

СМЕРТЬ МОЗГА

Смерть мозга – полное и необратимое прекращение всех функций головного мозга, регистрируемое при работающем сердце и искусственной вентиляции легких.

Констатация смерти мозга основывается на:

1. Прекращение функций всего головного мозга.
2. Необратимость этого прекращения.

Смерть мозга эквивалентна смерти человека.

Право на установление диагноза смерть мозга

1. Наличие точной информации о причинах и механизмах развития СМ.
2. Соблюдение условий установления диагноза смерти мозга – исключение обратимых причин очевидной СМ.
3. Клиническая картина СМ (Неврологические критерии).
4. Параклинические методы, подтверждающие СМ.
5. Решение вопроса о прекращении ИТ и заборе органов.
6. Начало процессов кондиционирования.

Причины и механизмы смерти мозга

1. Первичные повреждения

(Резкое повышение внутричерепного давления с прекращением мозгового кровотока):

- тяжелая черепно-мозговая травма (закрытая, открытая);
- спонтанные и иные внутричерепные кровоизлияния;
- инфаркт мозга;
- опухоли мозга;
- закрытая острая гидроцефалия и др.
- внутричерепные оперативные вмешательства на тканях мозга.

2. Вторичные повреждения

(гипоксия различного генеза, метаболические нарушения):

- остановка кровообращения (клиническая смерть, выраженная гипотензия);
- длительно продолжавшийся шок;
- аноксия;
- острое развитие фульминантной печеночной недостаточности;
- острый кетоацидоз при гипергликемической коме;
- демиелинизация при быстрой коррекции гипонатриемии.

Приказ №460; Плам Ф., Познер Дж.Б., 1986

Pitts LH, 1984; Wijdicks EF, 2001; American Academy of Neurology: Quality Standards Subcommittee: Practice parameters for determining brain death in adults (summary statement). Neurology47:309-310. 1995

Патофизиологические механизмы смерти

мозга

Механизмы прекращения кровотока по мозговым сосудам

1. Резкое повышение внутричерепного давления до уровня систолического.
2. Остановка кровообращения и проведение неадекватного непрямого массажа сердца в течение 30 минут.

Полное прекращение кровотока по внутричерепным сосудам в течение 30 минут ведет к необратимому поражению нейронов, восстановление которых становится невозможным

Факторы, приводящие к повреждению гематоэнцефалического барьера

1. Резкие изменения кровотока.
2. Резкие изменения содержания кислорода.
3. Резкие изменения глюкозы.

Как только прекращается поступление питательных веществ в ткань мозга начинаются процессы некроза и апоптоза

Условия установления диагноза смерть мозга

состояния, которые необходимо исключить

1. Интоксикация (токсикологическое исследование – при наличии признаков интоксикации диагноз смерти мозга не рассматривается до момента

исчезновения ее признаков)

- Средства, угнетающие активность нейронов ЦНС (барбитураты, бензодиазепины,

наркотики)

- Средства, блокирующие нейро-мышечную передачу (миорелаксанты)

2. Первичная гипотермия (Тректальная $> 32^{\circ}\text{C}$, Ттела $> 36^{\circ}\text{C}$)

3. Гиповолемический шок (АДС должно быть ≥ 90 мм рт.ст.);

4. Метаболические и эндокринные комы:

- Тяжелая печеночная энцефалопатия

- Гипогликемия

- Уремия

5. Инфекционные поражения мозга.

6. Нарушения электролитного гомеостаза:

$130 < \text{Na}^+ < 155 \text{ mM/L}$; $2,7 < \text{K}^+ < 6 \text{ mM/L}$; $1 \text{ mEq} < \text{Mg}^{2+}$

7. Нарушения КОС

*Manu S. Goyal, Yekaterina Axelrod, 2007; Приказ №460; Плам Ф., Познер Дж.Б., 1986
Pitts LH, 1984; Wijdicks EF, 2001; American Academy of Neurology: Quality Standards Subcommittee: Practice
parameters for determining brain death in adults (summary statement). Neurology 47:309-310. 1995*

Клинические критерии современного понимания смерти мозга

(неврологические критерии)

1. Прекращение мозговых функций:

- Клиника глубокой (запредельной) комы.

2. Прекращение функций мозгового ствола:

- Отсутствие стволовых рефлексов
- Апноэ

Клинические критерии смерти мозга

(Глубокая (запредельная) кома – Шкала Комы Глазго – 3 балла)

Признак	Балл
1. Реакция на открывание глаз:	
Самостоятельное открывание глаз	4
Открывание глаз в ответ на обращение к больному или шум	3
Открывание глаз в ответ на болевой раздражитель	2
Открывание глаз отсутствует	1
2. Речевая (вербальная) реакция на простые вопросы:	
Ответ правильный, ориентированный	5
Ответ неясный	4
Отсутствие связной речи, произнесение отдельных слов	3
Произнесение отдельных звуков	2
Ответ отсутствует	1
3. Двигательные реакции	
Выполнение больным простой инструкции	6
Защитная реакция на болевой раздражитель	5
Недифференцированная реакция на болевой раздражитель	4
Сгибательные реакции на болевой раздражитель («Декортикация»)	3
Разгибательные реакции на болевой раздражитель («Децеребрация»)	2
Реакция на болевой раздражитель отсутствует	1

Спинальные автоматизмы и рефлексy у тел с констатированной смертью мозга

Встречаются в 44-75% случаев

Adrian A. Jarquin-Valdivia, David Bonovich, 2003; Saposnik G, Maurino J, Saizar R, Bueri JA, 2005

