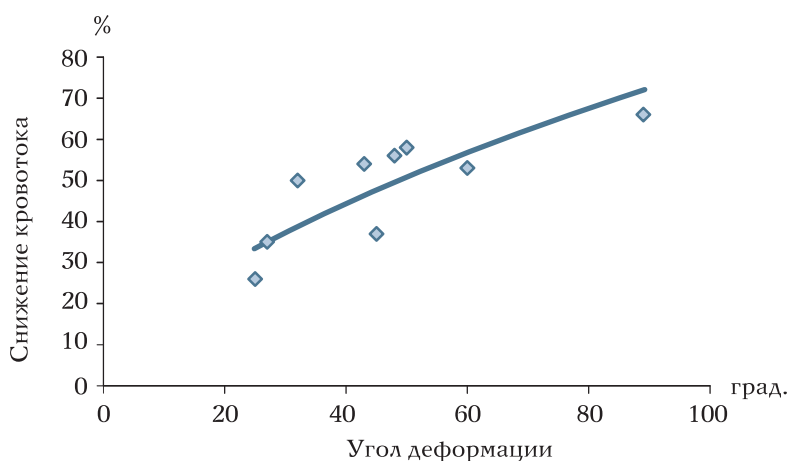


Рис. 3

Влияние угла деформации позвоночника на степень снижения объемного капиллярного кровотока оболочек спинного мозга на вершине изгиба у больных с идиопатическим сколиозом III–IV степени

Таблица 2

Показатели объемного капиллярного кровотока оболочек спинного мозга при различных типах сколиотической деформации позвоночника ($M \pm m$)

Деформация, град.	Капиллярный кровоток, мл/мин на 100 г		
	в зоне максимального изгиба	на краниальном участке	на каудальном участке
С-образный тип сколиоза (n = 5)			
36,5 ± 4,1	36,3 ± 4,3	42,2 ± 0,4	35,5 ± 0,6
S-образный тип сколиоза (n = 5)			
33,0 ± 2,5	21,3 ± 1,4*	27,1 ± 4,3*	45,2 ± 5,4

* $p \leq 0,05$.

мозга в грудном отделе, когда при нарушении кровоснабжения в одном бассейне кровь начинает притекать к нему из смежных областей. Это приводит к развитию ишемии как в пострадавшем, так и в смежном бассейне. В данном случае регистрируется выраженная декомпенсация не только в области максимального изгиба, но и на смежном участке.

В процессе обобщения полученных данных проанализирован исход лечения в зависимости от состояния микроциркуляции оболочек спинного мозга и темпа дистракции позвоночника в ходе оперативного вмешательства.

Определено, что при значениях кровотока оболочек спинного мозга на вершине деформации до 20 мл/мин на 100 г и при диапазоне кровотока краниальной области от 18 до 40 мл/мин на 100 г после коррекции деформации позвоноч-

ника с дистракцией от 5 до 20 мм возможны неврологические осложнения. В наших исследованиях у двух пациентов в послеоперационном периоде развился нижний вялый парализ, ухудшились показатели ЭМГ и эстеziометрии. После проведения консервативной терапии, направленной на улучшение микроциркуляции спинного мозга (ноотропы), массажа, электростимуляции к моменту снятия аппарата наблюдался отчетливый регресс неврологической симптоматики. Поэтому во время хирургического лечения таких пациентов необходимо введение сосудистых препаратов и осуществление интраоперационно дистракции по вогнутой стороне не более 5 мм при помощи устройства наружной транспедикулярной фиксации (табл. 3).

При показаниях кровотока на вершине деформации выше 25 мл/мин на 100 г, в краниальных сегментах –

более 40 мл/мин на 100 г возможна дистракция от 5 до 20 мм.

Клинические примеры

Пациент С., 15 лет, с идиопатическим S-образным грудопоясничным сколиозом III степени, левосторонним реберным горбом. В грудном отделе отклонение оси позвоночника влево, вершина дуги искривления приходится на Th₈–Th₉ позвонки, угол деформации – 32°. В поясничном отделе отклонение оси позвоночника вправо, вершина дуги приходится на L₃ позвонок, угол деформации – 15°. При проведении электромиографических исследований выявлено умеренное снижение показателей. Температурно-болевая чувствительность не нарушена. Проведено оперативное лечение: ламинэтомия Th₁₀ позвонка, частичная резекция дуг Th₉–Th₁₀, дискотомия Th₉–Th₁₀, Th₁₀–Th₁₁, наложение аппарата наружной транспедикулярной фиксации. В послеоперационном периоде производилась постепенная коррекция сколиоза (дистракция на вогнутой стороне). Во время операции после ламинэтомии и вскрытия позвоночного канала исследовали кровоток спинного мозга. Объемный капиллярный кровоток в зоне максимального изгиба спинного мозга составлял 17–18 мл/мин на 100 г, выше зоны максимального изгиба – 23–25 мл/мин на 100 г, ниже – 68 мл/мин на 100 г. После монтажа аппарата наружной транспедикулярной фиксации интраоперационно произведена дистракция по вогнутой

