

Роль транскраниальной доплерографии в диагностике вторичных нарушений церебральной гемодинамики и определении тактики лечения детей с тяжелой черепно-мозговой травмой

А.М. Мытников, Ж.В. Селезнева, С.А. Горчаков, Т.П. Ермолаева

Role of transcranial Doppler in the diagnosis of secondary cerebral hemodynamic disorders and in the definition of treatment policy for children with severe brain injury

A.M. Mytnikov, Zh.V. Selezneva, S.A. Gorchakov, T.P. Ermolayeva

Московский НИИ педиатрии и детской хирургии; Детская городская клиническая больница № 9 им. Г.Н. Сперанского, Москва

Проведен анализ результатов клинко-доплерографических исследований у 93 детей с тяжелой черепно-мозговой травмой. Выявлены следующие патологические типы интракраниального артериального кровотока: гиперперфузия, спазм проксимальных отделов интракраниальных артерий, затрудненная перфузия на фоне отека мозга. Показано, что повышение скорости венозного оттока по прямому синусу является ранним признаком развития внутричерепной гипертензии и в условиях нарастающего отека головного мозга предшествует развитию затрудненной перфузии. Оперативные вмешательства, произведенные на фоне нормального интракраниального артериального кровотока и выраженного повышения скорости венозного оттока по прямому синусу, способствовали благоприятному исходу. Комплексная оценка доплерографических показателей артериального и венозного интракраниального кровотока у детей с тяжелой черепно-мозговой травмой позволяет своевременно проводить коррекцию дегидратационной и сосудистой терапии, решать вопрос о сроках и прогнозе оперативных вмешательств.

Ключевые слова: дети, черепно-мозговая травма, транскраниальная доплерография.

Clinical and Doppler studies were analyzed in 93 children with severe brain injury. The authors identified the following pathological types of intracranial arterial blood flow: hyperperfusion, spasm of the proximal portions of intracranial arteries, and difficult perfusion in the presence of brain edema. In young children, hyperfusion proved to be a prognostically good sign. Spasm occurred in only 7,5% of the examined children over 7 years of age. It has been shown that the higher velocity of venous return along the tentorial sinus is an early sign of evolving intracranial hypertension and, under progressive brain edema, is followed by the development of difficult perfusion. Surgical interventions carried out in the presence of normal intracranial arterial blood flow, as well as a marked increase in the velocity of venous return along the tentorial sinus contributed to a good outcome. Prognosis became much worse in patients operated on in presence of difficult perfusion. Thus, comprehensive assessment of the Doppler readings of arterial and venous intracranial blood flow in children with severe brain injury makes it possible to timely correct dehydration and vascular therapies, to decide when to perform surgery, and to define prognosis of surgical interventions.

Key words: children, brain injury, transcranial Doppler.

Тяжелая черепно-мозговая травма является одной из ведущих причин летальности и инвалидизации пострадавших. Частота травматических повреждений

ЦНС у детей составляет 150—200 на 100 000 в год и неуклонно увеличивается [1, 2].

Тактика оказания помощи больным с черепно-мозговой травмой, находящимся в коматозном состоянии, основывается на раннем выявлении и предотвращении вторичных повреждений мозга. Наибольшее внимание уделяется контролю уровня внутричерепного давления как одному из основных звеньев в порочном круге, приводящему к летальному исходу [3, 4]. В последнее десятилетие широкое клиническое применение получил метод транскраниальной доплерографии, позволяющий быстро и неинвазивно оценивать динамику интракраниального кровотока. В остром периоде черепно-мозговой травмы выделяют следующие варианты нарушений

© Коллектив авторов, 2010

Ros Vestn Perinatol Pediat 2010; 4:66–70

Адрес для корреспонденции: Мытников Аркадий Михайлович — д.м.н., проф., рук. отдела нейрохирургии МНИИ педиатрии и детской хирургии 125412 Москва, ул. Талдомская, д. 2

Селезнева Жанна Валерьевна — к.м.н., врач функциональной диагностики Детской городской клинической больницы № 9 им. Г.Н. Сперанского 123317 Москва, Шмитовский проезд, д. 29

Горчаков Сергей Александрович — к.м.н., зав. 4-го хирургического отделения ДГКБ № 9 им. Г.Н. Сперанского

Ермолаева Тамара Павловна — к.м.н., в.н.с. отдела нейрохирургии МНИИ педиатрии и детской хирургии

церебрального кровотока: гиперперфузию, спазм проксимальных отделов интракраниальных артерий, затрудненную перфузию на фоне отека головного мозга или периферического (дистального) ангиоспазма [5, 6].