Часть тела	Встречающиеся признаки
Шейный отдел позвоночника	Рефлексы, возникающие при сгибании шеи: Сокращение мышц брюшного пресса Сгибание в тазобедренном суставе Сгибание в локтевом суставе Опускание плеча на поворот головы Поворот головы в сторону
Верхние Конечности	Одностороннее разгибание-пронация Сгибание – отдергивание руки Изолированное подергивание пальцев Сгибание и подъем плеча Соединение рук
Туловище	Инспираторные движения без движения газа Ассиметричное опистотоническое положение тела Сгибание туловища в пояснице Брюшные рефлексы
Нижние конечности	Сгибание пальцев в ответ на постукивание Феномен тройного сгибания Симптом Бабинского
Сложные сочетанные движения	Псевдодецеребрация (спонтанная или вызванная ИВЛ) Симптом Лазаря
Другие	Поднимание века при раздражении ипсилатерального соска (<i>Friedman AJ, 1984; Santamaria J et al., 1999</i>) Миокимия лицевых мышц (<i>Haupt WF, 1986; Saposnik G, Maurino J, Saizar R, 2001</i>)

Saposnik G, Maurino J, Bueri JA, 2001; Wijdicks EFM, 2001

Клинические критерии смерти мозга

(Болевые стимулы)

1. При болевой стимуляции должны отсутствовать любые ответные двигательные реакции, в том числе и мышцах, иннервация которых замыкается на уровне спинного мозга
2. Если при оценке болевой чувствительности выявляется двигательная реакция на сегментарном уровне, в первую очередь необходимо выявлять вовлечение в ответ мышц, иннервируемых черепно-мозговыми нервами V, VII (**grimасы, зажмуривание глаз**)
 - *тригеминальные точки*
 - *козелки наружного уха*
 - *выдвижение вперед нижней челюсти*

Клинические критерии смерти мозга

(Критерии смерти ствола мозга)

Диаметр зрачка и фотореакция

Состояние	Проявления
Гибель стволовых (парасимпатических) нейронов	Исчезновение рефлекторного сужения зрачков на прямой яркий свет
	Зрачки не подвижны в срединном положении
	Расширение зрачка (4-6 мм; > 5 мм)
	Диаметр зрачков может медленно изменяться > 4 мм (<i>Ishiguro T, Tamagawa S, Ogawa H, 1992</i>)
Неравномерная активность симпатической иннервации в неповрежденной части спинного мозга	Анизокория
Клиника смерти мозга + Апноэтический тест – апноэ ЭЭГ – электрическое молчание мозга, ПАГ – феномен слепых зон	Диаметр зрачка < 4 мм

должно быть известно, что ни каких препаратов, расширяющих зрачок не применялось

Клинические критерии смерти мозга

(Критерии смерти ствола мозга)

Глазодвигательные

реакции

1. При смерти мозга любые движения глаз должны отсутствовать.
2. Необходимо исключить спонтанные движения и любой вид нистагма.

Тесты

средний мозг, мост, продолговатый

мозг

1. Оculoцефалический рефлекс («глаза куклы»)
2. Окуловестибулярный рефлекс (холодовой, калорический)

Клинические критерии смерти мозга

(Критерии смерти ствола мозга)

Оculoцефалический рефлекс

1. Стойкое сохранение срединного положения глаз при поворотах головы –
отсутствие рефлекса.

Комментарии

1. Проба не высокоинформативна – сложно следить за движениями глаз.
2. Ограничения:
 - травма шейного отдела позвоночника
 - повреждение лица, глаз

Клинические критерии смерти мозга

(Критерии смерти ствола мозга)

Окуловестибулярный рефлекс

Интерпретация результатов окуловестибулярного рефлекса

Результат	Интерпретация
Нистагм, быстрая составляющая которого направлена в сторону, противоположную стороне стимуляции	Нормальный рефлекс
Тоническое, без нистагма, отклонение глаз в сторону орошения	Утрата связи интактного ствола с конечным мозгом
Полное отсутствие движения глаз	Обширное повреждение ствола мозга
	Смерть мозга

Условия:

1. Целостность барабанной перепонки, височной кости, лица, глаз, шеи.
2. Отклонение головы на +30°.
3. После орошения в течение 1 минуты отслеживать движения глазных яблок.
4. 5-ти минутный интервал между орошениями.
5. Орошение каждого наружного слухового прохода 50 мл ледяной воды (Тводы – 20°C).
6. Антибиотики, антидепрессанты, антиконвульсанты – могут изменять (подавлять) рефлекс.

Клинические критерии смерти мозга

(Критерии смерти ствола мозга)

Другие рефлексы, которые используются для оценки повреждения ствола мозга

Корнеальный рефлекс

1. В рефлекторную дугу входят ветви V и VII черепно-мозговых нервов.
2. Отсутствие мигания при раздражении роговицы – смерть мозга.

Окулокардиальный рефлекс

1. Урежение сердцебиения при надавливании на глазные яблоки – отсутствует при смерти мозга.

Глоточный и кашлевой рефлекс

1. Исследуют функцию IX, X, XI черепно-мозговых нервов.
2. Движения интубационной трубки и санация ТБД.
3. Отсутствие любых движений – выпадение рефлекса.

Атропиновый тест

1. Отсутствие развития тахикардии у тел со смертью мозга при введении им в/в 2 мг атропина.

«Тест Апноэтический Оксигенации» //

«Разъединительный тест»

1 Этап:

Канюлирование
артерии

Забор
крови

2 Этап:

10-15 мин ИВЛ

(V_E , $F_{iO_2} = 1$, оптимальное
ПДКВ):

p_aCO_2 – 35-45 мм рт.ст.

Забор
крови

3 Этап:

Отсоединить аппарат,
В ИТ или трахеост. трубку
подают увлажненный O_2 с $V =$

Забор
крови

2 Этап:

Достичь пороговый
(60) или
супрапорогов

Забор крови
каждые
10 минут

Мониторинг;
Коррекция в/в введения вазопрессоров;
Отсутствие инспираторных попыток –
повреждение ДЦ;
Инспираторная попытка – немедленно
возобновить ИВЛ.

Условия безопасности для проведения «разъединительного теста»

1. Внутрисердечная температура $\geq 36,5^{\circ}\text{C}$.
2. АДС > 90 мм рт.ст.
3. Положительный водный баланс более 6 часов.
4. $p_a\text{O}_2 \geq 200$ мм рт.ст.
5. $p_a\text{CO}_2 \geq 40$ мм рт.ст.

