

Алгоритм диагностики смерти мозга

М.А. Пирадов, Е.В. Гнедовская

Согласно действующей в России Инструкции по констатации смерти человека на основании диагноза смерти мозга, утвержденной приказом Минздрава РФ № 460 от 20 декабря 2001 г., **смерть мозга – это полное и необратимое прекращение всех функций головного мозга, регистрируемое при работающем сердце и искусственной вентиляции легких (ИВЛ)** [1]. В настоящее время смерть мозга в большинстве стран мира, включая Российскую Федерацию, юридически признана эквивалентной смерти человека. Это единственное состояние в медицине, при котором врачи имеют все юридические основания сразу же после установления диагноза выключить аппарат искусственной вентиляции легких. Естественно, столь высокая мера ответственности требует от критериев диагностики смерти мозга абсолютной точности и определенности, а от действий врачей, проводящих диагностику смерти мозга, – полного соответствия алгоритму, закрепленному законодательством (рис. 1).

В алгоритме диагностики смерти мозга можно выделить несколько этапов:

I. Точное установление этиологии заболевания.

II. Исключение потенциально обратимых состояний, которые могут вызывать признаки, схожие со смертью мозга.

III. Диагностика прекращения функций всего головного мозга.

IV. Диагностика необратимости прекращения функций всего головного мозга.

Точное установление этиологии заболевания является обязательным условием для начала диагностики смерти мозга. Только наличие информации о причинах и механизмах развития патологического состояния дает право на установление диагноза смерти мозга.

Смерть мозга в результате его первичного повреждения развивается вследствие резкого повышения внутричерепного давления и обусловленного им прекращения мозгового кровообращения (тяжелая закрытая черепно-мозговая травма, спонтанные и иные внутричерепные кровоизлияния, инфаркт мозга, опухоли мозга, закрытая острая гидроцефалия и др.), а также вследствие открытой черепно-мозговой травмы, внутричерепных оперативных вмешательств на мозге и др. Вторичное повреждение мозга

возникает в результате гипоксии различного генеза, в том числе при остановке сердца и прекращении или резком ухудшении системного кровообращения, вследствие длительно продолжающегося шока и др.

На втором этапе диагностики смерти мозга необходимо исключить потенциально обратимые состояния, которые могут вызывать признаки, схожие со смертью мозга. Диагноз смерти мозга не рассматривается до тех пор, пока не исключены следующие воздействия: интоксикации, включая лекарственные, первичная гипотермия, гиповолевмический шок, метаболические эндокринные комы, а также применение наркотизирующих средств и миорелаксантов. Поэтому неперенным условием установления диагноза смерти мозга является доказательство отсутствия воздействия лекарственных препаратов, угнетающих центральную нервную систему и нервно-мышечную передачу, интоксикаций, метаболических нарушений (в том числе тяжелых электролитных, кислотно-основных, а также эндокринных) и инфекционных поражений мозга. При наличии интоксикации и т.д., установленной в результате токсикологического исследования, диагноз смерти мозга до исчезновения ее признаков не рассматривается. Во время клинического обследования больного ректальная температура должна быть стабильно выше 32°C, систолическое артериальное давление (АД) не ниже 90 мм рт. ст. (при более низком АД оно должно быть поднято внутривенным введением вазопрессорных препаратов).

При исключении потенциально обратимых состояний, которые могут вызывать признаки, схожие со смертью мозга, возможен переход к третьему этапу диагностики смерти мозга – установлению факта прекращения функций всего головного мозга. На этом этапе диагностика основывается на клинических критериях смерти мозга, таких как кома, отсутствие стволовых рефлексов, апноэ.

Полное и устойчивое отсутствие сознания (кома) согласно действующей в РФ Инструкции непременно должно сопровождаться атонией всех мышц. При вызывании стволовых рефлексов обязательным является:

- отсутствие реакции на сильные болевые раздражения в области тригеминальных точек и любых других рефлексов, замыкающихся выше шейного отдела спинного мозга;
- отсутствие реакции зрачков на прямой яркий свет; при этом должно быть известно, что никаких препаратов, расширяющих зрачки, не применялось; глазные яблоки неподвижны;
- отсутствие корнеальных рефлексов;
- отсутствие окулоцефалических рефлексов;

Научный центр неврологии РАМН, Москва.

