

ОЦЕНКА КРОВООБРАЩЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА В НОРМЕ И ПРИ СТЕНОТИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЯХ СОННЫХ АРТЕРИЙ

В.Б. Стародубцев, Ю.А. Власов, О.А. Синцова, А.М. Чернявский

ФГУ «Новосибирский НИИ патологии кровообращения им. акад. Е.Н. Мешалкина Росмедтехнологий»

cpssc@meshalkinclinic.ru

Ключевые слова: сонная артерия, кровоток головного мозга.

Известно, что удельный кровоток головного мозга составляет 43–67 мл/(100 г · мин) со средним значением 50 мл/(100 г · мин), а потребление кислорода 3,5 мл/(100 г · мин). Система кровообращения головного мозга выдерживает эти параметры у здорового человека в очень широком диапазоне функциональных состояний, поддерживая величину кровотока целого мозга на одном уровне [1, 2]. Указанные выше параметры кровообращения и газообмена мозга удерживаются в определенных границах изменения артериального давления и парциального напряжения газов венозной крови механизмами ауторегуляции. Одним из важных звеньев этой регуляции является Виллизиев круг, который компенсирует нарушения кровотока в различных отделах головного мозга, вызванные различными причинами – стенотическими атеросклеротическими поражениями, патологической извитостью или травмой брахиоцефальных артерий [3]. Цель нашего исследования – выявить нарушения мозгового кровотока и оценить степень компенсации этих нарушений при стенотических поражениях каротидных артерий.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование включено 2 группы пациентов. В первой (контрольной) группе 22 пациента без стенотического поражения сонных артерий. Мужчин – 16, женщин – 6, средний возраст 50,5±5,6 лет. Во второй группе 58 пациентов с атеросклеротическим стенозом сонных артерий. Мужчин – 46, женщин – 12, средний возраст – 55,3±5,6 лет.

У пациентов обеих групп измеряли массу тела, концентрацию гемоглобина крови (Hb). Используя метод церебральной оксиметрии, измеряли насыщение кислородом венозной крови (rSO₂), оттекающей от головного мозга, на лобной поверхности в зоне проекции фронтального венозного синуса, и измеряли насыщение кислородом артериальной крови (SaO₂). Во вре-

мя дуплексного сканирования определяли линейные скорости крови через сечение сосуда в фазу систолы и диастолы, диаметры позвоночных и внутренних сонных артерий с обеих сторон, а также определяли площадь поперечного сечения (S). Степень стеноза определяли по ECST [4]. Одновременно записывали электрокардиограмму для точного измерения частоты сердечных сокращений (ЧСС), интервала RR и основных фаз сердечного цикла – периода систолы и диастолы. По данным транскраниальной доплерографии определяли состояние Виллизиева круга [5].

Определяли объемный кровоток в минуту для каждой артерии по формуле:

$$Q_{1...4} = (V_{\text{среднее}}) \times (S) \times (RR) \times \text{ЧСС, мл/мин};$$

V_{среднее} – средняя линейная скорость определяется автоматически. Измеренные во всех четырех артериях потоки крови суммировали и таким образом получали величину кровотока головного мозга – Q_b.

По измеренным значениям концентрации гемоглобина в крови и насыщению кислородом артериальной крови (SaO₂) и крови, оттекающей от головного мозга (rSO₂), вычисляли артериовенозную разность (ABP) по кислороду для головного мозга.

$$ABP = (Hb \times 1,355) \times ((SaO_2) - (rSO_2)), \text{ мл/л.}$$

Затем вычисляли собственно реальное потребление кислорода головным мозгом (ПО₂):

$$ПО_2 = Q_b \times ABP, \text{ мл/мин.}$$

Далее вычисляем стандартную (должную) величину потребления кислорода головным мозгом (ПО₂ должн) [6].

Вначале вычисляют массу головного мозга (Mb) по массе тела (MT):

$$\text{для мужчин, масса тела от 67,2 до 75,7 кг } Mb = \text{EXP}(1,310147490059) \times (MT^{-0,2349280570106});$$

$$\text{для женщин, масса тела от 60,5 до 70,0 кг } Mb = (\text{EXP}(1,823456693571)) \times (MT^{-0,3891158587}).$$

По вычисленной массе головного мозга вычисляют его потребление кислорода (должное).

$$\text{Для мужчин с массой мозга от 0,8 до 1,266 кг } ПО_2 \text{ должн} = (\text{EXP}(4,08782885202)) \times (Mb^{0,433600308047});$$

Для мужчин с массой мозга от 1,266 до 1,402 кг ПО_2 должн = $(\text{EXP}(4,4628912663025)) \times \times (\text{Mb}^{-1,134006101564})$.

