

**Гриценко С. М.**, д-р мед. наук, професор, завідувач кафедри анестезіології та інтенсивної терапії

ДЗ «Запорізька медична академія післядипломної освіти Міністерства охорони здоров'я України», м. Запоріжжя, Україна

## Діагностика смерті мозку людини

**Резюме.** Трансплантація органів неможлива без донорства, що виконується як за життя, так і посмертно. Кожен випадок мультиорганного забору органів – це допомога 4–6 пацієнтам. Без донорства органів не може бути трансплантації. Вважаємо, що потреба викласти сучасні алгоритми діагностики смерті мозку є цілком виправданою, і така інформація може бути корисною не лише для лікарів-анестезіологів, а й для лікарів інших спеціальностей. У цій лекції наведено матеріали, що стосуються донорства органів. Діагностичні критерії смерті мозку людини, а також процедура констатації смерті мозку людини та дії лікарів закладів охорони здоров'я стосовно осіб, які перебувають у цих закладах та в яких є клінічні показання щодо діагностики смерті мозку, визначаються «Порядком припинення активних заходів щодо підтримання життя пацієнта...». Активні заходи (проведення штучної вентиляції легень, інфузійної терапії та вазопресорної підтримки тощо) щодо підтримання життя пацієнта припиняють після встановлення у пацієнта смерті мозку, за винятком випадків, коли померлу людину розглядають як потенційного донора. Констатація смерті мозку людини здійснюється консиліумом лікарів закладу охорони здоров'я із залученням за потреби членів виїзної консультативно-діагностичної бригади, спеціалістів інших закладів охорони здоров'я. Відповідальність за своєчасність скликання та якість проведення консиліуму лікарів покладається на керівника закладу охорони здоров'я.

Відповідальна особа визначає склад консиліуму лікарів шляхом внесення відповідного запису до історії хвороби та відповідає за його роботу.

Для констатації смерті мозку в осіб віком понад 18 років до складу консиліуму лікарів залучаються лікар-анестезіолог та лікар-невропатолог (лікар-нейрохірург), які мають досвід практичної роботи за спеціальністю не менше 5 років.

До складу консиліуму лікарів не можуть бути включені лікарі, які беруть участь у вилученні анатомічних матеріалів людини та їх трансплантації, а також трансплант-координатор.

**Ключові слова:** трансплантація органів, констатація смерті мозку, діагностика.

Трансплантація органів є методом лікування пацієнтів з термінальними стадіями захворювань. Трансплантація органів неможлива без донорства, що виконується як за життя, так і посмертно. Кожен випадок мультиорганного забору органів – це допомога 4–6 пацієнтам. Без

---

донорства органів не може бути трансплантації. Основну роль у розвитку донорства органів у світі відіграє ставлення медичних працівників до цієї проблеми. Багато лікарів не розуміють й ігнорують проблему донорства органів, через що пацієнти з термінальними стадіями органної недостатності втрачають єдиний шанс на виживання. Основною причиною негативного ставлення до цієї проблеми є незнання патофізіології смерті, питань смерті мозку, тотожності цього поняття з поняттям смерті людини, відсутністю знань з діагностики смерті мозку. Вважаємо, що викласти сучасні алгоритми діагностики смерті мозку є цілком виправданим, і така інформація може бути корисною не лише для лікарів-анестезіологів, а й для лікарів інших спеціальностей. У цій лекції наведено матеріали, що стосуються донорства органів. Незважаючи на встановлені в 60–70-ті роки минулого століття медичні критерії смерті мозку (Гарвардські критерії), згідно з якими незворотна і повна втрата мозкової діяльності за підтримки штучної вентиляції легень (ШВЛ), власне, і є смертю людини, ця концепція досить складно знаходить розуміння не тільки в суспільстві, а й у лікарському середовищі. На сьогодні необхідність точної, швидкої та безпомилкової діагностики смерті мозку перебуває в тісному зв'язку з такою інноваційною і технологічною галуззю медицини, як трансплантологія [1–5].

Наразі смерть мозку в більшості країн світу, включно з Україною, юридично визнана еквівалентною смерті людини. Це – єдиний стан у медицині, при якому лікарі мають усі юридичні підстави відразу після встановлення діагнозу вимкнути апарат ШВЛ. Природно, що настільки висока міра відповідальності вимагає від процедури діагностики смерті мозку абсолютної точності і визначеності, а від дій лікарів, які проводять діагностику смерті мозку, – повної відповідності нормативним документам. Особливо наголошуємо, що встановлення діагнозу «смерть мозку» є самостійною діагностичною процедурою, безпосередньо не пов'язаною з діяльністю трансплантологічної служби.

Діагностичні критерії смерті мозку людини, а також процедура констатації смерті мозку людини та дії лікарів закладів охорони здоров'я стосовно осіб, які перебувають у цих закладах та в яких є клінічні показання щодо діагностики смерті мозку, визначаються «Порядком припинення активних заходів щодо підтримання життя пацієнта...» [6–8].

Цим Порядком визначається механізм припинення активних заходів щодо підтримання життєдіяльності пацієнта з діагностованою смертю мозку.

Активні заходи (проведення ШВЛ, інфузійної терапії та вазопресорної підтримки тощо) щодо підтримання життя пацієнта припиняють після встановлення у пацієнта смерті мозку, за винятком випадків, коли померлу людину розглядають як потенційного донора.

---

Констатація смерті мозку людини здійснюється консилиумом лікарів закладу охорони здоров'я із залученням за потреби членів виїзної консультативно-діагностичної бригади, спеціалістів інших закладів охорони здоров'я. Відповідальність за своєчасність скликання та якість проведення консилиуму лікарів покладається на керівника закладу охорони здоров'я.

Відповідальна особа визначає склад консилиуму лікарів шляхом внесення відповідного запису до історії хвороби та відповідає за його роботу.