Мониторинг инспираторной активности во время «разъединительного теста»

Возможные движения при проведении теста

1. Низкоамплитудные движения, синхронные с сердцебиением.
2. Спинальные автоматизмы:
 - сокращения межреберных мышц;
 - сокращение мышц плечевого пояса;
 - симптом Лазаря.
3. Мониторинг (*с функцией оценки частоты и глубины дыхания по изменению импеданса между электродами ЭКГ*)
4. **Признак вдоха – изменения ДО при движении грудной клетки.**

«Разъединительный тест»

Пороговые значения гиперкапнического стимула

Минимальный уровень $P_a\text{CO}_2$, необходимый для демонстрации апноэ при тяжело поврежденном или «мертвом» мозге, остается предметом научных споров. Рекомендуется считать таковым – 44-60 мм рт.ст.

Пороговый уровень $p_a\text{CO}_2$	Комментарии	Автор
60 мм рт.ст.	Верхний теоретический предел, активирующий жизнеспособный ДЦ	<i>Shafer JA, Caronna J, 1978</i>
30-39 мм рт.ст.	Порог для жизнеспособного ДЦ	<i>Ropper AH, Kennedy SK, Russel L, 1978</i>
Исходный + 20 мм рт.ст.	Фоновая гиперкапния; Отсутствие возможности ликвидации гиперкапнии.	<i>Saposnik G, Maurino J, Bueri JA, 2001</i>

Не проведено крупного проспективного исследования, позволяющего окончательно определить все параметры проведения теста

Сравнение протоколов проведения «разъединительного теста»

Страна	$p_a\text{CO}_2$ исходное	Время наблюдения	Пороговое $p_a\text{CO}_2$	Комментарии
Австрия	> 60	Не определено	Не определено	Не установлены $p_a\text{CO}_2$ для пациентов, адаптированных к гиперкапнии
Бельгия	> 38	Не определено	Не определено	Тест прекращается при гипотензии, аритмии, дыхательных движениях, гипоксемии
Германия	> 60	Достаточное	Не определено	Не установлены $p_a\text{CO}_2$ для пациентов, адаптированных к гиперкапнии
Италия	----		Гиперкапния и $pH < 7,4$	Технические детали не определены
Великобритания	> 45	10 мин	> 50	-----
Голландия	40	5-10 мин	≥ 50	У адаптированных к гиперкапнии – $p_a\text{CO}_2 > 60$
США	≥ 40	8 мин	> 60	При исходных $p_a\text{CO}_2 > 60$, цель повышение уровня на 20 мм рт. ст.
Россия	35-45	10-15 мин	≥ 60	-----

Приказ №460; American Academy of Neurology Practice Parameters for Determining Brain Death in Adult (summary statement) (Current guideline-reaffirmed on 01/13/2007 and 10/18/2003). Neurology 1995;45:1012-1014; Houpt WF, Rudolf J, 1999

Методики, применяемые для снижения времени разъединительного теста

1. Дополнительное введение CO_2 в легкие
 - сокращает время с 10-15 до 3-4 мин
 - возможно усиление ацидоза.

Lang CJ, 1995

2. Гиповентиляция с контролем VCO_2

Wijdicks EFM, 2001

Аргументы противников проведения «разъединительного теста»

Ситуации	Аргументы	Авторы
Полная утрата мозговых функций + дыхание во время теста	Не зарегистрировано ни одного случая выживания или перехода в вегетативное состояние	<i>Rohling R et al., 1986; Jeret JS, Benjamin JL, 1994</i>
Трудности интерпретации	При травме грудной клетки, ушибе и отеке легких	
Возникающие осложнения (> 60% случаев): - острая гипотензия (12%) - ацидоз (68%) - гипоксемия (23%) - пневмоторакс - пневмоперитонеум	Утяжеление состояния. Повреждаются органы, пригодные для трансплантации.	<i>Rohling R et al., 1986; Jeret JS, Benjamin JL, 1994; Saposnik G, Rizzo G, Deluca JL, 2000</i>
Апноэ с изменениями гомеостатиза	Гибель потенциально жизнеспособных нейронов	<i>Wijdicks EFM, 2001</i>

Предложено проведение подтверждающих параклинических тестов перед или вместо апноэ

Wijdicks EFM, 2001

Аргументы сторонников проведения «разъединительного теста»

1. Единственный клинический способ проверить функционирование продолговатого мозга.
2. При соблюдении всех реанимационных мероприятий, предшествующих тесту, он безопасен и осложнения не превышают:
 - 15% - 24% - гипотензия
 - 1% - аритмия.

Параклинические методы, подтверждающие смерть мозга

Характеристика		Методы
Подтверждение прекращения биоэлектрической активности нейронов		Электроэнцефалография
		Мультимодальные вызванные потенциалы
Подтверждение прекращения внутричерепного ликворопульсации (косвенные)	и	Селективная каротидная ангиография
		Транскраниальная доплерография
		Эхоэнцефалопульсография
		Церебральная сцинтиграфия с пертехнеатом Tc^{99m}
		Субтракционная интравенозная ангиография
		Магниторезонансная ангиография
		Спиральная компьютерная томография
Констатация нарушения метаболизма погибшего мозга (косвенные)		Определение напряжения кислорода в луковице яремной вены
		Инфракрасная церебральная оксиметрия
		Телетермография
		Позитронно-эмиссионная томография
		Диффузионно- и перфузионно-взвешенные программы МРТ

Ступин И.Д.,

2009

Показания к проведению подтверждающих тестов

1. При смерти мозга не требуется, они не заменяют клинические критерии.