Таблица 3

Величина капиллярного кровотока оболочек спинного мозга и рекомендуемая одномоментная интраоперационная дистракция позвоночника ($M \pm m$)

Уровень кровотока	Деформация, град.	Капиллярный кровоток, мл/мин на 100 г			Рекомендуемая величина интраоперационной дистракции, мм
		в зоне максимального изгиба	на краниальном участке	на каудальном участке	
Низкий (n = 4)	37,30 ± 0,50	18,30 ± 0,27	32,40 ± 5,30	45,60 ± 8,40	≤5
Высокий (n = 6)	39,50 ± 0,80	28,00 ± 2,00*	43,50 ± 1,80	43,30 ± 1,02	5–20

* достоверность отличия показателей относительно прилежащих уровней ($p \geq 0,05$).

стороне 5 мм. Проведена консервативная терапия, направленная на улучшение микроциркуляции спинного мозга. После лечения коррекция сколиоза в грудном отделе составила 53 %, в поясничном – 100 %.

Пациентка Л., 16 лет, с идиопатическим С-образным грудным сколиозом IV степени, правосторонним реберным горбом. Вершина сколиоза на позвонке Th₈. Угол деформации – 48°. При электромиографическом исследовании регистрировали умеренное снижение показателей. Проведение эстезиометрии выявило снижение температурно-болевой чувствительности в четырех дерматомах. Операция выполнена, как в первом клиническом примере. Интраоперационное исследование кровотока спинного мозга показало, что объемный капиллярный кровоток в зоне максимального изгиба составлял 28–29 мл/мин на 100 г, выше изгиба – 42–45 мл/мин на 100 г, ниже изгиба – 41–43 мл/мин на 100 г. После монтажа аппарата наружной транспедикулярной фиксации производили distraction по вогнутой стороне 20 мм. Послеоперационный период протекал без особенностей. После снятия аппарата коррекция деформации составила 79 %. Наблюдалась положительная динамика показателей электромиографии и эстезиометрии.

Таким образом, показатели объемного капиллярного кровотока оболочек спинного мозга на вершине деформации и прилежащих участках могут служить критерием прогноза неврологических осложнений при хирургическом лечении идиопатического сколиоза.

Обсуждение

У детей и подростков с идиопатическим сколиозом III–IV степени на вершине деформации позвоночник дуральный мешок со всем содержимым смещается в вогнутую часть позвоночного канала и находится в состоянии натяжения за счет перерастянутых и напряженных спинно-мозговых корешков. Спинной мозг сплю-

щен со значительным уменьшением переднезаднего диаметра, оболочки и спинной мозг распяты на выпяченных кзади телах грудных позвонков [2, 8]. Кроме того, по данным экспериментальных и клинических исследований, в некоторых случаях диаметр позвоночного канала на вершине деформации уменьшается в переднезаднем направлении, особенно это выражено в грудном отделе позвоночника [8, 11]. Следует отметить, что на компьютерных томограммах (при использовании миелографии) на вершине искривления регистрировалось сужение или полное перекрытие субарахноидального пространства с вогнутой стороны и его компенсаторное расширение с противоположной [2].

По данным спинальной ангиографии, у пациентов с типичным идиопатическим сколиозом III–IV степени хорошо контрастируются артерия Адамкевича, малые передние радикуломежулярные артерии, система передней спинальной артерии на соответствующих уровнях [6]. Однако поверхностные оболочечные артерии и некоторые корешковые артерии оказываются напряженными и сдавленными [5]. В экспериментальных исследованиях определено, что при прогрессировании деформации натяжение и компрессия невралных структур приводят к расстройствам микроциркуляции (ишемии) в определенных сегментах спинного мозга и мозговых оболочках [11].

В наших исследованиях в процессе интраоперационного мониторинга кровотока оболочек спинного мозга у больных с идиопатическим сколиозом III–IV степени определено наличие локальных микроциркуляторных нарушений. Наибольшее снижение объемного капиллярного кровотока наблюдалось на вершине деформации, в области максимального изгиба спинного мозга.

При S-образном сколиозе нарушения микроциркуляции оболочек у пациентов выражены в большей степени, чем у при С-образном. Это обусловлено, по всей видимости, наибольшей протяженностью деформации

позвоночного канала, дефектом ликворных пространств, иногда ротацией спинного мозга [8].

