

# СЛУЧАЙ ДУПЛЕКСНОГО ТРАНСКРАНИАЛЬНОГО СКАНИРОВАНИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ У БОЛЬНОГО С НЕЙРОТРАВМОЙ

УДК 616.133.3–073.432:616.83–001  
Поступила 14.02.2014 г.



**Н.В. Шелудько**, врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой диагностики Клинической больницы №2<sup>1</sup>;

**Е.И. Карпович**, д.м.н., зав. отделением нейрофизиологических методов исследования<sup>2</sup>;

**Л.Р. Курилина**, к.м.н., доцент кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики<sup>3</sup>;

**Н.В. Заречнова**, зав. отделением анестезиологии и реанимации Клинической больницы №2<sup>1</sup>;

**П.И. Рыхтик**, к.м.н., зав. отделом лучевой диагностики<sup>1</sup>;

**Е.А. Павлова**, врач-нейрохирург отделения нейрохирургии Клинической больницы №2<sup>1</sup>;

**С.С. Павлов**, врач-нейрохирург отделения нейрохирургии Клинической больницы №2<sup>1</sup>;

**Л.В. Казакова**, д.м.н., зав. отделением ультразвуковой диагностики<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Приволжский окружной медицинский центр Федерального медико-биологического агентства России, Н. Новгород, 603005, Нижне-Волжская набережная, 2;

<sup>2</sup>Нижегородская областная детская клиническая больница, Н. Новгород, 603136, ул. Ванеева, 211;

<sup>3</sup>Нижегородская государственная медицинская академия, Н. Новгород, 603005, пл. Минина и Пожарского, 10/1

Рассмотрен клинический случай, который наглядно показал возможность использования метода транскраниального дуплексного сканирования (ТКДС) в диагностике смерти головного мозга. Особенностью данного наблюдения является выявление стадийности прекращения кровообращения в головном мозге: от появления альтернирующего кровообращения до полного отсутствия доплеровского спектра во всех интра- и экстракраниальных артериях брахиоцефальной системы, включая все стандартные доступы визуализации, в том числе трансорбитальный способ визуализации интракраниальных сосудов. Идентификация альтернирующего характера кровотока в экстракраниальных сосудах позволяет верифицировать прекращение кровообращения в головном мозге независимо от показателей интракраниального кровотока, что имеет большое значение при плохом качестве костного окна для ТКДС.

**Ключевые слова:** транскраниальное дуплексное сканирование; интракраниальные и экстракраниальные сосуды; смерть мозга.

## English

### A Case of Transcranial Duplex Scanning of Cerebral Arteries in a Patient with Neurotrauma

**N.V. Sheludko**, Ultrasonographer, Diagnostic Ultrasound Unit, Clinical Hospital No2<sup>1</sup>;

**E.I. Karpovich**, D.Med.Sc., Head of the Department of Neurophysiological Diagnostic Techniques<sup>2</sup>;

**L.R. Kurilina**, PhD, Associate Professor, the Department of Neurology, Neurosurgery and Medical Genetics<sup>3</sup>;

**N.V. Zarechnova**, Head of the Anesthesiology and Reanimation Department, Clinical Hospital No.2<sup>1</sup>;

**P.I. Rykhtik**, PhD, Head of The Radiodiagnosis Department<sup>1</sup>;

**E.A. Pavlova**, Neurosurgeon, the Department of Neurosurgery, Clinical Hospital No.2<sup>1</sup>;

**S.S. Pavlov**, Neurosurgeon, the Department of Neurosurgery, Clinical Hospital No.2<sup>1</sup>;

**L.V. Kazakova**, D.Med.Sc., Head of Diagnostic Ultrasound Unit<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Privolzhsky District Medical Center of Federal Medico-Biologic Agency of Russia, Nizhne-Volzhskaya naberezhnaya St., 2, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603005;

<sup>2</sup>Nizhny Novgorod Regional Children Hospital, Vaneeva St., 211, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603136;

<sup>3</sup>Nizhny Novgorod State Medical Academy, Minin and Pozharsky Square, 10/1, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603005

There has been described a clinical case to demonstrate the capabilities of transcranial duplex scanning (TCDS) in brain death diagnosis. The feature of the technique is the detection of brain circulation stagnation staging: from alternating circulation to a total absence of Doppler

**Для контактов:** Казакова Лариса Васильевна, тел. моб. +7-951-902-48-43; e-mail: klara200463@inbox.ru

spectrum in all intra- and extracranial arteries of brachiocephalic system including all standard imaging approaches, among them transorbital imaging of intracranial vessels. The identification of alternating circulation in extracranial vessels enables to verify stagnation of brain circulation regardless intracranial blood flow indices that is of great importance in case of bad quality of bone window for TCDS.

