

Метод транскраниальной доплерографии в диагностике нарушений мозгового кровообращения

В.А. Щуров

A technique of transcranial Doppler ultrasound in the diagnostics of cerebral circulation disorders

V.A. Shchourov

Государственное учреждение науки

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

С помощью метода транскраниальной ультразвуковой доплерографии определена средняя скорость кровотока у 20 больных с гемипарезами после перенесенных инсульта (13) и черепно-мозговой травмы (7). Выявлено существенное снижение скорости кровотока в средней мозговой артерии пораженной стороны. При проведении проб с окклюзией сонных артерий, задержкой дыхания и гипероксией получена дополнительная информация, позволяющая судить о реактивности стенок мозговых артерий, их «перфузионном резерве», необходимая при планировании хирургических вмешательств с целью стимуляции коллатерального и капиллярного кровотока в системе средней мозговой артерии.

Mean circulation rate was determined in 20 patients with hemipareses after insult (13) and craniocerebral injury (7) got over using the technique of transcranial Doppler ultrasound. Considerable decrease of circulation rate in the medial cerebral artery of the involved side was revealed. When occlusion of carotid arteries was tested as well as breath holding and hyperoxia, additional information was obtained allowing to judge of reactivity of the walls of cerebral arteries, their "perfusion reserve"; the information was necessary for planning of surgeries for the purpose of collateral and capillary blood flow stimulation in the system of the medial cerebral artery.

Keywords: cerebral circulation, insult, craniocerebral injury, Doppler ultrasound.

В настоящее время из методов, позволяющих регистрировать величины кровотока в мозговых сосудах, на первом месте по точности, необременительности, воспроизводимости результатов исследования стоят ультразвуковые, в частности транскраниальная доплерография.

Эффект Допплера описан автором в 1842 году [1] и основан на том, что частота волн, принимаемая датчиком, зависит от скорости движения источника излучения. В ультразвуковых диагностических установках — от скорости движения по кровеносному руслу эритроцитов, отражающих звуковых волны. При этом доплеровский сдвиг частоты прямо пропорционален скорости потока крови. Неинвазивная транскраниальная доплерография (ТКДГ) предложена R. Aaslid et al. [2]. Метод основан на том, что при частоте излучения 2 МГц оценка кровотока по мозговым артериям производится транскраниально, то есть через так называемые «акустические окна» - участки истончения пластинчатой части височной кости, большое окципитальное отверстие или глазницу. Методика требует выработки у исследователя прочных навыков фиксации датчика и локации соответствующей артерии по глубине и направлению. Осо-

бенно сложно сохранять локацию ствола мозговой артерии при проведении проб с окклюзией сонных артерий.

Состояние кровотока можно оценить по качественным показателям: характеру звукового сигнала, форме доплерограммы, распределению в ней частот и направлению кровотока. Для количественной оценки используются показатели максимальной систолической скорости (**S**), скорости в конце диастолического цикла (**D**), средней скорости за цикл (**M**). К сожалению, показатели могут зависеть от точности локации сосуда, величины давления датчиком на ткани, угла наклона датчика по отношению к направлению потока, отсутствия между датчиком и кожным покровом пузырьков воздуха.

От этих моментов не зависят индексы сопротивления $Ri=(S-D)/S$ (индекс Пурсело), систолидиастолический индекс Стюарта $ISD=S/D$, индекс Гёслинга $Pi=(S-D)/M$.

Наиболее ценная информация получается при исследовании кровотока по средней мозговой артерии, которая является продолжением внутренней сонной артерии и переносит до 75% объема крови, поступающей в полушария мозга [3].

Несмотря на несомненную информативность данных о скорости кровотока по артериям, исследование кровотока, выполненное в состоянии физического покоя, не позволяет оценить адекватность кровоснабжения потребностям тканей, резервные и компенсаторные возможности сосудистого русла. Решение последней задачи чрезвычайно важно при проведении обследования у больных с последствиями ишемического и геморрагического инсультов при определении показаний к лечению методами, направленными на стимуляцию кровоснабжения тканей в бассейне средней мозговой артерии.

