

Нейромониторинг при внутричерепных кровоизлияниях

С.С. Петриков, В.В. Крылов

Научно-исследовательский институт скорой помощи имени Н.В. Склифосовского (Москва)

Иntenсивная терапия больных с внутричерепными кровоизлияниями, находящихся в критическом состоянии, неразрывно связана с проведением многокомпонентного нейромониторинга. Основными методами мониторинга являются оценка неврологического статуса, измерение внутричерепного давления, определение мозгового кровотока, мониторинг оксигенации, метаболизма и функций головного мозга.

Оценка неврологического статуса

Тяжесть состояния больных с внутричерепными кровоизлияниями в значительной мере зависит от характера и степени поражения структур головного мозга, особенно его стволовых отделов. Наблюдение за динамикой патологического процесса предполагает оценку состояния и функционирования отдельных центров, систем и отделов нервной системы, то есть исследование неврологического статуса. Несмотря на появление новых методов инструментального мониторинга, исследование неврологического статуса остается важнейшим направлением нейромониторинга. Неврологическое обследование является ключевым для установления диагноза. Необходимо оценивать уровень сознания (бодрствования), наличие очаговых и дислокационных симптомов. Осмотры следует проводить повторно с небольшими интервалами (чем меньше времени прошло от начала заболевания или ухудшения состояния, тем короче интервал), чтобы оценить клиническое течение заболевания или повреждения.

Измерение внутричерепного давления

Поддержание нормального внутричерепного давления (ВЧД) является одной из основных задач интенсивной терапии у больных с заболеваниями и повреждениями головного мозга, находящихся в критическом состоянии. Повышение ВЧД приводит к нарушению церебральной перфузии и является важным фактором вторичного ишемического повреждения мозга, а продолжительные эпизоды внутричерепной гипертензии сопровождаются увеличением летальности и снижением частоты выздоровления с минимальным неврологическим дефицитом.

Внутричерепное давление представляет собой разницу между давлением в полости черепа и атмосферным давлением. Измерение ВЧД позволяет выявить внутричерепную гипертензию, оценить ее выраженность и рассчитать церебральное перфузионное давление [1]. Значение ВЧД зависит от возраста, положения тела и клинической ситуации [6].

В вертикальном положении тела ВЧД отрицательное и в норме составляет около 10 мм рт. ст. Нормальные значения ВЧД в положении на спине составляют 7–15 мм рт. ст. у взрослого человека, 3–7 мм рт. ст. – у детей и 1,5–6 мм рт. ст. – у новорожденных [12]. Показанием к терапии является стойкое увеличение ВЧД выше 20 мм рт. ст. Важно отметить, что существуют градиенты ВЧД в различных отделах черепа. Например, при поражении структур задней черепной ямки (опухоль, гематома, отек) давление в субтенториальном пространстве будет существенно выше давления в супратенториальном пространстве.

Несмотря на широкую распространенность мониторинга ВЧД, показания к его использованию окончательно не определены. Наибольшее количество исследований выполнено у пострадавших с тяжелой черепно-мозговой травмой (ЧМТ) [9]. Большинство авторов считают, что необходимо осуществлять мониторинг ВЧД всем пострадавшим с ЧМТ с угнетением уровня бодрствования до 8 баллов и менее по шкале комы Глазго.

Показания к проведению мониторинга ВЧД у больных с нетравматическими внутричерепными кровоизлияниями расплывчаты и во многом зависят от традиций конкретного лечебного учреждения [10]. В отделении неотложной нейрохирургии НИИСП им. Н.В. Склифосовского показанием для установки датчика измерения ВЧД у больных с разрывами аневризм головного мозга, артериовенозных мальформаций и гипертензивными гематомами является угнетение уровня бодрствования до 9 и менее баллов по шкале комы Глазго.

Для точной оценки исходной степени внутричерепной гипертензии сначала устанавливают датчик ВЧД, а затем приступают к основному этапу операции (за исключением больных с признаками нарастающего дислокационного синдрома).

Выделяют инвазивные и неинвазивные методы измерения внутричерепного давления. В клинической практике наиболее часто используют внутрижелудочковое и паренхиматозное определение ВЧД.

