

**Взаимосвязь величин кровотока в бассейне
задних спинальных артерий и состояния
температурно-болевой чувствительности у больных
с позвоночно-спинномозговой травмой**

Е.Н. Щурова, А.Т. Худяев, М.Ю. Максимова, В.В. Самылов

***Correlation of blood flow values in the pool of posterior spinal
arteries with thermoesthesia-algesthesia state in patients
with spinal-and-spinal cord trauma***

E.N. Shchurova, A.T. Khudiyev, M.Yu. Maksimova, V.V. Samylov

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган
(и.о. генерального директора — д.м.н., профессор А.Н. Дьячков)

Исследовано влияние показателей микроциркуляторного кровотока в бассейне задних спинальных артерий спинного мозга больных с позвоночно-спинномозговой травмой на состояние температурно-болевой чувствительности. Определено, что степень перфузии бассейна задних спинальных артерий после декомпрессирующих мероприятий (постдекомпрессионный кровоток) оказывает влияние на уровень восстановления температурно-болевой чувствительности. Этот эффект наблюдается как в остром, так и позднем периодах травматической болезни спинного мозга. Представленные материалы позволяют уточнить роль компенсаторных возможностей сосудистого бассейна задних спинальных артерий спинного мозга в восстановлении температурно-болевой чувствительности у больных с позвоночно-спинномозговой травмой.

Ключевые слова: спинной мозг, микроциркуляторный кровоток, бассейн задних спинальных артерий, температурно-болевая чувствительность, позвоночно-спинномозговая травма.

The effect of microcirculatory blood flow values in the pool of posterior spinal arteries of the spinal cord on thermoesthesia-and-algesthesia state was studied in patients with spine and spinal cord trauma. It was revealed that the perfusion degree of the pool of the posterior spinal arteries after decompression procedures (post-decompression blood flow) influenced the level of thermoesthesia and algesthesia recovery. This effect is observed both in the acute and in the late periods of spinal cord traumatic disease. The materials presented allow us define more exactly the role of compensatory potentials in the vascular pool of spinal cord posterior spinal arteries in thermoesthesia and algesthesia recovery in patients with spine and spinal cord trauma.

Keywords: spinal cord, microcirculatory blood flow, pool of posterior spinal arteries, thermoesthesia-and-algesthesia, spine-and-spinal cord trauma.

Переломы позвоночника относятся к разряду тяжелых травм. Тяжесть обуславливается грубыми повреждениями как нервных, так и сосудистых структур спинного мозга, располагающихся в непосредственной близости к телам позвонков. Повреждениям костно-связочного аппарата и спинного мозга уделяется достаточно внимания, однако сосудистые осложнения остаются малоосвещенными. В то же время именно они служат дополнительным фактором, усугубляющим клинические проявления заболевания и препятствующим полноценному восстановлению функции [4, 5, 9].

В сагиттальной плоскости спинного мозга можно четко ограничить три зоны артериального кровоснабжения: 1) бассейн передней спинальной артерии (вентральные 2/3 поперечника); 2) бассейн задних спинальных артерий (дорсальная треть поперечника); 3) перимедуллярная со-

судистая сеть (vasa corona), снабжающая артериальной кровью преимущественно крайние участки белого вещества спинного мозга [7, 8].

Передняя и задние спинальные артерии являются основными кровеносными магистралями спинного мозга, прекращение кровотока в которых приводит к необратимым последствиям. При интраоперационных исследованиях кровотока спинного мозга у больных с позвоночно-спинномозговой травмой, проведенных разными авторами [1, 2, 3], не уделено должного внимания компенсаторным явлениям микроциркуляторного русла в различных сосудистых бассейнах поперечника спинного мозга.

Известно, что ведущим симптомом изолированного поражения задней спинальной артерии являются чувствительные расстройства, причем страдают все виды чувствительности [7]. Это обусловлено тем, что в область кровоснабжения

задних спинальных артерий входят задние канатики и вершины задних рогов.