Михаил Александрович Пирадов – профессор, зам. директора по научной работе, зав. отделением реанимации и интенсивной терапии.

Елена Владимировна Гнедовская – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. научно-координационного отдела.

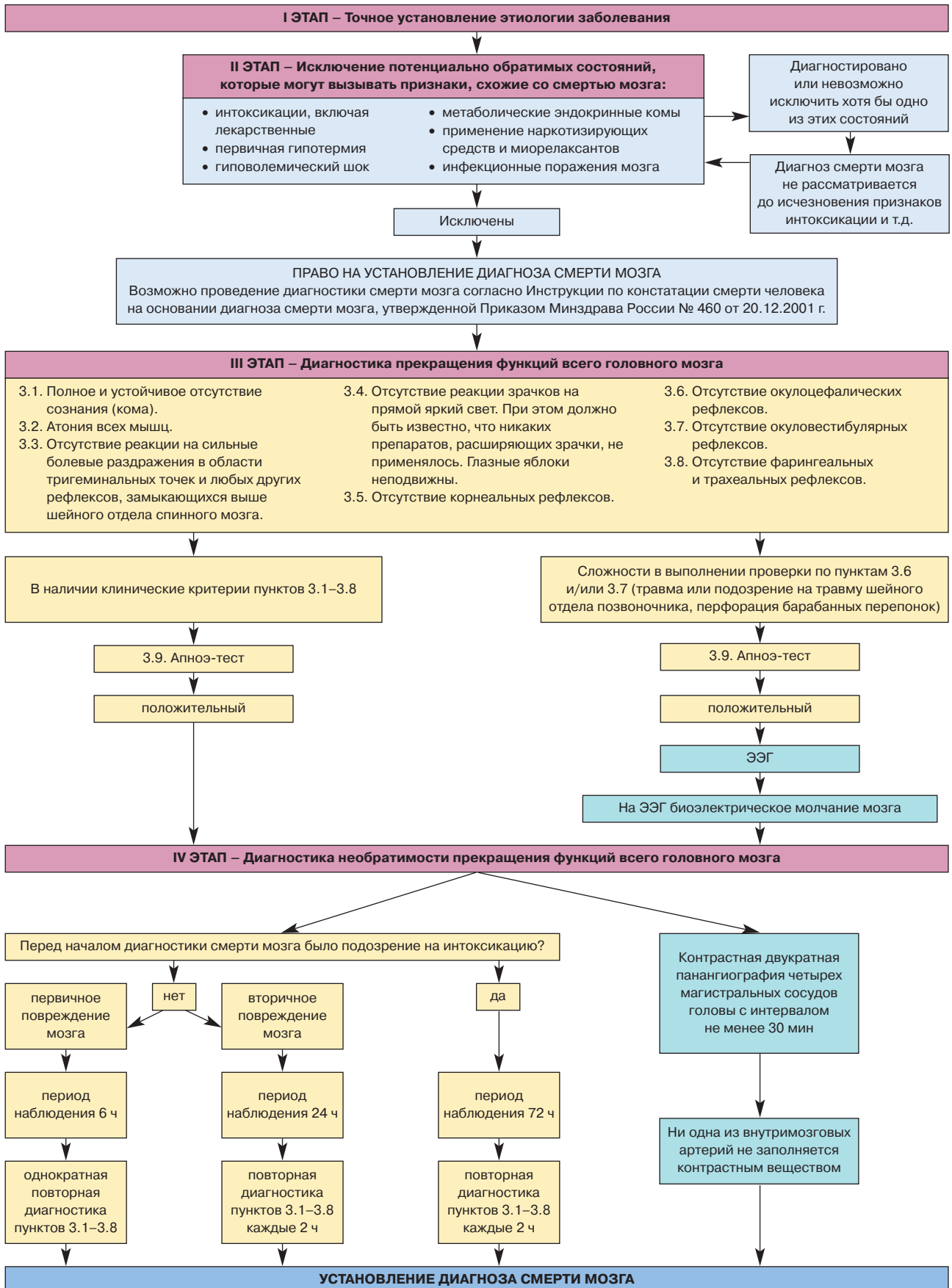


Рис. 1. Алгоритм диагностики смерти мозга.