Внутрижелудочковое измерение внутричерепного давления

Для проведения внутрижелудочкового мониторинга ВЧД в передний рог бокового желудочка мозга устанавливают гибкий пластиковый катетер, к которому присоединяют

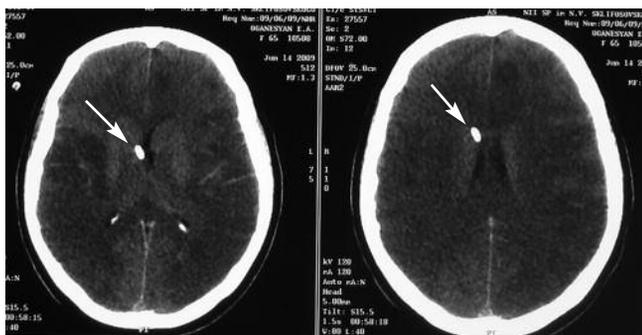


рис. 1: Попытка внутрижелудочкового измерения ВЧД при помощи гидравлической системы. Катетер установлен в правый боковой желудочек (стрелка). Однако в связи с выраженным отеком мозга боковые желудочки значительно сужены, что не позволит измерять ВЧД

тензометрический датчик давления. Датчик давления фиксируют на уровне наружного слухового прохода (уровень отверстия Монро) и калибруют по атмосферному давлению. Если датчик расположен ниже уровня отверстия Монро, то значение ВЧД будет завышено, а если выше — занижено. Внутрижелудочковый метод мониторинга помимо измерения ВЧД позволяет осуществлять контролируемый сброс цереброспинальной жидкости (ЦСЖ).

Наиболее часто трудности при использовании внутрижелудочкового измерения ВЧД возникают при обструкции интракраниальных частей дренирующей системы сгустками крови и мозговым детритом, а также смещении вентрикулярных дренажей [2]. Следует отметить, что установка внутрижелудочкового катетера может быть затруднена и даже невозможна у пациентов с выраженным отеком мозга и сужением боковых желудочков (рис. 1). Необходима периодическая калибровка внешнего измерительного устройства из-за колебаний атмосферного давления.

Для преодоления указанного недостатка используют монитор Шпигельберга. В вещество мозга устанавливают однопросветный катетер с баллончиком на конце (рис. 2). После установки катетера баллончик заполняется воздухом и по степени давления ткани мозга на стенки баллончика определяется ВЧД.

Измерение ВЧД возможно даже при спавшихся желудочках и неудачной попытке вентрикулостомии. В этом случае датчик измеряет ВЧД в паренхиме мозга. Помимо измерения ВЧД монитор Шпигельберга позволяет определять церебральную податливость (комплаинс). Церебральный комплаинс — свойство головного мозга обеспечивать постоянство внутричерепного давления путем создания резервных пространств в результате уменьшения объема ЦСЖ и церебральной фракции крови. Величина комплаинса — индивидуальная у каждого человека. Она зависит от объема межшелевых пространств и увеличивается при атрофии головного мозга или после резекции мозгового вещества во время нейрохирургических вмешательств. Церебральный комплаинс снижается при остром появлении патологических компонентов (гематома) или отеке мозга.

Частота развития вентрикулитов при проведении внутрижелудочкового мониторинга ВЧД составляет 12–27% [3]. Для уменьшения риска инфекционных осложнений вент-

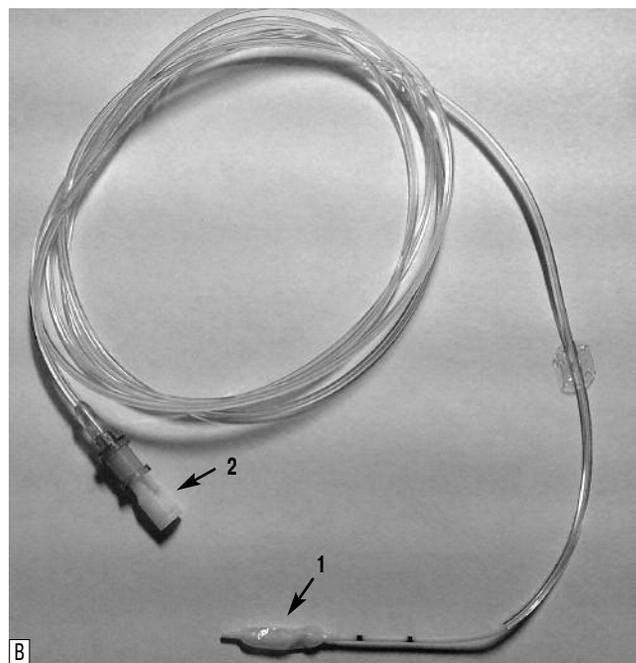
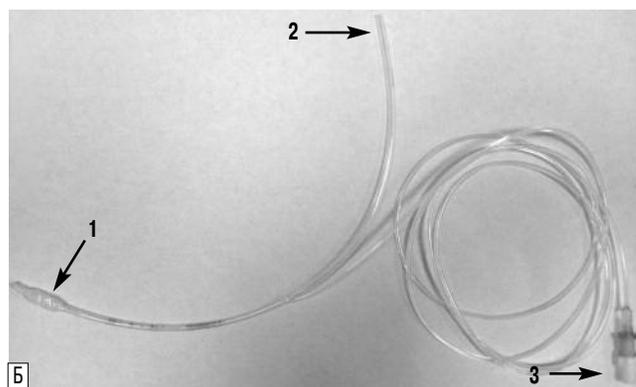


