

ИНФОРМАТИВНОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ ОЦЕНКЕ СИСТЕМЫ ЛИКВОРООБРАЩЕНИЯ У БОЛЬНЫХ С ГИДРОЦЕФАЛИЕЙ

В.Б. Семенютин, В.А. Алиев, В.П. Берснев, А. Патцак*, Г.К. Панунцев, А.В. Козлов, Ш.Ш. Рамазанов

ФГБУ РНХИ им. проф. А.Л. Поленова, Санкт-Петербург, Россия

* Институт физиологии И. Мюллера Берлинского Университета им. Гумбольдтов, Германия

Цель исследования: изучение информативности показателей состояния церебральной гемодинамики и её регуляции при оценке системы ликворообращения у больных с гидроцефалией.

Материалы и методы. У 26 больных с гидроцефалией проводили рутинную диагностику состояния церебральной гемодинамики с помощью ТКДГ, а также оценку состояния АРМК в периоперационном периоде с помощью манжетного теста и кросс-спектрального анализа спонтанных колебаний линейной скорости кровотока (ЛСК) и системного артериального давления в диапазоне системных волн Майера.

Результаты. В зависимости от наличия признаков ВЧГ, все больные были разделены на две группы. Межгрупповых достоверных различий ПИ и ЛСК не выявлено. Вместе с тем, скорость АРМК у больных с признаками ВЧГ была достоверно ниже, чем у больных без признаков ВЧГ. У больных с признаками ВЧГ в послеоперационном периоде клиническое улучшение сопровождалось достоверным ($p < 0,05$) повышением скорости АРМК. Во второй группе оперированных больных без признаков ВЧГ существенного улучшения в неврологическом статусе и изменения скорости АРМК в послеоперационном периоде выявлено не было.

Заключение. Данные оценки АРМК, являясь более информативными, чем ПИ, могут быть использованы для более тщательного отбора пациентов с гидроцефалией для проведения оперативного вмешательства.

Ключевые слова: гидроцефалия, внутричерепная гипертензия, ликворообращение, ауторегуляция мозгового кровотока.

Background. It was shown an opportunity of non-invasive diagnostics of intracranial hypertension (ICH) on the base of pulsatility index (PI) using transcranial Doppler (TCD) in most neurosurgical patients. But in patients with hydrocephalus PI is controversial. This may be due to different degree of cerebral autoregulation (CA) impairment in case of cerebral perfusion pressure decrease.

Purpose: to assess the informativity of cerebral hemodynamics indices for assessment of cerebrospinal fluid circulation in patients with hydrocephalus.

Materials and methods. Routine diagnostics of cerebral blood flow velocity (BFV) by means of TCD was carried out in 26 patients with hydrocephalus. Cerebral autoregulation was assessed perioperatively with cuff test and cross-spectral analysis of spontaneous oscillations of blood pressure and BVF within the range of Meyer waves.

Results. Depending on presence of intracranial hypertension (ICH), all patients have been divided in two groups: with signs of ICH (1st group) and without ICH (2nd group). Mean values of PI didn't differ significantly in both groups. At the same time rate of CA were considerably ($p < 0.01$) higher in patients without signs of ICH. In the 1st group postoperative clinical improvement was accompanied with considerable ($p < 0.05$) increase of rate of CA. In the 2nd group of operated patients we didn't observe any positive changes in neurological state postoperatively. After surgery CA hasn't been changed significantly.

Conclusion. Assessment of cerebral autoregulation being more informative than PI evaluation can increase TCDvaluability in noninvasive diagnostics of cerebrospinal liquid dynamics and could be used for clarifying indications for operation in patients with hydrocephalus.

Key words: hydrocephalus, intracranial hypertension, cerebrospinal fluid circulation, cerebral autoregulation

Нарушение ликвородинамики вследствие различных причин (нарушение секреции, абсорбции, механический блок) лежит в основе развития гидроцефалии. В зависимости от компенсаторных возможностей данное патологическое состояние может не иметь клинических проявлений, либо, сопровождаясь повышением внутричерепного давления (ВЧД), проявляться гипертензионно-гидроцефальным синдромом. В последнем случае требуется проведение хирургического лечения — коррекции нарушенной циркуляции цереброспинальной жидкости (ЦСЖ) с помощью шунтирующей или эндоскопической операций.

Все же в ряде случаев, когда внутричерепная гипертензия (ВЧГ) сомнительна или носит преходящий характер, определение показаний к проведению операций представляется затруднительным, и данных клинического осмотра, КТ, МРТ-исследований оказывается недостаточно. В качестве «золотого стандарта» используют инфузионно-нагрузочный тест (ИНТ) в различных модификациях, среди которых следует отметить метод Marmarou с болюсным введением физиологического раствора [33] и модифицированный метод Katzman-Hussey с непрерывным медленным введением физиологического раствора с заданной

скоростью [4, 5, 8, 10, 26], длительный мониторинг ВЧД с дозированным выведением ЦСЖ [25]. Перечисленные методы позволяют оценить такие параметры системы ликвородинамики, как скорость продукции и сопротивление резорбции ЦСЖ, эластичность, индекс объем-давление, характеризующие систему ликвородинамики в целом. Кроме того, существенную роль играет проведение мониторинга ВЧД как минимум в течение 30 мин, а по данным некоторых авторов, целесообразным представляется проведение суточного мониторинга для оценки частоты возникновения и амплитуды медленных В- и плато-волн [9, 10, 49]. Полученные сведения могут иметь решающее значение при выборе тактики лечения, и прежде всего, у больных с нормотензивной гидроцефалией (НГ).

Следует признать, что ИНТ является инвазивным, не лишен риска развития воспалительных осложнений, что ограничивает его широкое применение в качестве инструмента предоперационной диагностики во многих нейрохирургических клиниках. R. Walchenbach и соавт. [47] сообщили о развитии бактериального менингита у 2 из 38 больных после проведения теста с выведением ЦСЖ. В том же исследовании у других 5 больных потребовалась замена поясничного дренажа. J. Naan и R. Thomeer [19] при выполнении ИНТ у 22 больных с НГ сообщили о развитии синдрома раздражения спинномозговых корешков в 3 наблюдениях, инфекционных осложнений — в двух. По данным J. Malm и соавт. [31], у 2 из 36 больных имели место головные боли в результате избыточного выведения ЦСЖ. Кроме того, необходимо также учитывать, что при поясничной пункции имеют место неучтенные потери ЦСЖ (в эпидуральном пространстве, через люмбальную иглу), которые могут влиять на истинные значения давления ЦСЖ и результаты исследований.