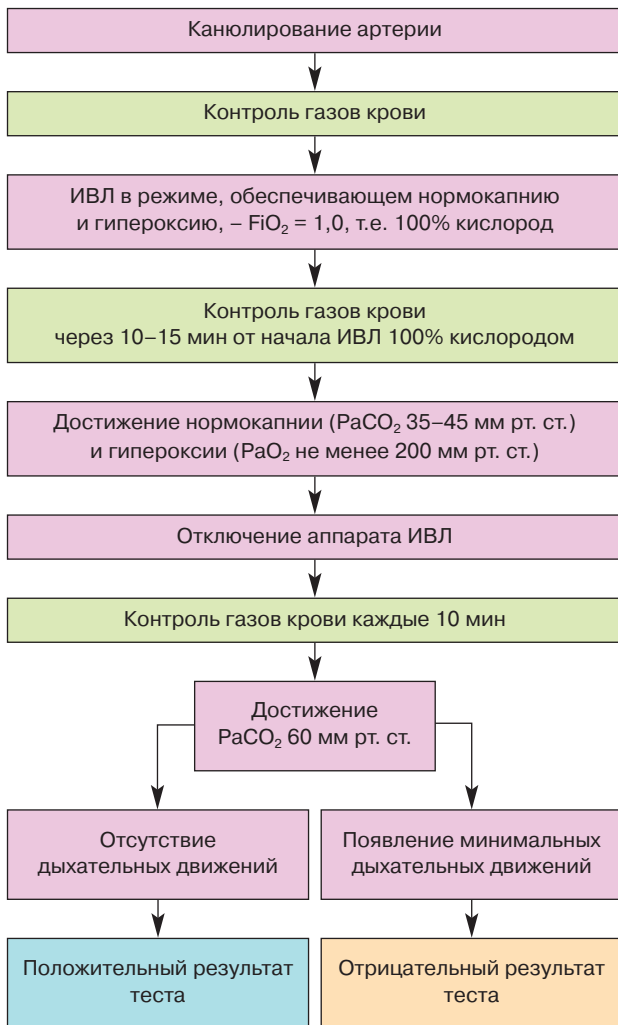


Рис. 2. Схема проведения разъединительного теста.

- отсутствие окуловестибулярных рефлексов;
- отсутствие фарингеальных и трахеальных рефлексов.

При исследовании тех или иных стволовых рефлексов врач строго следует общепринятым правилам, прописанным в соответствующих разделах Инструкции. Для вызывания окулоцефалических рефлексов врач занимает такое положение у изголовья кровати, чтобы можно было удерживать голову больного между кистями, а большими пальцами приподнимать веки. Голову поворачивают на 90° в одну сторону и удерживают в этом положении 3–4 с, затем в противоположную сторону на то же время. Если при поворотах головы движений глаз не происходит и они стойко сохраняют срединное положение, то это свидетельствует об отсутствии окулоцефалических рефлексов. Окулоцефалические рефлексы не исследуются при наличии травматического повреждения шейного отдела позвоночника или при подозрении на него.

Для исследования окуловестибулярных рефлексов проводится двусторонняя калорическая проба. До ее проведения необходимо убедиться в отсутствии перфорации барабанных перепонок. Голову больного поднимают на 30°

выше горизонтального уровня. В наружный слуховой проход вводится катетер малых размеров, производится медленное орошение наружного слухового прохода холодной водой (температура +20°C, 100 мл) в течение 10 с. При сохранной функции ствола головного мозга через 20–25 с появляется нистагм или отклонение глаз в сторону медленного компонента нистагма. Отсутствие нистагма или отклонения глазных яблок при калорической пробе, выполненной с двух сторон, свидетельствует об отсутствии окуловестибулярных рефлексов.