2. Выполняются при невозможности полностью и однозначно оценить клиническую картину смерти мозга:

- неопределенных результатах теста на апноэ
- гиперкапния
- сильное ожирение (*трудности визуализации спонтанного дыхания*),
- тяжелая застойная сердечная недостаточность
- гемодинамическая нестабильность,
- отсутствие возможности исследовать рефлексы (*тяжелая травма*

лица,

невозможность осмотра глаз).

3. Сокращение времени наблюдения.

Необходимое подтверждение смерти мозга (Франция, Греция, Италия, Люксембург, Голландия, Швеция).

Россия:

ЭЭГ – невозможность клинической проверки окулоцефалического и окуловестибулярного рефлексов;

2-х кратная селективная церебральная панангиография – сокращение сроков наблюдения после установления полной клинической картины смерти мозга.

Требования к методам подтверждения смерти мозга

1. Возможность применения у постели больного.
2. Обследование не должно занимать много времени.
3. Безопасность для обследуемого и потенциального реципиента донорских органов и мед. персонала.
4. Иметь высокую чувствительность, специфичность, воспроизводимость и защищенность от внешних помех.

Электрэнцефалография

Минимальные технические стандарты

American Encephalographic Society. Guidelines three: minimum technical standards for EEG recording in suspected cerebral death. J Clin Neurophysiol, 1994; 11:10-13

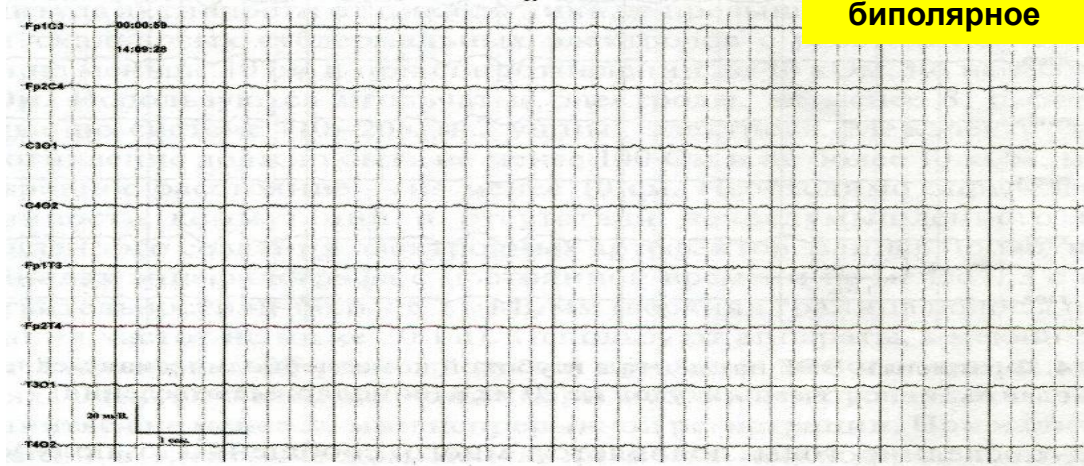
монополярное



Критерии, подтверждающие смерть мозга:

1. Феномен биоэлектрического молчания не менее 30 минут непрерывной регистрации.
2. При сомнении в электрическом молчании – повторное исследование.

биполярное



Электроэнцефалография

Характеристика метода в качестве диагностического критерия смерти мозга

1. Не высокая чувствительность и специфичность метода (около 90%)
2. Снижает специфичность угнетение ЭЭГ в ответ на:
 - интоксикацию (в т.ч. лекарственным - барбитураты, бензодиазепины, трихлорэтилен)
 - гипотермию ($T \geq 32^{\circ}\text{C}$)
 - метаболические нарушения
 - кардиоваскулярный шок (АДС > 80 мм рт.ст.)
3. Низкая помехозащищенность.
4. Ложноотрицательные результаты при клинической картине смерти мозга, подтвержденные ангиографией.
5. Невозможность исследовать биоэлектрическую активность ствола мозга.

Ряд экспертов считают ЭЭГ наихудшим методом, подтверждающим смерть мозга

(Guirrit JM, 2006).

Вызванные потенциалы

Суть:

Регистрация и математическая обработка электрических ответов мозга при воздействии экзогенных и эндогенных стимулов

Вызванные потенциалы, используемые для диагноза смерти мозга:

- соматосенсорные
- акустические стволовые
- зрительные
- комплекс трех методик – «мультимодальные ВП».