Возникновение клинических симптомов гидроцефалии многие исследователи связывают с различными морфологическими изменениями, среди которых деформация и растяжение мозга в перивентрикулярной зоне вследствие избыточного объема ЦСЖ в желудочковой системе, проникновение ЦСЖ, содержащей вазоактивные вещества, в перивентрикулярное белое вещество играют ведущую роль в развитии цитотоксического и интерстициального отека. Снижение церебрального перфузионного давления в случае нарушенной ауторегуляции мозгового кровотока (АРМК) может приводить к снижению мозгового кровотока (МК) и ишемии. Оперативное вмешательство, как правило, приводит к нормализации перфузионного давления и сопровождается соответствующим регрессом клинической симптоматики [37]. Показана возможность неинвазивной диагностики ВЧГ по данным транскраниальной доплерографии (ТКДГ) с помощью оценки пульсационного индекса (ПИ) [15, 20, 34]. Однако у больных с НГ данные ПИ не всегда информативны. Это может быть обусловлено различной степенью нарушения АРМК в условиях снижения перфузионного давления. Сведения о состоянии

АРМК, полученные с помощью ТКДГ у больных с гидроцефалией, ограничены и противоречивы [9, 10].

Существуют различные неинвазивные методы оценки МК (SPECT, pWfMRI, ПЭТ с ^{133}Xe), которые при достаточной информативности являются все же дискретными и ограничены в возможности проведения одновременного длительного мониторинга показателей системной, церебральной гемодинамики и ликвородинамики непосредственно у постели больного на различных этапах лечения [32, 39, 45, 46, 48]. Оптимальным для решения данной задачи в настоящее время остается метод оценки МК на основе регистрации линейной скорости кровотока (ЛСК) в магистральных внутричерепных артериях с помощью ТКДГ взамен объемного МК. Такой подход наряду с результатами ИНТ позволит выявить прогностически и диагностически значимые критерии для более тщательного отбора пациентов к проведению оперативного вмешательства у больных с НГ.

Целью исследования явилось изучение информативности показателей состояния церебральной гемодинамики и её регуляции при оценке системы ликворообращения у больных с гидроцефалией.

Материалы и методы

Обследованы 26 больных (9 мужчин и 17 женщин) в возрасте от 16 до 52 лет с гидроцефалией различной формы: идиопатическая нормотензивная — у 15 больных (сообщающаяся — 12, окклюзионная — 3), гипертензивная гидроцефалия — 11 (сообщающаяся — 3, окклюзионная — 8). Окклюзия ликворопроводящих путей была диагностирована на уровне водопровода мозга либо межжелудочкового отверстия и была вызвана воспалительным процессом или объемным образованием в области III и IV желудочков.

Диагноз гидроцефалии устанавливали на основании данных КТ- и МРТ-исследований. Основными жалобами при обращении были головные боли различного характера, головокружение, нарушения походки, функции тазовых органов, мнестические дисфункции, синдром Хакима—Адамса.

Обследование больных проводили с помощью стандартного нейрохирургического комплекса, включающего общеклинический, неврологический, офтальмологический осмотры. Выраженность гидроцефалии по данным КТ- и МРТ-исследований оценивали при помощи вентрикуло-краниального коэффициента — бикаудатного индекса Эванса [14, 15, 44]. Степень психопатологических нарушений определяли по шкале FAB (Frontal Assessment Battery) [13].

Всем больным проводили неинвазивный мониторинг системного артериального давления (САД) с помощью Finapres-2300 (Ohmeda) и ЛСК в обеих средних мозговых артериях (СМА) с помощью Multi Dop X (DWL) в течение 10 мин в состоянии покоя при спонтанном дыхании [29],

оценку АРМК с помощью манжетного теста [1] — определяли индекс ауторегуляции (ARI) и кросс-спектрального анализа спонтанных колебаний САД и ЛСК в СМА в диапазоне волн Майера [11] — определяли сдвиг фаз (ФС) в радианах. Во время мониторинга обследуемый находился в горизонтальном положении. Кросс-спектральный анализ проводили по стандартному алгоритму посредством пакета программ "Statistica 6.0 for Windows". Рассчитывали ФС между ЛСК и САД в диапазоне системных волн Майера на частотах с максимальной спектральной плотностью М-волн в спектре САД, при которой когерентность между М-волнами САД и ЛСК составляла не менее 0.6. У оперированных больных оценку АРМК проводили до и через 10 дней после операции.

У 8 больных проводили измерение давления ЦСЖ и ИНТ в терминальной цистерне спинного мозга на поясничном уровне с помощью люмбальной иглы (21G Whitacre) и наружного пьезодатчика фирмы Becton Dickinson, в субдуральном пространстве с помощью баллон-катетера из латекса или оптоэлектронного датчика (Codman Johnson-Johnson, Raynham, MA) и в желудочковой системе с помощью вентрикулярного катетера и внешнего датчика (Becton Dickinson). Сигналы давления ЦСЖ через аналоговый вход подавали в систему Multi Dop X, где проводили мультиканальный мониторинг исследуемых показателей.

Для измерения индекса сопротивления резорбции применяли модифицированную методику Katzman-Hussey [10] с непрерывным медленным введением физиологического раствора с постоянной скоростью 1.5 мл/мин. При сообщающейся форме гидроцефалии измерение давления ЦСЖ проводили в люмбальном пространстве с помощью двух игл, установленных на смежных уровнях. При окклюзионной форме гидроцефалии измерение давления ЦСЖ проводили в боковых желудочках через предварительно установленный вентрикулярный катетер. Исследования выполняли спустя сутки после вентрикулопункции, после чего вентрикулярный катетер удаляли. Проводили профилактическую антибактериальную терапию, инфекционных осложнений не было.