Для констатації смерті мозку в осіб віком понад 18 років до складу консилиуму лікарів залучаються лікар-анестезіолог та лікар-невропатолог (лікар-нейрохірург), які мають досвід практичної роботи за спеціальністю не менше 5 років.

До складу консилиуму лікарів не можуть бути включені лікарі, які беруть участь у вилученні анатомічних матеріалів людини та їх трансплантації, а також трансплант-координатор.

Показаннями до початку процедури діагностики смерті мозку пацієнта є наявність термінальної коми (3 бали за відповідною до віку пацієнта шкалою ком Глазго), разом з тим лікуючий/черговий лікар відділення, в якому перебуває пацієнт, повинен зробити відповідний запис у Медичній карті стаціонарного хворого, форма № 003/о та невідкладно поінформувати відповідальну особу. Відповідальна особа скликає та забезпечує функціонування консилиуму лікарів.

Перед початком процедури констатації смерті мозку людини необхідно виключити фактори, які впливають на результати клінічного обстеження під час процедури діагностики смерті мозку, а саме: тяжкі метаболічні зміни (електролітні розлади (гіпер- або гіпонатріємія), гіпер- або гіпоглікемія, тяжкі розлади кислотно-основного стану), вплив лікарських препаратів (міорелаксанти та препарати, які можуть впливати на рівень свідомості).

У випадку, коли відомий факт уведення медичних препаратів, які впливають на центральну нервову систему та нейром'язову передачу, час очікування до початку процедури діагностики смерті мозку має складати не менше 1 періоду напіввиведення призначеного препарату при збереженій функції печінки та нирок, або, якщо доступно, визначений рівень препарату нижче від терапевтичного.

Слід пам'ятати, що попереднє застосування гіпотермії, наприклад після серцево-легеневої реанімації з приводу зупинки дихання, може сповільнювати метаболізм ліків. Офіційний рівень алкоголю, допустимий для керування автомобілем, є тим практичним порогом, нижче якого має сенс продовжувати процедуру визначення смерті мозку.

Процедура діагностики смерті мозку має бути проведена в умовах нормотермії (для дорослих  $\geq 36,0$  °C), артеріального тиску не

---

нижче ніж 100 мм рт. ст., у тому числі із застосуванням симпатоміметиків, у віці понад 18 років.

Важливо наголосити, що процедура діагностики смерті мозку людини проводиться не раніше 48 годин після проведення серцево-легеневої реанімації.

Для підтвердження діагнозу смерті мозку у пацієнтів віком понад 18 років потрібно проводити два послідовні клінічні обстеження та один роз'єднувальний тест.

Період спостереження між двома клінічними обстеженнями має становити 6 годин у пацієнтів віком понад 18 років.

Обов'язковим є проведення роз'єднувального тесту у пацієнтів віком понад 18 років, який виконують після другого клінічного обстеження за умови, що два попередні послідовні клінічні обстеження підтвердили смерть мозку.

Допоміжні методи дослідження для підтвердження діагнозу смерті мозку проводяться у випадках, коли хоча б один з десяти етапів клінічного обстеження не може бути виконаний або для зменшення часового інтервалу між клінічними обстеженнями до 2 годин. Допоміжні методи дослідження не є обов'язковими для визначення смерті мозку і не можуть повністю замінювати клінічне обстеження.

Допоміжними методами дослідження у пацієнтів віком понад 18 років є: транскраніальна доплер-сонографія, електроенцефалографія, чотирисудинна церебральна ангіографія, комп'ютерно-томографічна ангіографія головного мозку, комп'ютерно-томографічна перфузія головного мозку.

Діагноз смерті мозку людини встановлюється в тому випадку, коли два клінічні обстеження та роз'єднувальний тест, проведені у вищезазначеному порядку, підтверджують відсутність мозкової діяльності; або проведені два клінічні обстеження та роз'єднувальний тест зі скороченим періодом спостереження та виконано один із допоміжних методів дослідження, що підтверджують відсутність мозкової діяльності.

Якщо хоча б один з етапів клінічного обстеження неможливо провести, діагноз смерті мозку встановлюється на підставі виконання решти етапів клінічного обстеження та одного із допоміжних методів, що підтверджують смерть головного мозку. Кожен процес діагностики смерті мозку людини у пацієнтів віком понад 18 років документується шляхом заповнення «Акту про констатацію смерті мозку людини» за формою № 012/о, затвердженою наказом Міністерства охорони здоров'я України від 23.09.2013 № 821, та шляхом внесення відповідних записів до Медичної карти стаціонарного хворого за формою первинної облікової документації № 003/о, затвердженою наказом Міністерства охорони здоров'я України від 14.02.2012 № 110, зареєстрованим у Міністерстві юс-

---

тиції України від 28 квітня 2012 р. за № 661/20974 (далі – форма № 003/о).

Після завершення процесу діагностики смерті мозку людини, незалежно від того, чи констатована смерть мозку людини чи ні, «Акт про констатацію смерті мозку людини» за формою № 012/о, затвердженою наказом Міністерства охорони здоров'я України від 23.09.2013 № 821, підписується всіма членами консилиуму лікарів та додається до Медичної карти стаціонарного хворого за формою № 003/о. За наявності окремої думки учасника консилиуму лікарів до «Акту про констатацію смерті мозку людини» за формою № 012/о, затвердженою наказом Міністерства охорони здоров'я України, вноситься відповідний запис, який дублюється в історії хвороби. У цих випадках необхідно продовжити спостереження за пацієнтом, а відповідальна особа скликає консилиум лікарів у новому складі в термін до 6 годин. Якщо в особі, в якій встановлено діагноз смерті мозку, існують медичні передумови для вилучення органів та інших анатомічних матеріалів, вона розглядається як потенційний донор. Відповідальна особа повинна негайно повідомити трансплант-координатора про наявність потенційного донора.

Етапи клінічного обстеження для діагностики смерті мозку в дорослих з проведенням одного роз'єднувального тесту. У разі наявності у пацієнта термінальної коми (3 бали за відповідною до віку пацієнта шкалою ком Глазго) розпочинається виконання нижченаведених етапів клінічного обстеження з метою діагностики смерті мозку.

