

© А. А. Родионов, И. В. Гайворонский, А. И. Гайворонский, 2014
УДК 611.829.5

А. А. Родионов¹, И. В. Гайворонский^{1, 2} и А. И. Гайворонский^{1, 2}

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БОКОВЫХ СВОДОВ ЭПИДУРАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА СПИННОГО МОЗГА И ИХ КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

¹ Кафедра морфологии (зав. — проф. И. В. Гайворонский) медицинского факультета Санкт-Петербургского государственного университета; ² кафедра нормальной анатомии (зав. — проф. И. В. Гайворонский) Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург

Исследование эпидурального пространства проведено на препаратах позвоночника 362 людей (в том числе 197 плодов от 16 нед и старше, 12 новорожденных детей и 153 взрослых людей в возрасте до 90 лет) с использованием анатомических и гистологических методов. В составе боковых отделов эпидурального пространства выделены боковые своды. Дана новая анатомическая трактовка этих образований, которые рассматриваются как комплекс анатомических структур, включающий надкостницу межпозвоночного отверстия, рукав твердой оболочки спинного мозга, межпозвоночные вены, спинальные артерии, жировую клетчатку, систему соединительнотканых трабекул и возвратные нервы, регулирующие кровоток в системе сосудов позвоночного канала и обеспечивающие сообщение эпидурального пространства с паравертебральными областями.

Ключевые слова: эпидуральное пространство, межпозвоночные отверстия, эпидуральные вены

Эпидуральное пространство является объектом внимания врачей разного профиля, но вопросы его морфологии и физиологии требуют более детальной проработки не только в практическом плане, но и в теоретическом. По данным В. В. Куприянова и соавт. [8], эпидуральное пространство, находясь на границе центрального и периферического отделов нервной системы, включает в себя основную часть мощного парамедуллярного нервного аппарата, обеспечивающего приспособительную регуляцию мозгового кровообращения, ликвородинамику и ответственного в определенных условиях за возникновение болевых синдромов [8]. Не получили достаточного анатомического обоснования вопросы перидурального обезболивания с учетом строения стромальных структур и сосудистых образований эпидурального пространства, а также его сообщения с паравертебральными образованиями у людей разного возраста. До сих пор в литературе дискутируется вопрос: замкнуто ли эпидуральное пространство в области межпозвоночных отверстий? Ряд авторов [4, 14, 18, 20] считают, что оно не замкнуто. Здесь, по их мнению, располагаются спинномозговые нервы, сосуды и жировая клет-

чатка, которая свободно переходит из эпидурального пространства в паравертебральную область.

Однако по данным В. Я. Протасова [17] и В. А. Берсенева [2], в области межпозвоночных отверстий имеются соединительнотканые волокна, которые укрепляют проходящие здесь сосуды и нервы, полностью замыкают эпидуральное пространство, препятствуя выхождению жидкости, введенной в него.

В 1970 г. В. Я. Протасов ввел понятие о боковых сводах эпидурального пространства (БСЭП) и дал их общее описание. Своды являются парными и соответствуют 27–28 межпозвоночным отверстиям. По его данным, спинномозговые своды в шейном и верхнегрудных отделах — мелкие и широкие, а в нижнегрудном и поясничном — узкие и глубокие [17]. Наличие БСЭП в дальнейшем подтвердили В. Lassale и соавт. [19], однако И. Н. Петровский [15] отрицает их присутствие. Такие разногласия в отношении сводов эпидурального пространства, по-видимому, кроются в том, что своды, по В. Я. Протасову, — это понятие скорее рентгенологическое, чем анатомическое. Анатомическими же предпосылками формирования сводов, по мнению В. Я. Протасова, являются описанные В. Н. Прониным [16] воронкоо-

Сведения об авторах:

Родионов Анатолий Антонович (e-mail: dzhayan@mail.ru), кафедра морфологии, медицинский факультет, Санкт-Петербургский государственный университет, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9;

Гайворонский Иван Васильевич (e-mail: gayvoron@mail.ru), Гайворонский Алексей Иванович (e-mail: gjbdd1981@yahoo.com), кафедра нормальной анатомии, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, 6

бразные углубления у входа в межпозвоночные отверстия. Характерную конфигурацию сводов они приобретают только при тугом заполнении эпидурального пространства крупнодисперсными рентгеноконтрастными массами типа бария, что и делал В.Я.Протасов.