Показания к оперативному вмешательству определяли главным образом на основании клинико-неврологического осмотра и данных нейровизуализации. Оперативное вмешательство было выполнено у 11 больных с клиническими признаками ВЧГ и у 5 из 15 больных без признаков ВЧГ. Послеоперационных осложнений, связанных с установкой шунтирующей системы, не было.

При наличии объемного образования больших размеров у 5 больных восстановление проходности ликворопроводящих путей осуществляли путем удаления опухоли. В 6 наблюдениях при окклюзионной гидроцефалии четырем пациентам выполнили вентрикулоперитонеальное шунтирование, двум — эндоскопическое вмешательство — перфорацию дна III желудочка. При НГ 4 пациентам выполнено вентрикуло-перитонеальное шунтирование, одному — эндоскопическое

вмешательство. При вентрикуло-перитонеальном шунтировании использовали шунтирующие системы среднего давления (Codman, Johnson-Johnson, Raynham, MA) с антисифоном. Результаты лечения оценивали с помощью шкалы Бартела через 1 мес после операции.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью стандартных статистических программ (Statistica 6.0 for Windows, Excel). Использовали параметрические (Стьюдента t) и непараметрические (Колмогорова — Смирнова) критерии. Отличия считали достоверными при $p < 0,05$.

Протокол проведения исследования пациентов был одобрен Этическим комитетом РНХИ им. проф. А.Л. Поленова. Исследование выполняли после получения письменного согласия пациента.

Результаты исследования

В зависимости от наличия признаков ВЧГ, все больные были разделены на две группы. ВЧГ диагностировали на основе субъективных жалоб на головные боли гипертензионного характера, данных офтальмоскопии, сканирования желудочковой системы, измерения давления ЦСЖ.

В табл. 1 представлены клинико-физиологические показатели у 11 больных с гидроцефалией и признаками ВЧГ (первая группа) до проведения оперативного вмешательства.

В табл. 2 представлены клинико-физиологические показатели у 15 больных с гидроцефалией без признаков ВЧГ (вторая группа) при поступлении.

Средние значения ПИ существенно не отличались в первой (0.81 ± 0.14 — слева, 0.82 ± 0.13 — справа) и второй (0.86 ± 0.16 — слева, 0.82 ± 0.14 — справа) группах. У больных 2-й группы предоперационные значения АРИ (6.5 ± 1.5 — слева, 6.1 ± 1.7 — справа) и ФС (0.9 ± 0.2 рад — слева, 1.0 ± 0.3 рад — справа) были достоверно ($p < 0.01$) выше, чем значения АРИ (3.7 ± 0.5 — слева, 3.6 ± 0.6 — справа) и ФС (0.5 ± 0.2 рад — слева, 0.6 ± 0.1 рад — справа) у пациентов 1-й группы.

У больных 1-й группы в послеоперационном периоде клиническое улучшение сопровождалось достоверным ($p < 0.05$) повышением ФС с обеих сторон (справа — 0.9 ± 0.2 , слева — 0.9 ± 0.1 рад). У оперированных больных 2-й группы существенного улучшения в неврологическом статусе в послеоперационном периоде выявлено не было. Средние значения АРИ (справа — 6.3 ± 1.5 , слева — 6.0 ± 1.0) и ФС (справа — 1.0 ± 0.2 рад, слева — 1.0 ± 0.3 рад) до операции были существенно выше, чем у оперированных больных с признаками ВЧГ. После операции отмечена тенденция к незначительному снижению ФС (справа — 0.9 ± 0.2 рад, слева — 0.9 ± 0.1 рад), однако различия были недостоверны.

На рис. 1 представлены результаты обследования больного с сообщающейся формой НГ. Индекс Эванса составил 0.26, уровень интеллектуально-мнестических функций по шкале FAB — 15 баллов.

Таблица 1 / Table 1

Клинико-физиологические показатели у больных с признаками ВЧГ / Clinical and physiological parameters at patients with signs of ICH

N набл	Возраст	Индекс Эванса	Шкала FAB	САД, мм рт.ст.	ЛСК, см/с		ПИ		ARI		ФС рад	
					справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева
1	24	0.33	14	73	60	60	1.09	1.14	—	—	0.5	0.5
2	18	0.32	12	82	81	64	0.78	0.83	3	3	0.7	0.7
3	46	0.31	12	112	73	70	0.87	0.83	—	—	0.5	0.5
4	45	0.32	10	111	60	58	0.68	0.68	—	—	0.3	0.4
5	42	0.37	9	80	78	76	0.72	0.74	3	3	0.3	0.3
6	55	0.29	8	105	51	55	0.91	0.76	—	—	0.6	0.6
7	20	0.31	14	86	69	51	0.78	0.84	4	4	0.6	0.7
8	24	0.34	13	85	70	48	0.93	0.93	4	3.	0.9	0.6
9	32	0.22	13	80	64	64	0.89	0.82	4	4	0.6	0.4
10	40	0.32	15	67	68	71	0.70	0.71	4	4	0.6	0.6
11	37	0.29	14	90	64	72	0.58	0.71	—	—	0.5	0.3
M	35	0.31	12	88	67	63	0.81	0.82	3.7	3.6	0.5	0.5
m	12	0.04	2	15	9	9	0.14	0.13	0.5	0.6	0.2	0.1

Примечание. Здесь и в табл. 2: САД — системное артериальное давление, ЛСК — линейная скорость кровотока, ПИ — пульсационный индекс, ARI — индекс ауторегуляции, ФС — сдвиг фаз.