Затруднения в кровоснабжении определенных участков мозга возникают при поражении соответствующего сосуда в условиях недостаточности коллатерального кровообращения. Идея о возможности оперативного подключения сосудов из системы наружной сонной артерии для компенсации недостаточности мозгового кровотока при ишемических инсультах существует с начала прошлого столетия. Практически реализовать её удалось 35 лет назад [4]. Оказалось, что методика операции экстраинтракраниального микроанастомозирования эффективна лишь при высоком индексе церебрального перфузионного резерва, который рассчитывается по приросту скорости кровотока в мозговой артерии на единицу увеличения углекислого газа в выдыхаемом воздухе при гиперкапнической пробе [5]. В клинической практике не прекращается поиск других простых и надежных способов оценки резервных возможностей сосудистого русла средней мозговой артерии, который находится в прямой зависимости от напряжения углекислоты в тканях, способствующей вазодилатации [3].

Широкое распространение нашел каротидный компрессионный тест средней мозговой артерии с расчетом коэффициента овершута, основанного на оценке степени прироста линейной скорости кровотока после окончания 5-секундного пережатия инсультальной общей сонной артерии [5]. Применение проб с пережатием сонной артерии и ее ветвей небезопасно при наличии в них атеросклеротических бляшек.

Применение дыхательных проб основано на том, что при задержке дыхания в крови накапливается углекислота (гиперкапническая проба), а при форсированном усилении дыхания (гипероксическая проба) – углекислота вымывается. При прекращении дыхания после обычного вдоха коэффициент реактивности (Kp) рассчитывается по формуле:

$$Kp = (Va - Vo) * 100\% / Vo * t,$$

где Va – скорость кровотока по СМА в конце пробы, Vo – исходная скорость кровотока, t – длительность задержки дыхания.

Гипокапнический гипероксический тест заключается в регистрации снижения скорости кровотока при пробе с максимальной вентиляцией легких. При этой пробе у здоровых людей наблюдается урежение частоты пульса и снижение линейной скорости кровотока в среднем на 35%.

Весь диапазон реактивности системы в ответ на изменение химизма притекающей к мозгу крови отражают кумулированным индексом вазомоторной реактивности [6]:

$$ИВМР = (V_3 - V_2) / V_1^2 \cdot 100\%.$$

В норме коэффициент овершута должен быть не менее 1,216, а ИВМР – не менее 68% [5].

МЕТОДИКА

Ультразвуковая диагностика кровоснабжения мозга проведена нами с помощью компьютеризированной диагностической доплеровской установки фирмы "АНГИО-ПЛЮС" (датчики на 2 и 8 МГц) у контрольной группы обследуемых без нарушений мозгового кровообращения (31 человек, средний возраст 38 лет). Кроме того, обследованы 2 группы больных. Первую группу составили 13 больных 20-53 лет с последствиями перенесенного инсульта в бассейне средней мозговой артерии, вторую - 7 больных 16-55 лет с последствиями тяжелой черепно-мозговой травмы. У всех больных имелся выраженный в разной степени спастиче-

ский гемипарез.

Определены величины артериального систолического и диастолического давлений на плече, линейная скорость кровотока в сонных, позвоночных, надблоковых артериях, а также в артериях обеих половин мозга (передней, средней и задней). Кроме того, проведены функциональные пробы с окклюзией инсультальной и контралатеральной сонной артерий, гиперкапническая и гипероксическая. Типичной реакцией скорости кровотока средней мозговой артерии при окклюзии инсультальной общей сонной артерии является снижение показателя, а после окончания окклюзии – прирост (рис. 1).