Кроме того, известно, что артериальное кровоснабжение твердой мозговой оболочки спинного мозга, как и самого спинного мозга, обеспечивают корешковые артерии. Однако кровоснабжение твердой мозговой оболочки имеет сегментарный, метамерный характер, а васкуляризация собственно спинного мозга полисегментарна и имеет три бассейна [5, 9].

В спинальной гемодинамике важная роль принадлежит компенсаторным механизмам. При нарушении или прекращении кровоснабжения того или другого сосудистого бассейна спинного мозга кровь начинает притекать к нему из смежных областей. Это приводит к ишемии как в пострадавшей, так и в смежных областях [3]. Компенсация кровоснабжения оказывается неполноценной.

В наших исследованиях при S-образном сколиозе неполноценность компенсации выражена в наибольшей степени, что вызывает декомпенсацию микроциркуляции на большом протяжении.

Во время оперативного лечения идиопатического сколиоза проводится интраоперационная коррекция деформации. Это мероприятие включает одномоментную distraction, иногда – деротацию позвоночника.

В экспериментах на животных определено, что при distraction и деротации позвоночника наблюдается снижение кровотока спинного мозга [18, 20], которое может вызвать развитие неврологических осложнений, прежде всего двигательных нарушений [10]. Во избежание этого необходим интраоперационный контроль состояния спинного мозга и кровообращения в нем.

Разовые исследования крупных артерий спинного мозга в процессе хирургической коррекции деформации с помощью спинальной ангиографии свидетельствуют о стабильности гемодинамики в них [6], чего нельзя сказать о микроциркуляции оболочек спинного мозга. С.Т. Ветри-

лэ с соавт. [1] пришли к выводу, что в процессе коррекции деформации имеется неравномерная по глубине топография микрососудистых изменений в оболочках спинного мозга. На глубине до 1 мм наблюдается улучшение общего притока крови в микрососудах, на глубине 2 мм – незначительное снижение общего притока крови. В более глубоких слоях обнаружено снижение показателей микроциркуляции (на 25,5 %).

В наших исследованиях проанализирован исход лечения в зависимости от темпа дистракции позвоночника и состояния микроциркуляции оболочек спинного мозга, измеренных в процессе оперативного вмешательства. Отмечено, что неврологические осложнения (вялый нижний парапарез, гипоалгезия) возникали в двух случаях, когда регистрировалась сниженная васкуляризация оболочек спинного мозга в зоне изгиба и краниальной области (при значениях кровотока оболочек спинного мозга на вершине деформации до 20 мл/мин на 100 г и диапазоне

кровотока краниальной области от 18 до 40 мл/мин на 100 г) и в режиме дистракции позвоночника от 5 до 20 мм. Однако к моменту снятия аппарата после проведения консервативной терапии, направленной на улучшение микроциркуляции спинного мозга (ноотропы), массажа, электростимуляции наблюдался отчетливый регресс неврологической симптоматики.

Таким образом, при выраженной декомпенсации микроциркуляции оболочек спинного мозга необходимы щадящий режим (≤ 5 мм) интраоперационной дистракции позвоночника и консервативная терапия, направленная на улучшение микроциркуляции спинного мозга.

При наличии достаточного уровня васкуляризации (величина кровотока на вершине деформации выше 25 мл/мин на 100 г и в краниальных сегментах – более 40 мл/мин на 100 г) неврологические расстройства не регистрировались.

Заключение

У больных с идиопатическим сколиозом III–IV степени объемный капиллярный кровоток оболочек спинного мозга на вершине деформации снижен на 27–57 % относительно должного уровня. Степень декомпенсации микроциркуляции более выражена при S-образном типе искривления. Уменьшение кровотока находится в прямой зависимости от угла деформации позвоночника.

Показатели объемного капиллярного кровотока оболочек спинного мозга на вершине деформации и прилежащих участках могут служить критерием прогноза неврологических осложнений при хирургическом лечении идиопатического сколиоза. При выраженной декомпенсации микроциркуляции оболочек спинного мозга необходимы щадящий режим (≤ 5 мм) интраоперационной дистракции позвоночника и консервативная терапия, направленная на улучшение микроциркуляции спинного мозга.