При затрудненной перфузии на фоне отека мозга возможен расчет уровня внутричерепного давления по формулам, содержащим доплерографические показатели артериального кровотока. Однако этот метод чувствителен лишь при выраженной внутричерепной гипертензии, приводящей к истощению или «срыву» ауторегуляции [7–9].

В то же время известно, что венозный отток из полости черепа возможен при условии, если давление в церебральных венах выше, чем внутричерепное давление. В условиях нарастающего отека головного мозга отмечается компрессия мостиковых вен на уровне субарахноидального пространства, что приводит к затруднению венозного оттока по системе поверхностных вен и увеличению венозного сброса по прямому синусу. По мнению ряда авторов, более перспективным неинвазивным методом косвенной оценки внутричерепного давления является определение скорости венозного потока в прямом синусе с помощью транскраниальной доплерографии [10–12].

Проблеме нарушения венозной циркуляции, неотъемлемого компонента церебральной гемодинамики, уделяется гораздо меньше внимания, чем изучению физиологии и патологии артериального кровотока, хотя роль венозных дисгемий в патогенезе как ургентных, так и хронических сосудистых заболеваний нервной системы не менее значима. Специальных работ, касающихся нарушений артериального и венозного кровотока в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы у детей, нам не встретилось, что обусловило необходимость проведения настоящего исследования.

ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕТЕЙ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В условиях реанимационного отделения Детской городской клинической больницы № 9 им. Г.Н. Спранского динамическое доплерографическое обследование проведено 93 детям в возрасте от 1 года до 15 лет в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы. Уровень угнетения сознания при поступлении составил 3–8 баллов по шкале комы Глазго. Всем пострадавшим проводилась искусственная вентиляция легких. Произведено 44 оперативных вмешательства, из них 35 — декомпрессивные трепанации черепа. Пациентам проводилось неврологическое обследование в динамике, комплекс традиционных дополнительных инструментальных обследований (краниография, эхоэнцефалоскопия, нейроофтальмологическое обследование), а также осуществлял-

ся контроль осмотического гомеостаза. Для оценки структурных повреждений мозга проводилась компьютерная томография. Исход заболевания оценивался в соответствии со шкалой исходов Глазго.

В качестве контрольной группы обследованы 40 практически здоровых детей в возрасте от 1 года до 15 лет, не имеющих черепно-мозговых травм в анамнезе и без отчетливой неврологической симптоматики.

Допплерографическое исследование проводили по традиционной методике с 1-х по 15-е сутки после травмы с использованием аппарата АНГИОДИН российской фирмы «БИОСС». Оценку полученных доплерограмм осуществляли по следующим параметрам: скоростные характеристики потока крови — систолическая (V_s), диастолическая (V_d), средняя (V_m) скорости кровотока; уровень циркуляторного сопротивления — пульсационный индекс Gosling (P_i). Индекс Линдегарда служил критерием отличия ангиоспазма от гиперперфузии и определялся как соотношение средней скорости кровотока в средней мозговой и гомолатеральной внутренней сонной артерии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным транскраниальной доплерографии оценивалось состояние кровотока в передних, средних, задних мозговых и в основной артериях, а также внутренних сонных и позвоночных артериях. Поскольку среди показателей кровотока в интракраниальных артериях наиболее информативными являются характеристики кровотока в средних мозговых артериях, эти данные и представлены в таблице.

При магистральном типе кровотока, зарегистрированном у 54 (58%) пострадавших, доплерографические показатели в интракраниальных артериях не имели статистически достоверных отличий от таковых в группе контроля. Гиперперфузия мозга характеризовалась достоверным увеличением средней линейной скорости кровотока, сниженным циркуляторным сопротивлением, индексом Линдегарда, не превышающим 2,5, и выявлялась у 11 (11,8%) пациентов младшей возрастной группы. Спазм проксимальных отделов интракраниальных артерий регистрировался у 7 (7,5%) больных старше 7 лет. Он проявлялся значительным увеличением скорости кровотока при низком циркуляторном сопротивлении и высоком индексе Линдегарда (2,6–4). Затрудненная перфузия на фоне отека мозга, выявленная у 21 (22,6%) пациента, характеризовалась выраженным снижением линейной скорости кровотока при значительном увеличении циркуляторного сопротивления.