**Key words:** transcranial duplex scanning; intracranial and extracranial vessels; brain death.

Необходимость использования дополнительных диагностических тестов при затруднении оценки клинического состояния ЦНС поддерживается большинством исследователей [1–4]. Ультразвуковые методы в связи с информативностью, воспроизводимостью, безопасностью для обследуемого, возможностью проведения динамических наблюдений непосредственно у постели больного занимают ведущее место среди всех неинвазивных методов исследования [5, 6]. В современных приборах используется дуплексное сканирование внутрочерепных сосудов, позволяющее проводить количественную оценку кровотока в импульсно-волновом режиме, режиме цветного картирования и В-режиме одновременно. В исследованиях отечественных и зарубежных авторов показана высокая сопоставимость данных транскраниального дуплексного сканирования (ТКДС) с церебральной ангиографией [1–4, 7].

Приведем случай из собственной практики.

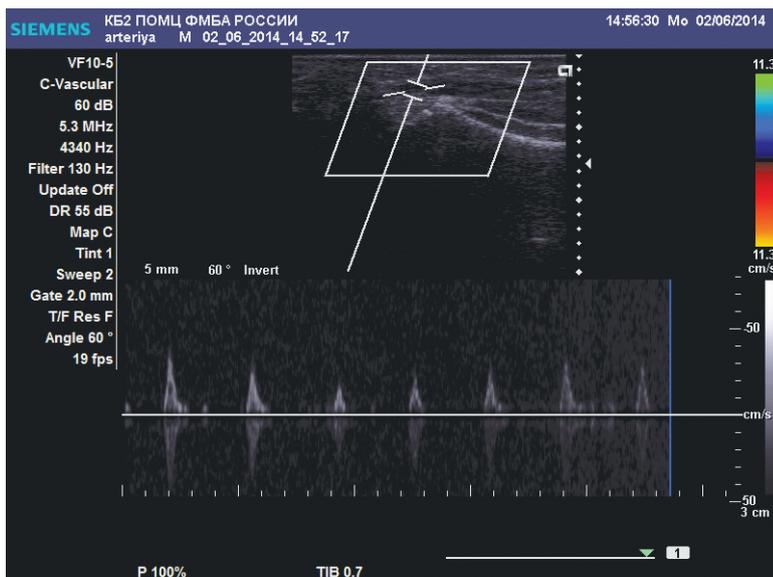
Пациент Д., 1984 года рождения, вследствие генерализованного эпилептического приступа ударился головой в результате падения с высоты. С тяжелой черепно-мозговой травмой был доставлен в центральную районную больницу. При поступлении больной был в сознании, жаловался на головную боль. На компьютерной томографии (КТ) головного мозга выявлены внутримозговые гематомы лобных областей с обеих сторон, эпидуральная гематома левой теменной области, перелом основания черепа. В течение трех часов с момента поступления больного в стационар

уровень его сознания снизился до сопора. В экстренном порядке выполнена операция — резекционная трепанация черепа, удаление и наружное дренирование эпидуральной гематомы (объем 100 мл). В послеоперационном периоде состояние пациента оценивалось как крайне тяжелое, уровень сознания — кома I–II степени. На 3-и сутки при динамическом КТ-исследовании выявлены множественные гематомы правой гемисферы головного мозга, внутримозговая гематома левой теменно-височной области.

На 5-е сутки от момента травмы пациент был переведен в отделение нейрореанимации и интенсивной терапии одной из больниц Нижнего Новгорода. На момент поступления отмечено угнетение сознания до комы II степени (по шкале ком Глазго — ШКГ — 4–5 баллов), АД — 110/65 мм рт. ст., ЧСС — 82 в минуту. Выполнена магнитно-резонансная томография (МРТ) головного мозга, при которой выявлено следующее: множественные внутримозговые гематомы больших полушарий головного мозга с перифокальным отеком; в стволе мозга — зона измененного сигнала 40×35×50 мм (большинство данных — за гематому); IV желудочек не визуализировался; компрессия червя мозжечка; правый боковой и III желудочки мозга поджаты, срединные структуры смещены влево на 9 мм; признаки субарахноидального и субдурального кровоизлияния в правой лобно-височной области (подозрение на аневризму).

