

© Коллектив авторов, 2016
УДК 611.14:611.711

А.А.Родионов¹, И.В.Гайворонский^{1,2}, А.И.Гайворонский^{1,3}, С.В.Виноградов¹

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ СЕГМЕНТАЦИИ ПОЗВОНОЧНОГО ВЕНОЗНОГО БАССЕЙНА И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗИ С СИСТЕМНЫМИ ВЕНАМИ

¹ Кафедра морфологии (зав. — проф. И.В.Гайворонский), медицинский факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; ² кафедра нормальной анатомии (зав. — проф. И.В.Гайворонский), ³ кафедра нейрохирургии (зав. — доц. Д.В.Свистов), Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова, Санкт-Петербург

Исследование сегментации позвоночного венозного бассейна и его взаимосвязи с другими венозными магистральями проведено на трупах 100 людей (в том числе 25 эмбрионов и плодов от 4 нед и старше, 15 новорожденных и детей и 60 взрослых людей в возрасте до 90 лет) с использованием анатомических и гистологических методов. Позвоночный венозный бассейн представляет собой сложную конструкцию венозных сосудов, сформированную в онтогенезе вокруг спинного мозга. Установлено, что венозное русло отдельного позвонка включает 5 порядков внутривенозных и внепозвоночных вен: внутрикостные вены, вены позвоночного канала, анастомотические вены, вены наружного позвоночного сплетения и вены боковых продольных трактов. Из венозных сегментов отдельных позвонков складываются сегменты более высокого порядка, каждый из которых связан с венами определенной области тела, определенных органов и определенных венозных магистралей. Рассмотрены две формы сегментации позвоночного венозного бассейна — метамерная и продольная. Морфологическим критерием сегментации является генетический принцип метамерии, обуславливающий области оттока венозной крови, количество сосудов, их диаметр, наличие клапанов и взаимоотношение с окружающими соединительнотканными образованиями.

Ключевые слова: позвоночные венозные сплетения, сегментация, позвоночный венозный бассейн, портокавальные анастомозы, кава-кавальные анастомозы

Строение венозного русла позвоночника привлекает все большее внимание исследователей. Об этом свидетельствуют вышедшие в последние десятилетия монографии, диссертационные работы и статьи [5, 8, 9, 11–19, 21, 22], в которых рассматриваются вопросы развития, строения и клинического значения данных вен. Одно из ведущих мест венам позвоночника отводится в формировании коллатерального кава-кавального и портокавального кровотока [2, 6, 10]. И.Н.Петровский [10] указывает, что при перевязке полых вен вены позвоночного канала расширяются более чем в 2 раза.

С помощью радиоизотопных методик L.P.Fischer и соавт. [20] установили, что в нормальных условиях через вены позвоночника протекает 5,7% крови из нижних конечностей, 6,5% — из органов таза, 10,8% — из проксимальных отделов толстой кишки, 11,7% — из синусов твердой оболочки головного мозга. На участие вен позвоночного столба в оттоке крови из внутричерепных синусов ранее указывали O.V.Batson [16] и J.E.Eckenhoff [19]. Сведения о взаимосвязях

вен позвоночника с венами внутренних органов и другими внепозвоночными венами имеются в работах В.Я.Протасова [11], А.М.Мархашова [9], А.А.Родионова и соавт. [15].

Термин позвоночный венозный бассейн был предложен В.Я.Протасовым [11], автор также впервые обратил внимание на сегментацию данного бассейна. Большинство авторов-последователей [5, 8, 9] под сегментацией вен позвоночного бассейна понимают только те венозные кольца внутреннего позвоночного венозного сплетения, которые образуются в позвоночном канале на уровне тел позвонков из поперечных сосудов, соединяющих продольные стволы. Исключением из этого ряда является работа А.А.Родионова, В.И.Лабзина и В.Я.Протасова [15], авторы которой считают все вены позвоночного столба центральным сегментационным коллектором, связывающим между собой системные венозные магистрали. Название «системные вены» предложено И.В.Гайворонским, Г.И.Ничипоруком и А.И.Гайворонским [3] и включает 4 самостоятельных венозных коллектора — системы верх-

Сведения об авторах:

Родионов Анатолий Антонович (e-mail: dzhayan@mail.ru), Виноградов Стас Викторович (e-mail: vitista@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), кафедра нормальной анатомии;

Гайворонский Алексей Иванович (e-mail: gibdd1981@yahoo.com), кафедра нейрохирургии, Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова, 194044, ул. Акад. Лебедева, 6

ней, нижней полых вен, воротной вены и венечного синуса. Выделение данных систем целесообразно с позиции межсистемных анастомозов — кавакавальных, портокавальных и кава-коронарных.