Отсутствие фарингеальных и трахеальных рефлексов определяется путем движения эндотрахеальной трубки в трахее и верхних дыхательных путях, а также при продвижении катетера в бронхах для аспирации секрета.

При проведении оценки клинических критериев необходимо учитывать, что спинальные рефлексы и автоматизмы могут наблюдаться в условиях продолжающейся ИВЛ.

Доказательство отсутствия самостоятельного дыхания (апноэ) является наиболее важным и заключительным клиническим критерием прекращения функций всего головного мозга. Только после того как получены результаты по всем предыдущим клиническим признакам, что на рис. 1 и в Инструкции соответствует пунктам 3.1–3.8, можно переходить к регистрации отсутствия самостоятельного дыхания. С этой целью не допускается проводить простое отключение от аппарата ИВЛ, так как развивающаяся при этом гипоксия оказывает вредное влияние на организм, и прежде всего на мозг и сердце. Отключение больного от аппарата ИВЛ должно производиться с помощью специально разработанного разъединительного теста (тест апноэтической оксигенации). Методика проведения разъединительного теста представлена на рис. 2.

Апноэтический тест состоит из трех элементов:

а) для мониторинга газов крови (PaO_2 и $PaCO_2$) должна быть канюлирована одна из артерий конечности;

б) перед отсоединением аппарата ИВЛ необходимо в течение 10–15 мин проводить ИВЛ в режиме, обеспечивающем нормокапнию ($PaCO_2$ 35–45 мм рт. ст.) и гипероксию (PaO_2 не менее 200 мм рт. ст.; $FiO_2 = 1,0$, т.е. 100% кислород), со специально подобранной минутной вентиляцией легких и оптимальным положительным конечно-экспираторным давлением;

в) после выполнения пунктов а) и б) аппарат ИВЛ отключают и в эндотрахеальную или трахеостомическую трубку подают увлажненный 100% кислород со скоростью 6 л/мин. В это время происходит накопление эндогенной углекислоты, контролируемое путем забора проб артериальной крови. Этапы контроля газов крови следующие:

1) до начала теста в условиях ИВЛ;

2) через 10–15 мин после начала ИВЛ 100% кислородом;

3) сразу после отключения от ИВЛ, далее через каждые 10 мин, пока $PaCO_2$ не достигнет 60 мм рт. ст.

Если при этих или более высоких значениях $PaCO_2$ спонтанные дыхательные движения не восстанавливают-

ся, разъединительный тест свидетельствует об отсутствии функций дыхательного центра ствола головного мозга. При появлении минимальных дыхательных движений ИВЛ немедленно возобновляется.

Положительный результат апноэтического теста – это отсутствие дыхательных движений при достижении PaCO_2 60 мм рт. ст. или при более высоких его значениях. Во всех остальных случаях – например, при появлении минимальных дыхательных движений – результат апноэтического теста расценивается как отрицательный.

Доказательство отсутствия самостоятельного дыхания завершает клиническую диагностику утраты функций всего головного мозга. Однако решающим для констатации смерти мозга является сочетание факта прекращения функций всего головного мозга с доказательством необратимости этого прекращения. Таким образом, процесс диагностики смерти мозга переходит на заключительный этап – установление необратимости прекращения функций всего головного мозга.

Необратимость прекращения функций всего головного мозга диагностируется по истечении определенного периода наблюдения. Согласно Инструкции длительность этого наблюдения зависит от этиологии заболевания, приведшего к смерти мозга.

При первичном поражении мозга для установления клинической картины смерти мозга длительность наблюдения должна быть не менее 6 ч с момента первого установления клинических признаков, описанных в пунктах 3.1–3.9. По окончании этого времени проводится повторная регистрация результатов неврологического осмотра, выявляющая выпадение функций мозга согласно пунктам 3.1–3.8. Разъединительный тест (см. пункт 3.9) повторно не выполняется. Необходимо отметить, что до 2001 г. в первой редакции Инструкции, принятой в 1993 г., продолжительность наблюдения за пациентом с целью установления клинической картины смерти мозга при первичном поражении составляла 12 ч. Вторая редакция Инструкции была осуществлена в 2001 г. профессорами М.А. Пирадовым и Э.М. Николаенко. Одним из наиболее значимых изменений, внесенных во вторую редакцию Инструкции, является сокращение этого периода до 6 ч, что особенно важно для возможной последующей пересадки органов и тканей. В большинстве стран мира 6-часовой период наблюдения при первичном поражении мозга признан сегодня достаточным для установления данного клинического диагноза.