Целью настоящей работы явилось изучение морфофункциональных характеристик БСЭП и определение их клинического значения.

Материал и методы. Исследование проведено на препаратах позвоночника 362 людей, в том числе 197 плодов от 16 нед и старше, 12 новорожденных детей и 153 взрослых людей в возрасте до 90 лет: 25 — I периода зрелого возраста, 25 — II периода зрелого возраста, 20 — пожилого и 85 — старческого возраста, умерших от заболеваний, не связанных с патологией позвоночного столба. Материал получен в патологоанатомическом отделении Амурской областной клинической больницы. Процесс исследования трупного материала включал вычленение позвоночного столба, инъекцию его сосудистых и полостных образований, коррозию, стереоэпидурографию, декальцинацию, макромикроскопическое препарирование пироговских срезов с помощью стереомикроскопа МБС-9 и их морфометрию.

Инъекцию сосудов у плодов и новорожденных выполняли латексом и 5% раствором тушь-желатины через полые вены и аорты, а у детей и взрослых людей — через аорту, позвоночные артерии и внутрикостные вены губчатого вещества тел позвонков. Для изготовления коррозионных препаратов сосудов и полостных образований эпидурального пространства использовали акриловые пластмассы (АКР-15, протакрил, карбопласт).

Для стереоэпидурографии контрастные вещества (кардиограф, иодолипол, миодил, 50% взвесь сернокислого бария в нашатырном спирте) вводили через желтые связки и межпозвоночные диски под контролем давления (от 0 до 1,0 кг) аппаратом А.М. Беклемищева [1].

Для декальцинации позвоночника использовали минеральные (5% азотную и 10% соляную) и органические (10% муравьиную и 10% трихлоруксусную) кислоты в отдельности и в смеси.

Для макромикроскопического исследования производили пироговские срезы предварительно декальцинированных и замороженных препаратов позвоночника в горизонтальной, сагиттальной и фронтальной плоскостях. Изучение срезов осуществляли с помощью стереомикроскопа МБС-9.

На пироговских и гистотопографических срезах последовательно определяли морфометрические показатели (диаметр, длину, площадь поперечного сечения, толщину) составных элементов БСЭП (межпозвоночное отверстие, рукав твердой оболочки спинного мозга, межпозвоночные вены, спинномозговые ветви задних межреберных артерий, жировая клетчатка, возвратные нервы, соединительнотканые трабекулы).

Поперечные и сагиттальные гистотопографические срезы позвоночника толщиной 10–20 мкм окрашивали гематоксилином—эозином, резорцин-фуксином по Вейгерту, пикрофуксином по Ван-Гизону, суданом III и IV.

Результаты измерений обрабатывали по общепринятой методике вариационной статистики [5] с определением критерия (t) Стьюдента.

Результаты исследования. В результате проведенного исследования в эпидуральном пространстве можно выделить четыре отдела: передний, задний и два боковых. Боковые отделы эпидурального комплекса, представленные рукавами твердой оболочки, сосудами и соединительной тканью, являются своеобразной пограничной зоной, разделяющей структуры переднего и заднего его отделов. В составе боковых отделов эпидурального пространства выделены боковые своды конусообразной формы, которая обусловлена тем, что межпозвоночные отверстия в своих средних отделах имеют небольшое сужение, и именно на этом уровне происходит концентрация в единый конусообразный пучок всех сосудисто-нервных образований, проходящих через него. Вершины сводов ограничены несколькими трансфораминальными пластинками, перекрывающими выход из межпозвоночных отверстий и фиксирующих в их просветах чувствительные узлы спинномозговых нервов (спинальные ганглии) и межпозвоночные сосуды (рис. 1). Пластинки не образуют сплошного перегородок, здесь наблюдается система щелей, через которые эпидуральная жировая ткань имеет сообщение с паравертебральной. В боковых сводах, кроме жировой клетчатки, содержатся межпозвоночные вены и артерии. Венозные сосуды представлены множественными разветвлениями, которые переплетаются между собой (напоминают по строению пещеристую пазуху) и муфтообразно охватывают снаружи рукав твердой оболочки и чувствительный узел спинномозгового нерва (рис. 2). Вокруг артериальных стволов эпидурального про-