Целью настоящей работы явилось изучение морфологических критериев и форм сегментации различных частей позвоночного венозного бассейна и их взаимосвязей с системными венами.

Материал и методы. Исследование сосудов позвоночного венозного бассейна и его связей с другими венозными магистралями проведено на трупах 100 людей, в том числе 25 плодов от 4 нед и старше, 15 новорожденных и детей и 60 взрослых людей в возрасте до 90 лет: 10 — юношеского возраста, 15 — I периода зрелого возраста, 15 — II периода зрелого возраста, 10 — пожилого и 10 старческого возраста,

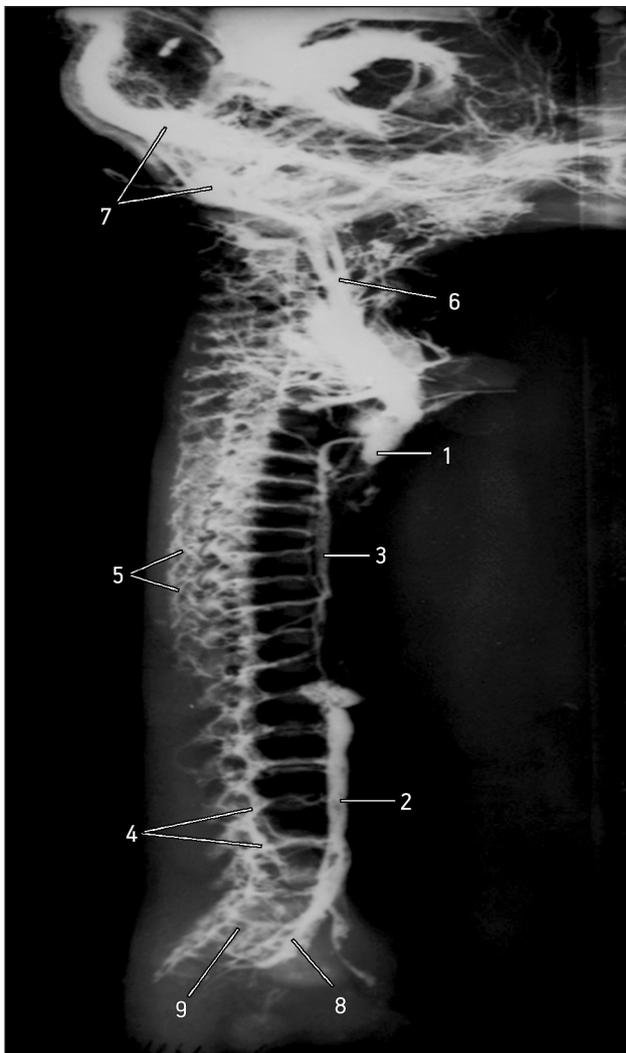


Рис. 1. Сегментация позвоночного венозного бассейна плода 7 мес и его связи с системными венами.

1 — верхняя полая вена; 2 — нижняя полая вена; 3 — непарная вена; 4 — внутренние позвоночные венозные сплетения; 5 — наружные позвоночные венозные сплетения; 6 — внутренняя яремная вена; 7 — внутричерепные венозные синусы; 8 — подвздошные вены; 9 — вены таза. Флеборентгенограмма, выполненная после контрастирования через устья полых вен свинцово-оранжевой краской на акриловой основе в количестве 50 мл. Боковая проекция

умерших от заболеваний, не связанных с патологией позвоночного столба. Материал получен в патологоанатомическом отделении Амурской областной клинической больницы и на кафедре нормальной анатомии Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова в период с 1988 г. по настоящее время. Процесс исследования вен на трупном материале включал их инъекцию (40 объектов), коррозию (10 объектов), стереорентгенографию (30 объектов), макромикроскопическое препарирование (40 объектов), изготовление пироговских срезов (60 объектов) и гистологические методы (20 объектов). Часть препаратов исследованы одновременно несколькими способами.

В качестве инъекционной массы применяли латекс, 5% раствор тушь-желатины, акриловые пластмассы (АКР-15, протакрил) и свинцовую оранжевую эскизную краску, разведенную в 3% целлоидине. Инъекцию массы производили с помощью троакара или иглы Кассирского в тела позвонков. На части препаратов инъекцию венозного русла позвоночного столба производили через устья верхней и нижней полых вен. Инъекционные массы вводили под контролем давления (от 0 до 1,0 кг) с помощью аппарата А.М.Беклемищева [1]. После инъекции каждой порции контрастной массы последовательно проводили стереорентгенографию на аппарате РУМ-4.