При вторичном поражении мозга для установления клинической картины смерти мозга длительность наблюдения должна быть не менее 24 ч с момента первого установления признаков, описанных в пунктах 3.1–3.9, а при подозрении на интоксикацию длительность наблюдения увеличивается до 72 ч. В течение этих сроков каждые 2 ч производится регистрация результатов неврологических осмотров, выявляющих выпадение функций мозга в соответствии с пунктами 3.1–3.8.

Воспроизводимость результатов повторных неврологических осмотров, выявляющих выпадение функций мозга в соответствии с пунктами 3.1–3.8, как при первичных, так и при вторичных повреждениях мозга является доказательством необратимости возникших изменений. Тест апноэтической оксигенации повторно не выполняется. По истечении периода наблюдения констатируется смерть мозга.

Обращаем внимание, что до настоящего момента мы не упоминали ни об одном инструментальном методе диагностики смерти мозга. Таким образом, при наличии всех клинических признаков смерти мозга и положительном тесте апноэтической оксигенации нет необходимости в использовании какого-либо дополнительного инструментального исследования. **Диагноз смерти мозга может быть достоверно установлен на основании только клинических критериев и положительного теста апноэтической оксигенации.**

Это позиция не только российской медицины. Диагностика смерти мозга во всех странах мира основывается на клинических тестах. И хотя алгоритмы диагностики смерти мозга в разных странах мира пока не совсем совпадают друг с другом, именно клиническим критериям отводится первостепенная роль. С одной стороны, это неудивительно, так как надежность клинических признаков смерти мозга столь высока, что специальные исследования многих сотен больных в разных странах показали, что ни у одного (!) человека с установленными клиническими признаками смерти мозга восстановления функций мозга в последующем не наблюдалось [2, 3]. В то же время для современной медицины, где сложные ответственные диагнозы, определяющие дальнейшую судьбу больного, ставятся не только клинически, но во многом благодаря передовым методам инструментальной и лабораторной диагностики, такая абсолютная точность и надежность клинических критериев не может не поражать.

Применение методов инструментальной диагностики не исключается из алгоритма диагностики смерти мозга, а имеет определенные цели и точки приложения. В России, как и во всех странах мира, использование дополнительных инструментальных методов имеет два основных направления – преодоление трудностей в клинической диагностике и сокращение периода наблюдения. В схеме алгоритма диагностики на рис. 1 “клинический путь” диагностики смерти мозга обозначен желтым цветом, а голубым – возможности и условия использования ЭЭГ и панангиографии сонных и позвоночных артерий как единственных двух методов, проведение которых допускается в России при диагностике смерти мозга согласно действующей Инструкции.

ЭЭГ обязательно проводится для подтверждения клинического диагноза смерти мозга во всех ситуациях, когда имеются сложности в исследовании окулоцефалических и окуловестибулярных рефлексов головного мозга (пункты 3.6–3.7), – при травме или подозрении на травму шейного отдела позвоночника, перфорации барабанных

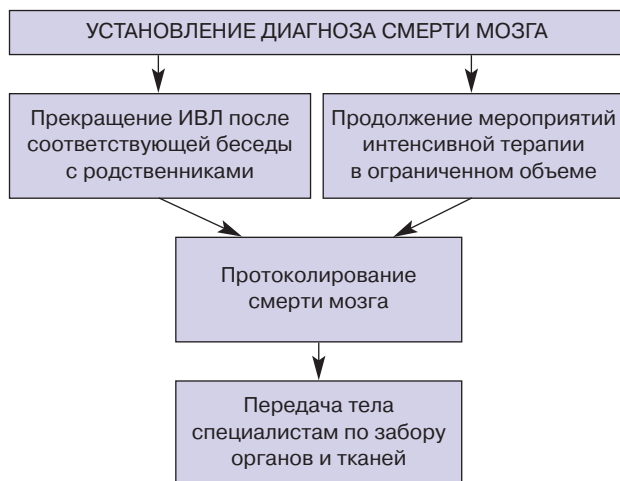


Рис. 3. Варианты дальнейших действий врачей после установления смерти мозга.