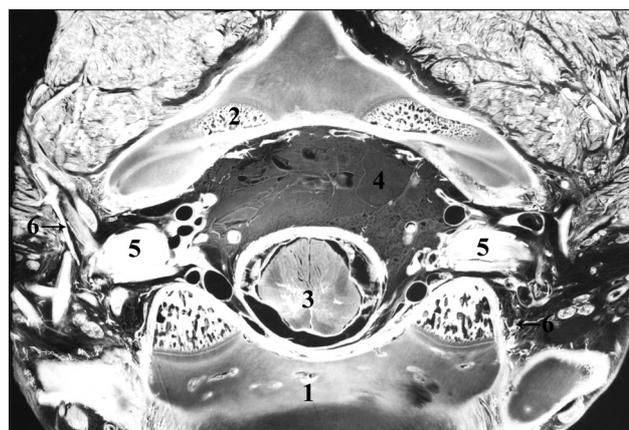


Рис. 1. Боковые своды эпидурального пространства 8-месячного плода (горизонтальная гистотопограмма на уровне III грудного позвонка).

1 — тело позвонка; 2 — дуга позвонка; 3 — спинной мозг; 4 — эпидуральное пространство; 5 — спинномозговой узел с окружающими его венозными сосудами; 6 — соединительнотканые структуры, закрывающие выход из межпозвоночного канала. Окраска гематоксилином—эозином. Ув. 8



Рис. 2. Внутренние позвоночные венозные сплетения и межпозвоночные вены поясничного отдела мужчины 57 лет. Вид спереди.

1 — передние внутренние позвоночные венозные сплетения;
2 — межпозвоночные вены

странства вены также образуют муфтообразные структуры. Диаметр вен при их кровенаполнении влияет на размеры щелей свода (рис. 3). По форме можно выделить два типа сводов БСЭП (правильные и эксцентричные), в зависимости от направления поперечных осей межпозвоночных каналов и рукавов твердой оболочки спинного мозга.

Длина БСЭП колеблется в плодном периоде от 1,5 до 2,5 мм, у детей — от 3 до 5 мм, а у взрослых людей — от 3 до 4 мм. В качестве вариантов строения можно выделить мелкие и глубокие своды. В последнем случае они простираются до наружного края межпозвоночного отверстия. БСЭП лучше выражены у плодов, детей и взрослых людей в возрасте до 35 лет, после чего их размеры постепенно уменьшаются. Боковые своды, занимая внутренние участки межпозвоночных отверстий, являются составными частями боковых отделов эпидурального пространства.

Выявлена и неодинаковая механическая прочность соединительнотканых структур БСЭП. Наименьшее механическое сопротивление при продвижении контрастного вещества за пределы

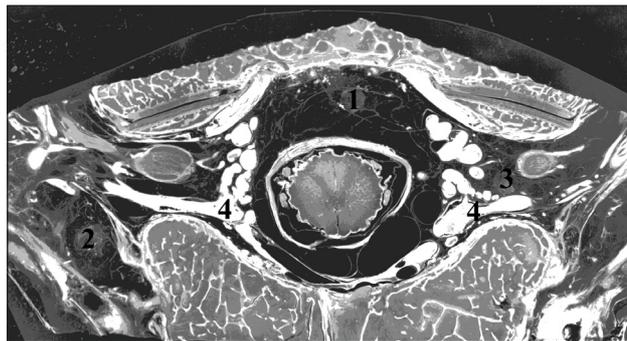


Рис. 3. Грудной отдел эпидурального пространства мальчика 8 лет.

1 — эпидуральная жировая клетчатка; 2 — паравертебральная жировая клетчатка; 3 — межпозвоночные отверстия; 4 — межпозвоночные вены. Гистотопограмма на уровне VI грудного позвонка. Окраска гематоксилином—эозином. Ув. 3

эпидурального пространства оказывают боковые своды на уровне нижних шейных, верхних грудных, нижних поясничных и верхних крестцовых позвонков.

Обсуждение полученных данных. В отличие от В.Я.Протасова [17] и В.Lassale и соавт. [19], мы рассматриваем боковые своды не как полостные образования, созданные искусственно за счет введения рентгеноконтрастных масс и деформации ими составных элементов эпидурального пространства, а как комплекс анатомических структур (надкостница в области межпозвоночного отверстия, рукав твердой оболочки спинного мозга, межпозвоночные вены, спинномозговые ветви задних межреберных артерий, жировая клетчатка, система соединительнотканых трабекул, возвратные нервы), регулирующих кровотоки в системе сосудов позвоночного канала и обеспечивающих сообщение эпидурального пространства с паравертебральными областями. А это уже совершенно новая анатомическая трактовка этих образований. По нашему мнению, БСЭП присущи следующие морфофункциональные особенности.