Целью нашего исследования являлось изучение взаимосвязи показателей кровотока в бассей-

не задних спинальных артерий и состояние температурно-болевой чувствительности у больных с позвоночно-спинномозговой травмой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Было проведено исследование на 22 больных с позвоночно-спинномозговой травмой. Возраст больных составлял от 18 до 54 лет (в среднем $33,3 \pm 2,4$ лет). Периоды травматической болезни спинного мозга распределялись следующим образом: 1) у 10 больных острый и ранний периоды (срок после травмы был от 2 до 24 дней, в среднем – $11,8 \pm 2,4$ дней); 2) в 12 случаях были определены промежуточный и поздний периоды (срок после травмы составлял от 1,7 до 36 месяцев, в среднем – $10,8 \pm 3,3$ месяца). По уровню повреждения позвоночника больные распределялись следующим образом: шейный отдел (C_6-C_7 позвонки) – 3 больных; грудной отдел (Th_5, Th_6, Th_{11} позвонки) – 5 больных; грудо-поясничный отдел ($Th_{12} - L_1$ позвонки) – 14 больных.

У большинства поступивших в клинику ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий» больных была определена передняя компрессия спинного мозга. Травма позвоночника сопровождалась различными двигательными нарушениями: нижняя вялая параплегия у 31,8 % больных (7 человек), нижний вялый параспартрез различной степени выраженности у 59 % больных (13 человек). В двух случаях отсутствовали двигательные нарушения. В 59 % случаев (13 больных) были сопутствующие нарушения функции тазовых органов (по типу задержки или недержания мочи и кала). У 13 больных были зарегистрированы чувствительные нарушения. Как видно из таблицы 1, среди проводниковых расстройств преобладала анестезия с уровня повреждения. Среди сегментарно-корешковых нарушений больше было больных с гипестезией, это связано с гораздо большей устойчивостью корешков, чем собственно спинного мозга к сдавлению и ишемии.

Исследование температурно-болевой чувст-

вительности проводили на электрическом эстетометре с одновременной регистрацией температуры кожи («Nihon Kohden», Япония). Методической основой изучения температурно-болевой чувствительности являлась оценка температурного восприятия в ответ на локальное нагревание участка кожи определенного дерматомы. Температурные ощущения распределялись по двум градациям: 1) «тепло»; 2) «боль от горячего». Площадь контакта термодатчика составляла 1 см^2 , диапазон изменения температуры колебался от 10°C до 55°C , скорость увеличения температуры была $2^\circ\text{C}/\text{мин}$. Исследования проведены на дерматомах, которые соответствовали очагу повреждения и ниже зоны поражения. При поступлении в клинику Центра температурно-болевая чувствительность была нарушена у всех больных.

Комплексное хирургическое лечение включало открытую переднюю декомпрессию спинного мозга из заднего доступа и жесткую фиксацию травмированного позвоночника аппаратом наружной или внутренней транспедикулярной фиксации.

Регионарное кровообращение спинного мозга (микроциркуляторное русло) в бассейне задних спинальных артерий изучали с помощью высокочастотной ультразвуковой доплерографии (доплерограф «Минимакс-Допплер-К» с применением интраоперационного датчика 20 мГц, фирмы «Минимакс» г. Санкт-Петербург). Исследование спинального кровотока осуществляли в условиях операционной (до и после декомпрессии и ревизии). Для анализа кровотока использовали показатели: V_s – максимальная систолическая скорость (см/сек), Q_s – объемная скорость мл/мин, V_m – средняя скорость (см/сек), PI – индекс пульсации (Гослинг), RI – индекс сопротивления (Пурсело).

Таблица 1

Типы и виды расстройств чувствительности у больных с травматической болезнью спинного мозга

Типы и виды чувствительных расстройств	Количество больных	% от общего числа	Всего по виду чувствительных расстройств	% от общего числа
Проводниковый тип расстройств чувствительности:	3	13,65	–	–
1) анестезия с уровня повреждения и ниже;	–	–	2	9,1
2) гипестезия с уровня повреждения и ниже	–	–	1	4,54
Сегментарно-корешковый тип расстройств чувствительности:	10	45,45	–	–
1) анестезия;	–	–	2	9,1
2) гипестезия	–	–	8	36,36
Нарушений чувствительности нет	9	40,9	9	40,9
Итого	22	100	22	100