рис. 2: Внешний вид монитора Шпигельберга (А) и датчиков для вентрикулярного (Б) и паренхиматозного (В) измерения ВЧД:

1 — баллончик для измерения давления; 2 — канал для сброса цереброспинальной жидкости; 3 — канал, подключаемый к монитору ВЧД

рикулярные дренажи (датчики) устанавливают через подкожный туннель длиной не менее 10 см, и подключают к закрытым стерильным системам для сбора ЦСЖ. Взятие ЦСЖ на исследование производят через специальный закрывающийся порт, не размыкая системы.

Внутрижелудочковое измерение ВЧД прекращают, если в течение 24–48 часов ВЧД находилось в нормальных пределах и не превышало 20 мм рт. ст. при условии отсутствия у больного окклюзионной гидроцефалии.

Паренхиматозное измерение внутричерепного давления

Достоинствами паренхиматозного измерения являются низкий риск травматизации вещества мозга, инфекционных осложнений, простота установки и отсутствие необходимости в перекалибровке. Датчики устанавливают либо через фрезевое отверстие, либо через специальные устройства для фиксации в вещество лобной или височной доли, противоположной очагу основного поражения, на глубину 1–1,5 см. Для правильного измерения ВЧД локализация датчика в веществе мозга должна быть приближена к уровню отверстия Монро.

Монитор Шпигельберга. Методика измерения принципиально не отличается от внутрижелудочкового измерения ВЧД. В вещество мозга устанавливают однопросветный катетер с баллончиком на конце (рис. 2). После установки катетера монитор заполняет баллончик воздухом и по степени давления ткани мозга на стенки баллончика определяет ВЧД.

Монитор «Codman» (рис. 3). Принцип его работы основан на регистрации ВЧД специальным измерительным устройством (микрочипом), расположенным на конце датчика. Полученная с микрочипа информация выводится на экран прикроватного монитора. Особенностью монитора является необходимость в калибровке датчика на границе водной и воздушной сред перед установкой в вещество мозга. Для этого нейрохирург удерживает измеряющий микрочип на поверхности стерильного 0,9% раствора NaCl, а анестезиолог-реаниматолог проводит процедуру калибровки на мониторе.

Монитор «Raumedic» (рис. 4). Для измерения ВЧД используют катетер с полупроводниковым микрочипом на конце. Датчик не требует специальной калибровки перед установкой в вещество мозга и позволяет одновременно определять ВЧД, напряжение кислорода в веществе головного мозга (при помощи интегрированного фиброоптического катетера) и температуру мозга. Датчик можно устанавливать как через специальное фиксирующее устройство, так и через фрезевое отверстие через подкожный туннель.



рис. 3: Измерение ВЧД при помощи монитора «Codman»:
А – внешний вид монитора;
Б – калибровка датчика на границе водной и воздушной сред

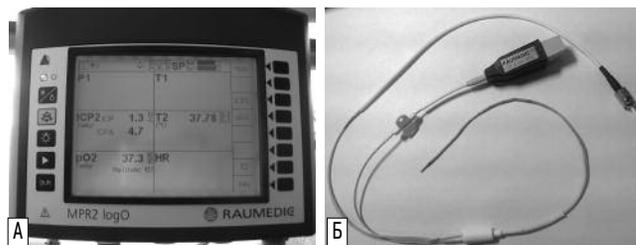


рис. 4: Измерение ВЧД при помощи монитора «Raumedic»:
А – внешний вид монитора;
Б – датчик, измеряющий ВЧД, PbrO₂ и температуру головного мозга

Паренхиматозное измерение ВЧД прекращают, если в течение 24–48 часов ВЧД находилось в нормальных пределах и не превышало 20 мм рт. ст.

Возможно измерение ВЧД в субдуральном, субарахноидальном и эпидуральном пространствах. Достоинствами такого измерения являются простота установки датчиков и низкая вероятность травматизации вещества мозга. Однако применение данных устройств довольно часто не дает необходимой точности. Показания датчика могут искажаться при избыточном локальном давлении на него, например, костных выступов.