На пироговских срезах изучали строение внутренних и наружных позвоночных венозных сплетений, их связи между собой и прилежащими венозными образованиями. Исследование клапанов и трабекул производили путем вскрытия просвета вен и детального изучения их внутренней поверхности под стереомикроскопом МБС-9 и Оптон-3. Гистологические срезы позвоночника толщиной 10–20 мкм окрашивали гематоксилином—эозином, пикрофуксином по Ван-Гизону и резорцин-фуксином по Вейгерту.

Результаты исследования. Позвоночный венозный бассейн представляет собой сложную конструкцию сосудов, расположенных внутри (внутренние позвоночные венозные сплетения) и снаружи (наружные позвоночные венозные сплетения) позвоночного столба. Оба вида сплетений соединены друг с другом посредством межпозвоночных венозных сплетений и внутрикостных вен позвонков. Установлено, что на своём протяжении позвоночный венозный бассейн имеет многочисленные анастомозы с венами из системы верхней полой, нижней полой и воротной вен, объединяя их в единую венозную систему организма (рис. 1).

Позвоночному венозному бассейну свойственны две формы сегментации: метамерная и продольная. Исследование позвоночного венозного бассейна у плодов показало, что раньше всех закладывается метамерная форма сегментации, которая доминирует на протяжении всего онтогенеза. Это означает, что позвоночный венозный бассейн представлен сегментами в пределах отдельных позвонков (рис. 2).

Центром метамерной сегментационной системы венозного бассейна позвонка являются внутрикостные вены тела позвонка, о чём свиде-

тельствуют особенности распространения из тела позвонка контрастного вещества по расходящимся кругам нарастающего радиуса. В венозном бассейне любого позвонка (одного метамерного сегмента) следует различать следующие вены: внутрикостные вены позвонка, вены позвоночного канала (внутреннее позвоночное венозное сплетение), анастомотические вены, наружное позвоночное венозное сплетение и вены боковых продольных трактов. Все указанные вены взаимосвязаны между собой.

Внутрикостные вены позвонка являются венами центральной зоны метамерной сегментации. Вены позвоночного канала составляют перидуральную зону. К анастомотическим венам следует отнести вены правого и левого межпозвоночных каналов, т. е. межпозвоночные венозные сплетения. В последние впадают корешковые вены, идущие от спинного мозга. Также к ним имеют отношения и вены, проходящие через дуги позвонков и желтые связки. Анастомотические вены объединяют между собой внутренние и наружные позвоночные венозные сплетения. Наружные позвоночные вены представлены передними и задними наружными позвоночными венозными сплетениями (перивертебральная зона). Боковыми продольными венозными трактами являются позвоночные вены, глубокие шейные вены, непарная и полунепарная вены, восходящие поясничные вены, венозные сплетения таза и полые вены.

Из венозных бассейнов отдельных позвонков формируются продольные сегменты более крупного порядка, обусловленные особенностями оттока крови от различных отделов позвоночного столба в определенные венозные магистрали, органы или области организма.

Можно выделить 7 таких сегментов: верхнешейный (C_I-C_{III}), нижнешейный ($C_{IV}-C_{VII}$), верхнегрудной (T_I-T_X), нижнегрудной и верхнепоясничной ($T_{XI}-L_{II}$), нижнепоясничной ($L_{III}-L_V$) и крестцовой (S_I-S_V). Каждый сегмент связан с определенными венозными магистралями, венами органов и областей тела, в частности: верхнешейный — с внутричерепными синусами, венами головного мозга, костей черепа, краниальными участками позвоночных, глубоких шейных и яремных вен; нижнешейный — с проксимальными отрезками позвоночных, внутренних и наружных яремных вен, глубокими венами шеи; верхнегрудной — с непарной, полунепарной и плечеголовными венами, с сосудами сердца и легких, органов средостения; нижнегрудной и верхнепоясничной — с корнями непарной и полунепарной вен, нижней полых и общими подвздошными венами, а черз них с венами диафрагмы, печени,