перепонок. ЭЭГ выполняется после выявления всех остальных клинических признаков смерти мозга, включая подтверждение апноэ.

Установление отсутствия электрической активности мозга выполняется в соответствии с международными положениями по оценке ЭЭГ в условиях смерти мозга: за электрическое молчание мозга принимается запись ЭЭГ, в которой амплитуда активности от пика до пика не превышает 2 мкВ при записи от скальповых электродов с расстоянием между ними не меньше 10 см и при сопротивлении до 10 кОм, но не меньше 100 Ом. Используются игольчатые электроды, не менее 8, расположенные по системе “10–20%”, и 2 ушных электрода. Межэлектродное сопротивление должно быть не менее 100 Ом и не более 10 кОм, межэлектродное расстояние – не менее 10 см. Необходимо определение сохранности коммутаций и отсутствия непредумышленного или умышленного создания электродных артефактов. Запись проводится на каналах энцефалографа с постоянной времени не менее 0,3 с при чувствительности не больше 2 мкВмм (верхняя граница полосы пропускания частот не ниже 30 Гц). Используются аппараты, имеющие не менее 8 каналов. ЭЭГ регистрируется при би- и монополярных отведениях. Электрическое молчание коры мозга в этих условиях должно сохраняться не менее 30 мин непрерывной регистрации. При наличии сомнений в электрическом молчании мозга необходима повторная регистрация ЭЭГ. Оценка реактивности ЭЭГ на свет, громкий звук и боль: общее время стимуляции световыми вспышками, звуковыми стимулами и болевыми раздражениями не менее 10 мин. Источник вспышек, подаваемых с частотой от 1 до 30 Гц, должен находиться на расстоянии 20 см от глаз. Интенсивность звуковых раздражителей (щелчков) – 100 дБ. Динамик находится около уха больно-го. Стимулы максимальной интенсивности генерируются стандартными фото- и фоностимуляторами. Для болевых раздражений применяются сильные уколы кожи иглой. ЭЭГ, зарегистрированная по телефону, не может быть ис-

пользована для определения электрического молчания мозга.

По сути, ЭЭГ заменяет два клинических признака в алгоритме диагностики смерти мозга. Совсем другая цель у панангиографии магистральных артерий головы – это укорочение необходимой продолжительности наблюдения. Этот дополнительный инструментальный метод может быть включен в алгоритм на заключительном этапе диагностики смерти мозга – установлении необратимости прекращения функций всего головного мозга. Досрочное установление диагноза смерти мозга как при первичном, так и при вторичном поражении мозга, а также при предшествующем подозрении на интоксикацию возможно, если сразу же после установления выпадения функций мозга проводится двукратная панангиография четырех магистральных артерий головы (общие сонные и позвоночные артерии) с интервалом не менее 30 мин, выявляющая прекращение мозгового кровообращения. Если при ангиографии выявляется, что ни одна из внутримозговых артерий не заполняется контрастным веществом, то это свидетельствует о прекращении мозгового кровообращения. Среднее АД во время ангиографии должно быть не менее 80 мм рт. ст. В данной ситуации смерть мозга констатируется без дальнейшего наблюдения.

В последние годы в мире предлагается ряд новых дополнительных методов инструментальной диагностики, подтверждающих смерть мозга. В отличие от двух основных – ЭЭГ и панангиографии сонных и позвоночных артерий, принятых в большинстве развитых стран мира, включая Российскую Федерацию, в ряде стран используют ультразвуковое исследование (транскраниальную доплерографию), метод вызванных потенциалов и сцинтиграфию, а также такие новые методы диагностики, как КТ-ангиография и МР-ангиография.