Методы оценки мозгового кровотока

Мозговой кровоток (МК) — количество крови, проходящее через ткань мозга за определенное время. МК измеряется в миллилитрах крови на 100 г вещества мозга в минуту. Наиболее часто для определения МК у больных с внутричерепными кровоизлияниями используют методику Кети-Шмидта, позитронно-эмиссионную томографию, однофотонную эмиссионную компьютерную томографию, КТ-перфузию, термодиффузию и транскраниальную доплерографию.

Метод Кети-Шмидта позволяет с высокой точностью проводить количественную оценку объемного мозгового кровотока. Методика была разработана в 1948 г. S. Kety и C. Schmidt и основана на ингаляции закиси азота (N₂O) с последующим измерением концентрации N₂O в периферической артериальной крови и в луковице яремной вены [14]. По полученным данным на основании принципа Фика рассчитывают мозговой кровоток. Метод Кети-Шмидта был модифицирован для использования не только закиси азота, но и других газов (например, криптона и ксенона).

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) позволяет одновременно получать томографические срезы и осуществлять регионарные исследования метаболизма и мозгового кровотока. Метод основан на внутривенном или ингаляционном введении включающихся в биологические процессы меченых изотопов (¹¹C, ¹⁸F, ¹⁵O и др.) с последующей их индикацией в веществе мозга [7]. ПЭТ позволяет количественно определять регионарный объемный мозговой кровоток, то есть точно устанавливать, какой объемный кровоток существует в различных отделах головного мозга. Исследование нельзя осуществить непосредственно у кровати больного, требуется транспортировка пациента в отделение томографии. Кроме того, возможности использования ПЭТ ограничены дороговизной томо-

графов и необходимостью размещения их вблизи циклотрона для производства препаратов, содержащих быстро распадающиеся изотопы.

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) позволяет определять регионарный объемный мозговой кровоток по распределению радиоактивных изотопов (^{133}Xe , ^{99}Tc) в веществе мозга. Захват изотопов клетками мозга происходит в течение 5 мин после их внутривенного введения, а полное удаление из вещества мозга — в течение 24 часов [11]. ОФЭКТ не позволяет проводить достоверную количественную оценку объемного мозгового кровотока. Определить изменения кровотока в различных областях мозга можно только при сравнении интенсивности накопления изотопов при повторных исследованиях. Таким образом, ОФЭКТ может быть использована только для динамической оценки мозгового кровотока с интервалами между исследованиями не менее суток.

КТ-перфузия является наиболее современным методом нейровизуализации, позволяющим количественно оценивать мозговой кровоток по изменению плотности вещества мозга при введении контрастного вещества. По полученным данным выстраивают графики «время — плотность». Основными параметрами, определяемыми при помощи КТ-перфузии, являются мозговой кровоток (CBF), кровенаполнение мозга (CBV), среднее время транзита (MTT) и время до максимума (TTP) [5]. Анализ параметров КТ-перфузии позволяет определить характер и выраженность нарушений мозгового кровотока в различных областях головного мозга (табл. 1).

таблица 1: Изменения показателей КТ-перфузии при различных стадиях нарушения кровоснабжения головного мозга

Стадия	ЦПД	CBF	CBV	MTT
Сохранная ауторегуляция	↓	↔	↑	↑
Олигемия	↓↓	↓	↑	↑
Пенумбра	↓↓↓	↓↓	↑↔	↑↑
Необратимое повреждение	↓↓↓↓	↓↓↓	↓	↑↑

Обозначения:

ЦПД — церебральное перфузионное давление;

CBF — мозговой кровоток;

CBV — кровенаполнение мозга;

MTT — среднее время транзита;

↓ — снижение;

↑ — повышение;

↔ — в пределах нормальных значений

Метод термодиффузии является единственной возможностью количественной оценки регионарного объемного мозгового кровотока в постоянном режиме, непосредственно у кровати больного. В вещество головного мозга устанавливают специальный датчик с двумя термисторами. Проксимальный (пассивный) термистор определяет температуру мозга, а дистальный — активно нагревается. Мозговой кровоток рассчитывают по формуле [13]:

$\text{МК (мл на 100 г вещества мозга в минуту)} = K \times (1/V - 1/V_0)$,
где:

МК — мозговой кровоток;

K — константа теплопроводности головного мозга;

V — разница электрического напряжения между двумя термисторами;

V_0 — разница электрического напряжения между двумя термисторами при отсутствии кровотока.

Транскраниальная доплерография (ТКДГ) является неинвазивным методом оценки линейной скорости кровотока по магистральным сосудам шеи и головного мозга. Принцип ТКДГ основан на феномене изменения частоты ультразвуковой волны при отражении от движущихся форменных элементов крови. Показаниями для проведения ТКДГ у больных с внутричерепными кровоизлияниями является необходимость:

— диагностики и динамической оценки ангиоспазма, развивающегося после внутричерепного кровоизлияния;

— оценки состояния ауторегуляции мозгового кровотока;

— неинвазивной диагностики внутричерепной гипертензии.