Таблица 2 / Table 2

Клинико-физиологические показатели у больных без признаков ВЧГ / Clinical and physiological parameters at patients without signs of ICH

N набл	Возраст	Индекс Эванса	Шкала FAB	САД, мм рт.ст.	ЛСК, см/с		ПИ		ARI		ФС рад	
					справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева
12	39	0.25	13	91	101	98	0.73	0.75	6	6	1.0	1.1
13	21	0.32	10	99	65	62	1.10	0.98	5	5	0.9	0.9
14	35	0.30	14	75	62	62	0.97	0.94	7	7	1.0	1.1
15	44	0.26	12	92	69	63	0.74	0.79	—	—	0.8	0.4
16	23	0.27	16	99	102	110	0.67	0.67	—	—	0.9	0.8
17	16	0.23	15	80	76	78	0.83	0.86	—	—	0.8	0.8
18	30	0.26	8	66	56	61	0.92	0.89	8	7	1.4	1.6
19	25	0.33	15	80	52	54	1.20	1.10	8	8	1.2	1.2
20	24	0.28	15	88	110	118	0.62	0.55	5	4	0.9	1.3
21	33	0.30	16	99	81	81	0.69	0.73	6	6	1.1	0.7
22	33	0.22	16	87	64	64	0.81	0.86	9	8	1.1	1.6
23	35	0.35	16	80	59	60	0.85	0.76	7	7	1.0	1.1
24	52	0.30	14	79	54	57	1.05	0.90	—	—	0.7	0.7
25	24	0.32	16	93	109	98	0.90	0.80	—	—	1.1	1.1
26	44	0.35	15	85	62	63	0.78	0.68	6	5	1.1	0.9
M	32	0.29	14	86	74	74	0.86	0.82	6.5	6.1	0.9	1.0
m	10	0.04	2	9	20	20	0.16	0.13	1.5	1.7	0.2	0.3

ФС и ARI соответствовали нормальным значениям и свидетельствовали об отсутствии нарушения АРМК, несмотря на расширение желудочковой системы по данным сканирования головного мозга. От проведения шунтирующей операции решено было воздержаться и проводить динамическое наблюдение. В дальнейшем отмечалось улучшение состояния и больной выписан на 10-е сутки.

На рис. 2 представлены результаты обследования больного с сообщающейся формой гипертензивной гидроцефалии и наличием клинических проявлений синдрома Хакима—Адамса. Индекс Эванса составил 0.28, уровень интеллектуально-мнестических нарушений по шкале FAB — 9 баллов.

Исходное давление ЦСЖ в люмбальном пространстве составило 18 мм рт.ст., сопротивление

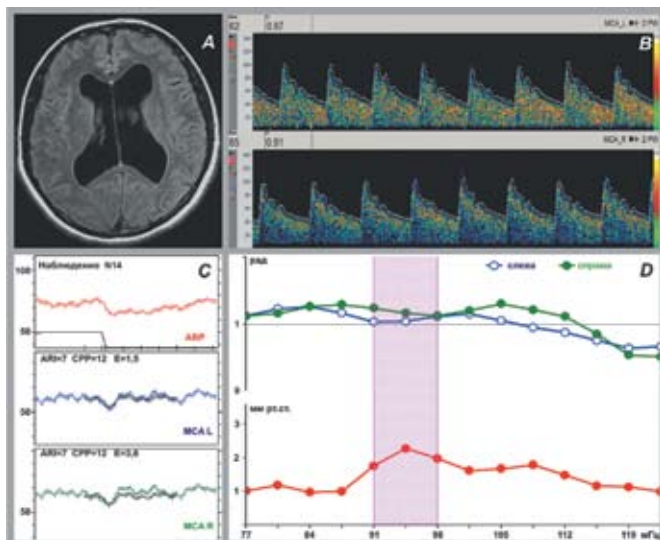


Рис. 1. Результаты обследования больного (набл. 14) с сообщающейся формой НГ. А — КТ головного мозга; В — спектры ЛСК в обеих СМА; С — динамика САД, ЛСК и показатели АРМК при проведении манжетного теста; D — ФС между ЛСК и САД и амплитудный спектр САД в диапазоне М-волн. Fig. 1. Examination data of patient (case 14) with communicating hydrocephalus. A — Brain CT; B — spectrum of linear velocity of blood flow (LVBF) in both MCA; C — dynamics of systolic BP, LVBF and parameters of cerebral blood flow autoregulation (CBFA) during performing the cuff test; D — phase deviation (PD) between LVBF and systolic BP and amplitude spectrum of systolic BP in M-waves diapason.

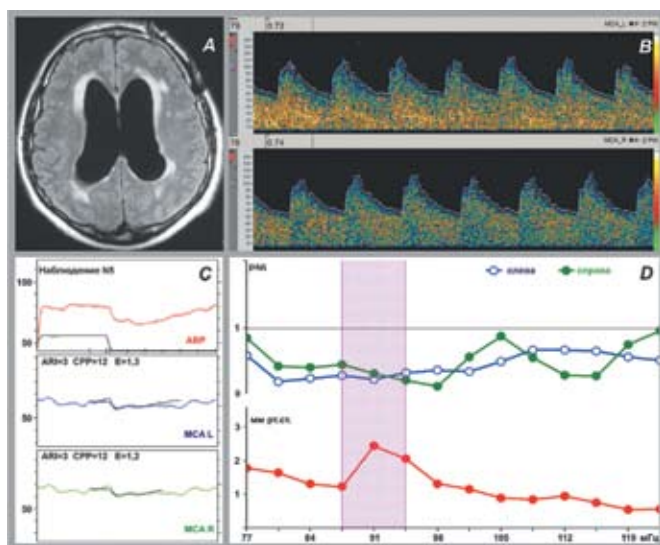


Рис. 2. Результаты обследования больного (набл. 5) с сообщающейся формой гидроцефалии и умеренной ВЧГ до проведения шунтирующей операции. Обозначения те же, что и на рис. 1. Fig. 2. Examination data of patient (case 5) with communicating hydrocephalus and moderate VCH before shunting operation. Legend is the same to the fig. 1.

резорбции ЦСЖ — 17 мм рт.ст./мл/мин. По данным ТКДГ, ЛСК в СМА была в пределах нормы, а ПИ был ниже нормальных значений и указывал на отсутствие ВЧГ. При оценке состояния АРМК отмечали значительное снижение АРИ и ФС, что указывало на выраженное нарушение АРМК.