## **Порядок констатації та діагностичні критерії смерті мозку людини**

### **I. Загальні положення**

1. Цей Порядок визначає діагностичні критерії смерті мозку людини, а також процедуру констатації смерті мозку людини та дії медичних працівників закладів охорони здоров'я стосовно пацієнтів, у яких є клінічні передумови для проведення констатації смерті мозку.

2. Цей Порядок поширюється на заклади охорони здоров'я усіх форм власності.

3. У цьому Порядку терміни вживаються у такому значенні:

– виїзна консультативно-діагностична бригада – група медичних працівників з інших закладів охорони здоров'я, ніж заклад, у якому перебуває пацієнт, залучених до консилиуму лікарів для діагностики смерті мозку людини, у тому числі з метою проведення допоміжних (інструментальних) досліджень;

– відповідальна особа – особа, яка призначається наказом керівника закладу охорони здоров'я з числа його заступників та до повноважень якої належать організація, скликання та проведення консилиуму лікарів, або черговий лікар закладу охорони здоров'я,

---

який здійснює функції відповідальної особи, якщо така особа не була призначена наказом керівника закладу охорони здоров'я, або у позаробочий час, а також у вихідні, святкові та неробочі дні; констатація смерті мозку – медико-правовий факт підтвердження незворотної втрати функцій головного мозку, який встановлюється консиліумом лікарів, скликаним відповідальною особою;

- кондиціонування – сукупність дій медичного характеру, спрямованих на забезпечення підтримання функцій життєво важливих органів та систем потенційного донора;

- консиліум лікарів – група лікарів закладу охорони здоров'я, до складу якої можуть бути включені члени виїзної консультативно-діагностичної бригади, спеціалісти інших закладів охорони здоров'я, діяльність яких спрямована на забезпечення проведення процедури констатації смерті мозку людини;

- смерть головного мозку людини (далі – смерть мозку) – повна і незворотна втрата всіх функцій головного мозку (у тому числі стовбура головного мозку), що реєструється при працюючому серці та ШВЛ;

- первинне ураження головного мозку – безпосереднє ушкодження головного мозку (внаслідок черепно-мозкової травми, внутрішньомозкового крововиливу тощо);

- вторинне ураження головного мозку – опосередковане ушкодження головного мозку на тлі системних порушень (гіпоглікемії, гіпоксії тощо);

- клінічне обстеження – сукупність клінічного неврологічного обстеження та тесту апное, які проводяться під час процедури діагностики смерті мозку;

- новонароджений – дитина віком від 37 тижнів гестації до 30 днів.

Інші терміни в цьому Порядку вживаються у значеннях, наведених у Законах України «Основи Законодавства України про охорону Здоров'я» та «Про застосування трансплантації анатомічних матеріалів людині».

## II. Процедура констатації смерті мозку людини

1. Процедура констатації смерті мозку людини (далі – процедура) поширюється на констатацію смерті мозку в дорослих та дітей.

2. Показаннями до ініціації процедури є наявність коми III ступеня встановленої етіології (оцінка 3 бали за відповідною до віку шкалою ком Глазго) за умови відсутності факторів, що можуть вплинути на результати клінічного обстеження центральної нервової системи пацієнта та незворотності змін, що спричинили кому.

Лікуючий/черговий лікар відділення закладу охорони здоров'я, в якому перебуває пацієнт, вносить відповідний запис у форму первинної облікової документації № 003/о «Медична карта стаціонар-

---

ного хворого» (далі – форма № 003/о), затверджену наказом Міністерства охорони здоров'я України від 14 лютого 2012 р. № 110 (у редакції наказу Міністерства охорони здоров'я України від 21 січня 2016 р. № 29), зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 28 квітня 2012 р. за № 661/20974, та невідкладно інформує відповідальну особу. Відповідальна особа скликає та забезпечує функціонування консилиуму лікарів.

3. Фактори, які можуть вплинути на результати клінічного обстеження центральної нервової системи є: ендокринні, метаболічні та електролітні розлади (гіпоглікемія, ацидоз із рН  $J$  7,2 тощо); інтоксикація (наркотичні знеболювальні препарати, нейролептики, транквілізатори, седативні, м'язові релаксанти тощо); загальна гіпотермія; артеріальна гіпотензія.

Якщо процедуру відкладено через загальну гіпотермію, до неї можна буде повернутися після того, як глибока температура тіла пацієнта становитиме  $36^{\circ}\text{C}$  і більше.

Якщо пацієнту вводили лікарські препарати, що впливають на центральну нервову систему та/або нейром'язову передачу:

а) при введенні зазначених препаратів у ході загального знеболювання ініціація процедури відкладається на 24 години;

б) при введенні двох одноразових доз наркотичних анальгетиків, барбітуратів чи бензодіазепінів у рамках лікувального процесу ініціацію процедури не відкладають;

в) при постійній інфузії пропофолу/кетаміну/фентанілу ініціація процедури відкладається на 12 годин з моменту припинення інфузії;

г) при введенні зазначених лікарських препаратів у дозах, що перевищують терапевтичні дози, вказані у підпункті (б) цього пункту, та при введенні лікарських препаратів, що впливають на нейром'язову передачу, ініціацію процедури відкладають на чотири періоди напіввиведення цих лікарських засобів.

Проведення візуалізації мозкового кровотоку, яке підтверджує відсутність перфузії головного мозку, дає змогу ініціювати початок процедури діагностики смерті мозку людини до завершення періоду очікування елімінації зазначених препаратів, передбаченого підпунктом (г) цього пункту.

Періоди напіввиведення лікарських препаратів для обрахунку періоду очікування наведено в інструкція з використання відповідних препаратів.