Стандартный протокол транскраниальной доплерографии включает в себя определение систолической, диастолической и средней линейных скоростей кровотока во внутренних сонных, средних, передних, задних мозговых и базилярной артериях, расчет полушарных индексов кровотока (индекс Линдегаарда), коэффициента овершута и пульсационного индекса.

Методика доплерографии не позволяет определять объемные показатели кровотока и обладает высокой «оператор-зависимостью» (измеренная скорость кровотока может отличаться при изменении угла наклона датчика), поэтому при динамическом наблюдении за линейной скоростью кровотока желательно, чтобы все исследования выполнялись одним специалистом.

Методы оценки оксигенации и метаболизма мозга

К методам оценки оксигенации и метаболизма головного мозга относят определение насыщения гемоглобина кислородом в яремной вене, измерение напряжения кислорода в ткани мозга, церебральную оксиметрию и микродиализ вещества головного мозга.

Югулярная оксиметрия ($\text{Sv}j\text{O}_2$). Метод основан на определении насыщения гемоглобина кислородом в оттекающей от головного мозга венозной крови. Датчик для измерения $\text{Sv}j\text{O}_2$ устанавливают ретроградно в луковицу внутренней яремной вены. Можно использовать как обычный катетер для катетеризации центральных вен (рис. 5), так и специальный фиброоптический катетер.

Установка центрального венозного катетера позволяет измерять $\text{Sv}j\text{O}_2$ дискретно в пробах крови, забираемых несколько раз в сутки. Фиброоптический катетер дает возможность осуществлять постоянную югулярную оксиметрию с периодической калибровкой по данным $\text{Sv}j\text{O}_2$ в пробах венозной крови. Использование постоянного мониторинга улучшает выявляемость эпизодов ишемии и качество лечения больных.



рис. 5: Центральный венозный катетер, установленный ретроградно в луковичку яремной вены для дискретной оценки насыщения гемоглобина кислородом (стрелка)

После установки необходимо верифицировать положение катетера при помощи рентгенографии шейного отдела позвоночника в боковой проекции. Кончик катетера должен проецироваться на уровень сосцевидного отростка височной кости. При смещении катетера в дистальном направлении результаты измерений искажаются из-за примеси экстрацеребральной крови.

$SvjO_2$ отражает взаимоотношения между доставкой и потреблением кислорода в головном мозге. Нормальными являются показатели $SvjO_2$ в пределах 55%–75% при условии достаточной оксигенации артериальной крови. Уровень $SvjO_2$ ниже 55% считают проявлением ишемии головного мозга. Наиболее частыми причинами эпизодов десатурации являются низкое церебральное перфузионное давление, внутричерепная гипертензия, гипервентиляция, вазоспазм, анемия и гипоксемия.

Увеличение $SvjO_2$ выше 75% может свидетельствовать о развитии гиперемии головного мозга. Под гиперемией понимают избыточный объемный мозговой кровоток (более 60 мл на 100 г вещества мозга в минуту — феномен «роскошной перфузии»). Однако для более точной диагностики гиперемии необходимо в совокупности оценивать уровень внутричерепного давления и объемную скорость мозгового кровотока (при гиперемии будет отмечаться увеличение ВЧД и объемного МК). Следует учитывать, что $SvjO_2$ может повышаться при наличии патологического артериовенозного сброса (например, при артерио-венозных мальформациях), значительном увеличении фракции кислорода во вдыхаемой смеси, выраженном ограничении кровотока в ишемизированных областях головного мозга, смерти мозга.

Югулярная оксиметрия является методом оценки глобальной церебральной оксигенации и может не отражать нарушений регионарной оксигенации головного мозга.

Прямое определение напряжения кислорода в веществе головного мозга ($PbrO_2$). Методика определения напряжения кислорода при помощи специального полярографического электрода Кларка в веществе головного мозга была впервые описана в 50-х гг. прошлого столетия и в настоящее время реализована в мониторе «Licox» (рис. 6).