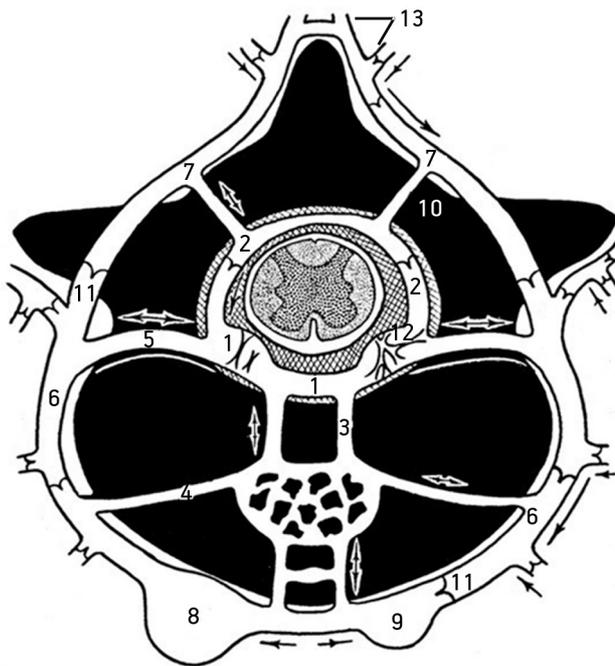


Рис. 2. Схема венозного бассейна грудного позвонка с обозначением локализации внутривенных образований и направления движения горизонтальных потоков крови.

1 — переднее внутреннее позвоночное венозное сплетение; 2 — заднее внутреннее позвоночное венозное сплетение; 3 — базально-позвоночные вены; 4 — внутрикостные вены; 5 — межпозвоночные вены; 6 — задние межреберные вены; 7 — дорсальная вена; 8 — непарная вена; 9 — полунепарная вена; 10 — анастомозы; 11 — клапаны; 12 — трабекулы; 13 — заднее наружное позвоночное венозное сплетение

кишечника, почек, органов таза; нижнепоясничной — с нижней полых веной и венами таза; крестцовой — с венами таза, вследствие чего весь организм человека является морфологически сегментированным в соответствии с сегментацией позвоночного венозного бассейна.

Внутреннее позвоночное венозное сплетение располагается в позвоночном канале и простирается от основания черепа, где анастомозирует с затылочным синусом. В крестцовой области оно посредством крестцовых вен сообщается с прямокишечным, простатическим и маточным венозными сплетениями и достигает копчика. В области таза формируются анастомозы между воротной, нижней полых венами и венами позвоночника.

Внутреннее позвоночное венозное сплетение состоит из двух отделов — переднего и заднего. Переднее внутреннее позвоночное венозное сплетение слагается из разного количества продольных венозных стволов и анастомозов между ними. Наилучшим образом оно выражено в шейном и поясничном его отделах. Учитывая особенности распределения контрастного вещества при последовательной рентгенографии, можно сделать

заключение, что основным распределительным коллектором крови во внутреннем позвоночном венозном сплетении являются передние продольные вены. Это наиболее развитые бесклапанные магистрали, собирающие кровь от затылочного синуса, тел позвонков, эпидуральных вен и отводящие её в межпозвоночные вены, которые затем вливаются на разных уровнях в позвоночные, межреберные, поясничные и крестцовые вены.

Данные вены можно представить в виде трех продольных морфофункциональных сегментов: верхнего (C_1-C_{VII}), среднего (T_{I-IV}), нижнего (T_V и ниже) (рис. 3). Морфологическими критериями выделения этих зон являются количество сосудов, участвующих в образовании зоны, их диаметр, взаимоотношения с окружающими соединительнотканными структурами и области оттока венозной крови.

В верхнем сегменте с каждой стороны от срединной плоскости располагаются, как правило, 2 многократно анастомозирующих между собой продольных ствола. Они прочно фиксированы