Законодательно включены в перечень тестов в Европе и США

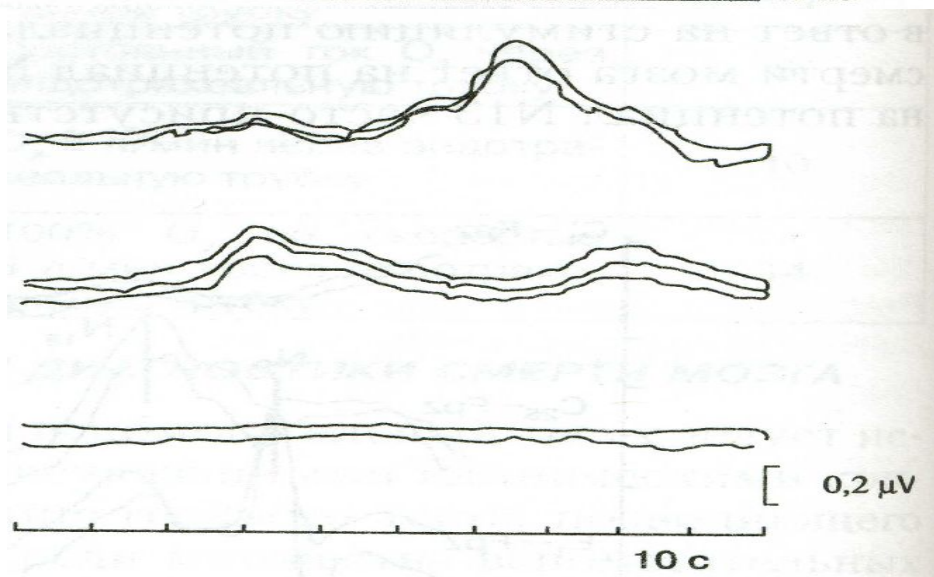
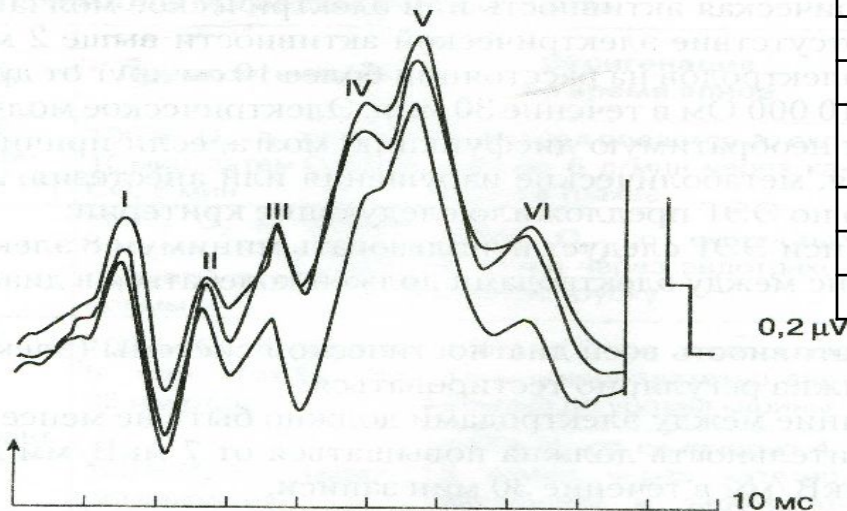
Сравнительная характеристика типов вызванных потенциалов в диагностике смерти мозга:

1. Наиболее чувствительны и специфичны – акустические ВП.
2. Затем – соматосенсорные ВП.
3. Зрительные ВП – замыкают рейтинг (*Гнездицкий В.В., 1997; Payen DM et al., 1990*).

Вызванные потенциалы

Акустические стволовые

Компонент АСВП	Анатомическая структура
I	Слуховой нерв
II	Кохлеарное ядро
III	Трапецивидное тело и верхняя олива
IV	Боковая петля на уровне моста
V	Нижний канатик
VI	Не определен

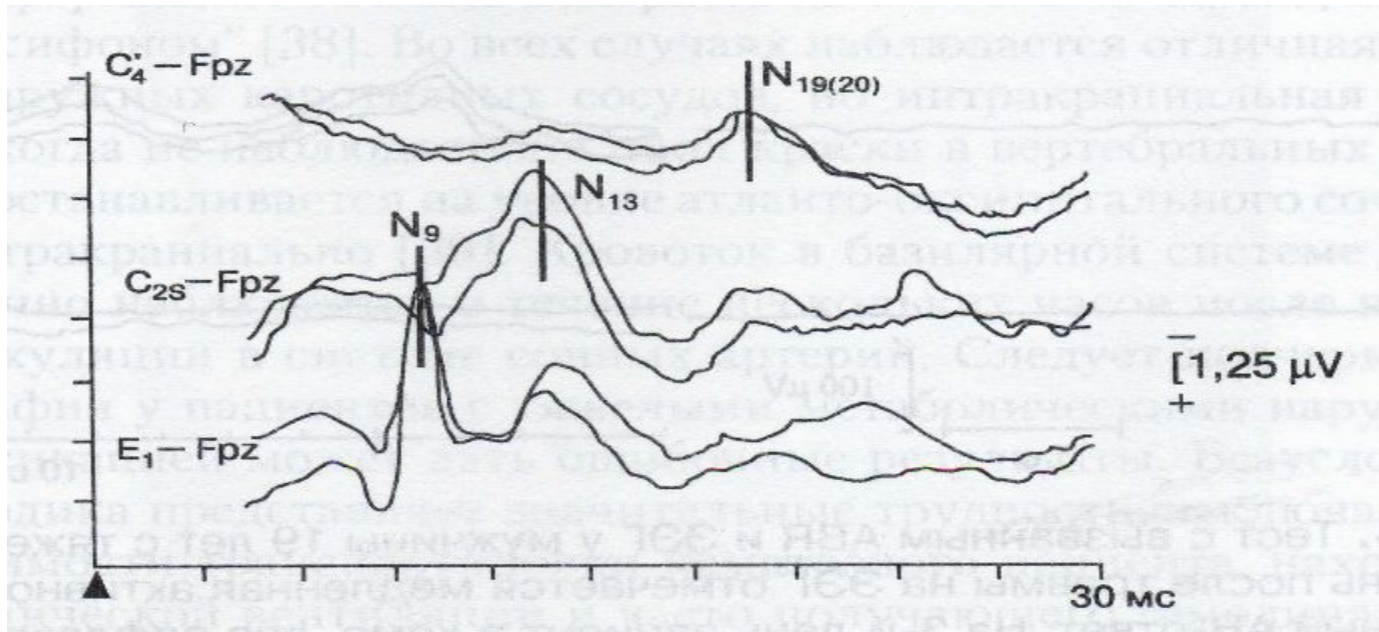


Критерии смерти мозга

1. Выпадение волн III - V
2. Для достоверного подтверждения смерти мозга при регистрации акустических стволовых вызванных потенциалов необходима регистрация волны I и отсутствие волн III – V.
3. Отсутствие волн с I по V:
 - смерть ствола и выше расположенных отделов ГМ
 - механическое повреждение периферического отдела слухового анализатора

Вызванные потенциалы

Соматосенсорные потенциалы



Критерии смерти мозга

Стимуляция левого срединного нерва запястья (потенциал Erba)	
N 20	Отсутствует
N 13	Присутствует
N 9	Присутствует и отражает интактность периферических проводящих путей

Вызванные потенциалы

Зрительные вызванные потенциалы:

1. Отражают только патологию больших полушарий.
2. По спектру применения примерно соответствует ЭЭГ (более трудоемок и сложен в интерпретации).