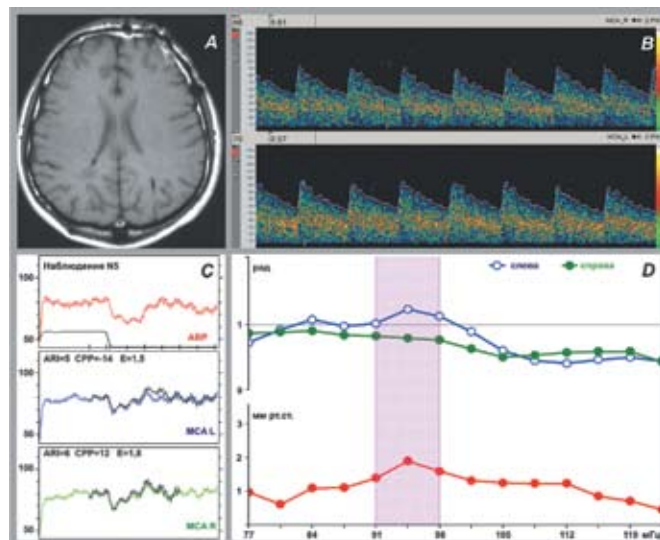


Рис. 3. Результаты обследования больного (набл. 5) с сообщающейся формой гидроцефалии на 10-е сутки после проведения вентрикуло-перитонеального шунтирования. Обозначения те же, что и на рис. 1. Fig. 3. Examination data of patient (case 5) with communicating hydrocephalus on 10th day after ventriculoperitoneal shunt performing. Legend is the same to the fig. 1.

Пациенту выполнена операция — вентрикуло-перитонеальное шунтирование, после которого отмечен значительный регресс неврологической симптоматики. На 10-е сутки после операции индекс Эванса составил 0.12, уровень интеллектуально-мнестических функций по шкале FAB возрос до 15 баллов. КТ головного мозга, ЛСК и показатели АРМК представлены на рис. 3.

После проведения вентрикуло-перитонеального шунтирования отмечали повышение ФС и АРИ с обеих сторон, что указывало на улучшение АРМК. Существенного изменения ЛСК не отмечено, однако имело место дальнейшее снижение ПИ. Пациент в удовлетворительном состоянии был выписан на 12-е сутки после операции.

Обсуждение

Проблема определения показаний к хирургическому лечению у больных с гидроцефалией остается до конца не решенной. Наряду с методами нейровизуализации, оценкой неврологического и нейропсихологического статуса, мониторинг показателей системы ликвородинамики, включая ИНТ, остается «золотым стандартом», который включен в рекомендации по ведению больных с нормотензивной гидроцефалией [42]. Значения сопротивления резорбции ЦСЖ более 18 мм рт.ст./мл/мин указывают на снижение резорбционных свойств системы ликвороциркуляции, что с высокой степенью вероятности, по мнению большинства авторов, позволяет прогнозировать положительный эффект от оперативного вмешательства [4, 42].

Наряду с данными ИНТ, важными с прогностической точки зрения критериями эф-

фективности оперативного вмешательства могут служить результаты оценки состояния мозгового кровотока. В 1969 Т. Greitz и соавт. [17] показали, что выведение ЦСЖ у пациентов с нормотензивной гидроцефалией сопровождалось достоверным повышением МК по клиренсу Xe^{133} . Повышение МК в сочетании с клиническим улучшением после проведения оперативного вмешательства отмечали в своих исследованиях другие авторы [16, 28, 32, 35, 41, 46]. У больных с заместительной гидроцефалией вследствие церебральной атрофии не отмечалось значимого повышения МК при проведении теста с выведением ЦСЖ либо имело место ещё большее снижение МК [17, 21, 32]. Другие авторы, напротив, считают, что улучшения после шунтирования следует ожидать преимущественно у тех больных, предоперационные значения МК у которых были нормальными или даже повышены [2, 27, 30, 36, 43].

Противоречивыми остаются результаты доплерографической оценки состояния церебральной гемодинамики. W. Hassler и соавт. [22] описали снижение ЛСК при повышении ВЧД, которое приводило к снижению диастолической скорости кровотока и соответствующему повышению ПИ. Выведение ЦСЖ и шунтирующие операции в случае клинического улучшения сопровождались повышением ЛСК и снижением ПИ [12, 23, 24, 30, 38, 40]. S. Bakker и соавт. [2] при исследовании пациентов с нормотензивной гидроцефалией до и после шунтирующей операции пришли к выводу, что у больных с благоприятным исходом хирургического лечения предоперационные значения ЛСК были достоверно выше, чем у больных без улучшения, а значения ПИ, хотя и были высокими в обеих группах, но достоверно не снижались после операции. A. Behrens и соавт. [3] не выявили достоверного снижения ЛСК и повышения ПИ на фоне проведения ИНТ. Более того, даже у больных с диагностированной идиопатической внутричерепной гипертензией (ВЧД 320 ± 60 мм вод.ст.) значения ЛСК и ПИ существенно не отличались от нормальных [18].

Что же касается оценки регуляции мозгового кровотока у больных с гидроцефалией, то следует отметить, что большинство работ, представленных в литературе, посвящено изучению состояния цереброваскулярной реактивности с помощью ингаляции 5% CO_2 и внутривенного введения ацетозоламида. Авторы сходятся во мнении, что предоперационная цереброваскулярная реактивность, измеренная на основе регистрации МК с помощью разных методов (Кети-Шмитда, КТ с Xe^{133} , СПЕКТ с использованием $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ПЭТ, ТКДГ), у больных с гидроцефалией нарушена. При положительном эффекте от оперативного вмешательства отмечается улучшение цереброваскулярной реактивности [2, 6, 7, 16, 27, 30, 40]. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что снижение цереброваскулярной реактивности является следствием субкомпенсации/декомпенсации вазодилаторного ответа сосудов микроциркуляторного русла в условиях патоморфологических изменений в веществе мозга и

нарушения адекватного его метаболизма на фоне гидроцефалии, даже если ВЧД не повышено.

Несмотря на свою информативность, оценка цереброваскулярной реактивности с помощью ингаляции CO_2 и внутривенного введения ацетозоламида не лишена недостатков: введение вещества трудно дозируемо, оно не всегда адекватно переносится пациентом, что может вызвать дополнительные гемодинамические реакции, не связанные напрямую с состоянием регуляции сосудов микроциркуляторного русла, и исказить результаты исследования.