Статистическая обработка материалов производилась с помощью пакета анализа данных Microsoft EXCEL (описательная статистика и корреляционный анализ). Достоверность различия средних оценивали с помощью параметрического t-критерия Стьюдента для независимых

выборок и непараметрических W- и T-критериев Вилкоксона для независимых и попарно сопряженных выборок показателей критериев, а степень взаимосвязи признаков – с помощью линейного коэффициента корреляции Пирсона (r).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали наличие особенностей регистрации микроциркуляторного кровотока бассейна задних спинальных артерий. Данные особенности обусловлены тем, что во время оперативного вмешательства открытая декомпрессия спинного мозга производилась из заднего или заднебокового доступа, а регистрация кровотока осуществлялась с помощью датчика 20 МГц с диаметром рабочей поверхности 2 мм, поэтому не всегда удавалось произвести измерения в этом бассейне до декомпрессии, особенно у больных в позднем периоде травматической болезни. В некоторых случаях первое измерение производилось после частичной задней декомпрессии. Полученные малочисленные данные, измеренные до декомпрессии, в небольшой степени соотносились с состоянием температурно-болевой чувствительности. Поэтому мы не использовали корреляционного анализа при определении взаимосвязи между кровотоком до декомпрессии и состоянием температурно-болевой чувствительности до операции.

Было проведено исследование влияния величины постдекомпрессионного кровотока на динамику температурно-болевой чувствительности после оперативного лечения. При анализе динамики температурно-болевой чувствительности рассчитывали количество дерматомов, выраженное в процентах, на которых улучшалась болевая чувствительность, и величину снижения порога болевой чувствительности (в градусах).

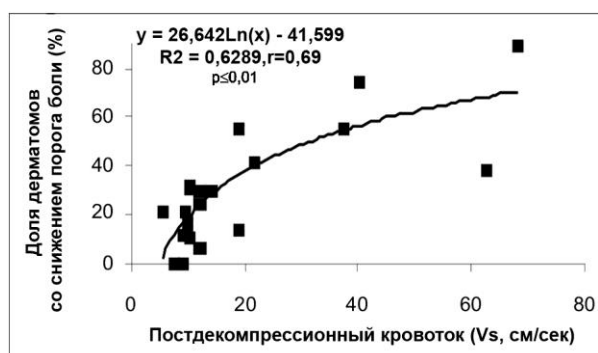
Первым этапом обобщения полученных данных было изучение взаимосвязи линейной и объемной скоростей постдекомпрессионного кровотока, характеризующих степень перфузии бассейна задних спинальных артерий после декомпрес-

сии, и динамики температурно-болевой чувствительности у всех обследованных больных с позвоночно-спинномозговой травмой, независимо от периода травматической болезни (рис. 1 и 2).

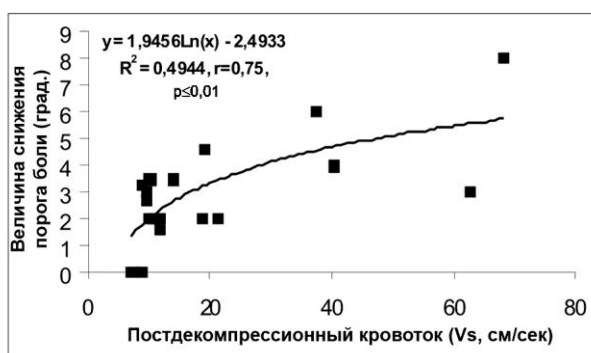
Проведенные расчеты показали, что эта зависимость носит преимущественно логарифмический характер. При увеличении линейной скорости кровотока от 5 до 40 см/сек растет доля дерматомов со снижением порога болевой чувствительности и возрастает величина снижения порога боли. Затем кривая зависимости выходит на плато (рис. 1, а, б). Изменение объемной скорости кровотока от 2,5 до 20 мл/мин приводит к увеличению количества дерматомов с улучшением порога боли, затем кривая зависимости выходит на стационарный уровень (рис. 2, а). Взаимосвязь объемного постдекомпрессионного кровотока и величины снижения порога боли у этой группы больных носит линейный характер (рис. 2, б).