Критерии смерти мозга:

1. Отсутствие коркового ответа.

Церебральная ангиография

Методика констатации остановки церебрального кровотока

Мусин Р.С., 1995; Bergquist Ea, Bergstorm K, 1972; Korein J et al., 1977; Kricheff II et al., 1978

Показание:

Укорочение сроков наблюдения.

Методика:

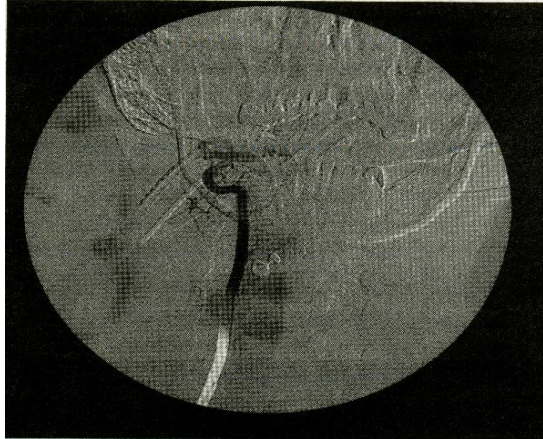
Двукратно (интервал не менее 30 минут) ангиография четырех магистральных

сосудов головы – общие сонные и позвоночные артерии.

Контраст вводится в каждый исследуемый сосуд под двойным давлением

Исследование «суперселективно» - отдельное введение катетера для каждой области введения.

Церебральная панангиография



Отсутствие
контрастирования *a.*
Vertebralis dextra на входе в
полость черепа



Отсутствие
контрастирования
внутричерепных артерий



Отсутствие
контрастирования *aa. Carotis*
internae на входе в полость
черепа

Критерии смерти мозга:

1. Отсутствие заполнения контрастом сосудов полости черепа – «стоп-феномен».
2. Феномен должен наблюдаться в 4 сосудах – внутренних сонных и позвоночных артериях.
3. Если выявлено, что ни одна из артерий не заполняется контрастным веществом, это свидетельствует о прекращении мозгового кровообращения.

Церебральная ангиография

Условия проведения:

СДД ≥ 80 мм рт.ст.

1. Сложности при проведении исследований чувствительности и специфичности метода нет.
3. **Осложнения**
- трудоемкая транспортировка в операционную, перекладывание – потенциально опасно для пациента, подготовка и проведение занимает много времени.
2. Процедура инвазивна и небезопасна:
 - катетеризация через бедренную или подмышечную артерию
 - транспортировка в рентгенооперационную.
 - необходимо введение контрастного вещества.
4. Введение контраста под повышенным давлением может вызвать:
 - вазоспазм на уровне сифона внутренней сонной артерии – феномен «псевдоокклюзии»
 - прекращение остаточного кровотока.
5. Действующее вещество контраста обладает некоторым токсическим действием на органы,
которые возможно будут использоваться для пересадки
7. Имеются случаи ложноположительных результатов у трепанированных пациентов.

Радиоизотопное сканирование

Методика:

Наложение жгута на лоб

В/в болюсно:

^{99m}Tc (пертехнетат натрия (15-21 мКи для взрослого))

^{99m}Tc (гексаметилпропиленаминоксим)

Регистрация 60 с с шагом квантования 3 с в прямой проекции

Критерии смерти мозга:

1. Отсутствие поступления изотопа с током крови в полость черепа – «пустой череп» и симптом «горячего носа»

Характеристика метода:

1. Высокоточный.
2. Быстроосуществимый (портативные гамма-камеры, у постели больного).
3. Относительно безопасный (у взрослых и детей).
4. Невозможность реальной оценки кровотока в вертебробазилярном бассейне (очень важно при наличии только супратенториальных повреждений).

Ультразвуковые методики оценки внутричерепного кровотока

1. Показана более высокая чувствительность ультразвуковых методов регистрации прекращения внутричерепного кровотока в сравнении с церебральной ангиографией

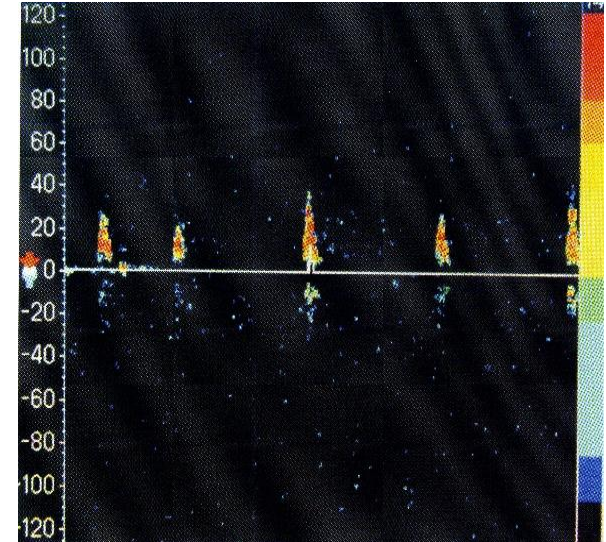
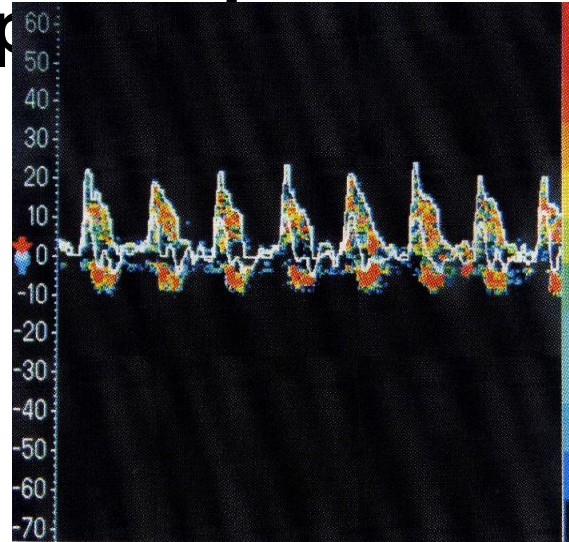
Стулин И.Д. и соавт., 1997; Aaslid R, Markwalder T-M, Nornes H, 1982