Наряду с оценкой артериального звена исследования линейную скорость венозного кровотока в прямом синусе. В группе контроля скорость венозного кровотока соответствовала 15–29 см/с и не зависела от воз-

Таблица. Показатели средней линейной скорости кровотока (V_m) и пульсационного индекса (P_i) в средней мозговой артерии у детей в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы ($M \pm m$)

Возраст	Контрольная группа ($n=40$)		Магистральный кровоток ($n=54$)		Гиперперфузия ($n=11$)		Спазм проксимальных отделов ($n=7$)		Затрудненная перфузия на фоне отека мозга			
	V_m , см/с	P_i	V_m , см/с	P_i	V_m , см/с	P_i	V_m , см/с	P_i	у больных с комой 5 баллов и выше ($n=10$)		при атонической коме ($n=11$)	
1—7 лет	86,10±7,53	0,68±0,07	83,00±5,9	0,68±0,10	117,14±4,45	0,39±0,08	—	—	34,15±7,31	1,34±0,15	17±7,74	3,53±1,13
p			>0,05	>0,05	<0,001	<0,001			<0,001	<0,01	<0,001	<0,001
8—15 лет	76,17±7,26	0,77±0,06	78,00±8,66	0,76±0,11	—	—	121,5±10,48	0,34±0,04	40,00±6,34	1,22±0,12	18±8,53	3,31±0,57
p			>0,05	>0,05			<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Примечание. p — значимость различий между средними значениями V_m и P_i в контрольной и заданной группах.

раста ребенка. У всех детей с тяжелой черепно-мозговой травмой отмечалось умеренное (30—50 см/с) или выраженное (выше 50 см/с) увеличение скорости кровотока в прямом синусе.

Благоприятное течение острого периода отмечалось у 75 больных как с гиперперфузией ($n=11$), так и при магистральном типе кровотока в условиях сохранения осмотического гомеостаза ($n=51$). Спазм проксимальных отделов интракраниальных артерий ($n=7$) обуславливал умеренные или выраженные нарушения церебральных функций и служил показанием к усилению сосудистой терапии. Затрудненная перфузия на фоне отека мозга — наиболее неблагоприятный тип церебральной гемодинамики. Данные компьютерной томографии (сужение ликворных пространств — боковых желудочков, субарахноидальных пространств, базальных цистерн) и клинической картины подтверждали наличие выраженного отека мозга, требующего оперативного вмешательства. В результате проведенных декомпрессивных трепанаций черепа выжили 6 из 18 больных. Грубая инвалидизация по шкале исходов Глазго отмечалась у 5 больных, вегетативный статус — у 1 пациента.

Неблагоприятное течение острого периода наблюдалось у 18 пациентов: при нарушении осмотического гомеостаза с развитием гиперосмолярной комы ($n=3$) на фоне магистрального артериального кровотока, а также у больных с затрудненной перфузией ($n=15$). В условиях прогрессирующего отека мозга у ряда больных отмечалась трансформация магистрального кровотока в затрудненную перфузию, что существенно ухудшало прогноз. В большинстве случаев проведение декомпрессивных трепанаций черепа на фоне затрудненной перфузии не приводило к положительному результату. Из 18 оперированных больных летальный исход наблюдался у 12. Трое пострадавших, доставленных в крайне тяжелом состоянии, уже в первые часы после поступления имели очень низкие показатели скорости интракраниального крово-

тока с ретроградным направлением диастолической составляющей (ревербирующий кровоток). Оперативные вмешательства считались нецелесообразными по причине крайней нестабильности показателей жизненно важных функций вследствие множественных тяжелых травматических повреждений.

Анализ проведенных исследований показал, что для обоснования прогноза и оценки эффективности лечебных мероприятий доплерографических данных артериального кровотока недостаточно, так как магистральный кровоток, регистрируемый в 1—3-и сутки после травмы, может трансформироваться в любой патологический тип церебральной гемодинамики. Учитывая теоретические предпосылки, мы стали уделять больше внимания скорости венозного кровотока в прямом синусе [12, 13].

Так, у 27 пациентов с магистральным типом артериального кровотока повышение скорости венозного потока в прямом синусе (до 55 см/с) совпадало с клиническим ухудшением, проявлявшимся углублением уровня комы, нарастанием стволовой симптоматики, присоединением судорожного синдрома, что обуславливало проведение почасового мониторинга артериального и венозного кровотока. У 10 больных на фоне усиления дегидратационной терапии отмечалась положительная динамика в неврологическом статусе, чему соответствовало снижение скорости венозного кровотока в прямом синусе.