Особенности состояния миогенной регуляции МК, или, иными словами, АРМК, у больных с гидроцефалией изучены в меньшей степени. Заслуживает внимания работа Z. Czosnyka и соавт. [10], в которой у 35 больных с НГ проводили сравнительный анализ результатов предоперационной оценки R_{out} (компьютеризированный метод Katzman—Hussey) и индекса АРМК по данным корреляционного анализа медленных колебаний ЛСК в СМА и САД с помощью скользящего среднего. Среднее ВЧД составило 6 ± 6 мм рт.ст. У 20 больных R_{out} превышало 13 мм рт.ст., у остальных оно было в пределах нормы. Авторы выявили достоверную корреляцию между R_{out} и Мх ($r = 0.41$, $P < 0.02$), заключая, что нормальная АРМК в сочетании с повышением R_{out} может быть прогностически благоприятным критерием эффективности шунтирующих операций у больных с НГ. Причина отсутствия ВЧГ при повышении R_{out} и возникновения клинических признаков заболевания, по их мнению, заключается в том, что ЦСЖ в результате снижения проницаемости диффундирует из желудочковой системы в белое вещество головного мозга. Белое вещество, таким образом, выполняет буферную функцию, препятствуя повышению ВЧД, но приводит к снижению МК в перивентрикулярной зоне, преимущественно в лобных долях [39], обуславливая развитие характерного симптомокомплекса. Повышение R_{out} в данных условиях объясняется более высокой скоростью введения (1.5 мл/мин), в несколько раз превышающей скорость диффузии ЦСЖ в белое вещество. Дренажное ЦСЖ с помощью вентрикулоперитонеального шунтирования приводит к уменьшению диффузии, улучшению МК и регрессу клинических проявлений. Однако до конца остается неясным, почему, при снижении МК в белом веществе, АРМК в данной группе больных остается сохранной.

Вторая группа обследованных больных отличалась нормальными значениями R_{out} и высоким индексом Мх, указывающим на нарушение АРМК. Последнее объясняется авторами как следствие конкурирующей сосудистой патологии, а не гидроцефалии, которая носит заместительный характер и сочетается с церебральной атрофией. Проведение оперативного вмешательства у таких больных является малоэффективным.

В работе представлены лишь предоперационные результаты обследования, что не позволяет судить о динамике изменений клинической симптоматики, данных оценки АРМК в послеоперационном периоде. Вопрос о том, следует ли

оперировать больных в случае повышения R_{out} и снижения M_x , также остается неясным.

Полученные нами результаты оценки церебральной гемодинамики с помощью ТКДГ у больных с гидроцефалией свидетельствуют о том, что ПИ не всегда указывает на наличие ВЧГ. Отмечается достоверное различие состояния АРМК у больных с признаками ВЧГ и без неё.

При проведении корреляционного анализа данных АRI и ФС у всех больных выявлена положительная корреляция между указанными показателями ($r = 0.82$, $p < 0.05$), что свидетельствует в пользу возможности применения кросс-спектрального анализа в качестве альтернативного манжетному тесту метода. Кросс-спектральный анализ представляется более физиологическим, особенно когда у больного имеют место интеллектуально-мнестические нарушения, затрудняющие адекватное проведение манжетного теста.

Следует отметить, что у некоторых больных все же могут быть расхождения между значениями ФС и АRI. Вероятно, при проведении манжетного теста снижение САД может выходить за нижний предел АРМК и имитировать нарушение АРМК, тогда как кросс-спектральный анализ медленных колебаний, как правило, проводится при значениях САД, не выходящих за пределы АРМК. Возможна и ситуация, когда расхождение значений АRI и ФС обусловлено техническими факторами. Проведение кросс-спектрального анализа требует точной калибровки и надежной фиксации датчиков измерения ЛСК, САД, ВЧД, достижения высокого соотношения сигнал/шум в ходе всей записи регистрируемых показателей, а также высокой частоты дискретизации регистрирующих приборов.

Анализ АРМК в послеоперационном периоде позволяет оценить эффективность оперативного вмешательства. В настоящей серии группа с нормотензивной гидроцефалией представлена больными, которым операция была не показана, либо оперативное вмешательство при ретроспективном анализе оказалось малоэффективным и не привело к существенному улучшению качества жизни пациента.

Подтверждение информативности показателей АРМК при выборе тактики лечения требует проведения дальнейших исследований с набором группы пациентов с нормотензивной гидроцефалией, компрометирующей состояние церебральной гемодинамики. Важным представляется сопоставление показателей АРМК с клинической картиной и результатами МРТ, КТ головного мозга не только в ближайшем послеоперационном периоде, но также и в отдаленном — спустя 6 и 12 мес после операции.

Заключение. Данные оценки АРМК могут быть использованы для отбора больных с гидроцефалией для оперативного лечения.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Семенютин Владимир Борисович — д.б.н., проф., руководитель лаборатории патологии мозгового кровообращения ФГБУ РНХИ им. проф. А.Л. Поленова, e-mail: lbcp@mail.ru

Алиев Вугар Алиевич — ст.н.с, к.м.н., нейрохирург, ФГБУ РНХИ им. проф. А.Л. Поленова

Патцак Андреас — проф., Институт физиологии И. Мюллера Берлинского Университета им. Гумбольдтов, Германия

Берснев Валерий Павлович — д.м.н., проф., руководитель отделения хирургии травмы центральной нервной системы, периферической нервной системы и эпилепсии ФГБУ РНХИ им. проф. А.Л. Поленова

Панунцев Григорий Константинович — ст.н.с., к.м.н., невролог ФГБУ РНХИ им. проф. А.Л. Поленова

Козлов Александр Владимирович — инженер лаборатории патологии мозгового кровообращения ФГБУ РНХИ им. проф. А.Л. Поленова.