Изучение взаимосвязи показателей постдекомпрессионного кровотока в бассейне задних спинальных артерий и динамики температурно-болевой чувствительности у больных с позвоночно-спинномозговой травмой в остром и раннем периоде травматической болезни также показало наличие статистически значимой корреляции. Однако линейная и объемная скорости кровотока находились в прямой линейной корреляционной зависимости от доли дерматомов с улучшением порога боли после операции (рис. 3, а; рис. 4, а).

Величина снижения порога боли в этой группе больных взаимосвязана с показателями кровотока (линейная и объемная скорости) логарифмической зависимостью (рис. 3, б и рис. 4, б).



а



б

Рис. 1. Взаимосвязь линейной скорости постдекомпрессионного кровотока (Vs) в бассейне задних спинальных артерий и доли дерматомов со снижением порога боли (а), величиной снижения порога боли (б) у больных с позвоночно-спинномозговой травмой (с С₆ по L₁ позвонок) в остром и позднем периодах

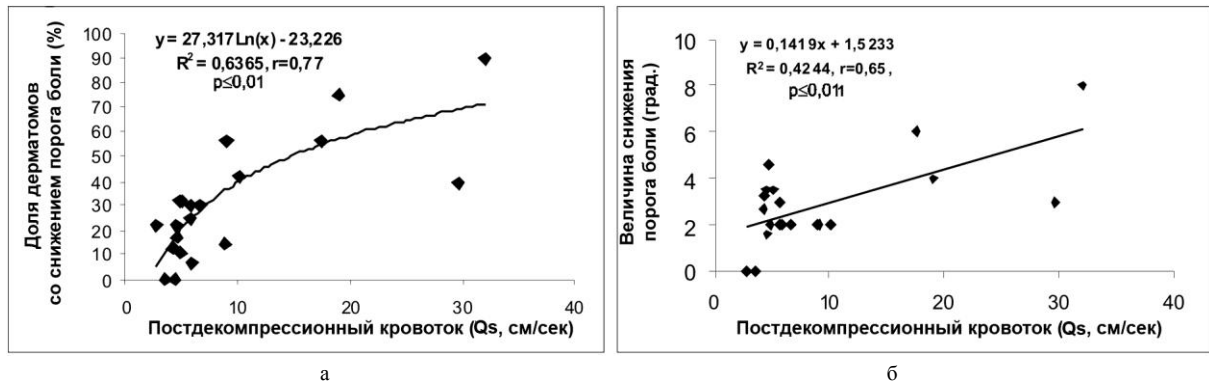


Рис. 2. Взаимосвязь объемной скорости постдекомпрессионного кровотока (Qs) в бассейне задних спинальных артерий и доли дерматомов со снижением порога боли (а), величиной снижения порога боли (б) у больных с позвоночно-спинномозговой травмой (с С₆ по L₁ позвонки) в остром и позднем периодах

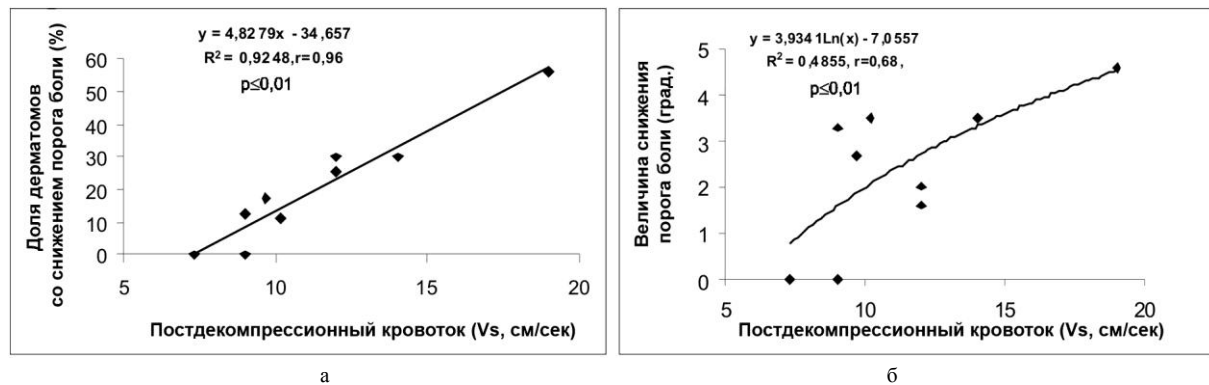


Рис. 3. Взаимосвязь линейной скорости постдекомпрессионного кровотока (Vs) в бассейне задних спинальных артерий и доли дерматомов со снижением порога боли (а), величиной снижения порога боли (б) у больных с позвоночно-спинномозговой травмой в остром и раннем периоде