2. Чувствительность от 91 до 99%, специфичность 98-100% (ТКД)

Aaslid R, Markwalder T-M, Nornes H, 1982; Ducrocq X et al., 1998; Feri M et al., 1994; Petty GW et al., 1990; Power AD, Graber MC, Smith RR, 1989; Sloan MA et al., 2004

Методика УЗ исследования	Оцениваемые характеристики кровотока
Ультразвуковая доплерография (УЗДГ)	Кровоток в поверхностных сосудах в постоянно-волновом режиме (дистальные отделы внутренних сонных и позвоночных артерий)
Транскраниальная доплерография (ТКД)	Кровоток во внутричерепных сосудах в импульсном режиме
Дуплексной сканирование (ДС)	Оценка направления объемного кровотока во внутренних сонных и позвоночных артериях

Транскраниальная доплерография

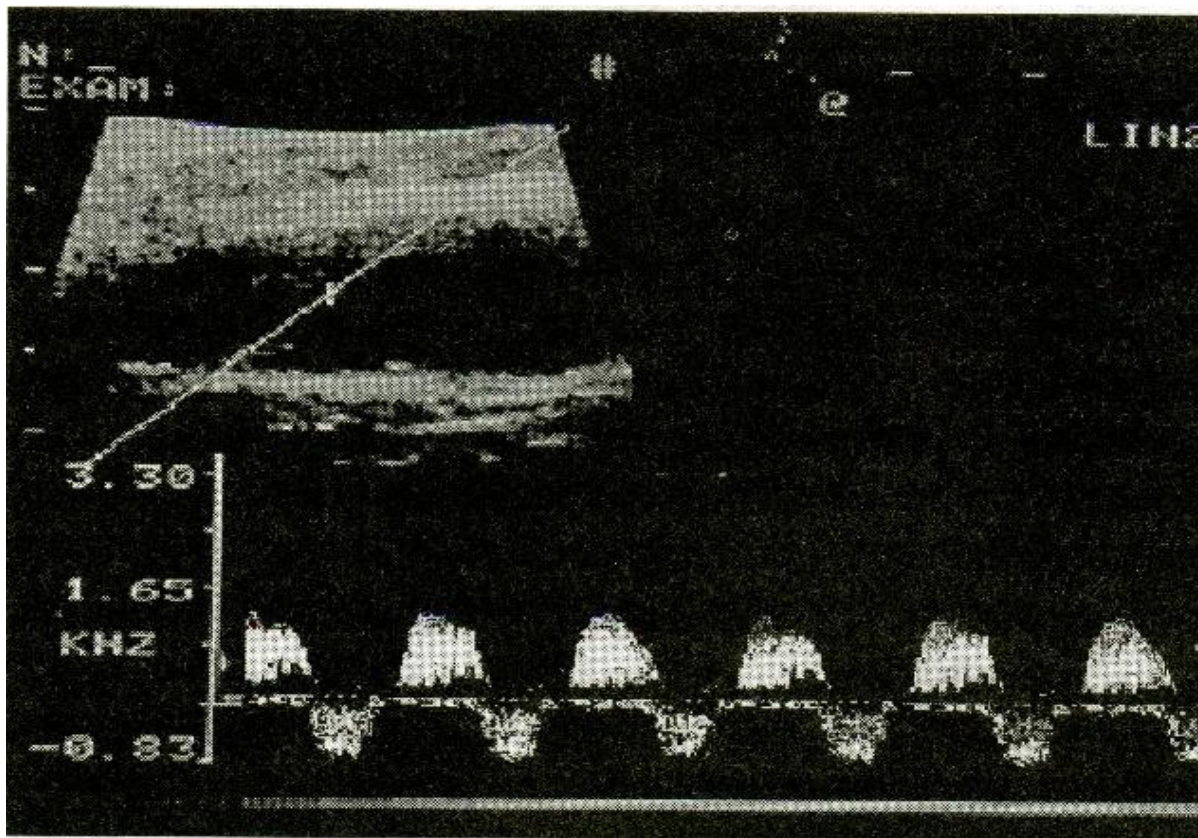


Критерии прекращения мозгового кровотока:

1. Сочетание систолических пиков (линейная скорость ≤ 30 см/с) с диастолическим синусоидальным компонентом.
2. Систолические пики ≤ 20 см/с без диастолического компонента.
3. Реверберирующий кровоток (равновеликие пики выше и ниже изолинии)
4. Систолические пики менее 30 см/с, до 25% сердечного цикла, без диастолического компонента
5. Отсутствие доплеровского сигнала лоцируемого сосуда (не является достоверным).
6. В последнем случае проведение УЗДГ наружных дистальных отделов внутренней сонной и позвоночной артерии вблизи их входа в полость черепа – признак прекращения внутричерепного кровотока - реверберирующий кровоток

Парфенов В.Е., 1996; Sloan MA et al., 2004; American Academy of Neurology Practice Parameters for Determining Brain Death in Adult (summary statement). Neurology 1995;45:1012-1014; Aaslid R, Markwalder T-M, Nornes H, 1982; Ducrocq X et al., 1998; Hout WF, Rudolf J, 1999; ; Sloan MA et al., 2004