Якщо процедуру відкладено через артеріальну гіпотензію, її можна буде провести після того, як середній артеріальний тиск пацієнта сягне 70 мм рт. ст. (для інструментальних досліджень центральної нервової системи обов'язковим є середній артеріальний тиск 80 мм рт. ст.), а для дітей – після досягнення відповідних для віку нормальних значень артеріального тиску +/- два стандартні відхилення.

---

У разі проведення серцево-легеневої реанімації процедура констатації смерті мозку проводиться не раніше 24 годин з моменту відновлення серцевого ритму.

Констатація смерті мозку в дорослих здійснюється з проведенням двох послідовних клінічних неврологічних обстежень та одного тесту апное.

Для констатації смерті мозку в дітей необхідно проводити два послідовні клінічні неврологічні обстеження та два тести апное.

Період спостереження між двома клінічними обстеженнями має становити:

– у випадку первинного ураження – 6 годин для дорослих, 12 годин для дітей, 24 години для новонароджених (від 37-го тижня гестації до 30 днів);

– у випадку вторинного ураження – 24 години для дорослих та дітей, 48 годин для новонароджених (від 37-го тижня гестації до 30 днів).

Якщо результати інструментальних методів дослідження свідчать про смерть мозку, період спостереження може бути скорочено до 3 годин.

Тест апное у дорослих виконують після другого клінічного неврологічного обстеження за умови, що два послідовні клінічні неврологічні обстеження підтвердили смерть мозку.

Тест апное у дітей виконують після кожного клінічного неврологічного обстеження за умови, що клінічні неврологічні обстеження підтверджують смерть мозку.

Допоміжні методи дослідження для підтвердження смерті мозку застосовуються у випадках, коли хоча б один з етапів клінічного обстеження не може бути виконаний (ушкодження обличчя, травми шийного відділу хребта тощо) або за рішенням консиліуму лікарів для зменшення часового інтервалу між клінічними обстеженнями. Допоміжні методи дослідження не є обов'язковими для процедури і не можуть замінити клінічне обстеження.

Допоміжні методи дослідження візуалізують відсутність кровотоку в мозку або відсутність його біопотенціалів. До них належать: у дорослих пацієнтів – транскраніальна доплер-сонографія, електроенцефалографія, церебральна ангіографія, комп'ютерно-томографічна ангіографія головного мозку, комп'ютерно-томографічна перфузія головного мозку, перфузійна сцинтиграфія головного мозку; у дітей – електроенцефалографія та церебральна ангіографія.

Діагноз смерті мозку людини встановлюється у випадку, коли:

1) два клінічні неврологічні обстеження та тест апное (у дітей – два тести апное), проведені у вищезазначеному порядку, підтверджують відсутність мозкової діяльності;



---

2) два клінічні неврологічні обстеження та тест апное (у дітей – два тести апное) зі скороченим періодом спостереження та один із допоміжних методів дослідження, передбачених цим Порядком, підтверджують відсутність мозкової діяльності.

У випадку, коли хоча б один з етапів клінічного обстеження провести неможливо, діагноз смерті мозку встановлюється на підставі виконання решти етапів клінічного обстеження та одного із допоміжних методів, що підтверджує смерть мозку.

Процес констатації смерті мозку людини в дорослих та дітей документується шляхом заповнення форм первинної облікової документації № 012/о «Акт про констатацію смерті мозку людини» та № 012/о/д «Акт про констатацію смерті мозку дитини», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 09 листопада 2020 року № 2559, та внесення записів до форми № 003/о.

Після завершення процесу констатації смерті мозку, незалежно від того, чи констатована смерть мозку людини чи ні, форма № 012/о або форма № 012/о/д підписується всіма членами консилиуму лікарів та додається до форми № 003/о.

За наявності окремої думки члена консилиуму лікарів до форми № 012/о чи форми № 012/о/д вноситься відповідний запис, який дублюється у формі № 003/о. У разі наявності в одного або кількох членів консилиуму лікарів окремої думки, спостереження за пацієнтом продовжується, а відповідальна особа скликає консилиум лікарів у новому складі в 6-годинний строк.

Якщо в особи, щодо якої констатовано смерть мозку, існують медичні передумови для вилучення органів та інших анатомічних матеріалів, вона розглядається як потенційний донор.

Відповідальна особа зобов'язана невідкладно повідомити трансплант-координатора або спеціалізовану державну установу «Український центр трансплант-координації».

III. Етапи клінічного обстеження для констатації смерті мозку в дорослих

Клінічне обстеження з метою констатації смерті мозку проводиться пацієнтам у стані коми III ступеня, щодо яких етіологію та незворотність ушкоджень центральної нервової системи вже встановлено. Етапи клінічного неврологічного обстеження включають:

- 1) підтвердження коми III ступеня (3 бали за шкалою ком Глазго);
- 2) ідентифікація відсутності спонтанних рухів та атонії всіх груп м'язів (за винятком спінальних автоматизмів);
- 3) визначення реакції на больове подразнення у точках виходу гілок трійчастого нерва (очного, верхньощелепного та нижньощелепного) та будь-яких реакцій мімічних м'язів на стимуляцію ділянок іннервації черепно-мозкових нервів;

---

4) визначення реакції зіниць на 5-секундну експозицію прямого яскравого світла, зафіксована тричі з 30-секундними інтервалами (при цьому має бути відомо, що жодні препарати, які розширюють зіниці, не застосовувались);

5) визначення корнеальних рефлексів (тест проводиться тричі, через подразнення рогівок обох очей стерильною марлевою серветкою з подальшим спостереженням за рухами повік);

6) визначення окулоцефалічних рефлексів (для проведення тесту лікар займає положення біля ліжка так, щоб голова хворого підтримувалась долонями лікаря, а великі пальці підіймали повіки; голову повертають на 90° спершу в один, тоді в протилежний бік і утримують в таких положеннях по 3–5 секунд; якщо очі при поворотах не рухаються і стійко зберігають центральне положення – окулоцефалічні рефлекси відсутні; окулоцефалічні рефлекси не досліджуються у разі ушкоджень очних яблук, травматичного ушкодження шийного відділу хребта або за підозри на таке ушкодження);