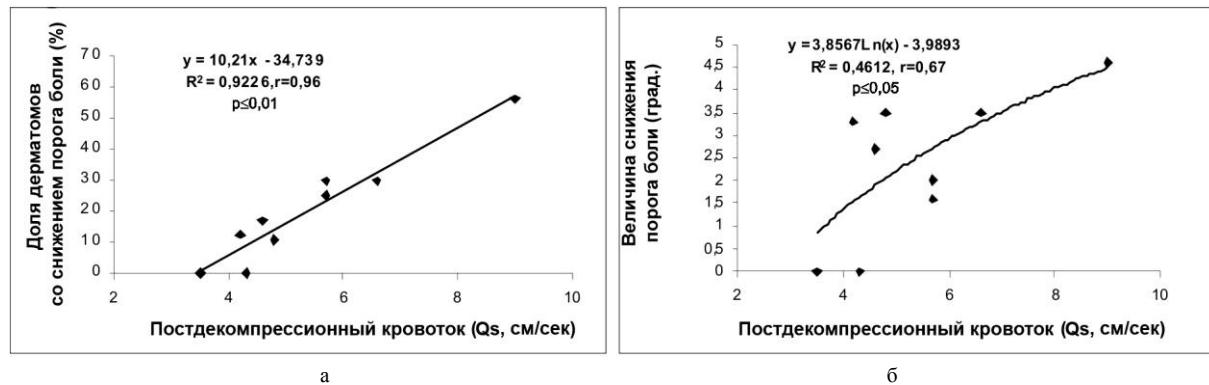


Рис. 4. Взаимосвязь объемной скорости постдекомпрессионного кровотока (Qs) в бассейне задних спинальных артерий и доли дерматомов со снижением порога боли (а), величиной снижения порога боли (б) у больных с позвоночно-спинномозговой травмой в остром и раннем периоде

У больных с позвоночно-спинномозговой травмой в промежуточном и позднем периодах взаимосвязь линейной и объемной скоростей кровотока и количества дерматомов со снижением порога боли также носит линейный характер, хотя коэффициент корреляции ниже, чем у больных с острой позвоночно-спинномозговой травмой (рис. 5, а; рис. 6, а).

Взаимосвязь линейной и объемной скоростей кровотока и величины снижения порога боли в отличие от больных с острой травмой имеет линейный характер и коэффициенты корреляции больше (рис. 5, б и рис. 6, б).

Таким образом, показатели постдекомпресси-

онного кровотока в бассейне задних спинальных артерий оказывают влияние на степень восстановления температурно-болевой чувствительности после проведенного лечения у больных с позвоночно-спинномозговой травмой в остром, раннем, промежуточном и позднем периодах.

Несмотря на то, что в ряде работ [10, 11] проводилось изучение состояния регионарного кровотока после травмы спинного мозга, до сих пор остаются дискуссионными вопросы о влиянии длительности, силы и уровня компрессии на восстановление неврологических функций у пациентов.