БСЭП — это: 1) резервное пространство для рукавов твердой оболочки спинного мозга, обеспечивающее их смещение за счет жировой клетчатки при движениях позвоночного столба; 2) своеобразные места сброса избыточного давления из эпидурального пространства; 3) устройство сообщения для регуляции взаимодействия между эпидуральным и паравертебральным пространствами. В качестве активного элемента сводов выступают межпозвоночные венозные сплетения, которые при своем наполнении (по типу кавернозоподобных структур) сокращают просвет щелей верхушек сводов и затрудняют отток жидкости из

эпидурального пространства; 4) звено рефлексогенной зоны, регулирующей кровотоки во внутренних позвоночных венозных сплетениях.

Эпидуральные вены (венозный футляр) — одна из сред окружения спинного мозга, являющаяся анатомическим субстратом, обеспечивающим гуморальные связи в сложной топографо-анатомической системе (спинной мозг—оболочка—позвоночный столб), обуславливающей её целостность и сообщение с другими экстравертебральными системами.

Эпидуральные венозные сплетения посредством межпозвоночных вен сообщаются с экстравертебральными. Межпозвоночные вены залегают в области боковых отделов эпидурального пространства и межпозвоночных отверстий, где они вступают в сложные топографоанатомические взаимоотношения с артериями, нервами и соединительнотканными структурами, ограничивающими боковые отделы эпидурального пространства. Нами установлено, что в области сводов между спинальными артериями и межпозвоночными венами складываются такие же взаимоотношения, как и между внутренней сонной артерией и пищеристой пазухой, между позвоночной артерией и позвоночной веной. Экспериментально доказано наличие здесь рефлексогенных зон [3, 8, 10, 12]. Так, В.В.Куприянов и В.Т.Жица [7] установили наличие рефлексогенных зон на уровне отверстий черепа (яремное отверстие, глазничная щель, большое отверстие), где воспринимается разность между вне- и внутричерепными условиями функционирования сосудистой системы. По нашему мнению, в этот ряд возможно отнести и межпозвоночные отверстия, надкостница в области которых (наружная стенка свода), по данным А.А.Отелина [13], обильно снабжена нервными структурами. Е.И.Золиной [4] установлена обильная иннервация межпозвоночных вен. Принимая во внимание эти сведения, мы полагаем, что в условиях венозного застоя в эпидуральных сосудах и увеличения свободной жидкости в эпидуральном пространстве возникает рефлекторное снижение притока крови, уменьшение кровенаполнения вен и, как следствие, снятие «тампонирующего эффекта» верхушек сводов, что сопровождается увеличением просвета щелей на их вершинах и усилением оттока жидкости по ходу спинномозговых нервов в лимфатическую систему. Нам представляется, что растворы, введенные в эпидуральное пространство механически, повышают в нем давление и создают модель венозного застоя, для ликвидации которого рефлекторно вступают в действие описанные нами механизмы. Мы допускаем, что этим можно объ-

яснить и быстрый анестезирующий эффект при перидуральном обезболивании [9].

Клинические наблюдения при родовых травмах позвоночного столба [11] свидетельствуют о наличии повреждения эпидуральных вен с возникновением эпидуральных гематом. Последние, по нашему мнению, приводят к повышению внутриэпидурального давления, что, в свою очередь, вызывает спазм сегментарных спинальных артерий. При этом нарушается гемодинамика на уровне спинного мозга, обуславливающая развитие в нем ишемических изменений. В данном случае описанный выше механизм рефлексогенной зоны боковых сводов перестает действовать.

В литературе нет сведений и о раздвоенности вершин боковых сводов крестцового отдела эпидурального пространства, наблюдаемых в области тазовых и дорсальных крестцовых отверстий. Через эти отверстия эпидуральная клетчатка свободно сообщается с клетчаткой таза и ягодичной области. Приведенные данные могут быть основой для объяснения причин возникновения эпидуритов при воспалительных заболеваниях органов малого таза и флегмонах ягодичной области.