У 17 пострадавших, получавших консервативное лечение, наблюдалось дальнейшее нарастание клинических симптомов отека головного мозга в виде плавающих движений глазных яблок, дивергенции глаз по горизонтальной или по вертикальной оси, отсутствия зрачковых реакций на свет и окулоцефалического рефлекса, снижения и исчезновения кашлевых реакций при санации трахеобронхиального дерева, появления брадикардии (в соответствии с клинической оценкой аксиальной дислокации Ф. Плама и Дж. Б. Познера, 1986 г.). При динамическом нейроофтальмологическом исследовании

отмечалось нарастание застойных явлений на глазном дне. В прямом синусе также выявлялось дальнейшее повышение скорости венозного потока (до 65 см/с и выше). На основании комплексной оценки клинических данных и результатов компьютерной томографии, нейроретинальной ангиографии и доплерографических показателей, при отсутствии эффекта от медикаментозной терапии формулировались показания к оперативному вмешательству — декомпрессивной трепанации черепа. Интраоперационно во всех случаях наблюдалась картина выраженного отека мозга. В результате оперативных вмешательств отмечалось существенное снижение скорости венозного кровотока в прямом синусе и отчетливая положительная динамика в неврологическом статусе.

Клинический пример. Больная З., 10 лет, поступила после дорожно-транспортного происшествия с диагнозом: тяжелая открытая черепно-мозговая травма. Перелом левой лобной и теменной костей. Множественные ушибы головного мозга. Субарахноидальное кровоизлияние. Перелом задней стенки левой орбиты. Перелом верхней челюсти.

При поступлении: состояние тяжелое, сознание угнетено до комы 6—7 баллов по шкале комы Глазго. Проводилась искусственная вентиляция легких. Неврологический статус: зрачки равны, фотореакция сохранена, фиксация взора влево, сухожильные рефлексы S>D.

Компьютерная томография: в обеих височных долях обширные очаги ушибов головного мозга однородной структуры. Очаг ушиба овоидной формы в правой лобной доле. Плотность вещества других отделов понижена. Срединные структуры не смещены, желудочки не деформированы, просветы сужены. Субарахноидальное пространство обеих гемисфер сужено, складки, борозды не прослеживаются. Миндалины мозжечка — у входа в большое затылочное отверстие. Угроза вклинения мозжечка. Транскраниальная доплерография: показатели артериального кровотока в пределах возрастной нормы, выраженное повышение скорости венозного потока в прямом синусе (52 см/с).

Проводилась интенсивная дегидратационная терапия, включавшая маннитол, на фоне которой к 4-м суткам отмечалась отрицательная динамика в виде углубления комы до 5 баллов, расходящегося косоглазия, отсутствия фотореакции и корнеальных рефлексов, судорожного синдрома с преобладанием тонического компонента. При динамическом доплерографическом исследовании изменений со стороны артериального кровотока не отмечалось, в прямом синусе скорость венозного потока возросла до 59 см/с. На основании клинических данных с учетом результатов компьютерной томографии были сформулированы показания к декомпрессивной трепанации черепа. Результаты доплерографического исследования подтверждали факт

прогрессирования отека головного мозга. После оперативного вмешательства наблюдалась нормализация скорости венозного кровотока в прямом синусе, что коррелировало с положительной динамикой в неврологическом статусе. В отдаленном периоде сохранялись умеренные нарушения в двигательной и речевой сферах.

Учитывая положительный эффект от оперативных вмешательств, выполненных на фоне адекватной церебральной перфузии, т.е. магистрального типа интракраниального артериального кровотока, ведущим доплерографическим критерием нарастающей внутричерепной гипертензии стала скорость венозного кровотока в прямом синусе. Повышение этого показателя более 55 см/с являлось значимым доплерографическим признаком выраженного отека мозга, что требовало тщательного динамического наблюдения. При некупирующемся отеке мозга и нарастании явлений его компрессии, что приводило к прогрессирующему увеличению скорости венозного кровотока в прямом синусе, принималось решение о проведении декомпрессивной трепанации черепа.