По экстренным показаниям в связи с подозрением на разрыв аневризмы в правой гемисфере головного мозга выполнена операция — наружная декомпрессия правого полушария головного мозга в лобно-теменно-височной области, удаление внутримозговых гематом и очагов разможжения височной и лобной доли слева, удаление остаточной эпидуральной гематомы. Интраоперационно выполнено трансмуральное дуплексное сканирование сосудов головного мозга, выявлены признаки церебральной ангиоспазма правой средней мозговой артерии с повышением скорости линейного кровотока в ней до 180 см/с.

Несмотря на проводимое лечение, состояние пациента в послеоперационном периоде оставалось крайне тяжелым. В неврологическом статусе сохранялись признаки угнетения сознания до комы III степени (ШКГ — 3–5 баллов), менингеальные симптомы, отсутствие двигательной активности. Через 12 ч после окончания операции и в течение следующих трех суток при выполнении дуплексного сканирования интракраниальных сосудов определялся выраженный диффузный ангиоспазм с обеих сторон с максимальной скоростью кровотока по средней мозговой артерии до 220 см/с.



**Рис. 1.** ТКДС, транстемпоральный доступ, правосторонняя визуализация на уровне среднего мозга: двустороннее направление кровотока в сегменте M<sub>1</sub> правой средней мозговой артерии

На 4-е сутки после операции в неврологическом статусе — кома III степени, атония, арефлексия. При дуплексном сканировании интракраниальных сосудов кровотоков по задней мозговой артерии с обеих сторон не определялся, по передней мозговой и средней мозговой артериям с обеих сторон в сегменте  $M_1$  выявлялся кровоток с высоким периферическим сопротивлением, со скоростью 120 см/с. При динамическом выполнении МРТ головного мозга обнаружены признаки генерализованного отека головного мозга, уменьшение размеров желудочков, исчезновение различий между серым и белым веществом головного мозга.

На 6-е сутки у пациента появились клинические признаки смерти головного мозга: кома III степени; атония; арефлексия; зрачки умеренно расширены (4 мм в диаметре); центрально фиксированы; фотореакция; корнеальный рефлекс отсутствует; рефлекса с трахеи нет. При проведении триплексного сканирования в проекции всех визуализируемых интракраниальных сосудов отмечено наличие двунаправленного спектра потоков в бассейнах средней, передней, задней и основной артерий, что отражало признаки прекращения церебрального кровообращения (рис. 1).

При ТКДС в последующие сутки выявляли следующие изменения: по задней мозговой артерии с обеих сторон кровотоков не определялся, по передней с обеих сторон локализовался кровоток с единичными локусами систолических пиков до 50 см/с, по средней в сегменте  $M_1$  отмечался кровоток с двунаправленным спектром, со скоростью 120 см/с, в сегменте  $M_2$  — кровоток в виде систолических пиков до 20–30 см/с (рис. 2).

На 8-е сутки от последнего оперативного вмешательства и на 14-е сутки от момента травмы наступила смерть пациента. В ходе патологоанатомического исследования были выявлены признаки генерализованного отека и дислокации головного мозга, тромбоза синусов твердой мозговой оболочки, некротические изменения в стволовой части головного мозга, начальные проявления энцефалита.

В описанном клиническом случае при выполнении дуплексного сканирования с анализом гемодинамики в проекции экстра- и интракраниальных артерий выявлялась тенденция к уменьшению скоростных показателей с увеличением значений периферического сопротивления в проекции всех сосудов.

При остановке кровообращения в головном мозге показатели ТКДС обычно характеризуются патогномичными изменениями скоростного спектра потоков основных артерий, которые соответствуют прекращению перфузии в головном мозге.