Рамазанов Шахоб Шукурович — аспирант отделения хирургии травмы центральной нервной системы, периферической нервной системы и эпилепсии ФГБУ РНХИ им. проф. А.Л. Поленова

ЛИТЕРАТУРА:

1. Aaslid R., Lindegaard K., Sorteberg W., Nornes H. Cerebral autoregulation dynamics in humans // *Stroke*. — 1989 — Vol. 20. — P. 45–52.
2. Bakker S.L., Boon A.J., Wijnhoud A.D., Dippel D.W., Delwel E.J., Koudstaal P.J. Cerebral hemodynamics before and after shunting in normal pressure hydrocephalus // *Acta Neurologica Scandinavica* 2002 — Volume 106. — P. 123–127.
3. Behrens A., Lenfeldt N., Ambarki K., Malm J., Eklund A., Koskinen L.O. Transcranial Doppler pulsatility index: not an accurate method to assess intracranial pressure // *Neurosurgery*. — 2010. — Vol. 66(6). — P. 1050–7.
4. Boon A., Tans J.T., Delwel E.J., Egeler-Peerdeman S.M., Hanio P.W., Wurzer P.W., Hermans J. How to select patients for shunting? An analysis of four diagnostic criteria // *Surg Neurol*. — 2000. — Vol. 53. — P. 201–7.
5. Boon A.J., Tans J.T., Delwel E.J., Egeler-Peerdeman S.M., Hanio P.W., Wurzer H.A., Avezaat C.J., De Jong D.A., Gooskens R.H., Hermans J. Dutch normal pressure hydrocephalus study. Prediction of outcome after shunting with the resistance to outflow of cerebrospinal fluid // *J Neurosurg*. — 1997. — Vol. 87. — P. 687–93.
6. Chang C.C., Asada H., Mimura T., Suzuki S. A prospective study of cerebral blood flow and cerebrovascular reactivity to acetazolamide in 162 patients with idiopathic normal-pressure hydrocephalus // *J Neurosurg*. — 2009. — Vol. 111. — P. 610–617.
7. Chang C.C., Kuwana N., Ito S., Ikegami T. Prediction of effectiveness of shunting in patients with normal pressure hydrocephalus by cerebral blood flow measurement and computed tomography // *Neurol Med Chir (Tokyo)*. — 1999 — Vol. 39. — P. 841–846.
8. Czosnyka Z., Czosnyka M., Lavinio A., Keong N., Pickard J.D. Clinical testing of CSF circulation // *European Journal of Anaesthesiology* — 2008. — Vol. 25 (Suppl 42). — P. 142–145.
9. Czosnyka Z., Czosnyka M., Owler B., Momjan S., Kasparovicz M., Schmidt E.A., Smielewsky P., Pickard J.D. The relationship between CSF circulation and cerebrovascular pressure reactivity in normal pressure hydrocephalus // *Acta Neurochirurgica (Supplement)*. — 2005. — Vol. 95. — P. 207–212.
10. Czosnyka Z., Czosnyka M., Whitfield P.C., Donovan T., Pickard J.D. Cerebral Autoregulation among Patients with Symptoms of Hydrocephalus // *Neurosurgery* — 2002. — Vol. 50 (3) — P. 526–533.
11. Diehl R., Linden D., Lucke D., Berlitz P. Phase relationship between cerebral blood flow velocity and blood pressure. A clinical test of autoregulation // *Stroke*. — 1995. — Vol. 26. — P. 1801–1804.
12. Dombrowski S., Crutchfield K., Ligon K., Becker J., Luciano M. Evidence for CSF-vascular compliance coupling in normal