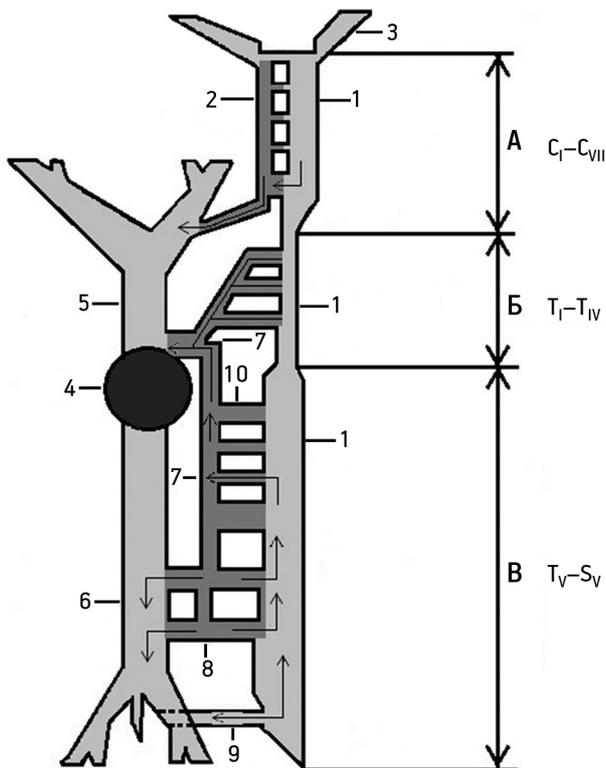


Рис. 3. Морфофункциональная сегментация системы передних внутренних позвоночных венозных сплетений (схема).

A — верхняя гидродинамическая зона; Б — буферная зона; В — нижняя гидродинамическая зона. 1 — передние внутренние позвоночные венозные сплетения; 2 — позвоночные вены; 3 — венозные синусы черепа; 4 — сердце; 5 — верхняя полая вена; 6 — нижняя полая вена; 7 — система непарной и полунепарной вен; 8 — поясничные вены; 9 — крестцовые вены; 10 — межреберные вены. Стрелки — направление тока крови

к надкостнице позвоночного канала элементами задней продольной связки и коллагеновыми волокнами жировой клетчатки. Просвет этих вен не сужается.

В нижнем сегменте переднее внутреннее позвоночное венозное сплетение в большинстве случаев также представлено 1–2 правыми и левыми стволами. Последние более свободно залегают в эпидуральной жировой клетчатке и имеют фрагментарную фиксацию к стенкам позвоночного канала и твердой оболочке спинного мозга. Подобная фиксация препятствует спадению их просвета и обуславливает их постоянное зияние.

Вены среднего сегмента обычно представлены сетью мелких вен, которые формируют пещеристую структуру (за счет большого количества неклапанных внутривенных образований — пластинок, трабекул и т.д.) и обладают наименьшей пропускной способностью. Переход крови в вены этого отдела из сосудов верхнего сегмента в нижний и наоборот затруднен и сопровождается изменением направления кровотока в сторону межпозвоночных вен. По нашему мнению, верхний и нижний сегменты передних вен внутреннего позвоночного венозного сплетения являются гидродинамическими зонами, а средний — буферной зоной. Отток крови от верхнего сегмента (C_1-C_{VII}) происходит в систему верхней полую вену, а от нижнего (T_V и ниже) — в систему вен таза, нижнюю полую и непарную и полунепарные вены через систему межпозвоночных вен.

В составе заднего внутреннего позвоночного венозного сплетения можно выделить продольные (боковые и срединные) и поперечные (косые) вены, расположенные на задних боковых стенках позвоночного канала.

Межпозвоночные вены являются бесклапанной дренажной структурой. Как правило, эти вены всегда образуют муфтообразные сплетения вокруг спинномозговых нервов и их ветвей, а также позвоночных, задних межреберных, поясничных и латеральных крестцовых артерий. В этих сплетениях иногда выделяются крупные межпозвоночные вены, особенно на уровнях T_{III} , T_{IX} , T_{XII} и L_V .

В составе наружного позвоночного венозного сплетения также можно выделить передний и задний отделы. Первый из них представлен концевыми (устьевыми) отделами межреберных и поясничных вен, которые мы называем венами, окружающими тела позвонков. Они расположены на боковых поверхностях тел грудных и поясничных позвонков. Кроме этих вен, на передней и боковых поверхностях тел позвонков имеются много вен малого диаметра, в которые открыва-

ются передние и боковые внутрикостные вены тел позвонков.

В своей совокупности эти вены образуют переднее наружное сплетение. В шейном отделе кровь от этого сплетения отводится в позвоночные вены, а в грудном и поясничном — в систему непарных вен.

В переднем наружном позвоночном венозном сплетении можно выделить 4 продольных сегмента — шейный (C_1-C_{VII}), верхнегрудной (T_I-T_{III}), среднегрудной ($T_{IV}-T_{XI}$) и нижний (T_{XII} и ниже). Сегментарный принцип строения здесь обусловлен двумя критериями — наличием, либо отсутствием клапанов и диаметром сосудов. Вены шейного (C_1-C_{VII}) и верхнегрудного (T_I-T_{III}) сегментов характеризуются минимальным диаметром сосудов и отсутствием клапанов. Переход в вены среднегрудного сегмента ($T_{IV}-T_{XI}$) связан с резким увеличением размеров просвета вен и проявлением в них клапанов. Вены нижнего сегмента (T_{XII} и ниже) обладают переменными характеристиками — вариабельностью диаметров и непостоянными клапанами.