Признаки прекращения внутричерепного кровотока, обнаруживаемые при ТКДС [2, 5]:

1) в стадии альтернирующего кровотока сумма показателей антероградного и ретроградного кровотока

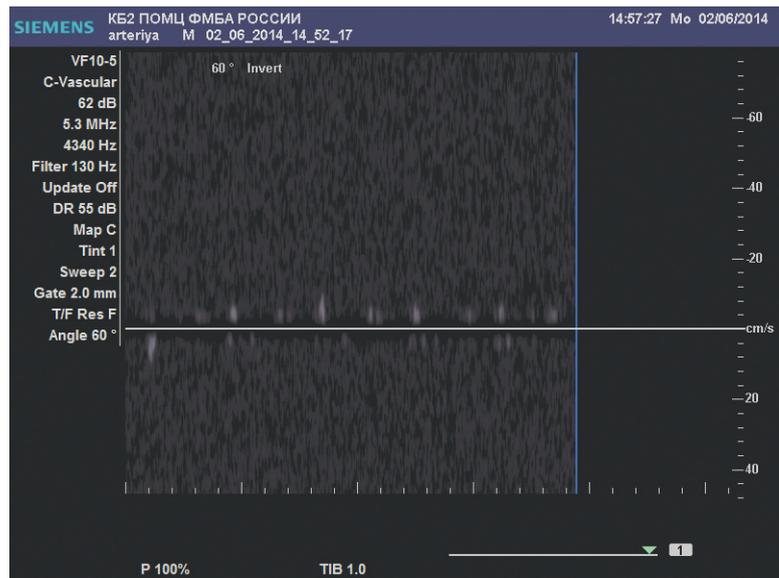


Рис. 2. ТКДС, трансстемпоральный доступ, правосторонняя визуализация на уровне среднего мозга: однонаправленное систолическое направление кровотока в сегменте  $M_1$  правой средней мозговой артерии менее 50 см/с

приближается к нулю, что в значительной степени коррелирует с признаками остановки кровообращения в головном мозге по данным цветового доплеровского сканирования и показывает колебания небольшого количества крови в просвете сосуда вперед и назад без продвижения крови по кровеносному руслу;

2) в стадии систолических зубцов определяются фазы изолированного систолического кровотока, продолжительность которых составляет менее 200 мс, а пиковая систолическая скорость — менее 50 см/с без диастолического компонента;

3) полное отсутствие доплеровского спектра.

В данном клиническом случае отчетливо прослеживается параллель между клиническими и доплерографическими признаками тяжелого повреждения головного мозга, приведшего к его смерти.

В соответствии с рекомендациями нейросонологической исследовательской группы по изучению смерти головного мозга Всемирной федерации неврологии диагноз «Остановка кровообращения в головном мозге» может выставляться при наличии следующих условий [5, 7]:

1) выполнен комбинированный анализ гемодинамики в экстра- и интракраниальных сосудах, кровоснабжающих головной мозг;

2) в сосудах обнаружены спектры потоков, соответствующие остановке кровообращения в головном мозге, в течение 30 мин;

3) выполнена инсонация всех основных сосудов, по которым осуществляется кровообращение в головном мозге — типичная картина должна определяться в проекции как минимум 2 сосудов, по которым осуществляется кровообращение в головном мозге, при отсутствии спектров потоков в остальных артериях;

4) визуализация предполагаемого диагноза долж-

на осуществляться при помощи ультразвукового сканирования экстракраниальных сегментов общей сонной и внутренней сонной артерий, позвоночных артерий [3].

Описанный клинический случай доказывает возможность успешного использования ТКДС в диагностике смерти головного мозга. Однако при выявлении остановки кровотока в головном мозге возможна неверная верификация полученных результатов, что обусловлено трудностями визуализации интракраниальных сосудов при ТКДС:

1) плохое качество инсонационного окна, ведущее к отсутствию спектра потоков в интракраниальных сосудах;

2) сохранение кровотока в интракраниальных сосудах, несмотря на наличие клинических или электроэнцефалографических признаков смерти, может приводить к ложноотрицательной интерпретации результатов исследования; присутствие персистирующего кровотока в интракраниальных сосудах, а также электроэнцефалографическая биоэлектрическая активность могут сохраняться в течение нескольких часов после постановки клинического диагноза «смерть головного мозга» [1–3].

Особенностью данного наблюдения явилось выявление стадийности прекращения кровообращения в головном мозге: от появления альтернирующего кровообращения до полного отсутствия доплеровского спектра во всех интра- и экстракраниальных артериях брахиоцефальной системы, включая все стандартные доступы визуализации, в том числе трансорбитальный способ визуализации интракраниальных сосудов. Наличие доплеровских спектров, соответствующих остановке кровообращения в головном мозге, выявлялось в течение 3 ч.