- pressure hydrocephalus // *Cerebrospinal Fluid Research* — 2009. — Vol. 6 (Suppl 1). — P. 36.
13. Dubois B., Slachevsky A., Litvan I., Pillon B. The FAB: a Frontal Assessment Battery at bedside // *Neurology*. — 2000. — Vol. 55(11). — P. 1621–6.
 14. Evans W.A. An encephalographic ratio for estimating ventricular enlargement and cerebral atrophy // *Arch Neurol Psychiatry*. — 1942. — Vol. 47(6). — P. 931–937.
 15. Georgia A. Pulsatility Index May Predict Poor Outcome After Intracerebral Hemorrhage // *Covering Neurology* — 2003. — Vol. 61. — P.1051-6.
 16. Graff-Radford N.R., Rezai K., Godersky J.C., Eslinger P., Damasio H., Kirchner P.T. Regional cerebral blood flow in normal pressure hydrocephalus // *J Neurol Neurosurg Psychiatry* — 1987. — Vol. 50. — P. 1589–1596.
 17. Greitz T.V., Grepe A.O., Kalmer M.S., Lopez J. Pre — and post-operative evaluation of CBF in low-pressure hydrocephalus // *J Neurosurg* — 1969. — Vol. 31. — P. 644–651.
 18. Gur A.Y., Kesler A., Shopin L., Bornstein N.M. Transcranial Doppler for evaluation of idiopathic intracranial hypertension // *Acta Neurol Scand.* — 2007. — Vol. 116. — P. 239–242.
 19. Haan J., Thomeer R.T. Predictive value of temporary external lumbar drainage in normal pressure hydrocephalus // *Neurosurgery*. — 1988. — Vol. 22. — P. 388–391.
 20. Hanlo P. W., Gooskens R., Nijhuis I., Faber J., Peters R., Huffelen A., Tulleken C.A., Willems J. Value of transcranial Doppler indices in predicting raised ICP in infantile hydrocephalus // *Child's Nervous System*. — 1995. — Vol. 11. — P. 595–603.
 21. Hartman A., Alberti E. Cerebral blood flow and cerebral blood volume in communicating hydrocephalus // *Arch Psychiatr Nervenkr.* — 1978. — Vol. 225. — P. 291–306.
 22. Hassler W., Steinmetz H., Gawlowski J. Transcranial Doppler ultrasonography in raised intracranial pressure and in intracranial circulatory arrest // *J Neurosurg.* — 1988. — Vol. 68. — P. 745–51.
 23. Hill A., Volpe J.J. Decrease in pulsatile flow in the anterior cerebral arteries in infantile hydrocephalus // *Pediatrics*. — 1982. — Vol. 69(1). — P. 4–7.
 24. Jindal A., Mahapatra A.K. Correlation of ventricular size and transcranial Doppler findings before and after ventricular peritoneal shunt in patients with hydrocephalus : prospective study of 35 patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1998 — Vol. 65 — P. 269–271.
 25. Kahlon B., Sundbarg G., Rehncrona S. Lumbar infusion test in normal pressure hydrocephalus // *Acta Neurol Scand* — 2005. — Vol. 111. — P. 379–384.
 26. Katzman R., Hussey F. A simple constant infusion manometric test for measurement of CSF absorption // *Neurology*. — 1970. — Vol. 20. — P. 534–544.
 27. Kushner M., Younkin D., Weinberger J., Hurtig H., Goldberg H., Reivich M. Cerebral hemodynamics in the diagnosis of normal pressure hydrocephalus // *Neurology*. — 1984. — Vol. 34. — P. 96–99.
 28. Larsson A., Bergh A.C., Bilting M., Arlig A., Jacobsson L., Stephansen H., Wikkelsö C. Regional cerebral blood flow in normal pressure hydrocephalus: Diagnostic and prognostic aspects // *Eur J Nucl Med* — 1994. — Vol. 21. — P. 118–123.
 29. Lavinio A., Schmidt E., Haubrich C., Smielewski P., Pickard J., Czosnyka M. Noninvasive evaluation of dynamic cerebrovascular autoregulation using Finapres plethysmograph and transcranial Doppler // *Stroke*. — 2007. — Vol. 38(2). — P. 402–404.
 30. Lee H., Hu C., Whang K., Kim H.-J. Transcranial Doppler and Cerebrospinal Fluid Flow Study in Normal Pressure Hydrocephalus // *J Korean Neurosurg Soc.* 2006 — Vol. 39. — P. 20–26.
 31. Malm J., Kristensen B., Karlsson T. The predictive value of cerebrospinal fluid dynamic tests in patients with the idiopathic adult hydrocephalus syndrome // *Arch Neurol.* — 1995. — Vol. 52. — P. 783–9.
 32. Mamo H.L., Meric P.C., Ponsin J.C., Rey A.C., Luft A.G., Seylaz J.A. Cerebral blood flow in normal pressure hydrocephalus // *Stroke*. — 1987. — Vol. 18(6). — P. 1074–80.
 33. Marmarou A., Shulman K., Rosende R. A nonlinear analysis of the cerebrospinal fluid system and intracranial pressure dynamics. *J Neurosurg* // 1978. — Vol. 48. — P. 332–344.
 34. Marth—Fabregas J., Belvns R., Guardia E., Cocho D., Mucoz J., Marruecos L., Marth—Vilalta J.-L. Prognostic value of Pulsatility Index in acute intracerebral hemorrhage // *Neurology*. — 2003. — Vol. 61 (8) — P. 1051–1056.
 35. Mathew N.T., Meyer J.S., Hartmann A., Ott E.O. Abnormal CSF fluid-blood flow dynamics // *Arch Neurol.* — 1975. — Vol. 32. — P. 657–664.
 36. Matsuda M., Nakasu S., Nakazawa T., Handa J. Cerebral hemodynamics in patients with normal pressure hydrocephalus: correlation between cerebral circulation time and dementia // *Surg Neurol* — 1990. — Vol. 34. — P. 396–401.
 37. Momjian S., Owler B.K., Czosnyka Z., Czosnyka M., Pena A., Pickard J.D. // Pattern of white matter regional cerebral blood flow and autoregulation in normal pressure hydrocephalus // *Brain*. — 2004. — Vol. 127. — P. 965–72.
 38. Ncdvi S.S., Du Trevou M.D., Vandellen J.R. The use of TCD ultrasonography as a method of assessing ICP in hydrocephalic children. *Br J Neurosurg.* — 1994. — Vol. 8. — P. 573–577.
 39. Owler B. K., Pickard J.D. Cerebral Blood Flow and Normal Pressure Hydrocephalus. A Review // *Acta Neurologica Scandinavica* — 2001. — Vol. 104. — P. 325–342.
 40. Quinn M.W., Pople I.K. Middle cerebral artery pulsatility in children with blocked cerebrospinal fluid shunts // *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. — 1992. — Vol. 55. — P. 325–327.
 41. Raichle M.E., Eichling J.O., Gado M., Grubb R.L. Cerebral blood flow volume in dementia // *Neurology*. — 1974. — Vol. 24. — P. 350–54.
 42. Relkin N., Marmarou A., Klinge P., Bergsneider M., Black P. INPH Guidelines Study Group. Guidelines for the Diagnosis and Management of Idiopathic Normal-Pressure Hydrocephalus // *Neurosurgery*. — 2005 — Vol. 57(3). — S2.
 43. Schmidt J.F., Andersen A.R., Paulson O.B., Gjerris F. Angiotensin converting enzyme inhibition: CBF autoregulation and ICP in patients with normal-pressure hydrocephalus // *Acta Neurochir (Wien)*. — 1990. — Vol. 106. — P. 9–12.
 44. Synek V., Reuben J.R., Du Boulay G.H. Comparing Evans' index and computerized axial tomography in assessing relationship of ventricular size to brain size // *Neurology*. — 1976. — Vol. 26(3). — P. 231–233.
 45. Tanaka A., Kimura M., Nakayama Y., Yoshinaga S., Tomonaga M. Cerebral blood flow and autoregulation in normal pressure hydrocephalus // *Neurosurgery*. — 1997. — Vol. 40. — P. 1161–5.
 46. Vorstrup S., Christensen J., Gjerris F., Sorensen P.S., Thomsen A.M., Paulson O.B. Cerebral blood flow in patients with normal-pressure hydrocephalus before and after CSF shunting // *J. Neurosurg.* — 1987. — Vol. 66. — P.379–387.
 47. Walchenbach R., Geiger E., Thomeer R.T., Vanneste J. The value of temporary external lumbar CSF drainage in predicting the outcome of shunting on normal pressure hydrocephalus // *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. — 2002. — Vol. 72. — P. 503–506.
 48. Waldemar G., Schmidt J.F., Delecluse F., Andersen A.R., Gjerris F., Paulson O.B. High resolution SPECT with [99mTc]-d,l-HMPAO in normal pressure hydrocephalus before and after shunt operation // *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. — 1993. — Vol. 56. — P. 655–664.
 49. Weerakkody R.A., Czosnyka M., Schumann M.U., Schmidt E., Keong N., Santarius T., Pickard J.D., Czosnyka Z. Clinical assessment of cerebrospinal fluid dynamics in hydrocephalus. Guide to interpretation based on observational study // *Acta Neurol Scand* — 2011. — Vol. 124(2). — P. 85–98.