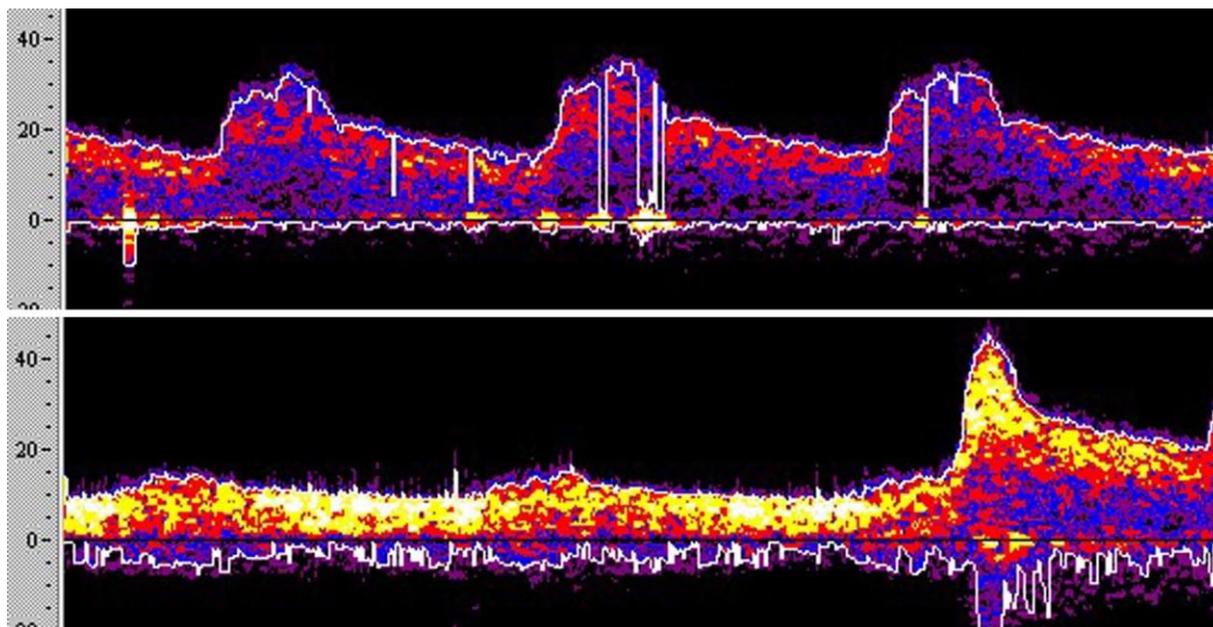


Рис. 1. Допплерограммы СМА 6-го Б-ва, 57 лет, до, во время и после окклюзии общей сонной артерии той же стороны. Средняя скорость кровотока: 20, 12 и 28 см/с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обнаружено, что у больных с нарушениями мозгового кровообращения как 1-й, так и 2-й групп имеется тенденция к повышению артериального давления (табл. 1). Особенности экстракраниального кровообращения являются снижение на 29% средней скорости кровотока по общей сонной артерии у пациентов, перенесших инсульт и повышение скорости кровотока по надблоковой артерии в 1,5 раза ($P \leq 0,05$) у больных 2 группы.

Средняя скорость кровотока по транскраниальным артериям у больных обеих групп на стороне поражения для удобства сравнения приведена в процентах относительно уровня нормы (табл. 2). Наиболее существенное отставание скорости кровотока выявлено по СМА, где оно составило у больных 1 и 2 групп соответственно 49% и 45% от уровня нормы (рис. 2).

Поскольку кровоснабжение головного мозга осуществляется из системы анатомически взаи-

мосвязанных артерий, логично ожидать, что на снижение кровотока по средней мозговой артерии пораженной стороны должны отреагировать другие артерии виллизиева круга.

Оказалось, что у здоровых обследуемых с повышением кровотока в одной из СМА до 19 см/с кровотоки в контралатеральной также повышается. То есть имеется содружественная реакция двух СМА. Однако у больных 1 и 2 групп в условиях, когда скорость кровотока по СМА интактной стороны превышает величины соответственно 12 и 10 см/с, наблюдается снижение скорости кровотока по СМА пораженной стороны (рис. 3), то есть имеется реципрокный характер взаимоотношений. Выявлена слабая корреляционная взаимосвязь величины средней скорости кровотока по СМА пораженной стороны с показателями кровотока в позвоночной и задней мозговой артериях той же стороны.

Скорость кровотока по экстракраниальным артериям (см/с)

Таблица 1.

Группы обследуемых	Число набл.	Мх АД (мм рт.ст.)	Сонная артерия	Позвоноч. артерия	Надблоков. артерия
Контрольная группа	62	118±3	22,7±0,8	11,1±0,6	13,5±0,7
1 группа	13	133±11	16,2±3,3	12,1±1,5	12,2±2,3
2 группа	7	129±6	19,5±3,0	12,6±2,3	20,3±2,3*

Таблица 2.

ССК по мозговым артериям в норме и относительные величины ССК у больных (в процентах от уровня нормы)

Мозговые артерии	ССК (см/с) в норме (n=62)	ССК в процентах от уровня нормы	
		1 группа (13)	2 группа (7)
Передняя мозговая	12,7±0,6	76,3±7,8 ($P \leq 0,05$)	99,2±11,8
Средняя мозговая	14,3±0,8	51,0±8,3 ($P \leq 0,05$)	55,2±12,5 ($P \leq 0,05$)
Задняя мозговая	10,6±0,4	89,6±13,2	82,1±8,4

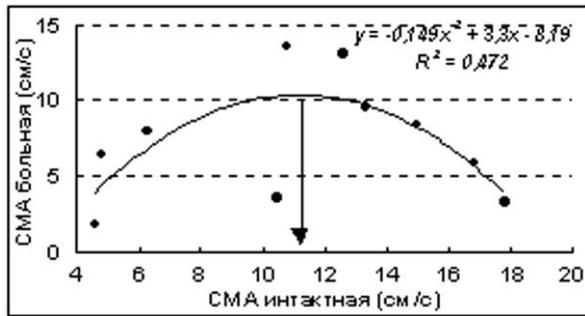


Рис. 2. Взаимосвязь скорости кровотока в СМА на стороне поражения и на интактной стороне у больных с последствиями инсульта.