Для женщин с массой мозга от 0,794 до 1,212 кг ПО_2 должн = $(\text{EXP}(4,02820800486)) \times \times (\text{Mb}^{0,458027492287})$;

Для женщин с массой мозга от 1,212 до 1,292 кг ПО_2 должн = $(\text{EXP}(4,453301285286)) \times \times (\text{Mb}^{-1,74353537041})$.

Вычисленные должные значения потребления кислорода и кровотока головного мозга сравнивают с полученными у него значениями Qb и ПО_2 (приоритетная справка № 2007131031 от 14.08.07).

Сравнительная оценка результатов проводилась с помощью метода множественной линейной регрессии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У пациентов контрольной группы средний объемный кровоток мозга справа составил $0,404 \pm 0,137$ л/мин, слева – $0,452 \pm 0,289$ л/мин. Достоверных различий не выявлено ($p > 0,05$). Среднее потребление кислорода справа – $20,85 \pm 6,6$ мл/мин, слева – $23,28 \pm 6,6$ мл/мин, достоверных различий также не выявлено ($p > 0,05$) (табл. 1).

Средний общий объемный кровоток мозга составил $0,856 \pm 0,225$ л/мин, а средний должный общий кровоток – $0,865 \pm 0,163$ л/мин. Достоверных различий не выявлено ($p > 0,05$).

Среднее потребление кислорода в контрольной группе составило $44,14 \pm 15,2$ мл/мин, а среднее должное потребление – $44,6 \pm 3,82$ мл/мин. Достоверных различий в контрольной группе по данному критерию также не выявлено ($p > 0,05$) (табл. 2).

Среднее значение рассчитанной массы мозга в контрольной группе составило $1,24 \pm 0,08$ кг, в группе со стенозом сонных артерий – $1,27 \pm 0,08$ кг. Достоверных различий не выявлено ($p > 0,05$).

У пациентов с атеросклеротическим стенозом сонных артерий проведен регрессионный анализ ($n=58$). Выявлена умеренная корреляционная связь степени стеноза справа ($59 \pm 27\%$) с объемным кровотоком справа ($r=0,66$, $p < 0,05$), с разностью между истинным и должным объемным кровотоком справа ($r=0,44$, $p < 0,05$), с потреблением кислорода справа ($r=0,48$, $p < 0,05$) и разностью между истинным и должным потреблением кислорода справа ($r=0,33$, $p < 0,05$). Сильная корреляционная связь степени стеноза слева ($53 \pm 28\%$) отмечена с

Таблица 1

Средние значения объемного кровотока и потребления кислорода справа и слева у пациентов контрольной группы

Параметры	Справа	Слева
Объемный кровоток, л/мин	$0,404 \pm 0,137$	$0,452 \pm 0,289$
Потребление кислорода, л/мин	$20,85 \pm 6,6$	$23,28 \pm 6,6$

$p > 0,05$

Таблица 2

Средние значения истинного и должного объемного кровотока и потребления кислорода у пациентов контрольной группы

Параметры	Истинное	Должное
Общий объемный кровоток, л/мин	$0,856 \pm 0,225$	$0,865 \pm 0,163$
Общее потребление кислорода, мл/мин	$44,14 \pm 15,2$	$44,6 \pm 3,82$

$p > 0,05$

Таблица 3

Результаты регрессионного анализа пациентов со стенозом сонных артерий

Параметры	Стеноз	
	справа ($n=58$)	слева ($n=58$)
Объемный кровоток, л/мин	$r=0,66$	$r=0,72$
Разность между истинным и должным объемным кровотоком	$r=0,44$	$r=0,26$
Потребление кислорода	$r=0,48$	$r=0,22$
Разность между истинным и должным потреблением кислорода	$r=0,33$	$r=0,14$

$p < 0,05$

объемным кровотоком слева ($r=0,72$, $p < 0,05$), умеренная с разностью между истинным и должным объемным кровотоком слева ($r=0,26$, $p < 0,05$). Выявлена слабая корреляционная связь с потреблением кислорода слева ($r=0,22$, $p < 0,05$) и разностью между истинным и должным потреблением кислорода слева ($r=0,14$, $p < 0,05$) (табл. 3).

