

Методология оценки венозного оттока при проведении ультразвукового сканирования брахиоцефальных сосудов: состояние проблемы

Корнеева Н. В.¹, Ловрикова М. А.², Жмеренецкий К. В.¹

¹ФГБОУ ВО "Дальневосточный государственный медицинский университет" Минздрава России. Хабаровск;

²ОГБУЗ "Онкологический диспансер" Департамент здравоохранения правительства ЕАО. Биробиджан, Россия

В статье затронуты важные вопросы методологии изучения венозного оттока от головы и шеи, подчеркнута значимость этой проблемы для ранней диагностики ввиду длительного бессимптомного течения нарушения венозного кровообращения. Представлены особенности венозного кровообращения головы и шеи, обозначены трудности в исследовании венозного оттока в клинике, приведены результаты российских и мировых исследований в поиске методологического подхода изучения венозного оттока различными методами, акцентировано внимание на неинвазивной диагностике с помощью ультразвука, приведены результаты собственных исследований по изучению динамики венозного оттока при вертикализации у пациентов со стенозами внутренних сонных артерий.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, атеросклероз, венозный отток, внутренние яремные вены, позвоночные вены, клиностаз (горизонтальное положение), ортостаз (вертикальное положение).

Отношения и деятельность: нет.

Поступила 10/01-2024

Рецензия получена 29/02-2024

Принята к публикации 13/05-2024



Для цитирования: Корнеева Н. В., Ловрикова М. А., Жмеренецкий К. В. Методология оценки венозного оттока при проведении ультразвукового сканирования брахиоцефальных сосудов: состояние проблемы. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2024;23(6):3913. doi: 10.15829/1728-8800-2024-3913. EDN HKRJEC

Methodology for venous outflow assessment during ultrasound of extracranial vessels: status of the problem

Korneeva N. V.¹, Lovrikova M. A.², Zhmerenetsky K. V.¹

¹Far Eastern State Medical University. Khabarovsk; ²Oncology Dispensary. Birobidzhan, Russia

The article focuses on important issues of methodology for studying venous outflow from the head and neck, emphasizing the importance of this problem for early diagnosis due to the long-term asymptomatic course of venous circulation disorders. The features of the head and neck venous circulation are presented. We outlined the difficulties in studying venous outflow in the clinic. The results of Russian and foreign studies on venous outflow assessment using various methods are presented, while attention is focused on non-invasive diagnostics using ultrasound. In addition, we present our original research data on venous outflow assessment during verticalization in patients with internal carotid arterial stenosis.

Keywords: ultrasound diagnostics, atherosclerosis, venous outflow, internal jugular veins, vertebral veins, clinostasis (horizontal position), orthostasis (vertical position).

Korneeva N. V.* ORCID: 0000-0001-9878-180X, Lovrikova M. A. ORCID: 0000-0002-7920-9186, Zhmerenetsky K. V. ORCID: 0000-0002-6790-3146.

*Corresponding author: Gladkova1982@mail.ru

Received: 10/01-2024

Revision Received: 29/02-2024

Accepted: 13/05-2024

For citation: Korneeva N. V., Lovrikova M. A., Zhmerenetsky K. V. Methodology for venous outflow assessment during ultrasound of extracranial vessels: status of the problem. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024;23(6):3913. doi: 10.15829/1728-8800-2024-3913. EDN HKRJEC

Relationships and Activities: none.

АД — артериальное давление, БЦА — брахиоцефальные артерии, ВД — венозное давление, ВСА — внутренняя сонная артерия, ВЯВ — внутренняя яремная вена, ГМ — головной мозг, ПВ — позвоночная вена, СА — сонная артерия, УВСС — усредненная по времени средняя скорость кровотока, УЗДГ — ультразвуковая доплерография, УЗДС — ультразвуковое дуплексное сканирование.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: Gladkova1982@mail.ru

[Корнеева Н. В.* — д.м.н., доцент, зав. кафедрой факультетской и поликлинической терапии с курсом эндокринологии, ORCID: 0000-0001-9878-180X, Ловрикова М. А. — врач ультразвуковой диагностики, ORCID: 0000-0002-7920-9186, Жмеренецкий К. В. — д.м.н., доцент, член-корр. РАН, ректор, ORCID: 0000-0002-6790-3146].

Ключевые моменты

Что известно о предмете исследования?

- Вены головного мозга и шеи не полностью копируют ход артерий.
- При возникновении затруднения оттока венозной крови, имеются многовариантные возможности перераспределения кровотока, что обеспечивает длительную компенсацию патологического процесса.
- Неинвазивные методы исследования венозной системы головы и шеи появились относительно недавно, т.к. ранее не было технических возможностей оценивать сосуды с низкими скоростными характеристиками.
- Единая методология к настоящему времени не разработана.

Что добавляют результаты исследования?

- Представлена простая методология с расчетом нескольких интегративных показателей, отражающих глобальные изменения венозного оттока у больных со стенозами внутренних сонных артерий.

Key messages

What is already known about the subject?

- The brain and neck veins do not completely copy the artery course.
- In case of venous outflow disorder, there are multiple options for blood flow redistribution, which provides long-term compensation for the pathological process.
- Non-invasive methods for studying the head and neck venous system have appeared relatively recently, since previously there were no technical capabilities to evaluate vessels with low velocity characteristics.
- A unified methodology has not been developed to date.

What might this study add?

- A simple methodology is presented with the calculation of several integrative indicators reflecting venous outflow global changes in patients with internal carotid artery stenosis.

Введение

Проблема поражения венозной системы головного мозга (ГМ) — настоящая "золушка" современной медицины. Традиционно внимание исследователей и практических врачей обращено на патологию артериального русла ГМ и шеи. Между тем, значение венозной системы в кровообращении мозга трудно переоценить: ввиду особенностей ее строения и функционирования, патологические процессы долго могут оставаться нераспознанными и проявляться в запущенных стадиях заболевания, когда коррекция становится сложной, длительной и малоэффективной [1, 2].

Затруднение венозного оттока из полости черепа развивается при многих заболеваниях в связи с анатомическими и физиологическими особенностями строения венозной системы головы и шеи и является часто встречающимся состоянием; неинвазивная диагностика в данном случае является быстрой и приоритетной. Однако до недавнего времени имелись сложности такого исследования, обусловленные ограниченными техническими возможностями оценки состояния сосудов с низкими скоростными характеристиками, поэтому литературные данные на этот счет весьма ограничены. Лишь с появлением ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) вен головы и шеи стали появляться работы, оценивающие венозный отток. Стандартных протоколов исследования и единой методологии проведения УЗДГ вен головы и шеи к настоящему моменту не разработано, что создает множество ва-

риантов проведения этого исследования разными специалистами и сложности в понимании этих результатов практическими врачами. Таким образом, венозная система головы и шеи к настоящему моменту менее исследована, как во взаимосвязи с артериальным кровотоком в целом, так и отдельно [3]. В то же время ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС), оценивающее комплексно артериальный и венозный кровоток при грамотном подходе, позволяет не только получить наиболее полную информацию об изучаемом объекте¹ [4], но избежать ряда ошибок. С учетом относительно недолгого периода использования этого диагностического метода в оценке венозного оттока, необходимость разработки унифицированной, простой и понятной методологии остается актуальной, что требует активного обсуждения и анализа имеющегося опыта.

Цель — обратить внимание медицинского сообщества на необходимость поиска системного подхода при диагностике нарушений венозного оттока от головы и шеи.

Задачи: 1) Представить имеющиеся на данный момент подходы к оценке венозного оттока по брахиоцефальным венам в эксперименте с использованием УЗДС; 2) Познакомить читателей с собствен-

¹ Свистов Д. В. Хирургическое лечение атеросклеротических поражений артерий каротидного бассейна. http://www.neuro.neva.ru/RNOnline_22/Russian/Issues/Articles_2_2001/svistov.htm. (06 January 2024).

ной методологией и результатами исследований динамики венозного оттока у пациентов с различными степенями стенозов внутренних сонных артерий при вертикализации с использованием УЗДС.

Методологические подходы

Поиск публикаций проводился в базах данных PubMed, РИНЦ, eLibrary с использованием ключевых слов: венозный отток брахиоцефального бассейна (venous outflow of the brachiocephalic basin), нарушение венозного оттока (violation of venous outflow), артериовенозный дисбаланс (arteriovenous imbalance), венозная недостаточность мозгового кровообращения (venous insufficiency of cerebral circulation). Проведен анализ информации, представленной в клинических рекомендациях, методических пособиях, литературных обзорах и оригинальных исследованиях. Метаанализы на исследуемую тему не проводились. Всего проанализировано 36 источников. Глубина поиска составила 23 года — 2000–2023 гг. Учитывая относительно небольшое количество информации и проводимых исследований по выбранной теме, в обзор включили источники, имеющие более ранние даты публикации, если в них представлена ценная информация.

Результаты

Особенности венозного кровообращения головы и шеи

Сложности проведения УЗДС вен головы и шеи обусловлены особенностями их строения. В отличие от схемы кровоснабжения большинства органов расположение вен ГМ не полностью копирует ход артерий, т.к. венозная система ГМ служит не только для оттока венозной крови, но и всасывания ликвора. В венозной системе ГМ выделяют несколько уровней: поверхностные и глубокие вены, синусы твердой мозговой оболочки, вены-выпускники, сплетения основания черепа.

Объем венозного русла превышает объем артериального. Большая часть вен ГМ имеет восходящее направление, кровь движется по ним против силы тяжести. Такое строение обеспечивает возможность оттока крови при любых положениях головы. Продвижению крови в разных направлениях способствуют некоторые анатомические особенности интракраниального кровообращения, кроме того состояние сердечной деятельности, присасывающее действие дыхательных движений грудной клетки, вес крови, сложное устройство синусов способствуют свободному движению крови при разных положениях головы и предупреждает чрезмерно быстрый ее отток² [2, 5, 6].

Экстракраниальная система вен представлена внутренними яремными венами (ВЯВ), позвоночными венами (ПВ) и наружными яремными венами. Вертебральная венозная система до входа в грудную клетку формирует свободно соединяемую, клапанно-независимую сеть продольных и поперечных венозных сосудов и состоит из ПВ и перивертебральных венозных сплетений.

Таким образом, особенности строения венозной системы головы и шеи позволяют за счет перераспределения крови долго компенсировать нарушения. Вместе с тем, податливая стенка венозных сосудов и участие их в перераспределении кровотока, а за счет богатого ветвления возможность многовариантного оттока, делают изучение их строения и функции крайне сложным, требующим четкого методологического подхода с использованием неких интегративных показателей, облегчающих и клиницисту и диагносту работу с конкретным пациентом.

Причины нарушения венозного оттока и клиническая картина

Актуальность обсуждения методологических вопросов диагностики нарушений венозного оттока обусловлена широкой распространенностью этих состояний (до 35–38 млн человек среди населения Российской Федерации и 55–91% случаев среди пациентов с артериальной гипертензией) [7] и скудной симптоматикой на стадиях, когда коррекция может быть простой и эффективной.

Врачам общей практики, терапевтам и кардиологам интересны варианты длительно существующего нарушения венозного оттока, не связанные с грубой неврологической патологией, травмами, аномалиями развития сосудов, опухолевым процессом и т.д., а обусловленные распространенными в общей популяции состояниями. Например, сердечная и сердечно-легочная недостаточность, повышение внутрибрюшного давления при ожирении, остеохондрозе шейного и грудного отделов позвоночника, мышечно-тонические синдромы верхней апертуры, атеросклероз брахиоцефальных артерий (БЦА), нарушение носового дыхания [8].

Интересно, что многие больные с хроническим венозным застоем не предъявляют жалоб, которые можно было бы объяснить поражением мозга. Это связано с высокой устойчивостью их нервной системы к изменениям кровообращения и нарушению газообмена. Такие симптомы, как тупые головные боли, более выраженные в утренние часы, нарастающие при движениях головой в стороны, перемене атмосферного давления, смене температуры окружающей среды, после волнения, приема алкоголя, головокружение, шум в голове и ушах, сонливость, снижение памяти, расстройство сна, ощущение онемения конечностей, общая мышеч-

² Шемагонов А. В. Синдром хронической церебральной венозной дисциркуляции. <http://www.medicusamicus.com>. (06 January 2024).

ная слабость, апатия, появляются при выраженных нарушениях венозного оттока.

Методология оценки венозного оттока

К настоящему времени стандарты по ультразвуковому исследованию брахиоцефальных вен не разработаны. Большинство рекомендаций по оценке венозного оттока и методологии проведения исследования основаны на многолетних исследованиях, проводимых в Центре сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева.

Методика исследования венозной экстракраниальной системы с помощью ультразвука и классификация нарушений венозного оттока впервые были описаны в 90-х годах XXв. Тогда же была сформулирована концепция артериовенозного дисбаланса и предложен способ измерения системного венозного давления с помощью УЗДГ³ [9, 10]. Позже теория артериовенозного дисбаланса и патологическая роль нарушений венозного оттока нашли подтверждение в ряде работ отечественных исследователей^{4,5} [11-13].

При ультразвуковом исследовании брахиоцефальных сосудов обычно уделяется внимание выявлению патологии сонных артерий (СА) и позвоночных артерий, с акцентом на систолических линейных скоростях кровотока [14].

Однако линейная скорость кровотока (систолическая, диастолическая и средняя) имеют многофакторную зависимость, в частности от: 1) фракции выброса; 2) вязкости крови/гематокрита; 3) величины артериального давления (АД) и венозного давления (ВД) на момент обследования; 4) диаметра и конфигурации (геометрии) сосуда; 5) характера атеросклеротической бляшки; 6) величины периферического сопротивления дистально и проксимально зоны исследования (вазоспазм/атеросклероз/артериолосклероз, тандем стеноз/окклюзия); 7) роли исследуемого сосуда в суммарном кровообращении органа. Большинство из этих параметров следует оценивать при проведении ультразвукового исследования. Обследование полезно начинать с измерения ВД³ и АД с помощью доплерографии. Результаты измерения должны быть отражены в бланке обследования. Следующий этап — диагностика патологии БЦА и вен в экстракраниальном отделе. Методика ультразвукового обследования брахио-

цефальных сосудов изложена в методических рекомендациях^{6,7} и монографии [15].

Варианты исследования венозного оттока в эксперименте и на здоровых добровольцах

Учитывая отсутствие единой методологии УЗДГ вен головы и шеи, приводим ряд известных работ, в которых изучались варианты венозного оттока у здоровых лиц с использованием авторских подходов, которые в дальнейшем проверялись и модифицировались другими исследователями. Первые публикации по исследованию венозного оттока от головы и шеи принадлежат Valdueza JM, et al. (2000) [16]. С помощью УЗДС брахиоцефальных вен среди 23 молодых практически здоровых лиц (средний возраст 25 лет) авторы впервые изучили венозный отток при различных положениях тела. Результаты показали, что в горизонтальном положении у большинства кровь от мозга оттекала через систему ВЯВ, в вертикальном положении — через ПВ. Интерпретированы результаты были гемодинамическими особенностями ВЯВ в вертикальном положении, которые подвергались коллапсу у 9 из 23 обследованных добровольцев. Сделанный вывод о предпочтительном оттоке по ВЯВ в горизонтальном положении и по ПВ в вертикальном положении был в дальнейшем подтвержден как самим Valdueza JM [6, 17], так и другими исследователями, в т.ч. с использованием математических моделей [18-22].

В дальнейшем стали появляться работы, результаты которых отличались от "классических", представленных Valdueza JM, et al. Так, Ciuti G, et al. (2013) при ультразвуковом исследовании 25 практически здоровых молодых лиц (средний возраст 27 лет) оценивая площадь, среднюю скорость и объемный кровоток по ПВ и ВЯВ в горизонтальном и вертикальном положениях тела, получили неожиданные результаты об уменьшении венозного оттока более чем в 2 раза в вертикальном положении тела как по ВЯВ так и по ПВ. Авторы объяснили результаты возможным наличием других путей оттока, которые не были учтены и оценены в эксперименте, но вероятно играют важную роль в нормальной физиологии мозгового кровообращения [20]. К настоящему моменту известны множество факторов, влияющих на венозный отток, в т.ч. среди молодых практически здоровых лиц. Например, пол и ассоциированное с мужским полом занятие спортом и гипертрофия лестничных и кивательных

³ Патент № 2527357 С2 от 27.04.2013. Бюл. № 12. МПК А16В 5/021 (2006.01). Способ измерения венозного давления. Шумилина М. В., Махмудов Х. Х., Муксеева А. В., Стрелкова Т. В.

⁴ Лобзина А. С. Комплексная оценка нарушений церебрального (артериовенозного) кровообращения у пациентов с хронической мигренью. Автореф. канд. мед. наук. Санкт-Петербург. 2019. с. 24.

⁵ Юркевич Е. А. Ультразвуковой показатель артериовенозного соотношения кровотока брахиоцефальных сосудов в диагностике ишемического инсульта. Дисс. канд. мед. наук. Томск. 2020.

⁶ Шумилина М. В. Ультразвуковые исследования при головных болях у пациентов с сердечно-сосудистой патологией. Учебно-методическое руководство. Москва: НМИЦ ССХ им. А. Н. Бакулева МЗ РФ. 2022.

⁷ Шумилина М. В., Аракелян В. С., Дарвиш Н. А. Алгоритм ультразвукового обследования брахиоцефальных сосудов. Учебно-методическое пособие. М.: НМИЦ ССХ им. А. Н. Бакулева МЗ РФ. 2019. с. 52.

мышц, которая ухудшает отток по ВЯВ [18]. Поэтому отбор лиц для экспериментов с практически здоровыми добровольцами должен быть тщательным, необходимо отбирать или лиц одного пола, или исключая занятия спортом среди обследуемых. В предоставленных выше работах, среди добровольцев были лица обоего пола, без указания на принадлежность к спорту, что, безусловно, могло повлиять на результат.

Дальнейшие исследования венозного оттока от ГМ проводили Yeoh TY, et al. (2016), используя различные хирургические позы у 27 добровольцев (средний возраст 38 лет). Авторы оценивали площадь поперечного сечения, доплеровскую скорость и поток по правой и левой ВЯВ, причем изучаемые показатели перепроверялись двумя независимыми исследователями. Результаты показали статистически значимую разницу в показателях площади поперечного сечения ВЯВ ($p < 0,001$) и доплеровской скорости ($p = 0,043$) по правой ВЯВ в сравнении с левой, что было объяснено существованием у части лиц неярменной системы венозного оттока [23]. Полученные результаты сложно однозначно интерпретировать, т.к. многие данные о добровольцах, включенных в исследование, не были освещены и оценены, например, пол, особенности строения левой общей сонной артерии, уровень артериального давления, сопутствующая патология и т.д.

Проблема изучения венозного оттока и разрешения споров об основных путях дренажа в клиностазе и ортостазе разрабатывалась с использованием контрастных компьютерных исследований (компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии), которые подтвердили перераспределение венозного кровотока в вертикальном положении через систему ПВ [24, 25].

Новое исследование М.В. Шумиловой и Д.И. Колесник (2023) с участием 10 здоровых женщин в возрасте $24 \pm 2,91$ года, с жесткими критериями включения, позволило изучить венозный отток на идеальных моделях, т.к. были учтены все недостатки формирования выборки, описанные в работах, приведенных выше. При вертикализации отмечалось увеличение венозного оттока как по ПВ, так и по ВЯВ, доминирующим путем венозного оттока в клиностазе и в ортостазе являлись ВЯВ [18]. Таким образом, демонстрация имеющихся работ, выполненных с участием здоровых лиц и математических моделей [18–22], показывает противоречивые результаты и, вероятно, этому есть несколько объяснений. Во-первых, приведенные исследования охватывают небольшое количество наблюдений. Во-вторых, в этих работах не были учтены ставшие известными к настоящему моменту важные параметры испытуемых, способные влиять на результаты: пол, занятия спортом, особенности анатомии артериального и венозно-

го русла, сопутствующая патология, а также отсутствие единого методологического подхода к исследованиям.

Оценка венозного оттока у пациентов со стенозом БЦА

Изучение венозного оттока среди здоровых лиц носит в основном академический характер. В практике наиболее часто пациенты направляются на УЗДС сосудов головы и шеи в связи с диагностикой атеросклероза БЦА. При этом основное внимание уделяется артериальному кровотоку, что отражено в клинических рекомендациях. Значение нарушения венозного кровообращения в данных ситуациях, по-нашему мнению, недооценено и, по результатам поисковых запросов, в научной литературе отражено недостаточно.

Наши исследования по изучению венозного оттока у пациентов с различной степенью стеноза внутренних СА (ВСА) были инициированы в 2014г, с этого времени осуществлялся поиск простой, быстрой, воспроизводимой методологии оценки венозного оттока, результаты которой были бы понятны не только специалисту ультразвуковой диагностики, но и направлявшему на исследование врачу. Изучение венозного оттока выполнено у пациентов с различной степенью выраженности стенозов ВСА ($n=90$) в сравнении с контрольной группой лиц, сопоставимых по полу и возрасту ($n=30$) без стенотического поражения ВСА, значимой кардиальной патологии и эндокринных заболеваний. Критериями включения в контрольную группу являлись оптимальный тип строения венозной системы, при котором у пациента обе ВЯВ примерно симметричны по площади поперечного сечения (S), S ВЯВ превышала S общей СА в 2–2,5 раза. Критериями невключения были: наличие в анамнезе симптомов венозной энцефалопатии и присутствие региональной флегмогипертензии, артериальной патологии БЦА (стенозы, извитости, аномалии строения), значимая кардиальная патология, эндокринные заболевания.

При проведении УЗДС в клиностазе и в ортостазе фиксировали площадь поперечного сечения ВЯВ и усредненную по времени линейную скорость кровотока (УВСС) в проекции нижнего края лопаточно-подъязычной мышцы, диаметр ПВ и УВСС между поперечными отростками C_5 – C_6 . Обращали внимание на особенности спектральной составляющей кровотока по исследуемым венам. Оценивали ход и наличие компрессии вен. Обследование проводилось через толстый слой геля, который позволял исключить компрессию вен датчиком. Всего в базу данных включили пять параметров венозного кровотока для каждой исследуемой вены в ортостазе и клиностазе с каждой стороны, общее количество предикторов составило 40. Дуплексное сканирование с цветным картированием кровотока про-

Таблица 1

Половозрастные характеристики лиц контрольной группы и пациентов с различной выраженностью стенозов ВСА

| Параметр | Контроль (n=30) | Стеноз ВСА <40% (n=30) | Стеноз ВСА 40-60% (n=30) | Стеноз ВСА >60% (n=30) |
|------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| Мужчины, n (%) | 11 (37%) | 9 (30%) | 8 (27%) | 21 (70%) |
| Женщины, n (%) | 19 (63%) | 21 (70%) | 22 (73%) | 9 (30%) |
| Средний возраст (M±SD) | 60,8±1,49 | 57,0±0,97 | 60,9±0,77 | 61,9±0,79 |

Примечание: ВСА — внутренняя сонная артерия.

Таблица 2

Общий объемный кровоток по обеим ВЯВ и обеим ПВ в клиностазе и ортостазе, M±SD

| Показатель | Контроль | Стеноз ВСА до 40% | Стеноз ВСА 40-60% | Стеноз ВСА >60% |
|---|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Общий объемный кровоток ВЯВ гор., мл/с | 10,6±0,86 | 14,3±1,24 | 22,75±1,9 | 29,4±2,4 |
| Общий объемный кровоток ВЯВ верт., мл/с | 7,1±0,64 | 13,4±1,13 | 9,5±0,09 | 8,5±0,33 |
| p (критерий Вилкоксона) | 0,002 | 0,428 | 0,001 | 0,001 |
| Общий объемный кровоток ПВ гор., мл/с | 0,8±0,09 | 1,9±0,21 | 2,3±0,32 | 0,86±0,25 |
| Общий объемный кровоток ПВ верт., мл/с | 1,9±0,17 | 3,9±0,71 | 4,9±0,61 | 1,86±0,59 |
| p (критерий Вилкоксона) | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,022 |

Примечание: ВСА — внутренняя сонная артерия, ВЯВ — внутренняя яремная вена, ПВ — позвоночная вена, гор. — показатель, измеренный в горизонтальном положении, верт. — показатель, измеренный в вертикальном положении.

водилось на аппарате экспертного класса General Electric (GE) Vivid 9 и Epiq 5 (Philips).

Статистический анализ выполнен с помощью статистического пакета STATISTICA 10. Проверка нормальности распределения признаков проведена с использованием критерия Колмогорова-Смирнова. Для сравнения центральных параметров групп использовали непараметрический метод анализа с критерием Вилкоксона. Данные в тексте и таблицах представлены как M±SD, где M — среднее, а SD — стандартное отклонение. Все результаты, приводимые в статье, рассчитаны с учётом объема наблюдений.

Половозрастная характеристика пациентов представлена в таблице 1.

У всех пациентов проводилось измерение АД и ВД. ВД измерялось в плечевой вене (норма до 20 мм рт.ст.)².

Данные, приведенные на рисунке 1, показывают значения ВД в плечевой вене во всех исследуемых группах выше нормы, соответственно и показатели центрального ВД в приведенном примере были повышены. Вероятно, что при формировании контрольной группы необходимо исключать и наличие системной флебогипертензии.

В наших ранних публикациях основные параметры венозного кровотока у пациентов с различной степенью стеноза ВСА были представлены для правой и левой сторон в сравнении с контролем [26, 27]. Таблицы, представляющие эти данные были обширны, динамика показателей имела различную направленность по сторонам, в связи с чем они были сложны для интерпретации не только

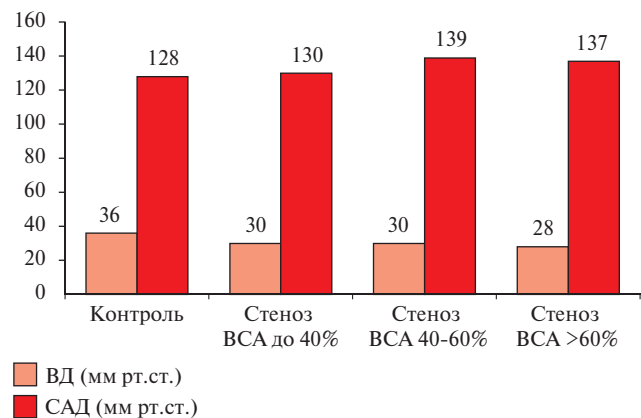


Рис. 1 Результаты измерения САД и ВД среди лиц старшей возрастной категории без стенозов ВСА и со стенозами ВСА различной степени выраженности (все группы по 30 человек).

Примечание: ВД — венозное давление, ВСА — внутренняя сонная артерия, САД — систолическое артериальное давление.

лечащим врачом, но и специалистом, проводящим исследование. Многочисленные пути оттока венозной крови и возможность перераспределения ее в контралатеральные сосуды и другие коллекторы затрудняли анализ и не позволяли при таком методологическом подходе к представлению данных увидеть общие закономерности наиболее важные для практического применения и коррекции.

С учетом этого было решено рассчитывать интегративные показатели общего объемного кровотока по ВЯВ и ПВ (площадь поперечного сечения × средняя скорость кровотока (мл/с)) в горизонтальном и вертикальном положении у пациентов с различной степенью стенозов ВСА, что явилось

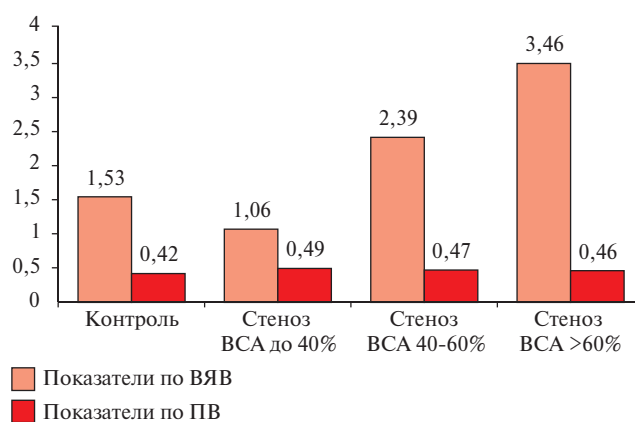


Рис. 2 Соотношения средних объемных кровотоков по ВЯВ и ПВ в горизонтальном положении к вертикальному среди лиц старшей возрастной группы без стенозов ВСА (контроль) и с различной степенью стенозов ВСА.

Примечание: ВСА — внутренняя сонная артерия, ВЯВ — внутренняя яремная вена, ПВ — позвоночная вена.

новым в последней нашей работе [28], позволило упростить расшифровку полученных результатов, увидеть глобальные закономерности и особенности венозного оттока (таблица 2). Полученные результаты были сопоставимы при многократных измерениях, при идентичных условиях, на разных аппаратах и различными специалистами.

Данные, представленные в таблице 2, показывают, как и с какой интенсивностью происходит перераспределение венозного оттока в клиностазе и ортостазе у пациентов с различными степенями стенозов.

Общий объемный кровоток по обеим ВЯВ в клиностазе у пациентов контрольной группы составлял $10,6 \pm 0,86$ мл/с, при вертикализации статистически значимо снизился до $7,1 \pm 0,64$ мл/с ($p=0,002$). Средний общий объемный кровоток по обеим ПВ в клиностазе составлял $0,8 \pm 0,09$ мл/с, при вертикализации статистически значимо увеличился до $1,9 \pm 0,17$ мл/с ($p=0,000$). Полученные нами результаты являются интересными и новыми, т.к. в последней работе [29], где изучался венозный отток по ВЯВ при различной степени стенозов СА в группе из 91 пациента, позиционные пробы не применялись.

Интересным и наглядным для демонстрации возникающей компенсации венозного оттока было рассчитать соотношение объемных кровотоков по ВЯВ в горизонтальном положении к вертикальному. В контроле оно составило 1,53, при стенозе ВСА до 40% оно уменьшалось до 1,06, и при выраженных стенозах значительно возрастало: 2,39 при стенозе ВСА 40-60% и 3,46 при стенозе >60%. Такие же соотношения объемных кровотоков в горизонтальном положении к вертикальному были проанализированы для ПВ. В контроле это соотношение составило 0,42, при стенозе ВСА до 40% — 0,49, при стенозе

ВСА 40-60% — 0,47, при стенозе >60% — 0,46. Для наглядности, приводим эти данные на рисунке 2.

В нашем последнем исследовании [28], у всех пациентов старшей возрастной группы имело место изменение венозного оттока, вне зависимости от состояния артериального притока. С возрастанием процента стеноза в ВСА, наблюдалось более выраженное изменение венозного оттока. При стенозах ВСА >40% происходило значительное увеличение венозного оттока через ВЯВ в горизонтальном положении на фоне снижения системного венозного давления. Такая реакция, вероятно, связана с запуском компенсаторного механизма для обеспечения адекватного перфузионного давления.

У пациентов всех групп соотношение оттока по ПВ в клиностазе к ортостазу остается практически неизменным.

Индекс соотношения оттока по ВЯВ в клиностазе к ортостазу значительно увеличился при стенозах >60%, но абсолютные значения объемного кровотока по ВЯВ изменились незначительно — с $7,1 \pm 0,64$ мл/с в контрольной группе до $8,5 \pm 0,33$ мл/с при стенозах ВСА >60%. При вертикализации, особенно у пациентов с атеросклерозом, происходит снижение объемного притока — такой механизм лежит в основе ортостатической неустойчивости. Поэтому логично отсутствие значительного возрастания венозного возврата при уменьшении артериального притока. Эти выводы подтверждают необходимость в дальнейших исследованиях оценивать не только величины венозного объемного кровотока, но и объемный артериальный кровоток, их соотношения, т.е. артериовенозный баланс.

Мы поддерживаем необходимость перед обследованием брахиоцефальных сосудов измерять АД и ВД, о чем постоянно упоминают исследователи Центра сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева⁶, указывать при ультразвуковом исследовании венозного оттока площадь поперечного сечения вены, УВСС и рассчитывать общий объемный кровоток по ВЯВ и ПВ в клиностазе и ортостазе. При ортостатической неустойчивости возможны вазовагальные, вазодепрессорные влияния с падением АД, линейной скорости кровотока и изменениями частоты сердечных сокращений, поэтому в методику оценки артериовенозного баланса рекомендуется включить измерение этих показателей и в ортостазе с единым временем проведения пробы.

Цифры ВД в контрольной группе были несколько завышены по сравнению с должностующей нормой, определенной в экспериментах у здоровых лиц, сотрудниками Центра сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева — 20 мм рт.ст. Это могло быть связано с наличием системной флебогипертензии или с несоответствием размеров манжеты для измерения АД. При дальнейших исследованиях при отборе контрольной группы необходимо откоррек-

тировать цифры нормального ВД соответственно размерам пневматической манжеты у здоровых пациентов и исключать из контрольной группы пациентов с системными флебогипертензиями.

Заключение

Проблема изучения венозного оттока от головы и шеи требует широкого обсуждения и выработки единой методологии. Ввиду высокой распространенности атеросклероза ВСА среди пациентов средней и старшей возрастных групп и глобального постарения населения, ожидается рост числа таких пациентов в ближайшие годы. Нарушения венозного оттока с развитием системной или регионарной флебогипертензии, которые возникают у них,

долгое время могут оставаться бессимптомными, влияя на качество и продолжительность жизни, поэтому ранняя диагностика изменения венозного оттока остается привлекательной и перспективной. Предложенная нами концепция одномоментного ультразвукового обследования БЦА и вен в клиностазе и ортостазе апробирована в наших исследованиях и показала воспроизводимые и простые для интерпретации результаты, которые могут быть оценены в динамике и использованы в дальнейших исследованиях.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. Chernyavsky MA, Irtyuga OB, Yanishevsky SN, et al. Russian consensus statement on the diagnosis and treatment of patients with carotid stenosis. Russian Journal of Cardiology. 2022;27(11):5284. (In Russ.) Чернявский М.А., Иртыга О.Б., Янишевский С.Н. и др. Российский консенсус по диагностике и лечению пациентов со стенозом сонных артерий. Российский кардиологический журнал. 2022;27(11):5284. doi:10.15829/1560-4071-2022-5284.
2. Manvelov LS. Venous insufficiency of cerebral circulation. Journal Clinical neurology. 2017;2:3-7. (In Russ.) Манвелов Л.С. Венозная недостаточность мозгового кровообращения. Журнал клиническая неврология. 2017;2:3-7.
3. Martynov AI, Shmyrev VI, Ostroumova OD, et al. Characteristics of lesions in the white matter of the brain in elderly patients with arterial hypertension. Klinicheskaya meditsina (Clinical medicine). 2000;6:11-5. (In Russ.) Мартынов А.И., Шмырев В.И., Остроумова О.Д., и др. Особенности поражения белого вещества головного мозга у пожилых больных с артериальной гипертензией. Клиническая медицина. 2000;6:11-5.
4. Tanashyan MM, Lagoda OV, Klimenko NA, et al. Asymptomatic carotid stenosis: another view on the problem. Annaly klinicheskoi i eksperimentalnoi nevrologii (Annals of clinical and experimental neurology). 2009;2:17-20. (In Russ.) Танашиян М.М., Ларода О.В., Клименко Н.А. и др. Асимптомные стенозы сонных артерий: еще один взгляд на проблему. Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2009;2:17-20.
5. Belova LA, Mashin VV. The role of the cerebrospinal venous system in ensuring physiological functions and pathological processes. Ulyanovsk Medical and Biological Journal. 2015;3:73-8. (In Russ.) Белова Л.А., Машин В.В. Роль цереброспинальной венозной системы в обеспечении физиологических функций и патологических процессов. Ульяновский медико-биологический журнал. 2015;3:73-8.
6. Valdueza JM, Schreiber SJ, Roehl J-E, Klingebiel R. Neurosonology and neuroimaging for stroke M.: MEDpress-inform; 2012. p.84. (In Russ.) Вальдуюза Х.М., Шрайбер С.И., Рель Й-Э, Клингебиель Р. Нейросонология и нейровизуализация при инсульте. М.: МЕДпресс-информ; 2012. с. 84. ISBN: 978-5-98322-824-5.
7. Putilina MV. Algorithm for diagnostics and therapy of chronic forms of disorders in venous blood circulation. Lechaschij vrach. 2015;6:66. (In Russ.) Путилина М.В. Алгоритм диагностики и терапии хронических форм нарушений венозного кровообращения. Лечащий врач. 2015;6:66.
8. Shumilina MV. Ultrasound assessment of the significance of vascular pathology for headaches of "unclear origin" (lecture). Angiology and Vascular Surgery. Journal named Academician A.V. Pokrovsky. 2022;28(3):15-22. (In Russ.) Шумилина М.В. Ультразвуковая оценка значимости сосудистой патологии при головных болях "неясного происхождения" (лекция). Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал имени академика А.В. Покровского. 2022;28(3):15-22. doi:10.33029/1027-6661-2022-28-3-15-22.
9. Shumilina MV, Spiridonov AA, Buziashvili Yu I. Study of cerebral hemodynamics in cephalgic syndrome. Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 1996;6:139-40. (In Russ.) Шумилина М.В., Спиридонов А.А., Бузиашвили Ю.И. Изучение церебральной гемодинамики при цефалгическом синдроме. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 1996;6:139-40.
10. Buziashvili Yul, Shumilina MV. Features of extracranial hemodynamics in cephalalgic syndrome. Russian Journal of Surgery. 1998;6:59-65. (In Russ.) Бузиашвили Ю.И., Шумилина М.В. Особенности экстракраниальной гемодинамики при цефалалгическом синдроме. Анналы хирургии. 1998;6:59-65.
11. Semenov SE. Radiation diagnosis of venous ischemic stroke. SPB.: OOO "Izdatel'stvo Foliant". 2018. p. 216. (In Russ.) Семенов С.Е. Лучевая диагностика венозного ишемического инсульта. СПб.: ООО "Фолиант". 2018. 216 с. ISBN: 978-5-93929-289-4.
12. Kokshin AV, Nemirovsky AM, Danilov VI. Cerebral hyperperfusion syndrome in patients with stenotic and occlusive lesion internal carotid arteries after surgery. Literature review. Neurology Bulletin. 2018;50(4):44-51. (In Russ.) Кокшин А.В., Немировский А.М., Данилов В.И. Синдром церебральной гиперперфузии у пациентов со стенозирующими и окклюзирующими поражениями внутренних сонных артерий после хирургического лечения. Обзор литературы. Неврологический вестник. 2018;50(4):44-51. doi:10.17816/nb14144.
13. Chelysheva IA, Bunina IS, Shumilina MV. The contribution of cerebral venous discirculation to the clinical picture of ischemic stroke. Journal of Neurology and Psychiatry. S.S. Korsakova. 2019;119(5):493-4. (In Russ.) Чельшева И.А., Бунина И.С., Шумилина М.В. Вклад церебральной венозной дисциркуляции в клиническую картину ишемического инсульта. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2019;119(5):493-4.
14. Kulikov VP. Fundamentals of vascular ultrasound. M.: Vidar. 2015. p. 392. (In Russ.) Куликов В.П. Основы ультразвукового исследова-

- дования сосудов. М.: Видар. 2015. с. 392. ISBN: 978-5-88429-215-4.
15. Shumilina MV. Comprehensive ultrasound diagnostics of peripheral vascular pathology (added). М.: Publishing house NTSSKh im. A. N. Bakulev RAMS. 2012. p. 384. (In Russ.) Шумилина М. В. Комплексная ультразвуковая диагностика патологии периферических сосудов: учебно-методическое руководство. М.: Издательство НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. 2012. с. 384. ISBN: 9785798202980.
16. Valdueza JM, Münster T, Hoffman O, et al. Postural dependency of the cerebral venous outflow. *Lancet*. 2000;355(9199):200-1. doi:10.1016/s0140-6736(99)04804-7.
17. Valdueza JM, Schreiber SJ, Roehl J-E, Klingebiel R. Neurosonology and neuroimaging for stroke. 2nd ed. М.: MEDpress-inform; 2022. p. 608. (In Russ.) Вальдуэза Х. М., Шрайбер С. Й., Рёль Й-Э., Клингебиел Р. Нейросонология и нейровизуализация при инсульте. 2-е изд. М.: МЕДпресс-информ; 2022: 608 с.: ил. ISBN 978-5-00030-985-8.
18. Shumilina MV, Kolesnik DV. The influence of orthostatic test (or verticalization) on the blood flow through the internal jugular and vertebral veins. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2023;12(1):39-48. (In Russ.) Шумилина М. В., Колесник Д. И. Влияние ортостатической пробы (или вертикализации) на кровотоки по внутренним яремным и позвоночным венам. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2023;12(1):39-48. doi:10.17802/2306-1278-2023-12-1-39-48.
19. Gisolf J, van Lieshout JJ, van Heusden K, et al. Human cerebral venous outflow pathway depends on posture and central venous pressure. *J Physiol*. 2004;560(1):317-27. doi:10.1113/jphysiol.2004.070409.
20. Ciuti G, Righi D, Forzoni L, et al. Differences between internal jugular vein and vertebral vein flow examined in real time with the use of multigate ultrasound color Doppler. *Am J Neuroradiol*. 2013;34: 2000-4. doi:10.3174/ajnr.A3557.
21. Gadda G, Taibi A, Sisini F, et al. A new hemodynamic model for the study of cerebral venous outflow. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2015;308(3):H217-31. doi:10.1152/ajpheart.00469.2014.
22. Mohammadyari P, Gadda G, Taibi A. Modelling physiology of haemodynamic adaptation in short-term microgravity exposure and orthostatic stress on Earth. *Sci Rep*. 2021;11(1):4672. doi:10.1038/s41598-021-84197-7.
23. Yeoh TY, Tan A, Manninen P, et al. Effect of different surgical positions on the cerebral venous drainage: a pilot study using healthy volunteers *Anaesthesia*. 2016;71:806-13. doi:10.1111/anae.13494.
24. Kosugi K, Yamada Y, Yamada M, et al. Posture-induced changes in the vessels of the head and neck: evaluation using conventional supine CT and upright CT. *Sci Rep*. 2020;10(1):16623. doi:10.1038/s41598-020-73658-0.
25. Zandwijk JK, Kuijter KM, Stassen CM, et al. Internal Jugular Vein Geometry Under Multiple Inclination Angles with 3D Low-Field MRI in Healthy Volunteers. *J Magn Reson Imaging*. 2022;56(5): 1302-8. doi:10.1002/jmri.28182.
26. Lovrikova MA, Zhmerenetsky KV, Rud SS. Arterial and venous flow in patients with arteriosclerotic damage of brachiocephalic bed and dynamics after carotid endarterectomy. *Far Eastern medical journal*. 2016;3:11-6. (In Russ.) Ловрикова М. А., Жмеренецкий К. В., Рудь С. С. Состояние артериального и венозного кровотока у больных с атеросклеротическим поражением сосудов брахиоцефального бассейна и динамика после каротидной эндауректомии. Дальневосточный медицинский журнал. 2016;3:11-6.
27. Lovrikova MA, Zhmerenetskiy KV, Zadneprovskaya VV. Assessment of arterial and venous blood flow in patients with atherosclerotic damage of brachiocephalic bed. *Clinical Physiology of Circulation*. 2018;15(1):40-9. (In Russ.) Ловрикова М. А., Жмеренецкий К. В., Заднепровская В. В. Оценка артериального и венозного кровотока у больных с атеросклеротическим поражением сосудов брахиоцефального бассейна. Клиническая физиология кровообращения. 2018;15(1):40-9. doi:10.24022/1814-6910-2018-15-1-40-49.
28. Lovrikova MA, Korneeva NV, Zhmerenetsky KV. Venous outflow in patients with different degrees of brachiocephalic vessels stenosis during orthostatic test. *Far Eastern medical Journal*. 2023;4:48-53. (In Russ.) Ловрикова М. А., Корнеева Н. В., Жмеренецкий К. В. Венозный отток у пациентов с различными степенями стенозов сосудов брахиоцефального бассейна при проведении ортостатической пробы. Дальневосточный медицинский журнал. 2023;4:48-53. doi:10.35177/1994-5191-2023-4-8.
29. Bukhovets IL, Maksimova AS, Kuznetsov MS, et al. Venous outflow along the boundaries of the jugular veins with varying degrees of stenosis of the internal carotid arteries according to ultrasound data. *Angiology and vascular surgery. Journal named after academician A. V. Pokrovsky*. 2023;29(3):15-23. (In Russ.) Буховец И. Л., Максимова А. С., Кузнецов М. С., и др. Венозный отток по внутренним яремным венам при различной степени стеноза внутренних сонных артерий по данным ультразвукового исследования. Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал имени академика А. В. Покровского. 2023;29(3):15-23. doi:10.33029/1027-6661-2023-29-3-15-23.