7) визначення окуловестибулярних рефлексів (для визначення проводиться двостороння калорична проба з 5-хвилинним інтервалом: голову хворого піднімають на 30°, у зовнішній слуховий хід уводять струменем 20 мл холодної води у напрямку барабанної перетинки та спостерігають за рухами очних яблук; при збереженій функції стовбура головного мозку через 20–25 секунд з'являється ністагм або відбувається відхилення ока у бік повільного компонента ністагму; відсутність рухів очних яблук чи ністагму свідчить про відсутність окуловестибулярних рефлексів; тест не проводиться у разі пошкодження барабанної перетинки чи порушення прохідності зовнішніх слухових ходів);

8) визначення блювотного (фарингеального) рефлексу (встановлюється як реакція на осьові рухи зонда, введеного у верхню третину стравоходу);

9) визначення кашльового (ларингеального) рефлексу (встановлюється як реакція на просування санаційного катетера у трахею та бронхи для аспірації).

### **Тест апное**

Тест апное проводиться після другого клінічного неврологічного обстеження для встановлення реакції дихального центру на зростання парціального тиску вуглекислого газу (з одночасною превенцією гіпоксемії). Відсутність спонтанних дихальних рухів при парціальному тиску  $\text{PaCO}_2$  понад 60 мм рт. ст. в артеріальній крові або зростанні його рівня на понад 20 мм рт. ст. від початкового значення у пацієнтів без хронічної гіперкапнії свідчить про смерть мозку.

Тест апное має три етапи:

1) на першому етапі здійснюється забір артеріальної крові (для досягнення цільового рівня  $\text{PaCO}_2$  35–45 мм рт. ст. може бути потрібна корекція параметрів вентиляції) та 10-хвилинна преоксигенація з  $\text{FiO}_2 = 1$ , позитивний тиск у кінці видиху (PEEP) 5–10 см вод. ст.;

2) на другому етапі проводиться від'єднання апарату ШВЛ з одночасним налагодженням інсуфляції кисню з потоком 6–10 л за 1 хв через катетер діаметром до 70 % від діаметра інтубаційної трубки або T-подібний перехідник та спостереження за появою дихальних рухів живота/грудної клітки;

3) на третьому етапі здійснюється спостереження за появою спонтанних дихальних рухів та стабільністю загального стану пацієнта; через 5-хвилинні інтервали з моменту припинення ШВЛ здійснюються повторні аналізи артеріальної крові; якщо пацієнт демонструє ознаки дихальних рухів або його стан клінічно погіршується ( $\text{SpO}_2$  нижче за 85 % протягом понад 30 секунд, зниження систолічного артеріального тиску нижче 90 мм рт. ст., поява порушень ритму на електрокардіограмі (ЕКГ)) виконують забір артеріальної крові та припиняють тест достроково незалежно від результатів газометрії.

Окремі питання проведення тесту апное та інтерпретація його результатів наведені у розділі нижче до цього Порядку.

У випадку пацієнтів, яким проводиться екстракорпоральна мембранна оксигенація, тест апное має такі особливості:

1) перед початком тесту необхідно обрати референтну артерію для проведення газометрії шляхом порівняння результатів газометрії з двох однойменних артерій та подальшого здійснення забору крові із судини з меншим значенням  $\text{PaCO}_2$  (у разі екстракорпоральної мембранної оксигенації з вено-венозною канюляцією ви-значенням референтної артерії можна знехтувати);

2) 10-хвилинна преоксигенація здійснюється через ШВЛ із  $\text{FiO}_2 = 1$ , PEEP 5–10 см вод. ст. або встановленням  $\text{FiO}_2 = 1$  для газової суміші в оксигенаторі; інсуфляція 100 % кисню здійснюється через ендотрахеальну трубку або через зменшення потоку  $\text{O}_2$  в оксигенаторі до мінімальних значень, які утримують сатурацію артеріальної крові на рівні понад 90 % (у разі венозно-артеріальної канюляції у дорослих можливе зниження потоку до 0,5/1 л/хв).

Якщо сатурацію артеріальної крові не вдається утримувати в межах нормальних параметрів під час виконання тесту, від його проведення слід відмовитися на користь додаткового (інструментального) методу діагностики смерті мозку.

IV. Етапи клінічного обстеження для констатації смерті мозку в дітей

За наявності в пацієнта дитячого віку, у тому числі новонародженого, коми III ступеня (3 бали за відповідною до віку пацієнта шка-

---

лою ком Глазго) встановленої етіології розпочинається здійснення таких етапів клінічного неврологічного обстеження з метою констатації смерті мозку:

1) підтвердження коми III ступеня (3 бали за шкалою ком Глазго);

2) ідентифікація відсутності спонтанних рухів та атонії всіх груп м'язів;

3) визначення реакції на глибокі больові подразники (встановлюється інтенсивним натисканням на суглобовий відросток нижньої щелепи на рівні скронево-нижньощелепного суглоба та інтенсивним натисканням на надбрівну дугу; у випадку смерті мозку рухи лицевих м'язів будуть відсутніми);

4) визначення реакції зіниць на 5-секундну експозицію прямого яскравого світла, зафіксована тричі з 30-секундними інтервалами (при цьому має бути відомо, що жодні препарати, які розширюють зіниці, не застосовувались);

5) визначення корнеальних рефлексів (тест проводиться тричі, через подразнення роговок обох очей стерильною марлевою серветкою з подальшим спостереженням за рухами повік);

6) визначення окулоцефалічних рефлексів (для проведення тесту лікар займає положення біля дитини так, щоб її голова підтримувалася долонями лікаря, а великі пальці підіймали повіки; голову повертають на 90° спершу в один, тоді в протилежний бік і утримують в таких положеннях по 3–5 секунд; якщо очі при поворотах не рухаються і стійко зберігають центральне положення – окулоцефалічні рефлекси відсутні; окулоцефалічні рефлекси не досліджуються у разі травматичного ушкодження шийного відділу хребта або за підозри на таке ушкодження);