В течение многих лет ведется поиск методики, которая могла бы заменить клиническую диагностику смерти мозга. Невозможно полностью закончить клиническое исследование при наличии травматического повреждения шейного отдела позвоночника, барабанных перепонок или при подозрении на него, при обширной травме лица, предшествующей патологии зрачка, синдроме апноэ во сне, а также хронической патологии легких, хронической сердечно-легочной патологии. Однако до сих пор ни одна из предложенных методик не может сравниться с клиническими критериями по своей степени точности и надежности. У каждой есть преимущества и недостатки, связанные либо с техническими сложностями выполнения и доступностью метода, либо с инвазивностью, либо с неудовлетворительными показателями специфичности и чувствительности, либо, как уже говорилось, с высокой степенью зависимости от оператора, его знаний и опыта.

В настоящее время в мире не существует ни одного алгоритма диагностики смерти мозга, учитывающего все или хотя бы перечисленные выше трудности клинической диагностики. Стремление же подтвердить диагноз смерти

Протокол установления смерти мозга

Фамилия, имя, отчество _____
 Дата рождения _____
 Возраст _____
 № истории болезни _____
 Диагноз заболевания, приведшего к смерти мозга _____

Комиссия в составе: врача-анестезиолога-реаниматолога _____,
 врача-невропатолога _____,
 врачей-специалистов _____
 в течение _____ часов обследовали состояние больного и констатируют, что:

I. Исключены следующие факторы, препятствующие установлению диагноза смерти мозга (констатация факторов отмечается словом "исключено")

- Артериальное систолическое давление ниже 90 мм рт. ст. (указать цифры _____)
- Ректальная температура ниже 32°C (указать цифры _____)
- Интоксикации, включая лекарственные _____
- Миорелаксанты _____
- Наркотизирующие средства _____
- Метаболические или эндокринные комы _____
- Гиповолемический шок _____
- Первичная гипотермия _____

II. Зарегистрированы следующие признаки, указывающие на прекращение функции больших полушарий и ствола головного мозга (констатация признаков и данных дополнительных тестов отмечается словом "да")

- Полное и устойчивое отсутствие сознания (кома) _____
- Отсутствие реакции на сильные болевые раздражители (надавливание на тригеминальные точки, грудину) и любых других рефлексов, замыкающихся выше шейного отдела спинного мозга _____
- Атония всех мышц _____
- Зрачки не реагируют на свет _____
- Диаметр зрачков больше 5 мм _____
- Отсутствие корнеальных рефлексов _____
- Отсутствие окулоцефалических рефлексов _____
- Отсутствие окуловестибулярных рефлексов _____
- Отсутствие фарингеальных и трахеальных рефлексов (при движении эндотрахеальной трубки и санации дыхательных путей) _____
- Отсутствие самостоятельного дыхания _____

Во время разъединительного теста (уровень PaCO₂ должен быть не менее 60 мм рт. ст.)

а) PaCO₂ в конце проверки апноэ (указать цифры _____)

б) PaO₂ в конце проверки апноэ в мм рт. ст. (указать цифры _____)

III. Дополнительные (подтверждающие) тесты (констатация данных дополнительных тестов отмечается словом "да")

A. Электроэнцефалограмма (полное электрическое молчание мозга) _____

B. Церебральная панангиография (отсутствие заполнения внутримозговых артерий) _____

IV. Комментарии _____

V. Заключение. Рассмотрев вышеуказанные результаты и руководствуясь в их трактовке "Инструкцией по констатации смерти человека на основании диагноза смерти мозга", свидетельствуем о смерти больного (фамилия, имя, отчество) на основании смерти мозга.

Дата _____ (число, месяц, год)

Время смерти _____

Подписи врачей, входящих в комиссию _____

Рис. 4. Протокол установления смерти мозга (Приложение к Инструкции по констатации смерти человека на основании диагноза смерти мозга).