На рисунке дан график уравнения линейной регрессии, представляющий зависимость стеноза внутренней сонной артерии от объемного кровотока и потребления кислорода. На осно-

Стеноз ВСА = $119,3712 - 157,5973 \times X - 0,0701 \times Y$

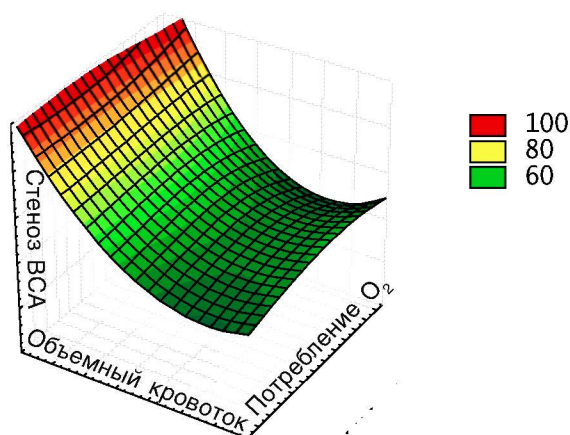


График уравнения линейной регрессии, представляющий зависимость стеноза внутренней сонной артерии от объемного кровотока и потребления кислорода.

вании полученных данных, умеренная корреляция объемного кровотока со степенью стеноза свидетельствует о достоверности данного критерия в оценке степени стеноза.

Учитывая результирующее значение данного критерия, проведена оценка чувствительности и специфичности этого теста. При точке деления 0,5 (стеноз 50%) чувствительность составила 36,4%, специфичность – 42,9%. При точке деления 0,6 (стеноз 60%) чувствительность теста составила 66,7%, специфичность – 64,9%. При точке деления 0,7 (стеноз 70%) чувствительность теста составила 53,1%, специфичность – 50%. При точке деления 0,8 (стеноз 80%) чувствительность теста составила 50%, специфичность – 58,7%. Полученные данные свидетельствуют, что стеноз сонной артерии 60% и более является гемодинамически значимым и ведет к снижению объемного кровотока.

ВЫВОДЫ

1. Метод дуплексного сканирования с цветным картированием позволяет достоверно определять нарушения объема кровотока головного мозга.
2. Стеноз внутренней сонной артерии 60% и более приводит к резкому снижению объемного кровотока и незначительному увеличению потребления кислорода головным мозгом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ворожцова И.Н. Резервы кровообращения сердца и головного мозга у больных коронарным и каротидным атеросклерозом: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Томск, 1999.
2. Москаленко Ю.Е. Кровоснабжение головного мозга / Физиология кровообращения: физиология сосудистой системы. Л.: Наука, 1984. С. 356–359.
3. Whisnant J.P. // Stroke. 1997. V. 28. P. 1839–1843.
4. European Carotid Surgery Trial Collaborative Group. MRC European Carotid Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe or with mild carotid stenosis // Lancet. 1991. V. 337. P. 1235–1243.
5. Лелюк В.Г., Лелюк С.Г. Ультразвуковая ангиология. М: Реальное время, 2003. 323с.
6. Литасова Е.Е., Власов Ю.А., Окунева Г.Н., Караськов А.М., Ломиворотов В.Н. Клиническая физиология искусственной гипотермии. Новосибирск: Наука, 1997. С. 233.

EVALUATION OF BRAIN CIRCULATION IN HEALTH AND IN CASE OF STENOTIC ARTERIAL INVOLVEMENT OF CAROTID ARTERIES

V.B. Starodubtsev, Yu.A. Vlasov, O.A. Sintsova,
A.M. Cherniavsky

Described in this paper are possibilities of duplex scanning with color mapping while evaluating brain blood flow and possibilities of brain oximetry when determining oxygen consumption by the brain. The regression analysis confirmed the significance of the given criteria when evaluating hemodynamic influence of carotid arteries stenosis.