7) визначення окуловестибулярних рефлексів (для визначення проводиться двостороння калорична проба з 5-хвилинним інтервалом: голову дитини піднімають на 30°, у зовнішній слуховий хід вводять струменем 20 мл холодної води у напрямку барабанної перетинки та спостерігають за рухами очних яблук; при збереженій функції стовбура головного мозку через 20–25 секунд з'являється ністагм або відбувається відхилення ока у бік повільного компонента ністагму; відсутність рухів очних яблук чи ністагму свідчить про відсутність окуловестибулярних рефлексів; тест не проводиться у разі пошкодження барабанної перетинки);

8) визначення блювотного (фарингеального) рефлексу (встановлюється як реакція на осьові рухи зонда, введеного у верхню третину стравоходу);

9) визначення кашльового (ларингеального) рефлексу (встановлюється як реакція на просування санаційного катетера у трахею та бронхи для аспірації).

У дітей віком до 4 місяців визначається також відсутність/наявність смоктального та пошукового рефлексів.

### **Інтерпретація результатів апноетичного тесту**

Тест апное виконується після кожного клінічного неврологічного обстеження (етапи якого вказують на стовбурову арефлексію) з метою встановлення реакції дихального центру довгастого мозку дитини на гіперкапнію.

Тест апное має три етапи:

1) на першому етапі здійснюється забір артеріальної крові (цільовий рівень  $\text{PaCO}_2$  35–45 мм рт. ст. може потребувати коригування параметрів вентиляції) та 10-хвилинна преоксигенація з  $\text{FiO}_2 = 1$ , РЕЕР 5–10 см вод. ст.;

2) на другому етапі проводиться від'єднання апарату ШВЛ з одночасним налагодженням інсуфляції кисню з потоком 2–8 л за 1 хв (залежно від віку) через катетер діаметром до 70 % від діаметра інтубаційної трубки або Т-подібний конектор та спостереження за появою дихальних рухів живота/грудної клітки;

3) на третьому етапі здійснюється спостереження за появою спонтанних дихальних рухів та стабільністю загального стану пацієнта; через 5-хвилинні інтервали з моменту припинення ШВЛ здійснюються повторні аналізи артеріальної крові; якщо пацієнт демонструє ознаки дихальних рухів або його стан клінічно погіршується ( $\text{SpO}_2$  нижче за 85 % протягом понад 30 секунд, зниження систолічного артеріального тиску нижче за вікову норму, поява порушень ритму на ЕКГ) виконують забір артеріальної крові та припиняють тест достроково незалежно від результатів газометрії.

3. У випадку дітей, яким проводиться екстракорпоральна мембранна оксигенація, тест апное має такі особливості:

а) перед початком тесту необхідно обрати референтну артерію для проведення газометрії шляхом порівняння результатів газометрії з двох однойменних артерій та подальшого здійснення забору із судини з меншим значенням  $\text{PaCO}_2$  (у випадку екстракорпоральної медичної оксигенації з вено-венозною канюляцією визначенням референтної артерії можна знехтувати);

б) 10-хвилинна преоксигенація здійснюється через ШВЛ з  $\text{FiO}_2 = 1$ , РЕЕР 5–10 см вод. ст. або встановленням  $\text{FiO}_2 = 1$  для газової суміші в оксигенаторі; інсуфляція 100 % кисню здійснюється через ендотрахеальну трубку або через зменшення потоку  $\text{O}_2$  в оксигенаторі до мінімальних значень, які утримують сатурацію артеріальної крові на рівні понад 90 %.

Якщо сатурацію артеріальної крові не вдається утримувати в межах нормальних параметрів під час виконання тесту, від його про-

---

ведення слід відмовитися на користь додаткового (інструментального) методу діагностики смерті мозку.

#### V. Допоміжні методи дослідження для констатації смерті мозку

Допоміжні методи дослідження можуть виконуватися за рішенням консилиуму лікарів у рамках процедури або за рішенням лікуючого лікаря в рамках лікувально-діагностичного процесу.

Електроенцефалографія у разі смерті мозку вказує на відсутність біоелектричної активності мозку, у тому числі реакції на соматосенсорні та аудіовізуальні подразники. Проведення електроенцефалографії у рамках процедури передбачає накладання як мінімум 8 електродів з відстанню між електродами як мінімум 10 см. Біоелектрична активність вважається відсутньою, якщо між парами електродів протягом щонайменше 30 хвилин не реєструються потенціали з амплітудою понад 2 mV.

Церебральна ангиографія визначає відсутність церебральної перфузії у внутрішньомозкових судинах вище рівня входження сонних та вертебральних артерій у череп. Вона виконується шляхом дворазової контрастної панангіографії магістральних артерій голови, проведених з інтервалом не менше 30 хвилин.

Йодовмісний контраст у кількості 30 мл вводиться зі швидкістю 15 мл/с у висхідну аорту через променевий, плечовий або стегновий доступи. Відсутність візуалізації внутрішньочерепних сегментів мозкових судин за наявності контрасту в зовнішньочерепних сегментах свідчить про відсутність мозкового кровообігу. Незначне контрастування у проксимальних відділах передніх і середніх мозкових артерій без контрастування артерій та вен паренхіми мозку не свідчить про збереження церебральної перфузії. Альтернативним методом є безпосереднє введення контрасту в сонні та хребтові артерії (чотирисудинна ангиографія головного мозку), результати якої інтерпретують аналогічно.

Транскраніальна доплер-сонографія у разі смерті мозку визначає відсутність чи інверсію діастолічного мозкового кровотоку або низький з поодинокими піками систолічний мозковий кровотік в інтракраніальних судинах. У рамках процедури цей вид діагностики виконується двосторонньо, двічі з проміжком не менш як 30 хвилин.