При выполнении электроэнцефалографии были зафиксированы биоэлектрические потенциалы, соответствующие I стадии прекращения кровотока по ТКДС. При выполнении повторной ТКДС и электроэнцефалографии через 30 мин в течение 3 часов после первичного исследования было диагностировано отсутствие кровотока по результатам обоих исследований, что наряду с клиническими данными позволяло верифицировать прекращение кровообращения в головном мозге.

В ходе настоящего наблюдения использовались все ультразвуковые методы дуплексного сканирования экстра- и интракраниальных артерий брахиоцефальной системы. Идентификация альтернирующего характера кровотока в экстракраниальных сосудах позволяет верифицировать прекращение кровообращения в головном мозге независимо от показателей интракраниального кровотока, что имеет большое значение при плохом качестве костного окна для ТКДС.

## Литература

1. Стулин И.Д., Мнушкин А.О., Мусин Р.С. и др. Современная неинвазивная диагностика смерти мозга. Вестник практической неврологии 1995; 1: 86.
2. Стулин И.Д. Диагностика смерти мозга. М: «ГЭОТАР-Медиа»; 2010.
3. Ducrocq X., Hassler W., Moritake K., et al. Consensus opinion on diagnosis of cerebral circulatory arrest using Doppler-sonography: Task Force Group on cerebral death of the Neurosonology Research Group of the World Federation of Neurology. *J Neurol Sci* 1998; 159(2): 145–150, [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-510X\(98\)00158-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-510X(98)00158-0).
4. Eggers J., Pade O., Rogge A., Schreiber S.J., Valdueza J.M. TCCS successfully visualizes all intracranial parts of the internal carotid artery. *Cerebrovasc Dis* 2007; 23 (Suppl 1): 36.
5. Вальдюза Х.М., Шрайбер С.Й., Рель Й-Э., Клинггелль Р.К. Нейросонология и нейровизуализация при инсульте. М: «Медпресс-информ»; 2012.
6. Dörfler P., Puls I., Schliesser M., Mäurer M., Becker G. Measurement of cerebral blood flow volume by extracranial sonography. *J Cerebral Blood Metab* 2000; 20(2): 269–271, <http://dx.doi.org/10.1097/00004647-200002000-00007>.
7. Doepp E., Schreiber S.J., Brunecker P., Valdueza J.M. Ultrasound assessment of global cerebral blood volume in healthy adults. *J Cereb Blood Floor Metab* 2003; 23(8): 972–977, <http://dx.doi.org/10.1097/01.WCB.0000071884.63724.69>.

## References

1. Stulin I.D., Mnushkin A.O., Musin R.S., et al. Modern noninvasive diagnosis of brain death. *Vestnik prakticheskoy neurologii* 1995; 1: 86.
2. Stulin I.D. *Diagnostika smerti mozga* [Brain death diagnosis]. Moscow: GEOTAR-Media; 2010.
3. Ducrocq X., Hassler W., Moritake K., et al. Consensus opinion on diagnosis of cerebral circulatory arrest using Doppler-sonography: Task Force Group on cerebral death of the Neurosonology Research Group of the World Federation of Neurology. *J Neurol Sci* 1998; 159(2): 145–150, [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-510X\(98\)00158-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-510X(98)00158-0).
4. Eggers J., Pade O., Rogge A., Schreiber S.J., Valdueza J.M. TCCS successfully visualizes all intracranial parts of the internal carotid artery. *Cerebrovasc Dis* 2007; 23 (Suppl 1): 36.
5. Val'dueza Kh.M., Shrayber S.Y., Rel' Y-E., Klinggibel' R.K. *Neyrosonologiya i neyrovizualizatsiya pri insul'te* [Neurosonology and neuroimaging in stroke]. Moscow: Medpress-inform; 2012.
6. Dörfler P., Puls I., Schliesser M., Mäurer M., Becker G. Measurement of cerebral blood flow volume by extracranial sonography. *J Cerebral Blood Metab* 2000; 20(2): 269–271, <http://dx.doi.org/10.1097/00004647-200002000-00007>.
7. Doepp E., Schreiber S.J., Brunecker P., Valdueza J.M. Ultrasound assessment of global cerebral blood volume in healthy adults. *J Cereb Blood Floor Metab* 2003; 23(8): 972–977, <http://dx.doi.org/10.1097/01.WCB.0000071884.63724.69>.