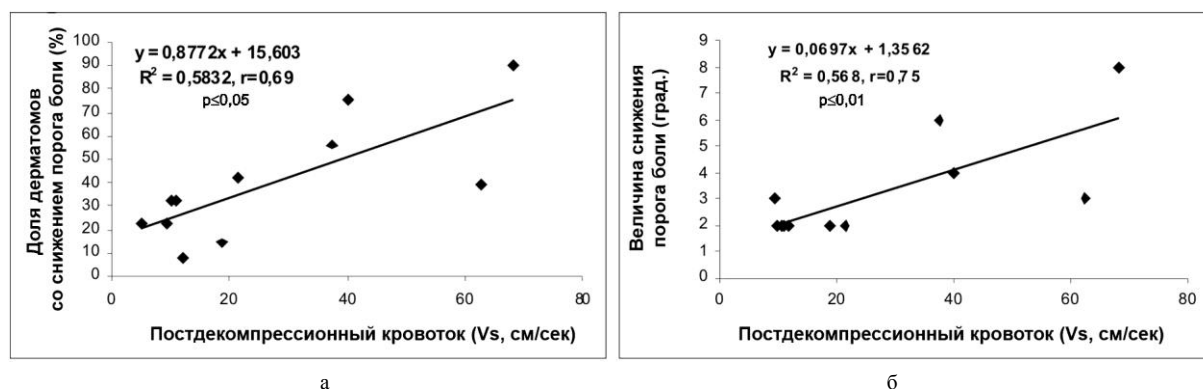


Рис. 5. Взаимосвязь линейной скорости постдекомпрессионного кровотока (Vs) в бассейне задних спинальных артерий и доли дерматомов со снижением порога боли (а), величиной снижения порога боли (б) у больных с позвоночно-спинномозговой травмой в промежуточном и позднем периодах

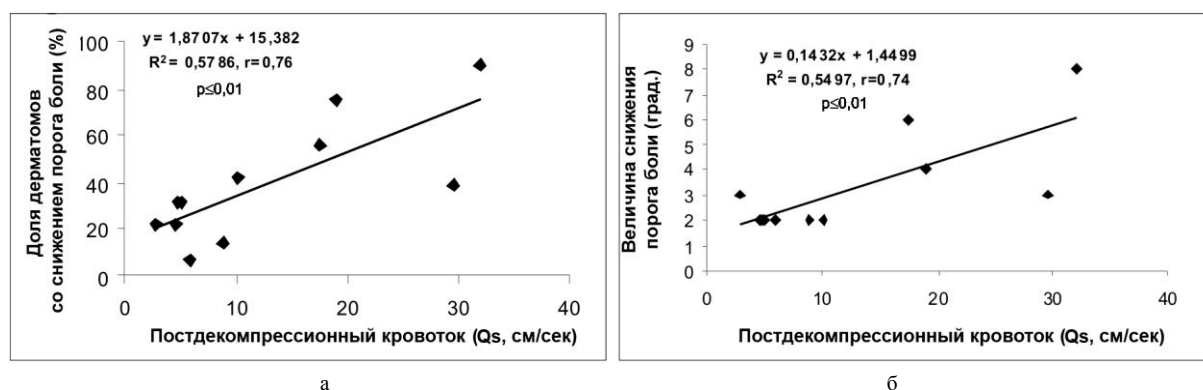


Рис. 6. Взаимосвязь объемной скорости постдекомпрессионного кровотока (Qs) в бассейне задних спинальных артерий и доли дерматомов со снижением порога боли (а), величиной снижения порога боли (б) у больных с позвоночно-спинномозговой травмой в промежуточном и позднем периоде

Согласно данным литературы [4, 5, 7], ишемические расстройства в бассейне задних спинальных артерий (область задних канатиков и вершины задних рогов) чаще развиваются в шейном отделе спинного мозга, реже – в грудном и еще реже – в поясничном. Ведущими симптомами изолированного поражения задней спинальной артерии являются чувствительные расстройства. Страдают все виды чувствительности. Имеются сегментарные нарушения чувствительности, выпадают проприоцептивные рефлексы за счет поражения заднего рога. Развивается сенситивная атаксия из-за нарушения суставно-мышечного чувства.

Кроме того, в заднем роге располагаются тела вторых нейронов пути проводящего импульса болевой и температурной чувствительности от соответствующих дерматомов. Если ишемические нарушения в бассейне задних спинальных артерий распространяются на протяжении нескольких сегментов, в соответствующих дерматомах своей стороны происходит выпадение болевой и температурной чувствительности [8, 10].

В наших исследованиях температурно-болевая чувствительность до оперативного вмешательства была нарушена у всех больных

(100 %) независимо от периода травматической болезни спинного мозга и уровня повреждения позвоночного столба. Процент нарушения чувствительности, определяемой клинически, был гораздо ниже (59,1 %). Это говорит о том, что данные эстезиометрии более достоверно отражают степень нарушения температурно-болевой чувствительности.