Комп'ютерно-томографічна ангиографія головного мозку виконується з метою встановити стан церебральної перфузії через виконання комп'ютерної томографії з контрастуванням. Після виконання спіральної комп'ютерної томографії без контрастування від рівня С<sub>1</sub>-С<sub>2</sub> до склепіння черепа виконується як мінімум дворазове сканування з контрастуванням (йодовмісний засіб в об'ємі 80 мл зі швидкістю 4 мл/с). Критеріями відсутності церебральної перфузії для цього методу є: двосторонній брак контрастування кортикаль-

них гілок середніх мозкових артерій у другій фазі контрастування; двостороння відсутність візуалізації внутрішніх мозкових вен у другій фазі контрастування; наявність контрасту в екстракраніальних сегментах сонних артерій у першу фазу контрастування.

Комп'ютерно-томографічна перфузія головного мозку дає змогу візуалізувати окремі зони головного мозку, які становлять клінічний інтерес, з одночасною оцінкою кровопостачання. Цей метод може також бути диференціально-діагностичним тестом у випадках, коли попередні інструментальні методи вказували на контрастування кортикальних гілок середніх мозкових артерій та внутрішніх вен мозку, в той час як клінічне обстеження підтверджувало стовбурову арефлексію. Критеріями смерті мозку для цього дослідження буде концентрація rCBF нижча за 10 мл/100 г/хв та rCBV менша за 1 мл/100 г у всіх ділянках, які становлять клінічний інтерес.

Перфузійна сцинтиграфія головного мозку із використанням радіофармпрепаратів  $^{99m}\text{Tc}$ -HM-PAO або  $^{99m}\text{Tc}$ -ECD дозволяє однозначно встановити відсутність перфузії мозкової паренхіми (випадки хибнопозитивних результатів наразі невідомі). Про смерть мозку свідчить відсутність перфузії (радіоактивності) у супратенторіальних та субтенторіальних структурах мозку після внутрішньовенного введення радіофармпрепарату.

Особливостями церебральної ангиографії в дітей є:

1) у віці від 1 до 12 років кількість контрасту розраховується, виходячи із співвідношення 1,5–2,0 мл/кг, однак не вище ніж 30 мл зі швидкістю не більшою ніж 15 мл/с;

2) у дітей віком до 1 року вводять 6–8 мл контрасту зі швидкістю 2 мл/с;

3) артеріальний тиск у ході обстеження має відповідати віковим нормам +/- два стандартні відхилення.

### **Окремі питання проведення тесту апное та інтерпретація його результатів**

1. Тест апное (тест апноетичної оксигенації) проводиться виключно у випадку, коли клінічне неврологічне обстеження вказує на смерть мозку. Його метою є встановлення здатності дихального центру довгастого мозку реагувати на підвищення парціального тиску  $\text{CO}_2$  в артеріальній крові.

2. Під час інтерпретації результатів тесту у пацієнтів з хронічним обструктивним захворюванням легень необхідно враховувати непередбачувану реактивність дихального центру. Наявність дихальних рухів потрібно тлумачити як таку, що свідчить про збереження функції стовбура мозку. Відсутність дихальних рухів необхідно тлумачити як таку, що не свідчить про смерть мозку і потребує додаткового застосування інструментального методу.

---

3. У середньому рівень  $\text{PaCO}_2$  в артеріальній крові під час тесту апное зростає на 3 мм рт. ст. за 1 хвилину протягом перших 5 хвилин після припинення вентиляції, після чого темп приросту  $\text{PaCO}_2$  сповільнюється. У більшості випадків тест триває менше 10 хвилин, що дає змогу уникнути прогресування гемодинамічних та респіраторних розладів.

4. З огляду на ризик баротравматичного ушкодження легень слід уникати використання катетерів більшого за рекомендований діаметр та надто глибокого введення катетера (крім ризику травми введення катетера далі за каріну (кіль) трахеї може сповільнювати наростання  $\text{PaCO}_2$ ).

5. Після проведення преоксигенації, якщо за результатами газометрії встановлено, що  $\text{PaO}_2$  пацієнта в межах норми, апарат ШВЛ відключають, а в інтубаційну трубку вставляють катетер діаметром < 70 % за просвіт трубки та здійснюють інсуфляцію кисню з потоком 6–10 л за 1 хв для дорослих (2–8 л за 1 хв для дітей).

6. Першу газометрію з моменту відключення апарату ШВЛ виконують через 5 хвилин, подальші – у міру зростання  $\text{PaCO}_2$  до рівня 60 мм рт. ст. або наростання різниці  $\text{PaCO}_2$  понад 20 мм рт. ст. (параметри, які свідчать про відсутність реакції дихального центру).

7. Поява дихальних рухів м'язів живота чи грудної клітки, а також допоміжних дихальних м'язів трактується як реакція дихального центру на зростання  $\text{PaCO}_2$  та є сигналом для негайного припинення тесту апное.

8. Відсутність дихальних рухів м'язів живота чи грудної клітки, а також допоміжних дихальних м'язів та зростання рівня  $\text{PaCO}_2$  до 60 мм рт. ст. (наростання різниці  $\text{PaCO}_2$  понад 20 мм рт. ст. від вихідного значення) трактується як відсутність реакції дихального центру на зміни парціального тиску вуглекислого газу.

9. У разі появи респіраторних чи гемодинамічних розладів (зниження сатурації нижче за 85 %, яке триває понад 30 секунд, зниження систолічного артеріального тиску нижче за 90 мм рт. ст. чи розлади ритму серця) здійснюють черговий забір артеріальної крові для газометрії та припиняють тест (підключають апарат ШВЛ). Якщо за результатами забору було досягнуто  $\text{PaCO}_2$  60 мм рт. ст. або зростання його рівня на 20 мм рт. ст. чи більше порівняно із вихідним значенням, тест вважається завершеним і його результати можна інтерпретувати відповідно до пункту 8 цього додатку.