Заднее наружное позвоночное венозное сплетение расположено между остистыми и поперечными отростками позвонков. Краниально это сплетение широко анастомозирует с подзатылочным венозным сплетением (рис. 4).

В нём существуют два вида сосудов — вертикально-ориентированные, расположенные в шейно-грудном отделе позвоночника (C_1-T_{VI}) и горизонтально-ориентированные, расположенные в грудопоясничном отделе позвоночника (T_{VII} и ниже). Вертикальные сосуды представлены супра- и параспинальными венозными трактами, горизонтальные — сегментарными венами, по которым осуществляется отток крови от задней паравертебральной области.

Обсуждение полученных данных. Согласно данным В.Я.Протасова [11], в понятие позвоночный венозный бассейн входит комплекс вен, составляющих самостоятельную венозную систему. По данным настоящего исследования, последняя имеет многочисленные взаимосвязи с основными венозными магистралями организма (системными венами) и играет очень важную роль в гемодинамике. В связи с этим позвоночный венозный бассейн можно рассматривать как сложную конструкцию внутри- и внепозвоночных вен, находящихся в морфофункциональной взаимосвязи с системными венами.

Первоначально позвоночный венозный бассейн формируется на ранних стадиях развития как метамерная сегментационная структура, когда спинной мозг по своей длине соответствует всему

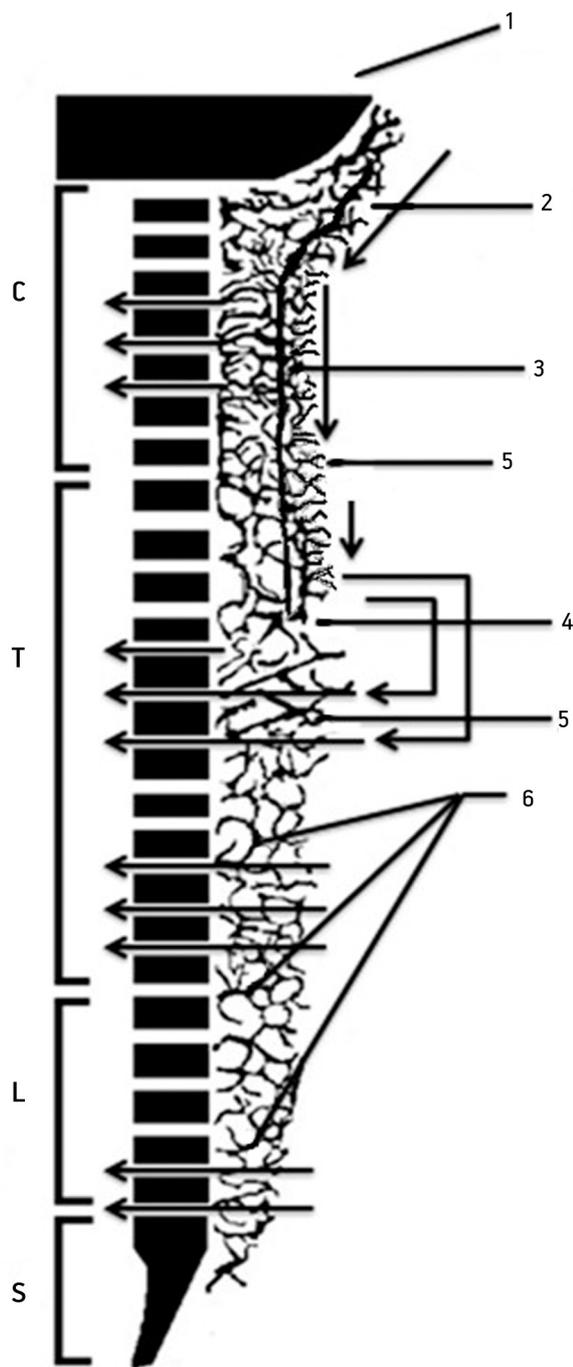


Рис. 4. Морфофункциональная сегментация вен заднего наружного позвоночного сплетения.