Проведенные нами исследования кровотока спинного мозга в процессе декомпрессии и динамика температурно-болевой чувствительности после оперативного лечения показали, что степень перфузии бассейна задних спинальных артерий после декомпрессирующих мероприятий оказывает влияние на уровень восстановления температурно-болевой чувствительности в очаге поражения.

Этот эффект наблюдается как в остром, так и в позднем периодах травматической болезни спинного мозга.

Представленные нами материалы позволяют уточнить роль компенсаторных возможностей сосудистого бассейна задних спинальных артерий спинного мозга в восстановлении температурно-болевой чувствительности у больных с позвоночно-спинномозговой травмой.

ВЫВОДЫ

1. У больных с позвоночно-спинномозговой травмой показатели кровотока в бассейне задних спинальных артерий после декомпрессии взаимосвязаны со степенью улучшения температурно-болевой чувствительности.

2. В остром и раннем периодах травматической болезни спинного мозга в наибольшей степени выражено влияние линейной и объемной скоростей постдекомпрессионного кровотока на

количество дерматомов, в которых происходит снижение порога болевой чувствительности. Зависимость носит прямой линейный характер.

3. У больных в промежуточном и позднем периодах травматической болезни в большей степени с показателями постдекомпрессионного кровотока связана величина снижения порога боли в очаге поражения. Зависимость носит прямой линейный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интраоперационное ультразвуковое исследование спинного мозга при острой позвоночно-спинномозговой травме / А. Ф. Курамшин [и др.] // Хирургия позвоночника. 2007. № 4. С. 14-20.
2. Малявкина С. А., Кинзерский А. Ю. Возможности функционального ультрасонографического и доплерографического исследований в диагностике нарушений кровотока в вертебральных артериях // Хирургия позвоночника. 2006. № 1. С. 72-76.
3. Микрогемодикуляция нервных корешков и твердой мозговой оболочки / С. П. Миронов [и др.] // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. 2006. № 3. С. 57-60.
4. Некоторые аспекты патофизиологии травматического повреждения и регенерации спинного мозга / И. А. Борщенко [и др.] // Вopr. нейрохирургии. 2000. № 2. С. 28-31.
5. Особенности кровоснабжения шейного отдела спинного мозга / Е. В. Огарев [и др.] // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. 2004. № 1. С. 9.
6. Оценка микроциркуляции спинного мозга при его острой экспериментальной травме с помощью лазерной доплеровской флоуметрии / Г. А. Степанов [и др.] // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. 2005. № 2. С. 29-32.
7. Сосудистые заболевания спинного мозга : рук. для врачей / под ред. А. А. Скоромца. СПб. : СОТИС, 1998. 33 с.
8. Топический диагноз в неврологии : Анатомия, физиология, клиника : пер. с англ. / под ред. Л. Лихтермана. М. : ВАЗАР-ФЕРРО, 1997. 72 с.
9. Травма спинного мозга: современные представления о механизмах повреждения, регенерации и путях их коррекции / Л. Н. Грищенко [и др.] // Вопросы нейрохирургии. 1997. № 2. С. 37-42.
10. Experimental spinal cord ischemia : model characterization and improved outcome with arterial hypertension / T. J. Toung [et al.] // Crit. Care Med. 2004. Vol. 32, No 6. P.1346-1351.
11. Secondary spinal cord hypoperfusion of circumscribed areas after injury in rats. / R. Tei [et al.] // Neurol. Res. 2005. Vol. 27, No 4. P. 403-408.

Рукопись поступила 18.02.10.

Сведения об авторах:

1. Щурова Елена Николаевна – ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий», ведущий научный сотрудник научного клинко-экспериментального отдела физиологии, д.б.н.
2. Худяев Александр Тимофеевич – ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий», заместитель генерального директора по научно-клинической работе; руководитель лаборатории клинической вертебрологии и нейрохирургии; д.м.н. профессор;
3. Максимова М.Ю. – ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий», аспирант научного клинко-экспериментального отдела физиологии;
4. Самылов Вадим Викторович – ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий», зам. главного врача, к.м.н.