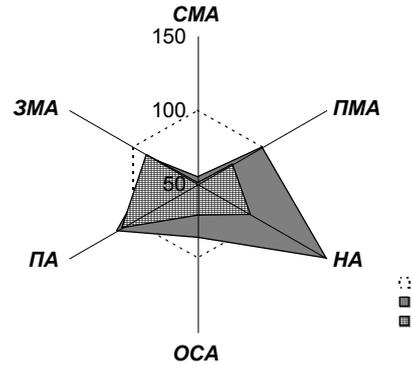


Рис. 3. Пиктограмма показателей кровотока по артериям, отнесенным к уровню нормы, у больных с последствиями черепно-мозговой травмы и инсульта. ПМА, СМА и ЗМА – передняя, средняя и задняя мозговые артерии, ОСА, НА, ПА – общая сонная, надблоковая и позвоночная артерии. Начало пиктограммы с 50%.

В условиях применения функциональных проб у обследуемых без ишемических нарушений мозга выявлено, что при ССК в средней мозговой артерии $16,2 \pm 1,54$ см/с после окклюзии ипсилатеральной общей сонной артерии скорость кровотока снижается на $37\% \pm 12$, а постшемический прирост скорости кровотока (коэффициент овершута) составляет 17%.

Особенностью состояния реактивности средней мозговой артерии при инсультах является меньшее снижение скорости кровотока при окклюзии сонной артерии той же стороны. Прирост кровотока при окклюзии контралатеральной сто-

роны наблюдается не у всех больных.

Таким образом, применение функциональных проб для оценки состояния сонных артерий с их окклюзией, а также проб с задержкой дыхания и гипероксией позволяет получить дополнительную информацию о реактивности стенок мозговых артерий, «перфузионном резерве», необходимую при планировании хирургических вмешательств с целью стимуляции коллатерального и капиллярного кровотока в системе средней мозговой артерии.

Таблица 3.

Показатели ауторегуляции кровотока по средней мозговой артерии

Группы обследуемых	ССК, (см/с)	Прирост ССК при окклюзии (%)		Прирост ССК при дыхательных пробах (%)	
		Ипсилат.	Контралат.	Гиперкапния	Гипероксия
Здоровые (7)	$16,2 \pm 1,54$	-37 ±12	31 ±10	51 ±12	-13 ±11
Интактная (5)	15,3 ±2,38	-39 ±1,5	33 ±8	35 ±9	-30 ±10
Пораженн. (5)	9,7 ±2,93	-11 ±2,7	-1±5	0,6 ±14	-48 ±11

ЛИТЕРАТУРА

1. Doppler J.C. Uber das farbige Licht der Dopplersterne und einiger anderer Gestirne des Himmels // Abhandlungen der Koniglichen Bohemischen Gessellschaft der Wissenschaften. - 1842. - Bd. 11. - S. 466-482.
2. Aaslid R., Markwalder T., Normen H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound receding of flow velocities in basal cerebral arteries // J. Neurosurg. - 1982. - Vol. 57. - P. 769-774.
3. Ультразвуковая доплеровская диагностика сосудистых заболеваний / Под ред. Ю.М. Никитина, А.И. Труханова. - М., 1998. - 432 с.
4. Donaghy R.M.P. Microvascular surgery / Ed. R.M.P. Donaghy, M.G. Yazargil. - St. Louis: Mosby. - 1967. - P. 75-86.
5. Гайдар Б.В., Парфенов В.Е., Свистов Д.В. Допплерографическая оценка ауторегуляции кровоснабжения головного мозга при нейрохирургической патологии // Вопр. нейрохирургии. - 1998. - №3. - С.31-36.
6. Mahajan R.P., Cavill G., Simpson E.J., Hope D.T. // 10-th International Symposium on Cerebral Hemodynamics: Abstracts. - Munich, 1996. - P. 4.

Рукопись поступила 20.12.01.