Литература

1. Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., Крупаткин А.И. Особенности микроциркуляции в оболочках спинного мозга при сколиозе до и после коррекции деформации // Адаптация различных систем организма при сколиотической деформации позвоночника. Методы лечения: Тез. докл. Междунар. симпозиума. М., 2003. С. 13–14.
2. Ветрилэ С.Т., Морозов А.К., Кисель А.А. и др. Возможности компьютерной томографии в комплексной оценке сколиотической деформации позвоночника // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 2003. № 1. С. 11–20.
3. Герман Д.Г., Скоромец А.А. Нарушение спинномозгового кровообращения. Кишинев, 1981.
4. Кралин А.Б., Ветрилэ С.Т., Аржакова Н.И. и др. Анестезиологическое обеспечение операций у больных сколиозом с одновременным вмешательством на вентральном и дорсальном отделах позвоночника // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 1999. № 3. С. 45–49.
5. Лазорт Г., Гуазе А., Джинджян Р. Васкуляризация и гемодинамика спинного мозга. М., 1977.
6. Нацлишвили З.Г., Ветрилэ С.Т., Морозов А.К. и др. Состояние кровоснабжения спинного мозга у больных с различными видами сколиоза по данным спинальной ангиографии // Адаптация различных систем организма при сколиотической деформации позвоночника. Методы лечения: Тез. докл. Междунар. симпозиума. М., 2003. С. 75–76.
7. Поздников Ю.И., Гусева И.А., Мурашко В.В. и др. Нейрофизиологический мониторинг состояния нервной системы при хирургическом лечении тяжелых кифосколиозов у детей и подростков // Адаптация различных систем организма при сколиотической деформации позвоночника. Методы лечения: Тез. докл. Междунар. симпозиума. М., 2003. С. 80–81.
8. Потапов В.Э., Сороковиков В.А., Копылов В.С. и др. Рентгеноморфометрия позвоночного канала, спинного мозга и подболоочечных пространств у больных с тяжелыми формами сколиоза // Современные технологии диагностики и лечения больных с заболеваниями и повреждениями позвоночника: Тез. докл. Рос. науч.-практ. конф. Курган, 2005. С. 204–206.
9. Скоромец А.А., Тиссен Т.П., Панюшкин А.И. и др. Сосудистые заболевания спинного мозга: Рук-во для врачей. СПб., 1998.
10. Ульрих Э.В., Андронников В.Ю., Рыжаков Ю.П. и др. Эпидуральная блокада в профилактике интра- и послеоперационной тракционной миелопатии при коррекции деформации позвоночника // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 1994. № 2. С. 31–33.
11. Фищенко В.Я., Печерский А.Г., Григоровский В.В. и др. Экспериментальные данные к морфогенезу компрессионного спинального синдрома при врожденном сколиозе // Ортопед, травматол. и протезир. 1989. № 9. С. 25–30.
12. Цивьян Я.Л., Лившиц Д.Н. Профилактика спинномозговых осложнений при операциях дистракции позвоночника по поводу сколиотической болезни // Актуальные вопросы вертебологии. Л., 1988. С. 24–25.
13. Швацов В.И., Щурова Е.Н., Худяев А.Т. и др. Особенности микроциркуляции оболочек спинного мозга на вершине деформации у больных с диспластическим сколиозом III–IV степени // VII

- съезд травматол.-ортопед. России: Тез. докл. Новосибирск, 2002. Т. 1. С. 179–180.
14. **Щурова Е.Н., Коваленко П.И.** Оценка состояния кровоснабжения оболочек спинного мозга у детей с диспластическим сколиозом III–IV степени // Методология флуометрии. М., 2002. Вып. 6. С. 99–105.
15. **Щурова Е.Н., Худяев А.Т.** Исследование микроциркуляции спинного мозга с помощью лазерной доплеровской флуометрии у больных с острой позвоночно-спинномозговой травмой // Методология флуометрии. М., 2001. Вып. 5. С. 77–86.
16. **Bonner R.F., Clem T.R., Bowen P.D., et al.** Laser-Doppler continuous real-time monitor of pulsatile and mean blood flow in tissue microcirculation // In: Scattering techniques applied to supramolecular and nonequilibrium systems. S.H. Chen, B. Chu, R. Nossal, eds. N. Y., 1981. P. 685–702.
17. **Fisher R.S., Raudzens P., Nunemacher M., et al.** Efficacy of intraoperative neurophysiological monitoring // J. Clin. Neurophysiol. 1995. Vol. 12. P. 97–109.
18. **Jarzem P.F., Kostuik J.P., Filiaggi M., et al.** Spinal cord distraction: an in vitro study of length, tension, and tissue pressure // J. Spinal. Disord. 1991. Vol. 4. P. 177–182.
19. **Leong J.C.Y.** Managing difficult spinal problems: rewards and avoidance of complications // SICOT/SIROT XXII World Congress. San Diego, 2002. P. 368.
20. **Machida M., Weinstein S.L., Yamada T., et al.** Dissociation of muscle action potentials and spinal somatosensory evoked potentials after ischemic damage of spinal cord // Spine. 1988. Vol. 13. P. 1119–1124.

Адрес для переписки:

Щурова Елена Николаевна
640000, Курган, ул. Гоголя, 70, кв. 9,
gip@rncvto.kurgan.ru