Мы провели сравнительный анализ лечебных мероприятий и исходов в двух группах больных. 1-ю группу составили пациенты, у которых построение прогноза и определение тактики лечения осуществлялось с использованием доплерографических показателей кровотока в интракраниальных артериях без учета венозного компонента ($n=41$). Во 2-ю группу вошли больные, которым проводилась комплексная оценка артериального и венозного звеньев церебральной гемодинамики ($n=52$). Так, в 1-й группе преобладали оперативные вмешательства, выполненные на фоне затрудненной перфузии, а во 2-й — при сохранении нормального типа интракраниального артериального кровотока. В 1-й группе летальный исход наблюдался у 11 (27%) больных, во 2-й — у 7 (13%).

Таким образом, декомпрессивные трепанации черепа стали выполняться в оптимальные сроки, что позволило улучшить прогноз и снизить процент неблагоприятных исходов ($p=0,046$).

ВЫВОДЫ

1. В остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы у детей комплексная оценка интракраниального кровотока методом транскраниальной доплерографии, включающая артериальный и венозный компоненты, позволяет своевременно проводить коррекцию медикаментозной терапии, определять тактику лечения и прогноз.

2. Особенностью церебральной гемодинамики в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы у детей является возможность развития гиперперфузии у пациентов младшей возрастной группы с прогнозированием благоприятного исхода и меньшей

выраженностью спазма проксимальных отделов интракраниальных артерий.

3. В условиях прогрессирующего отека головного мозга повышение скорости венозного кровотока в прямом синусе предшествует изменениям показателей артериального кровотока.

4. Выраженное повышение скорости венозного потока в прямом синусе, сопровождающее нарастание клинических проявлений отека мозга, резистентного к медикаментозной терапии, является важным фактором в определении показаний к декомпрессивной трепанации черепа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гескил С., Мерлин А. Детская неврология и нейрохирургия. М.: АОЗТ «Антидор», 1996. 163 С.
2. Потапов А.А., Лихтерман Л.Б. Доказательная нейротравматология. М.: 2003. 117 С.
3. Семенютин В.Б., Свистов Д.В. Регуляция мозгового кровообращения и ультразвуковые методы ее оценки. В кн. Ультразвуковая доплеровская диагностика в клинике. / Под ред. М.Ю. Никитина, А.И. Труханова. Москва — Иваново: МИК, 2004. С. 241—255.
4. Стулин И.Д., Мусин Р.С., Мнушкин А.О. и др. Клинико-инструментальная диагностика смерти мозга // Атмосфера. М., 2002. № 2.
5. Рабинович Е.С. Нарушения мозгового кровообращения в остром периоде черепно-мозговой травмы. Автореф. дис. ... к.м.н. Новосибирск, 2005. 21 с.
6. Скоромец Т.А. Гемодинамические механизмы вторичного повреждения головного мозга в остром периоде тяжелой и среднетяжелой черепно-мозговой травмы // Нейрохирургия. 2001. № 1. С. 18—22.
7. Белкин А.А., Алашев А.М., Инюшкин С.Н. Транскраниальная доплерография в интенсивной терапии. Петрозаводск: ООО «Издательство «ИнтелТек», 2006. С. 40—58.
8. Росин Ю.А. Допплерография сосудов головного мозга у детей. Ст-Петербург, 2004. С. 80—85.
9. de-Bray J.M., Saumet J.L., Berson M. et al. Acute intracranial hypertension and basilar artery bloodflow velocity recorded by transcranial Doppler sonography: An experimental study // Clin. Physiol. 1992. Vol. 12. P. 19—27.
10. Андреев А.В., Абрамова М.Ф. Венозные дисгемии и вертеброгенная недостаточность церебральной гемодинамики у детей. В кн. Ультразвуковая доплеровская диагностика в клинике. / Под ред. М.Ю. Никитина, А.И. Труханова. Москва — Иваново: МИК, 2004. С. 159—172.
11. Шахнович А.Р., Шахнович В.А. Диагностика нарушений мозгового кровообращения. Транскраниальная доплерография. М., 1996. С. 408—425.
12. Schoser B.G., Riemenschneider N., Hansen H.C. The impact of raised intracranial pressure on cerebral venous hemodynamics: a prospective venous transcranial Doppler ultrasonography study // J. Neurosurg. 1999. Vol. 91. P. 744—749.
13. Москаленко Ю.Е., Вайнштейн Г.Б., Домченко И.Т. и др. Внутрочерепная гемодинамика. Биофизические аспекты. Л.: Наука, 1997. 218. С.

Поступила 10.02.10