Несомненно, сказанное не исчерпывает клиническое значение анатомических образований эпидурального пространства. Можно полагать, что полученные нами данные в какой-то мере восполнят имеющийся пробел в этой области и будут способствовать созданию современного представления о морфологии и физиологии эпидурального пространства и его боковых сводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беклемищев А.М. Прибор для определения силы сопротивления тканей полого трубчатого органа при бужировании. Бюлл. Гос.комитета по делам изобретений и открытий СССР, 1964, № 5. Описание изобретения к авторскому свидетельству № 160804.
2. Берсенев В.А. Шейные спинномозговые узлы. М., Медицина, 1980.
3. Большаков О.П. и Науменко А.Н. Венозная система мозга и ее роль в регуляции мозгового кровообращения. В кн.: Вопросы физиологии мозгового кровообращения. Л., Медицина, 1970, с. 106–118.
4. Золина Е.И. Иннервация венозных сплетений позвоночника и межпозвоночных вен человека и некоторых животных: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Рязань, 1967.
5. Каминский А.С. Статистическая обработка лабораторных и клинических данных. М., Медицина, 1964.
6. Козлов И.З. Наш семилетний опыт применения перидуральной анестезии. Сов. медицина, 1958, № 11, с. 53–57.
7. Куприянов В.В. и Жица В.Т. Нервный аппарат сосудов головного мозга. Кишинев, Штиинца, 1975.
8. Куприянов В.В., Зяблов В.И. и Мотавкин П.А. Новое в учение о связях спинного мозга. М., Медицина, 1973.
9. Лунд П.К. Перидуральная анестезия. М., Медицина, 1975.

10. Миллер Л. Г. Позвоночный нерв человека и некоторых животных: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Курск, 1970.
11. Михайлов М. К. Рентгенодиагностика родовых повреждений позвоночника. М., ГЭОТАР-МЕД, 2001.
12. Михайлов С. С. Исследование нервных структур вен головы как морфологическое обоснование нервной регуляции мозгового кровообращения. В кн.: Функциональная и прикладная анатомия венозной системы. Тр. Всерос. темат. конф. Оренбург, 1968; М., Медицина, 1969, с. 189–191.
13. Отелин А. А. Иннервация скелета человека. М., Медицина, 1965.
14. Павлова З. В. Длительная перидуральная анестезия в онкологии. М., Медицина, 1976.
15. Петровский И. Н. Эпидуральные вены позвоночного канала (анатомио-экспериментальное исследование): Автореф. дис... д-ра мед. наук. Киев, 1984.
16. Пронин В. Н. К анатомии эпидурального пространства в связи с использованием его для эпидурально-люмбальной анестезии. В кн.: Акт. вопр. обезболивания. М., Медицина, 1957, т. 1, с. 254–256.
17. Протасов В. Я. Позвоночный венозный бассейн как центральный сегментационный коллектор организма: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Благовещенск, 1970.
18. Щелкунов В. С. Перидуральная анестезия. Л., Медицина, 1976.
19. Lassale B. Morvan G. and Götting M. Anatomy and radiological anatomy of the lumbar radicular canals. *Anat. Clin.*, 1984, v. 6, № 3. p. 195–201.
20. Quinn H. and Hogan M. D. Epidural anatomy: new observations. *Can. J. Anaesth.*, 1998, v. 45, № 5. p. 40–44.

Поступила в редакцию 31.01.2014
Поступила после доработки 23.04.2014

MORPHO-FUNCTIONAL CHARACTERISTIC OF THE LATERAL VAULTS OF THE EPIDURAL SPACE OF THE SPINAL CORD AND THEIR CLINICAL SIGNIFICANCE

A. A. Rodionov¹, I. V. Gaivoronskiy^{1, 2} and A. I. Gaivoronskiy^{1, 2}

The study of the epidural space was performed on 362 samples of the vertebral column obtained from the fetuses aged from 16 weeks, newborns, children and adult persons aged up to 90 years, using anatomical and histological methods. Within the lateral parts of the epidural space, the lateral vaults were distinguished. A new anatomical interpretation of these structures is proposed, considering them as a complex of anatomical structures including the periosteum of the intervertebral foramen, the sleeve of dura mater, intervertebral veins, spinal arteries, adipose tissue, the system of the connective-tissue trabeculae, recurrent nerves controlling the blood flow in the vascular system of the vertebral channel and promoting the communication of the epidural space with the paravertebral areas.

Key words: *epidural space, intervertebral foramen, epidural veins*

¹ Department of Morphology, St. Petersburg State University;
² Department of Normal Anatomy, S. M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg