

Оригинальные статьи

СЕМЕНЮТИН В. Б.<sup>1</sup>, ПЕЧИБОРЩ Д. А.<sup>1</sup>,  
АЛИЕВ В. А.<sup>1</sup>, ПАТЦАК А.<sup>2</sup>, ПАНУНЦЕВ Г. К.<sup>1</sup>,  
КОЗЛОВ А. В.<sup>1</sup>

## Функциональное значение вен мягких покровов свода черепа у пациентов с парасагиттальными менингиомами

<sup>1</sup> *Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А. Л. Поленова, 2. Санкт-Петербург*

<sup>2</sup> *Институт физиологии И. Мюллера Берлинского университета им. Гумбольдтов, Германия*  
*e-mail: lbcpr@mail.ru*

### Реферат

С помощью современных методов мониторинга церебральной и системной гемодинамики показано отсутствие изменений внутричерепного кровотока (по данным линейной скорости кровотока и пульсационного индекса в обеих средних мозговых артериях) у больных с парасагиттальными менингиомами при пережатии вен мягких покровов свода черепа, свидетельствующее о низком функциональном значении этих вен для мозгового кровообращения в условиях перестройки венозного оттока из полости черепа, связанной с инвазией верхнего сагиттального синуса.

**Ключевые слова:** транскраниальная доплерография, парасагиттальные менингиомы, вены мягких покровов свода черепа.

Semenyutin V. B.<sup>1</sup>, Pechiborsch D. A.<sup>1</sup>, Aliev V. A.<sup>1</sup>, Patzak A.<sup>2</sup>,  
Panuntsev G. K.<sup>1</sup>, Kozlov A. V.<sup>1</sup>

## Functional significance of scalp veins in patients with parasagittal meningiomas

<sup>1</sup> *Russian Polenov Neurosurgical Institute, St. Petersburg, Russia*

<sup>2</sup> *Johannes-Mueller Institute of Physiology University Hospital Charite, Humboldt- University of Berlin, Germany*  
*e-mail: lbcpr@mail.ru*

### Abstract

Modern methods of cerebral and central hemodynamic monitoring used in the article have shown no change in intracranial blood flow (according to linear blood flow velocity and pulsatility index in both middle cerebral arteries) in patients with parasagittal meningiomas during compression of scalp veins. This indicates low functional significance of scalp veins for cerebral blood flow in the presence of venous rerouting due to invasion of the superior sagittal sinus.

**Keywords:** transcranial Doppler, parasagittal meningiomas, scalp veins.

### Введение

Около половины парасагиттальных менингиом (ПСМ) прорастают в просвет верхнего сагиттального синуса (ВСС) [8]. Это приводит к прогрессивному сужению последнего, вплоть до полной окклюзии, и формированию коллатеральных (обходных) путей венозного кровотока, повреждение которых во время операции может привести к серьезным неврологическим осложнениям и даже смерти вследствие отека мозга и его венозного инфаркта [4, 13]. Предоперационная оценка и адекватное сохранение данных венозных коллатералей во время операции является стандартом в хирургии ПСМ [7, 13]. Вены мягких покровов свода черепа<sup>1</sup> являются одним из возможных путей коллатерального венозного кро-

вотока у пациентов с ПСМ, поэтому они должны быть учтены в хирургической тактике [4, 14]. Для определения функционального значения вен мягких покровов свода черепа в коллатеральном венозном кровотоке у пациентов с ПСМ используется проба с временным пережатием этих вен жгутом («проба с пережатием») [3, 5].

Данная проба введена более 20 лет назад и уже много лет является стандартом предоперационного обследования пациентов с ПСМ в РНХИ им. А. Л. Поленова. При положительном результате данной пробы во многих случаях проводится разделение операции на этапы. В соответствии с концепцией данной пробы, биоэлектрические изменения в голов-

<sup>1</sup> В англоязычной литературе используется понятие «вены скальпа» («scalp veins»).

ном мозге, выявляющиеся при электроэнцефалографии (ЭЭГ), являются вторичными по отношению к внутричерепным гемодинамическим изменениям и возникают вследствие дополнительного (вызванного пережатием вен мягких покровов свода черепа при их функциональном значении в оттоке венозной крови от головного мозга) нарушения венозного оттока из полости черепа и повышения внутричерепного давления (ВЧД). Таким образом, выявленные ЭЭГ паттерны при пережатии вен мягких покровов свода черепа у пациентов с ПСМ авторы связывали с нарушением венозного оттока из полости черепа [3, 5]. Однако вследствие ограничения технических возможностей в то время, прямых доказательств такой связи получено не было. Современные методы мониторинга параметров внутричерепной гемодинамики, в том числе ультразвуковая транскраниальная доплерография (ТКДГ), позволяют неинвазивно и с достаточной точностью выявлять изменения внутричерепной гемодинамики и ВЧД [1].

**Цель исследования**

Определить функциональное значение вен мягких покровов свода черепа у пациентов с ПСМ.

**Материал и методы исследования**

Для обследования были отобраны две группы пациентов с ПСМ большого размера (более 5 см в диаметре) в зависимости от результата «пробы с пережатием».

Первую (основную) группу составили 8 пациентов (52–73 года, средний возраст — 62±8 лет, 66±12 баллов по шкале Карновского) с положительным результатом «пробы с пережатием». ПСМ располагались в средней (6 пациентов) и задней (2 пациента) третях ВСС.

У 4 пациентов ВСС по данным магнитно-резонансной венографии непроходим, у остальных 4 — проходим. В 4 случаях операция была разделена на этапы.

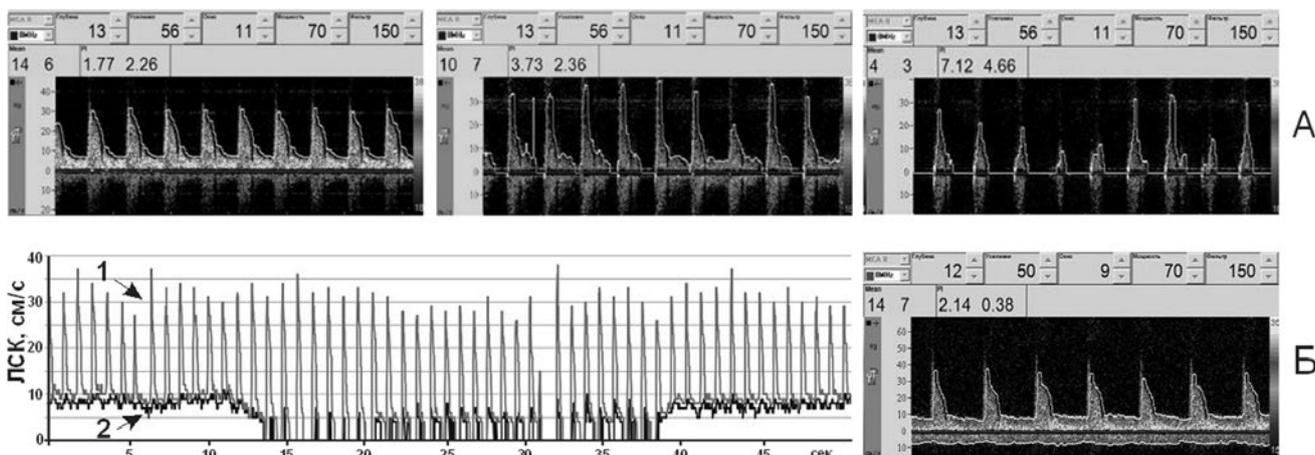
Вторую группу (контрольную) составили также 8 пациентов с ПСМ большого размера (25–61 год, средний возраст — 48±15 лет, 71±10 баллов по шкале Карновского) с отрицательным результатом «пробы с пережатием». У всех пациентов ПСМ были расположены в средней трети ВСС. У 5 пациентов ВСС по данным магнитно-резонансной венографии непроходим, у остальных 3 — проходим.

Пациентам первой группы до операции через 1–4 дня после получения положительного результата «пробы с пережатием» выполнено второе исследование — контролируемое пережатие пневмоманжетой вен мягких покровов свода черепа на уровне надбровных дуг и большого затылочного бугра (аналогично вышеуказанной пробе), но вместо ЭЭГ использован билатеральный ТКДГ — мониторинг (MultiDop X, DWL) параметров кровотока по обеим средним мозговым артериям (СМА) с одновременной регистрацией системного артериального давления (САД) посредством пальцевой фотоплетизмографии (Ohmeda Finapres 2300).

Контроль пережатия вен мягких покровов свода черепа осуществляли с помощью тонометра и ультразвукового (датчик 8 МГц) мониторинга кровотока в поверхностной височной артерии проксимальнее места пережатия.

На рис. 1 показаны варианты контроля пережатия вен мягких покровов свода черепа. Пульсационный индекс (ПИ) в поверхностной височной артерии по мере увеличения давления в манжете увеличивался, тогда как линейная скорость кровотока (ЛСК) снижалась вплоть до нуля.

Для определения изменений показателей ЛСК в СМА при достоверном ограничении оттока крови из полости черепа обследованы 4 добровольца без церебральной патологии, которым в положении лежа проводили одновременное полное сдавление обеих внутренних яремных вен под ультразвуковым контролем в В-режиме (Vivid E, GE) с ТКДГ-мониторингом параметров кровотока по обеим СМА.



**Рис. 1.** Контроль пережатия вен мягких покровов свода черепа: А — спектры ЛСК в поверхностной височной артерии до (крайний слева) и во время (в центре и крайний справа) пережатия пневмоманжетой мягких покровов свода черепа; Б — мониторинг ЛСК в поверхностной височной артерии (1) и поверхностной височной вене (2) датчиком 8 МГц. Стрелками показано время пережатия вен мягких покровов свода черепа при повышении давления в пневмоманжете до 60 мм рт. ст. Справа показаны спектры ЛСК в вышеуказанных сосудах до пережатия

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

### Результаты исследования и их обсуждение

В таблице 1 приведены значения показателей внутричерепной гемодинамики (ЛСК и ПИ в СМА) у пациентов с положительной (первая группа) и отрицательной (вторая группа) «пробой с пережатием». Все показатели находились в пределах нормы и не зависели от стороны локализации ПСМ. Достоверных отличий между группами выявлено не было.

Более высокие показатели ЛСК в СМА у пациентов второй группы мы объясняем тем, что средний возраст пациентов данной группы ( $48 \pm 15$  лет) существенно меньше, чем первой ( $62 \pm 8$  лет)<sup>2</sup>. ПИ у пациентов обеих групп достоверно не отличаются.

Ни у одного из 8 пациентов с положительной «пробой с пережатием» не выявлено существенных изменений внутричерепной гемодинамики (ЛСК и ПИ в обеих СМА) и САД при пережатии пневмоманжетой сосудов мягких покровов свода черепа.

На рис. 2 приведена динамика показателей внутричерепной гемодинамики у пациента с положительной «пробой с пережатием» в ответ на пережатие сосудов мягких покровов свода черепа при ступенчатом повышении давления в манжете.

Динамика гемодинамических показателей при проведении пробы с пережатием вен мягких покровов свода черепа у больных 1 группы показана в таблице 2. Общая продолжительность пережатия составляла 10–15 мин.

Динамика средних значений показателей системной и церебральной гемодинамики при проведении пробы с пережатием вен мягких покровов свода черепа у больных 1 группы приведена на рис. 3. ПИ до пережатия в среднем составил  $1,03 \pm 0,2$ , тогда как во время пережатия —  $1,01 \pm 0,21$ . Изменение среднего значения ПИ на «пике» пережатия не превышало 6 % от исходного значения. Средняя ЛСК в СМА на стороне ПСМ до пережатия составила  $47 \pm 10$  см/с, на «пике» пережатия —  $48 \pm 8$  см/с. Изменение средней ЛСК не превышало 5 % от исходного значения. САД во время проведения исследования ни у одного из пациентов существенно не менялось.

Несмотря на то, что давление в пневмоманжете повышалось до высоких значений (130 мм рт. ст. и выше) с полным отсутствием кровотока по поверхностной височной артерии в течение не менее минуты, пневмоманжета ни у одного из 8 пациентов не вызывала боли. Каких-либо клинических (неврологических) нарушений у пациентов во время исследования отмечено не было (рис. 4).

На рис. 5 приведена динамика показателей церебральной гемодинамики при сдавлении обеих яремных вен на шее. Снижение ЛСК в обеих СМА уже через несколько секунд после сдавления сопровождалось повышением ПИ. После устранения сдавления ЛСК и ПИ в обеих СМА возвращались к исходным значениям.

Средние данные показателей церебральной и системной гемодинамики у больных с положительной (1 группа) и отрицательной (2 группа) «пробой с пережатием»

Таблица 1

Гемодинамический показатель	1 группа			2 группа		
	ЛСК (см/с)	ПИ	САД (мм рт. ст.)	ЛСК (см/с)	ПИ	САД (мм рт. ст.)
Справа	$46 \pm 15$	$0,90 \pm 0,18$	101±31	$62 \pm 16$	$0,87 \pm 0,15$	106±29
Слева	$50 \pm 10$	$0,95 \pm 0,19$		$63 \pm 15$	$0,88 \pm 0,11$	
На стороне ПСМ	$45 \pm 13$	$0,88 \pm 0,15$		$60 \pm 13$	$0,86 \pm 0,11$	
На «здоровой» стороне	$52 \pm 12$	$0,90 \pm 0,14$		$65 \pm 17$	$1,00 \pm 0,15$	

Гемодинамические показатели у пациентов 1 группы при проведении пробы с пережатием вен мягких тканей свода черепа

Таблица 2

№ набл.	ЛСК в СМА (см/с)		ПИ в СМА		САД (мм рт. ст.)	
	до пережатия	во время пережатия	до пережатия	во время пережатия	до пережатия	во время пережатия
1/4109	36–40	42–44	1,42–1,44	1,43–1,46	93–103	97–106
2/4121	48–51	47–49	0,87–0,89	0,82–0,89	116–124	107–117
3/4143	43–44	44–46	1,07–1,10	1,02–1,06	119–132	113–127
4/4150	63–64	62–66	0,94–1,00	0,9–0,97	107–119	105–117
5/4181	39–40	41–42	0,75–0,78	0,73–0,74	80–84	82–87
6/4249	44–48	47–49	1,00–1,05	0,99–1,06	100–111	98–103
7/4405	31–35	34–36	0,90–0,94	0,92–0,95	81–87	79–86
8/4217	63–75	62–73	0,94–1,00	0,87–0,97	113–119	114–120

<sup>2</sup>С возрастом ЛСК снижается во всех интракраниальных артериях [1].

Средние данные изменений церебральной и системной гемодинамики у здоровых добровольцев при проведении теста со сдавлением обеих внутренних яремных вен показаны на рис. 6.

У всех добровольцев во время пережатия ПИ увеличивался на 7–36 % ( $18 \pm 12$  %), тогда как ЛСК снижалась на 3–14 % ( $9 \pm 4$  %).

Выявление до операции и разумное сохранение путей коллатерального венозного кровотока во время операции у пациентов с ПСМ является мировым стандартом хирургического лечения этих опухолей, так как во многом определяет положительный исход операции [5, 7, 13]. Описаны следующие пути коллатерального венозного кровотока при ПСМ:

- 1) анастомотические вены и анастомозы поверхностных церебральных вен друг с другом;
- 2) анастомозы поверхностных церебральных вен с глубокими церебральными венами;
- 3) анастомозы с нижним сагиттальным синусом;
- 4) анастомозы с диплоическими венами;
- 5) анастомозы с менингеальными венами;
- 6) анастомозы с венами мягких покровов черепа [2, 4, 10, 12].

Наибольшую (приоритетную) роль в коллатеральном оттоке венозной крови у пациентов с ПСМ играют поверхностные вены мозга и их анастомозы [12, 13]. Классической работой по участию вен мягких покровов свода черепа в коллатеральном венозном кровотоке является статья японских авторов S. Waga и H. Handa [14]. Они выявили вены мягких покровов свода черепа при каротидной ангиографии у 3 из 31 пациента с ПСМ, причем у всех трех ВСС был полностью инвазирован. Авторы также отметили, что после бритья головы эти вены были хорошо видны на коже. В норме контрастирование вен мягких покровов свода черепа при каротидной ангиографии с введением контрастного вещества во внутренние сонные артерии встречается исключительно редко [14]. Отметим, что при введении контрастного вещества в общую или тем более наружную сонные артерии вены мягких покровов свода черепа контрастируются часто. Описаны следующие патологии, при которых контрастируются вены мягких покровов свода черепа на каротидных ангиограммах:

- 1) окклюзия ВСС при его инвазии ПСМ;
- 2) тромбоз ВСС;
- 3) артериовенозная мальформация скальпа;
- 4) злокачественная опухоль черепа и скальпа;
- 5) sinus pericranii [14].

Однако не существует общепринятого метода определения функционального значения вен мягких покровов свода черепа. Для этого у пациентов с ПСМ используется проба с их временным пережатием («проба с пережатием») [2, 3]. В зарубежной литературе мы не нашли каких-либо данных об использовании теста, аналогичного «пробе с пережатием».

В основную группу исследования мы включили 8 пациентов с большими и гигантскими ПСМ в средней или задней третях ВСС, у половины из которых ВСС был полностью инвазирован, у остальных – инвазирован частично. У этих пациентов весьма вероятно участие поверхностных вен головы в коллатеральном

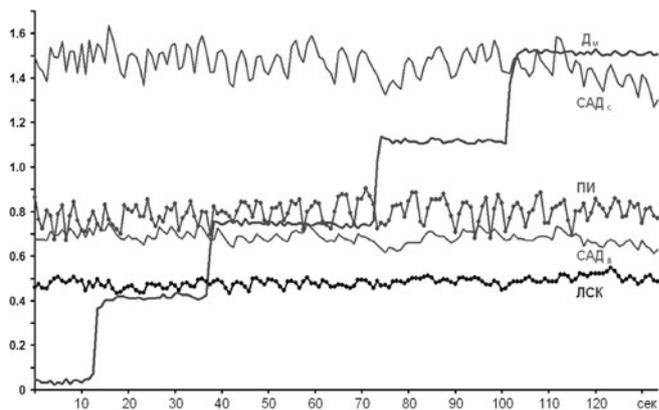


Рис. 2. Динамика систолического (САДс) и диастолического (САДд) системного артериального давления в мм рт. ст./100, ЛСК (см/с/100) и ПИ в СМА при ступенчатом повышении давления в манжете Дм (мм рт. ст./100) у пациента с ПСМ с положительной «пробой с пережатием»

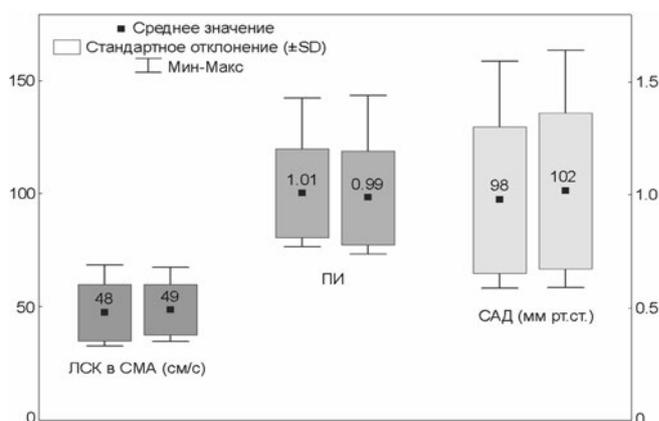


Рис. 3. Динамика средних значений церебральной (ЛСК, ПИ) и системной (САД) гемодинамики у пациентов 1 группы при пережатии вен мягких покровов свода черепа (слева направо: до и во время пережатия)

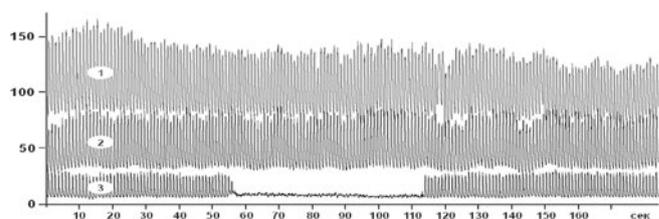
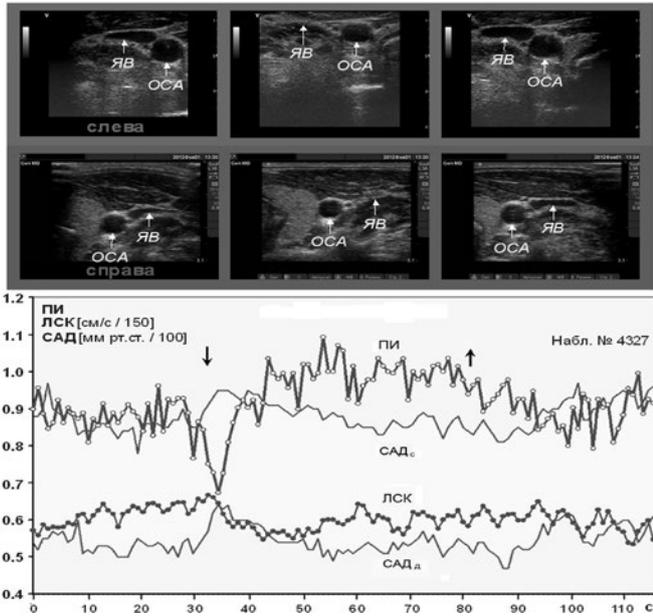


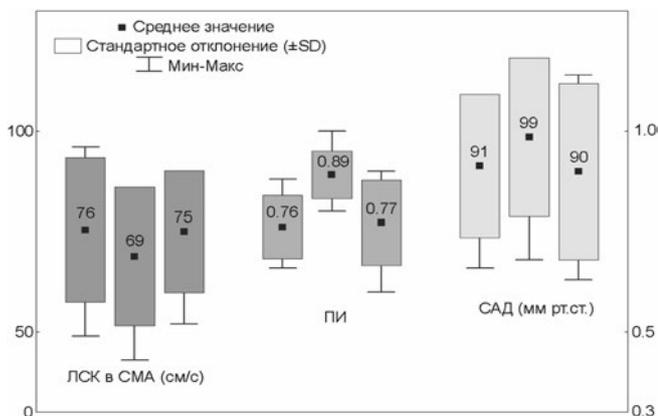
Рис. 4. Динамика САД (1), ЛСК в СМА (2) и поверхностной височной артерии (3) при проведении теста с 2-минутным пережатием мягких покровов свода черепа манжетой (давление в манжете во время пережатия выше систолического САД)

оттоке венозной крови. Если же эти вены функционально значимы, то их пережатие должно приводить к затруднению венозного оттока из полости черепа и повышению ВЧД. Современные ультразвуковые технологии в настоящее время позволяют неинвазивно и с достаточной точностью выявлять изменения внутричерепной гемодинамики и ВЧД.

В нашем исследовании ни у одного из 8 пациентов с ПСМ с положительной «пробой с пережатием» не выявлено изменений внутричерепной гемодинамики (в частности, ПИ) при проведении аналогичной про-



**Рис. 5.** Результаты проведения одновременного пережатия обеих яремных вен на шее у здорового добровольца. Сверху вниз: ультразвуковое изображение (В-режим) просвета общей сонной артерии (ОСА) и внутренней яремной вены (ЯВ) в аксиальной плоскости на уровне С3–С4-позвонок до, на фоне и после пережатия обеих внутренних яремных вен справа и слева; 2-минутный мониторинг систолического (САДс), диастолического (САДд) системного артериального давления и доплерографических показателей (ЛСК и ПИ), стрелками обозначено начало и окончание пережатия



**Рис. 6.** Динамика средних значений ЛСК и ПИ в обеих СМА, САД при пальцевом пережатии обеих внутренних яремных вен на шее у здоровых добровольцев. Слева направо: до, во время и после пережатия

бы с ТКДГ-контролем. Это расхождение ставит два важных вопроса о валидности исследования перед тем как делать выводы из его результата: 1) было ли пережатие вен мягких покровов свода черепа в каждом нашем исследовании полным; 2) какова чувствительность ПИ к изменениям ВЧД?

Мы использовали пневмоманжету, подключенную к тонометру, со ступенчатым увеличением давления в ней сначала выше обычного венозного (40 мм рт. ст.) вплоть до давления, превышающего артериальное систолическое. Во всех случаях мы использовали

поверхностную височную артерию в качестве критерия полноты пережатия, а в некоторых случаях дополнительно мониторировали поверхностную височную вену (рис. 1).

Таким образом, мы убеждены, что в каждом нашем исследовании вены мягких покровов свода черепа были полностью пережаты в течение не менее 5 мин.

Вторым важным вопросом является чувствительность ПИ к изменению ВЧД. В своем исследовании мы опирались на работу шведских ученых Bellner et al., в которой показана высокая корреляция ПИ с внутрижелудочковым давлением у пациентов с различной внутричерепной патологией [6], а также работу Mogeno et al., в которой высокая корреляция ПИ с ВЧД показана интрапаренхиматозным датчиком у пациентов с черепно-мозговой травмой [9]. ПИ не имеет размерности и не зависит от угла инсонации. Он определяется как разность систолической и диастолической ЛСК, деленная на среднюю ЛСК. Абсолютное значение ПИ не считается достоверным критерием внутричерепной гипертензии, так как определяется не только ВЧД, но и другими факторами (частота сердечных сокращений, церебральное перфузионное давление,  $pCO_2$ ). Однако изменение ПИ с достаточной чувствительностью отражает изменение ВЧД.

Группа добровольцев была использована для того, чтобы показать, что резкое нарушение оттока венозной крови из полости черепа действительно вызывает быстрое увеличение ПИ (вследствие резкого повышения ВЧД). Для этого ультразвуковыми датчиками дуплексного сканирования осуществляли полное сдавление обеих внутренних яремных вен при сохранении диаметра сонных артерий. Так как отток венозной крови из полости черепа осуществляется как по внутренним яремным венам, так и по венам позвоночного сплетения, то существенных изменений внутричерепной гемодинамики вследствие перераспределения крови в вены позвоночного сплетения могло и не быть. Однако у добровольцев было выявлено увеличение ПИ уже через несколько секунд после сдавления обеих яремных вен. После устранения их сдавления ПИ возвращался к исходным значениям. Это указывает на то, что, во-первых, резкое нарушение оттока венозной крови из полости черепа вызывает существенное увеличение ПИ, а, во-вторых, гемодинамические изменения возникают весьма быстро (через несколько секунд).

В нашем исследовании не выявлено существенных изменений ЛСК и ПИ в СМА и САД во время пережатия вен мягких покровов свода черепа. Это указывает на то, что эти вены хотя и могли участвовать в коллатеральном оттоке венозной крови у наших пациентов, но не являлись функционально значимыми.

В книге «Textbook of operative neurosurgery» у пациентов с ПСМ при выявлении вены скальпа как участника коллатерального венозного кровотока по данным предоперационной ангиографии авторы рекомендуют учесть ее при планировании кожного разреза. Однако часто сохранить при разрезе такую

вену сложно и даже невозможно, несмотря на то, что обычно такие вены хорошо видны после бритья на коже головы. Авторы также признаются, что, по их опыту, они никогда этого не делали и ни разу не сталкивались с осложнениями [11].

Таким образом, нами не выявлено изменений внутричерепной гемодинамики (ЛСК и ПИ в обеих СМА) и САД у пациентов с ПСМ с положительной

«пробой с пережатием» при проведении аналогичной пробы с ТКДГ-контролем. С позиции результатов нашего исследования мы ставим под сомнение функциональное значение вен мягких покровов свода черепа у данных пациентов. Мы полагаем, что выявленные биоэлектрические изменения у данных пациентов могли быть обусловлены другими (не гемодинамическими) причинами.

## Литература

1. Гайдар, Б. В. Транскраниальная доплерография в нейрохирургии / Б. В. Гайдар [и др.]. — СПб: Элби, 2008. — С. 26.
2. Иванов, А. Ю. Дополнительные пути коллатерального венозного оттока при окклюзии верхнего сагиттального синуса / А. Ю. Иванов [и др.] // Вопросы нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко. — 2010. — № 4. — С. 10–14.
3. Тиглиев, Г. С. Электроэнцефалографическая оценка функциональной значимости экстрацеребральных вен у больных опухолями головного мозга: методические рекомендации / Г. С. Тиглиев [и др.]. — Л., 1991.
4. Тиглиев, Г. С. Коллатеральный венозный кровоток и хирургическая тактика при парасагиттальных менингиомах / Г. С. Тиглиев, В. Е. Олюшин, А. Ф. Гурчин // Вестник хирургии им. И. И. Грекова. — СПб., 1999. — Т. 158. — № 1. — С. 9–12.
5. Тиглиев, Г. С. Внутричерепные менингиомы / Г. С. Тиглиев, В. Е. Олюшин, А. Н. Кондратьев. — СПб., 2001. — С. 283.
6. Belner, J. Transcranial Doppler sonography pulsatility index (PI) reflects intracranial pressure (ICP) / J. Belner [et al] // Surg. Neurol. — 2004. — Vol. 62. — P. 45–51.
7. Connolly, E. S. Fundamentals of operative techniques in neurosurgery (second edition) / E. S. Connolly [et al] // Thieme. — 2010. — P. 421.
8. Greenberg, M. S. Handbook of Neurosurgery (seventh edition) / M. S. Greenberg // Thieme. — 2010. — P. 614.
9. Moreno, J. A. Evaluating the outcome of severe head injury with transcranial doppler ultrasonography / J. A. Moreno [et al] // Neurosurg. Focus. — 2000. — Vol. 8 (1). — P. 8–16.
10. Oka, K. Obstruction of the superior sagittal sinus caused by parasagittal meningiomas: the role of collateral venous pathways / K. Oka, Y. Go, H. Kimura // J. Neurosurg. — 1994. — Vol. 81. — P. 520–524.
11. Ramamurthi, R. Textbooks of Operative Neurosurgery (2 Vol.) / R. Ramamurthi, K. Sridhar, M. C. Vasudevan // BI Publications Pvt Ltd. — 2005. — P. 422.
12. Raza, S. M. Perioperative and long-term outcomes from the management of parasagittal meningiomas invading the superior sagittal sinus / S. M. Raza [et al] // Neurosurgery. — 2010. — Vol. 67. — P. 885–893.
13. Sindou, M. Practical Handbook of Neurosurgery: From Leading Neurosurgeons / M. Sindou. — Springer, 2009. — P. 168.
14. Waga, S. Scalp veins as collateral pathway with parasagittal meningiomas occluding the superior sagittal sinus / S. Waga, H. Handa // Neuroradiology. — 1976. — Vol. 11. — P. 199–204.