10. Якщо цільові параметри  $\text{PaCO}_2$  не було досягнуто за результатами останньої перед погіршенням клінічної картини газометрії, тест не підлягає інтерпретації і слід використати додатковий (інструментальний) метод дослідження.

11. Якщо цільові параметри  $\text{PaCO}_2$  не було досягнуто, але стан пацієнта під час проведення тесту залишався стабільним, слід повторити його після преоксигенації та повернення нормокапнії, проте другу спробу зробити довшою у часі на кілька хвилин.



---

12. Рекрутація альвеол після закінчення тесту апное дозволяє усунути ателектази, які можуть з'явитися під час його проведення.

13. У пацієнтів із серйозними ушкодженнями шийного відділу хребта рекомендовано утриматися від проведення тесту апное на користь додаткового (інструментального) методу дослідження.

### **Висновок**

Смерть мозку еквівалентна смерті людини, має чіткі клінічні критерії та правові обґрунтування.

Встановлення смерті людини на підставі смерті мозку за умови суворого дотримання інструкції етично, законно і лікарю, що входить до складу консиліуму, нічим не загрожує.

Діагностика смерті мозку – відповідальна, тривала, трудомістка процедура, при проведенні якої можуть знадобитися додаткові дослідження.

Під час проведення діагностики смерті мозку потрібні значні зусилля і витрати для забезпечення стабільності вегетативних функцій і гомеостазу.

Ігнорування процедури діагностики смерті мозку у пацієнта з незворотним ураженням головного мозку, імітація «інтенсивної терапії» та очікування настання біологічної смерті блокує реанімаційне ліжко, витрачає сили і засоби, деморалізує персонал і є проявом неповаги до людини, що помирає.

## **The Diagnosis of Brain Death**

**S. M. Gritsenko**

Zaporizhia Medical Academy of Post-Graduate Education Ministry of Health of Ukraine,  
Zaporizhzhia, Ukraine

**Abstract.** Organ transplantation is impossible without donation which is performed both intra vitam and posthumously. Each case of multi-organ collection provides help to 4 to 6 patients. We believe that presentation of modern algorithms for diagnosing brain death is quite feasible, and such information can be useful not only for anesthesiologists, but also for doctors of other specialties. This paper presents materials related to organ donation. Diagnostic criteria for human brain death, as well as the procedure for ascertaining human brain death and the actions of doctors of healthcare institutions in relation to persons who are in these institutions and who have clinical indications for the diagnosis of brain death, are determined by "The procedure for cancellation of active measures to maintain the patient's life...". Active measures (ventilation, infusion therapy and vasopressor support, etc.) to support the patient's life are cancelled after the patient's brain death is ascertained, except for cases where the deceased person is considered a potential donor. Verification of the human brain death is carried out by the case management team of the healthcare institution involving, if necessary,

---

members of consultative and diagnostic mobile team, specialists of other healthcare institutions. The head of the healthcare institution is responsible for timely and proper engagement and work of the case management team. The responsible person determines the membership of the case management team by making an appropriate entry in the case record and is responsible for its work.

An anesthesiologist and a neurologist (neurosurgeon) who have at least 5 years of practical experience in the specialty are engaged in the case management team to ascertain brain death in persons over 18 years of age.

Physicians involved in the removal of human anatomical materials and transplantation thereof, as well as transplant coordinator, may not be included in the case management team.

**Keywords:** organ transplantation, brain death, diagnostic.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

### REFERENCES

1. Medychna biolohiia. Transplantatsiia orhaniv i tkanyh, vydy transplantatsii [Medical biology. Organ and tissue transplantation, types of transplantation] [Internet]. Subject.com [cited 2020 Sept 10]. Available from: <https://subject.com.ua/biology/medical/163.html>
2. World Health Organization. Guiding Principles on human cell, tissue and organ transplantation. Sixty-third World Health Assembly, in Resolution WHA63.22; 2010 May 17-21; Geneva, Switzerland. Available from: [who.int/transplantation/Guiding\\_PrinciplesTransplantation\\_WHA63.22en.pdf](http://who.int/transplantation/Guiding_PrinciplesTransplantation_WHA63.22en.pdf)
3. Pro zastosuvannia transplantatsii anatomicnykh materialiv liudyni. Zakon Ukrainy 2018 No. 2427-VIII [On the application of transplantation of anatomical materials to a person Law of Ukraine of 2018, No. 2427-VIII]. Ukrainian. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2427-19>
4. Pro vnesennia zmin do deiakykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy, shcho rehuliuut pytannia transplantatsii anatomicnykh materialiv liudyny. Zakon Ukrainy 20.12.2019 No. 418-IX [On Amendments to Some Legislative Acts of Ukraine Regulating the Issue of Transplantation of Human Anatomical Materials Law of Ukraine of 2019, No. 418-IX]. Ukrainian. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/418-20>
5. Wijdicks EF, Varelas PN, Gronseth GS, Greer DM; American Academy of Neurology. Evidence-based guideline update: Determining brain death in adults: Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*. 2010 Jun 8;74(23):1911-1918. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181e242a8>
6. Pro vstanovlennia diahnostychnykh kryteriiv smerti mozku ta protsedury konstatatsii momentu smerti liudyny. Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy 23.09.2013 No. 821 [On the establishment of diagnostic criteria for brain death and the procedure for establishing the moment of death of a person Order of 2013, No. 821]. Ukrainian.
7. Pro informatsiiu. Zakon Ukrainy 2020 No. 2657-XII [The Law of Ukraine on Information of 2020, No. 2657-XII]. Ukrainian. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2657-12>
8. Pro deiaki pytannia udoskonalennia roboty viddilen anesteziolohii ta intensyvnoi terapii zakladiv okhorony zdorovia. Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy 09.11.2020 No. 2559 [On Some Issues of Improving the Work of Departments of Anesthesiology and Intensive Care of Health Care Institutions Order of 2020, No. 2559]. Ukrainian.

Стаття надійшла в редакцію 09.06.2021 р.