Дуплексное сканирование

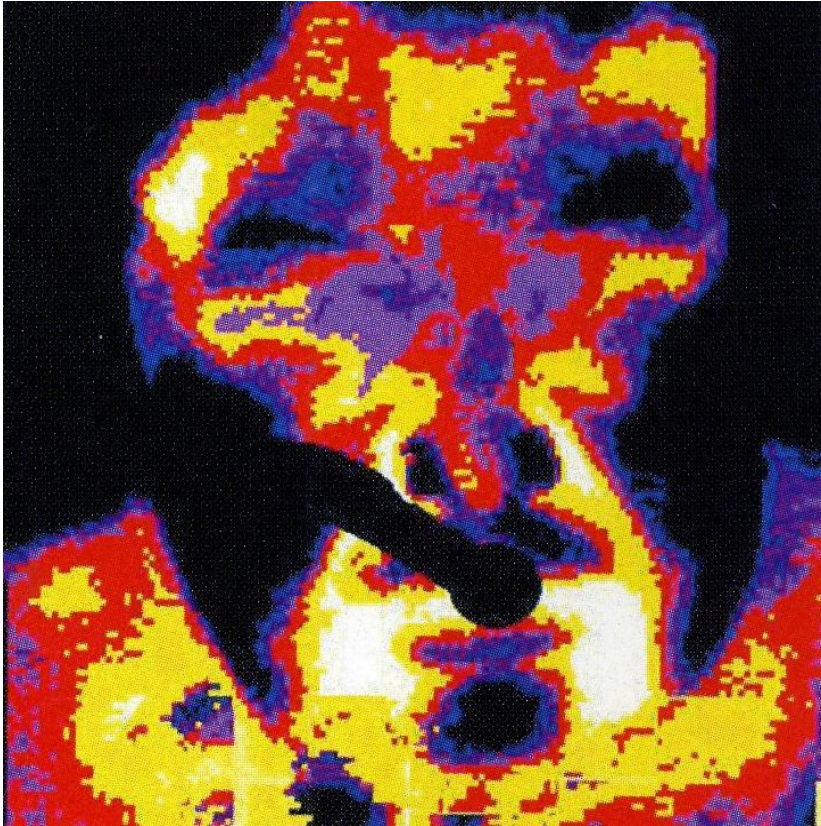


Реверберрующий кровоток

Минимальный суммарный объемный кровоток при констатации смерти мозга составляет менее 100 мл/мин

Телетермограф

Регистрация инфракрасного излучения с поверхности тела. Основную роль в колебании T между участками тела играет неоднородный кровоток.



Критерии смерти мозга

1. Прогрессирующее относительное падение температуры глазницы
2. Относительный разогрев нижней половины лица и носа

Сроки наблюдения

	Первичное повреждение	Вторичное повреждение
С момента обнаружения первых признаков смерти мозга	6 часов (разъединительный тест повторно не выполняется)	24 часа
		72 часа при установлении факта интоксикации
Сокращение времени наблюдения	2-х кратная панангиография	
Кратность проведения осмотра		2 часа

Смерть

Циркуляторно-метаболический синдром

Профилактика:

1. Как можно раньше начать процедуру кондиционирования донора и его органов
2. Обеспечение стабильного состояния донора в течение кондиционирования и донорской операции
3. Постоянное гемодинамическое и биохимическое мониторирование:
 - инвазивный мониторинг гемодинамики (АД, ЦВД, ДЗЛК, ЭКГ, Ps)
 - оценка почасового диуреза
 - проведение адекватной инфузионной терапии
4. Терапия донора основывается на общих принципах реаниматологии
 - восполнение и поддержание внутрисосудистого объема
 - поддержание сердечного выброса
 - контроль и ликвидация полиурии
 - поддержание температуры тела
 - коррекция гормональной терапии
5. Следует учитывать специфические влияния на органы

Смерть

Циркуляторно-метаболический синдром

Патологические состояния	Причины	Интенсивная терапия
Гипотония	Нейрогенный шок Гиповолемия ССН	Инотропная поддержка: Допмин < 10 мкг/кг/мин Добутамин < 15 мкг/кг/мин Адреналин < 0,1 мкг/кг/мин Норадреналин < 2-4 мкг/кг/мин. Кристаллоиды, коллоиды, альбумин
Коррекция: АДС ≥ 100 мм рт.ст., СДД = 70 мм рт.ст., ЦВД – 7-10 см H ₂ O, ЧСС – 100 ц/мин, Нв – 100 г/л		
Аритмия, Брадикардия	Повреждение ЦНС Гипотермия Нарушение ВЭБ Ишемия Нарушение КОС	Атропин (0,5 – 1,0 мг), Добутамин,
Гипоксемия	Нарушения функции ЦНС Повреждение легких	РЕЕР – до 7,5 см H ₂ O FiO ₂ до 60% P _{peak} < 30 см H ₂ O
Коррекция: p _a O ₂ – 100-150 мм рт.ст., p _a CO ₂ – 35-45 мм рт.ст., pH – 7,35-7,45, S _a O ₂ > 95%		

Смерть

Циркуляторно-метаболический синдром

Патологические состояния	Причины	Интенсивная терапия
Несахарный диабет	Гипоталамическая дисфункция	Восполнение потерь мочи Вазопрессин 1-2 Ед/час
Коррекция: диурез < 100 мл/час		
Гипотермия	Гипоталамическая дисфункция	Грелки, термоодеяла, Инфузия подогретых растворов
Коррекция: T _{rectum} > 34°C		
Анемия	Гемодиллюция, Кровопотеря	Гемотрансфузия
Коррекция: Ht – 30%, Hb ≥ 100 г/л		
ДВС-синдром	Выброс активаторов плазминогена, гипотермия, гипоксемия, гиповолемия	СЗП
Физ. – хим. нарушения	Несахарный диабет, гипотензия	Na ⁺ < 155 ммоль/л, K ⁺ > 3,5 ммоль/л, pH – 7,35-7,45,
Гипергликемия	Повреждение гипофиза Дисфункция рецепторов инсулина	Инсулин (Гликемия < 10 ммоль/л)

Мойсюк Я.Г., Багненко С.Ф., Резник О.Н., 2003; Novitzky D, Cooper DK, Reichart B, 1987; Masson F al., 1993; Wijdicks EFM, 2001; Taniguchi S et al., 1992; Boucek MM et al., 1993; Dujardin KS et al., 2001; Power BM, Van Heern PV,