1 — череп; 2 — подзатылочное венозное сплетение; 3, 4 — вены вертикальной системы сосудов (пара- и супраспинальные тракты); 5, 6 — вены горизонтальной системы сосудов. Стрелки — направление тока крови

позвоночному каналу и каждый сегмент спинного мозга расположен на уровне своего позвонка. Именно в этот период появляются сосудистые и нервные связи с определенными участками тканей в пределах метамера (сомита).

В последующие периоды эмбриогенеза возникает продольная сегментация и появляются кла-

паны в позвоночном венозном бассейне, которые обуславливают разнонаправленный кровоток — к нему и от него. Данное обстоятельство объясняет особенности метастазирования опухолей. Подобный механизм метастазирования описан в работе O. V. Watson [16].

В отечественной и зарубежной литературе отсутствуют работы, указывающие на трехсегментарный тип строения переднего отдела внутреннего позвоночного венозного сплетения. Можно полагать, что средний сегмент препятствует формированию в венах позвоночного канала длинного гидростатического столба жидкости, уменьшая тем самым венозное давление в каудальных сегментах, и гасит гидродинамические удары, возникающие при ускорениях тела в направлении голова — ноги, ноги — голова.

Биологический смысл существования среднего («буферного») сегмента заключается в том, что он разделяет вены позвоночного канала на две отдельные гидродинамические системы (верхнюю и нижнюю), в которых возможны противоположные направления тока крови [2, 6, 10].

Анатомические особенности строения вен переднего наружного позвоночного венозного сплетения также обуславливают различный кровоток по его отделам. В венах верхнегрудного сегмента направление тока крови может быть двусторонним и зависит от градиента давления, поскольку в этих сосудах нет клапанов. В венах среднегрудного сегмента справа существуют отделы «абсолютно» одностороннего кровотока ($T_V - T_{VIII}$), где клапаны существуют всегда, и отделы с «относительно» односторонним кровотоком ($T_{IV}, T_{IX} - T_{XI}$), где клапаны непостоянны и в ряде случаев возможен ретроградный ток крови.

В заднем наружном позвоночном сплетении вертикальный кровоток осуществляется в бесклапанных супра- и параспинальных венозных трактах. Наиболее вероятное направление кровотока — краниокаудальное. Об этом свидетельствует тот факт, что диаметр сосудов нарастает от верхнего к среднему грудному отделу постепенно, а затем в нижнем грудном отделе быстро уменьшается. Вертикальная система вен создает окольный путь оттока крови от верхней части паравертебральной области в притоки непарной и полунепарной вен, минуя систему глубоких вен шеи. В системе горизонтальных вен ток крови осуществляется в вертеброфугальном направлении в межреберные и поясничные вены, о чем свидетельствует ориентация клапанных створок. Наряду с этим, возможен отток крови в системы эпидуральных вен через междужковые венозные анастомозы.

В наружных позвоночных венозных сплетениях многочисленный клапанный аппарат и сокращение мускулатуры спины создают однонаправленный дорсовентральный кровоток. Такой механизм оттока крови в норме предотвращает застой венозной крови в эпидуральном пространстве. Большую роль в этом процессе играют и межпозвоночные вены. По-видимому, они выполняют роль своеобразных венозных выпускников, препятствующих повышению давления в венах позвоночного канала. Просвет этих вен не спадается. Это обстоятельство может служить причиной возникновения воздушных эмболий при травмах и хирургических вмешательствах на позвоночнике. Кроме того, мы в своей работе [13] рассматриваем межпозвоночные венозные сплетения как звено рефлексогенной зоны, регулирующей кровоток во внутренних позвоночных венозных сплетениях. Такой взгляд на функциональную роль межпозвоночных вен в известной нам литературе отсутствует.

Таким образом, позвоночный венозный бассейн можно рассматривать как сложную сегментированную в поперечном и продольном направлениях морфофункциональную систему, объединяющую все венозные сосуды организма в единое целое.

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. Венедиктов Л. А., Финкельштейн М. О. Пластические возможности венозной системы при отключении передней и задней полых вен от сердца // Арх. анат. 1957. Т. 34, вып. 6. С. 52–58.
3. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А. И. Анатомия человека: учебник. Т. 2. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.
4. Герасимов Е. М. Различия внешнего строения вен задней части головы и шеи // Арх. анат. 1967. Т. 52, вып. 2. С. 110–115.
5. Геронимус И. И. Вены позвоночника и их прикладное значение: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Л., 1952.
6. Долго-Сабуров Б. А. Анастомозы и пути окольного кровообращения у человека. Л.: Медгиз, 1946.
7. Каминский А. С. Статистическая обработка лабораторных и клинических данных. М.: Медицина, 1964.
8. Логинова Л. А. Морфология позвоночных венозных сплетений человека: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Гродно, 1968.
9. Мархашов А. М. Индивидуальные различия в строении вен позвоночника и их прикладное значение: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Саратов, 1974.