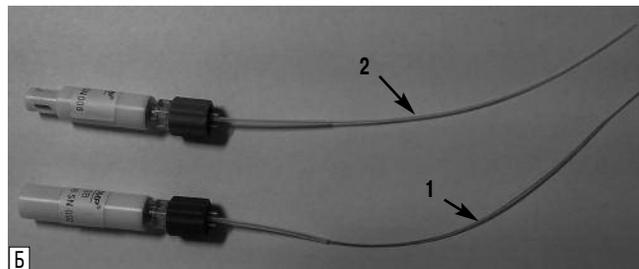


рис. 6: Измерение напряжения кислорода в веществе головного мозга при помощи прибора «Licox»

Обозначения:

A – внешний вид прибора «Licox»;

B – внешний вид датчиков:

1 – датчик измерения $PbrO_2$;

2 – температурный датчик

Принцип полярографического метода основан на диффузии кислорода через O_2 -проницаемую мембрану в электролитный раствор с последующим превращением его в гидроксильные ионы. Указанная реакция приводит к появлению электрического тока, величина которого прямо пропорциональна концентрации O_2 в электролитном растворе.

Помимо полярографического измерения напряжения кислорода в веществе мозга существует методика определения $PbrO_2$ при помощи фиброоптического катетера. Данная технология реализована в приборе «Raumedic» (рис. 4).

Показатель $PbrO_2$ соответствует напряжению кислорода во внеклеточном пространстве и отражает соотношение между доставкой и потреблением кислорода. Нормальные значения $PbrO_2$ — 25–48 мм рт. ст. при напряжении кислорода в артериальной крови 80–120 мм рт. ст. Критически низкими значениями $PbrO_2$ считают 8–15 мм рт. ст. [4]. Отмечено, что снижение $PbrO_2$ ниже 10 мм рт. ст. значительно увеличивает риск развития летального исхода у больных с тяжелыми повреждениями головного мозга. Основными причинами уменьшения напряжения кислорода в веществе мозга являются внутричерепная гипертензия, гипервентиляция, вазоспазм и гипоксемия. Наиболее важно добиваться мониторинга $PbrO_2$ в зоне, примыкающей к месту первичного повреждения (penumbra), так как основной целью интенсивной терапии является улучшение оксигенации именно этих отделов мозга. Определение $PbrO_2$ имеет важное значение в подборе уровня церебрального перфузионного давления и определении резервов ауторегуляции мозгового кровотока.

Церебральная оксиметрия (rSO_2) является неинвазивным методом оценки регионарной оксигенации головного мозга. Принцип методики основан на детекции параинфракрасного излучения двумя фотодиодами. Параинфракрасное излучение поглощается гемоглобином и его восстановлен-

ной фракцией. Так как в корковых отделах головного мозга 70–80% крови является венозной, то показания церебрального оксиметра отражают, в основном, насыщение кислородом гемоглобина венозной крови мозга. Датчик церебрального оксиметра располагают на коже лобной области, на границе волосистой части головы. После подключения датчика к прибору на экран в постоянном режиме выводится показатель rSO_2 . Как и для $SvjO_2$, нормальные значения rSO_2 находятся в пределах 55%–75% при условии нормальной оксигенации артериальной крови. Уровень rSO_2 ниже 55% расценивают как проявление ишемии, а выше 75% — как развитие гиперемии головного мозга. Однако, как и в случае с югулярной оксиметрией, для точной установки диагноза «гиперемия» необходимо в совокупности оценивать уровень ВЧД и объемную скорость МК. Следует учитывать, что показатели rSO_2 также могут увеличиваться при наличии патологического артерио-венозного сброса.

Использование методики ограничивает большое количество артефактов из-за диспозиции датчиков и примеси экстрацеребральной крови.

Тканевой микродиализ. Динамическое исследование обмена веществ головного мозга является одним из важных методов диагностики вторичных ишемических повреждений головного мозга у больных с внутричерепными кровоизлияниями, находящихся в критическом состоянии. Основным методом определения метаболизма головного

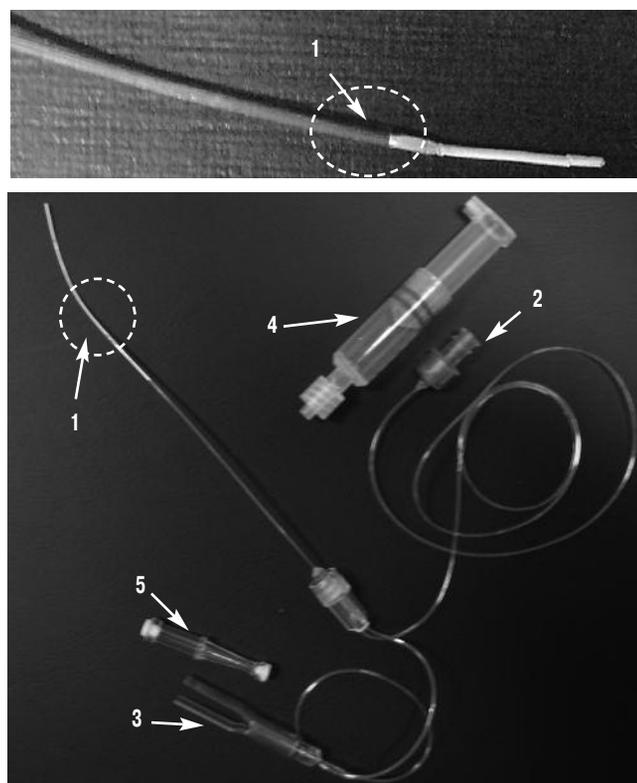


рис. 7: Внешний вид катетера для тканевого микродиализа

Обозначения:

- 1 — полупроницаемая мембрана;
- 2 — порт для подсоединения инфузионного насоса;
- 3 — место для подсоединения микропробирки;
- 4 — шприц для перфузии;
- 5 — микропробирка.

мозга является тканевой микродиализ. Методика тканевого микродиализа основана на пассивной диффузии веществ, находящихся в интерстициальной жидкости головного мозга, через полупроницаемую мембрану и применяется у больных, требующих мониторинга ВЧД (рис. 7).

Для проведения микродиализа используют специальные двуполостные катетеры, конечный отдел которых представлен полупроницаемой мембраной. Катетер устанавливают непосредственно в вещество головного мозга, а к его внутреннему каналу подключают специальный инфузионный насос с раствором, близким по электролитному составу к тканевой жидкости мозга. Когда раствор достигает полупроницаемой мембраны, происходит диффузия метаболитов из интерстициальной жидкости в полость катетера по градиенту концентрации. После прохождения полупроницаемой мембраны перфузионный раствор оттекает по наружной части катетера и накапливается в микропробирке. Для накопления достаточного количества диализата требуется 17–20 мин, после чего микропробирку помещают в специальный биохимический анализатор, позволяющий определять концентрации интересующих метаболитов.

Установку катетера в паренхиму мозга осуществляют либо через фрезевое отверстие, либо через специальное устройство для фиксации датчиков «bolt», которое закрепляют во фрезевом отверстии. Один катетер располагают в зоне «пенумбры», а второй — в условно «интактном» веществе мозга [8]. Катетеры для микродиализа содержат золотой фрагмент в дистальном конце, который легко идентифицируется при КТ мозга.

При помощи микродиализа возможно определение концентрации глюкозы, глицерола, глутамата, лактата, пирувата и отношения «лактат — пируват» в интерстициальной жидкости мозга. Нормальные значения показателей при этом следующие:

- глюкоза — $1,7 \pm 0,9$ ммоль/л;
- пируват — 166 ± 47 мкмоль/л;
- лактат — $2,9 \pm 0,9$ ммоль/л;
- отношение лактата к пирувату — 23 ± 4 ;
- глутамат — 16 ± 16 мкмоль/л;
- глицерол — 35 ± 11 мкмоль/л.

Электронцефалография — метод исследования головного мозга, основанный на регистрации его спонтанных элек-

таблица 3: Частотно-амплитудные диапазоны ЭЭГ

Ритм	Частота, Гц	Амплитуда, мкВ
Альфа (α)	8–13	до 100
Бета (β)	14–40	до 15
Тета (θ)	4–7	более 40
Дельта (δ)	0,5–3	более 40

трических потенциалов. Интерпретация ЭЭГ основана на анализе структуры соотношения основных ритмов (табл. 3).

У больных с внутричерепными кровоизлияниями ЭЭГ используют для:

- диагностики причины и глубины нарушения сознания;
- прогнозирования исхода комы;
- регистрации эпилептиформной активности и подбора противосудорожной терапии;
- анализа структуры цикла «сон–бодрствование» (полисомнография);
- подтверждения смерти мозга;
- оценки глубины седации.

Главным ограничением применения ЭЭГ является ее недостаточная надежность в отражении функциональных изменений мозга ниже коры, то есть ЭЭГ-сигнал демонстрирует преимущественно кортикальную активность.

Вызванные потенциалы (ВП) — метод исследования головного мозга, основанный на регистрации электрических реакций нервной системы на предъявляемый сти-

мул. В зависимости от места стимуляции выделяют соматосенсорные, зрительные, акустические и другие вызванные потенциалы. Их совокупность дает представление о сохранности восходящих проводящих путей. Оценить нисходящий пирамидный тракт позволяют двигательные потенциалы, получаемые при помощи транскраниальной магнитной стимуляции коры. Основные изменения ВП состоят либо в увеличении времени прохождения сигнала (латентный период), либо в уменьшении амплитуды возбуждаемых волн.

В заключение следует отметить, что проведение многокомпонентного нейромониторинга существенно влияет на тактику интенсивной терапии больных с внутричерепными кровоизлияниями. По нашим данным проведение терапии, направленной на поддержание уровня ВЧД менее 20 мм рт. ст., позволило уменьшить летальность у больных с внутричерепными кровоизлияниями, находящихся в критическом состоянии, с 70% до 58% и увеличить частоту выздоровления без неврологического дефицита и с минимальным неврологическим дефицитом с 22% до 28%. Использование терапии, направленной на поддержание уровня ВЧД менее 20 мм рт. ст., напряжения кислорода в веществе головного мозга более 20 мм рт. ст. и отношения лактата к пирувату в интерстициальной жидкости мозга менее 25 позволило уменьшить летальность до 29% и увеличить частоту выздоровления с хорошими неврологическими исходами до 50%.

Список литературы

1. Коновалов А.Н., Крылов В.В., Филатов Ю.М. и др. Рекомендательный протокол ведения больных с субарахноидальным кровоизлиянием вследствие разрыва аневризм сосудов головного мозга // *Вопр. нейрохирур.* 2006; 3: 3–9.
2. Лебедев В.В., Крылов В.В. Неотложная нейрохирургия. Руководство для врачей. М.: Медицина, 2000.
3. Петриков С.С., Гусейнова Х.Т., Титова Ю.В. и др. Роль мониторинга внутричерепного давления в лечении пострадавших с тяжелой черепно-мозговой травмой // В кн.: Современные методы лечения тяжелой черепно-мозговой травмы: Материалы городской научно-практической конференции. М.: НИИ скорой помощи им. Н.В.Склифосовского, 2009; 211: 35–38.
4. Петриков С.С., Титова Ю.В., Гусейнова Х.Т. и др. Внутричерепное давление, церебральная перфузия и метаболизм в остром периоде внутричерепного кровоизлияния // *Журн. Вопр. нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко.* 2009; 1: 11–17.
5. Сергеев Д.В. Перфузионная компьютерная томография в диагностике острого ишемического инсульта // *Росс. мед. журн.* 2008; 16 (26): 1758–1764.
6. Andrews P.J., Citerio G. Intracranial pressure. Part one: historical overview and basic concepts // *Intensive Care Med.* 2004; 30: 1730–1733.
7. Baron J.C., Frackowiak R.S., Herholz K. et al. Use of PET methods for measurement of cerebral energy metabolism and hemodynamics in cerebrovascular disease // *J. Cereb. Blood Flow Metab.* 1989; 9: 723–742.
8. Bellander B., Cantais E., Enblad P. et al. Consensus meeting on microdialysis in neurointensive care // *Int. Care Med.* 2004; 30: 2166–2169.
9. Bratton S.L., Bullock M.R., Carney N. et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury // *J. Neurotrauma* 2007; 24 (1): 1–106.
10. Broderick J., Connolly S., Feldmann E. et al. Guidelines for the management of spontaneous intracerebral hemorrhage in adults: 2007 update: a guideline from the American Heart Association /American Stroke Association Stroke Council, High Blood Pressure Research Council, and the Quality of Care and Outcomes in Research Interdisciplinary Working Group // *Stroke* 2007; 38: 2001–2023.
11. Catafau A.M. Brain SPECT in Clinical Practice. Part I: Perfusion // *J. Nucl. Med.* 2001; 42: 259–271.
12. Czosnyka M., Pickard J.D. Monitoring and interpretation of intracranial pressure // *J. Neurol. Neurosurg Psychiatry* 2004; 75: 813–821.
13. Friedman J.A., Anderson R.E., Meyer F.B. Techniques of intraoperative cerebral blood flow measurement // *Neurosurg. Focus* 2000; 9: 1–5.
14. Kety S.S., Schmidt C.F. The nitrous oxide method for the quantitative determination of cerebral blood flow in man: theory, procedure and normal values // *J. Clin. Invest.* 1948; 27: 476–483.

Neuromonitoring in intracranial hemorrhage

S.S. Petrikov, V.V. Krylov

N.V. Sklifosovsy Research Institute for the Emergency Care (Moscow)

Контактный адрес: Петриков Сергей Сергеевич — докт. мед. наук, старш. науч. сотр. отделения неотложной нейрохирургии Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В. Склифосовского. Москва 129090, Б. Сухареvская пл., д. 3. Тел.: +7 (903) 736-86-69; e-mail: korrida@rambler.ru

В.В. Крылов — член-корр. РАМН, проф., зав. отделением неотложной нейрохирургии Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В. Склифосовского (Москва)