мозга в каждом конкретном случае, обойти встречающиеся сложности клинической диагностики, сократить время наблюдения во многом продиктовано экономическими причинами и интересами бурно развивающегося и, несомнен-

но, очень важного направления медицины – трансплантологии. Если рассматривать описываемую проблему с последней точки зрения, то цена того или иного решения при постановке диагноза смерти мозга – не одна, а часто две-

три-четыре человеческие жизни: умирающего человека и людей, стоящих в листах ожидания на трансплантацию тех или иных органов и тканей. Но жизнь каждого человека, даже умирающего, бесценна, и именно поэтому принимать решение о констатации смерти мозга надо в строжайшем соответствии с утвержденными государством инструкциями. Такое положение вещей еще более увеличивает ответственность исследователей, заставляя каждый раз подвергать сомнению, проверять и взвешивать каждый шаг при разработке алгоритмов диагностики смерти мозга.

Диагноз смерти мозга устанавливается комиссией врачей лечебно-профилактического учреждения, где находится больной, в составе: реаниматолога-анестезиолога с опытом работы в отделении интенсивной терапии и реанимации не менее 5 лет и невролога с таким же стажем работы по специальности. Для проведения специальных исследований в состав комиссии включаются специалисты по дополнительным методам исследований с опытом работы по специальности не менее 5 лет, в том числе и приглашаемые из других учреждений на консультативной основе. Назначение состава комиссии и утверждение протокола установления смерти мозга производится заведующим реанимационным отделением, где находится больной, а во время его отсутствия – ответственным дежурным врачом учреждения. В комиссию не могут включаться специалисты, принимающие участие в заборе и трансплантации органов.

После установления диагноза смерти мозга у врачей имеется три возможных варианта дальнейших действий (рис. 3). Первый – приглашение специалистов по забору органов и тканей при обязательном выполнении всех условий, предписываемых Законом России “О трансплантации органов и (или) тканей человека” № 4180-1 от 22.12.92 г. Второй – прекращение ИВЛ врачом персоналом кли-

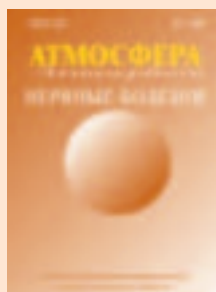
ники, где находится пациент, после соответствующей беседы с родственниками. И наконец, третий вариант – продолжение мероприятий интенсивной терапии в ограниченном объеме до развития сердечно-сосудистой недостаточности и смерти человека.

В Приложении к Инструкции определен протокол установления смерти мозга (рис. 4), который является основным документом при диагностике смерти мозга и имеет значение для прекращения реанимационных мероприятий и для изъятия органов. В протоколе установления смерти мозга должны быть указаны данные всех исследований, фамилии, имена и отчества врачей-членов комиссии, их подписи, дата, час регистрации смерти мозга и, следовательно, смерти человека. Ответственными за постановку диагноза смерти человека являются врачи, установившие смерть мозга, – сотрудники того лечебно-профилактического учреждения, где больной умер.

В заключение необходимо отметить, что проблема смерти мозга – это вопрос не только медицинский, но и в не меньшей, если не в большей степени морально-этический и правовой. Наше общество приняло концепцию смерти мозга как состояния, эквивалентного смерти человека, однако необходимо приложить еще немало усилий для тактичного и корректного решения множества вопросов, постоянно возникающих в ситуациях, связанных с развитием у пациента данного состояния.

Список литературы

1. Инструкция по констатации смерти человека на основании диагноза смерти мозга. Приказ Министерства здравоохранения РФ № 460 от 20 декабря 2001 г.
2. Уолкер А.Е. Смерть мозга. М., 1992.
3. Posner J.B. et al. The Diagnosis of Stupor and Coma. 4th ed. N.Y., 2007. ●



Продолжается подписка на научно-практический журнал “Атмосфера. Нервные болезни”

Подписку можно оформить в любом отделении связи России и СНГ.
Журнал выходит 4 раза в год. Стоимость подписки на полгода по каталогу агентства “Роспечать” – 80 руб., на один номер – 40 руб.

Подписной индекс 81610



Продолжается подписка на научно-практический журнал “Атмосфера. Новости кардиологии”

Подписку можно оформить в любом отделении связи России и СНГ.
Журнал выходит 4 раза в год. Стоимость подписки на полгода по каталогу агентства “Роспечать” – 80 руб., на один номер – 40 руб.

Подписной индекс 37211