10. Петровский И.Н. Пути коллатерального оттока крови при перевязке в системе нижней полой вены: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Симферополь, 1959.
11. Протасов В.Я. Позвоночный венозный бассейн как центральный сегментационный коллектор организма: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Благовещенск, 1970.
12. Протасов В.Я., Родионов А.А., Нелипа В.А. Пути оттока рентгеноконтрастной массы от позвоночника и некоторых других костей скелета // Некоторые вопросы гистогенеза сосудистого русла: Сб. науч. тр. Благовещенск: Изд-во Благовещенск. гос. мед. ин-та, 1975. С. 53–58.
13. Родионов А.А. Эпидуральный комплекс позвоночного канала человека в онтогенезе: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 1991.
14. Родионов А.А., Гайворонский И.В., Гайворонский А.И. Морфофункциональная характеристика боковых сводов эпидурального пространства спинного мозга и их клиническое значение // Морфология. 2014. Т. 146, вып. 3. С. 26–30.
15. Родионов А.А., Лабзин В.И., Протасов В.Я. Морфофункциональная сегментация вен позвоночника // Вопросы морфогенеза сосудистой системы: сб. науч. тр., вып. 2. Благовещенск: Изд-во Благовещенск. гос. мед. ин-та, 1987. С. 6–15.
16. Batson O. V. Te vertebral veins system // Am. J. Roentgenology. 1957. Vol. 78, № 2. P. 195–212.
17. Cooper E. R. Te vertebral venous plexus // Acta Anatomica. 1960. Vol. 42, № 4. P. 333–351.
18. Crosado B. Te vertebral venous plexuses: Te internal veins are muscular and external veins have valves // Clin. Anat. 2012. Vol. 25. P. 609–618.
19. Eckenhoff J.E. Te vertebral venous plexus // Canad. Anaesth. Soc. J. 1971. Vol. 18, № 5. P. 487–495.
20. Fischer L.P., Gonon G.P., Garret J.P. Vascularisation arterielle des vertebres lombaires // Bull. Assoc. Anat. 1976. Vol. 60, № 169. P. 347–355.
21. Grissenauer C. J., Raborn J., Forenan P. et al. Venous drainage of the spine and spinal cord: a comprehensive review of its history, embryology, anatomy, physiology and pathology // Clin. Anat. 2015. Vol. 28. P. 75–78.
22. Stringer M.D., Restieaux M., Fisher A.L., Crosado B. Te vertebral venous plexuses: the internal veins are muscular and external veins have valves // Clin. Anat. 2012. Vol. 25. P. 609–618.

Поступила в редакцию 29.04.2016

MORPHOLOGICAL CRITERIA OF SEGMENTATION OF THE VERTEBRAL VENOUS BED AND ITS INTERRELATION WITH SYSTEMIC VEINS

A.A. Rodionov¹, I.V. Gaivoronskiy^{1,2}, A.I. Gaivoronskiy^{1,3},
S.V. Vinogradov¹

Segmentation of the vertebral venous bed and its interrelation with other venous vessels were investigated on 100 human corpses (including those of 25 embryos and fetuses of 4 weeks and older, 15 newborn infants and children and 60 adults aged up to 90 years) using anatomic and histological methods. Te vertebral venous bed was found to be a complicated formation of venous vessels, that was formed around the spinal cord during the ontogenesis. It was demonstrated that the venous bed of an individual vertebra contained five orders of intra- and extra-vertebral veins: intraosseous veins, veins of the vertebral canal, anastomotic veins, veins of the external vertebral plexus and veins of lateral longitudinal tracts. Venous segments of the individual vertebrae formed segments of higher order, and each of them is was connected with the veins of a certain body area, certain organs and certain venous tracts. Two forms of segmentation of the vertebral venous bed – metameric and longitudinal are described. Morphological criterion of segmentation is the genetic principle of metamerism which determines the areas of outflow of venous blood, the number of vessels, their diameter, presence of valves and relationship with surrounding connective tissue structures.

Key words: *vertebral venous plexus, segmentation, vertebral venous bed, porto-caval anastomoses, cava-caval anastomoses*

¹ Department of Morphology, Faculty of Medicine, St. Petersburg State University; ² Department of Normal Anatomy, ³ Department of Neurosurgery, S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg