



## **FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

TRABALHO FINAL DO 6º ANO MÉDICO, COM VISTA À ATRIBUIÇÃO DO GRAU  
DE MESTRE NO ÂMBITO DO CICLO DE ESTUDOS DE MESTRADO INTEGRADO  
EM MEDICINA

**LUÍS FILIPE SANCHES FALCÃO DA FONSECA**

### ***DIAGNÓSTICO DE MORTE CEREBRAL***

**ARTIGO DE REVISÃO**

**ÁREA CIENTÍFICA DE MEDICINA INTENSIVA**

**TRABALHO REALIZADO SOB A ORIENTAÇÃO DE:  
PROF. DOUTOR JORGE MANUEL PIMENTEL**

**MARÇO 2011**



## ÍNDICE

I - RESUMO.....	5
II - ABREVIATURAS.....	9
III - INTRODUÇÃO.....	10
IV - PRESPECTIVA HISTÓRICA DO CONCEITO DE MORTE CEREBRAL.....	14
V - DIAGNÓSTICO DE MORTE CEREBRAL.....	22
1. Condições prévias.....	22
2. Critérios de diagnóstico.....	23
2.1. Estado de coma profundo.....	23
2.2. Ausência dos reflexos dependentes do tronco cerebral.....	24
2.2.1. Reflexos fotomotores.....	24
2.2.2. Reflexos corneanos.....	24
2.2.3. Reflexos oculocefálicos.....	24
2.2.4. Reflexos oculovestibulares.....	25
2.2.5. Reflexo faríngeo.....	25
2.2.6. Reflexo da tosse.....	25
2.3. Ausência de respiração espontânea – prova da apneia.....	26
3. Condições para a realização das provas.....	28
4. Condições para o diagnóstico.....	29
5. Registos.....	30
VI - MEIOS COMPLEMENTARES DE DIAGNÓSTICO DE MORTE CEREBRAL.....	31
1. Critérios de utilização.....	31

2. O meio complementar de diagnóstico ideal.....	32
3. Tipos de meios complementares de diagnóstico.....	32
3.1. Exames electrofisiológicos.....	33
3.1.1. EEG.....	33
3.1.2. Potenciais evocados.....	34
3.2. Exames de detecção da circulação cerebral.....	35
3.2.1. Angiografia cerebral de quatro vasos.....	36
3.2.2. Angiografia por tomografia computadorizada.....	37
3.2.3. Angiografia por ressonância magnética nuclear.....	38
3.2.4. Doppler transcraniano.....	38
3.2.5. Exames complementares de medicina nuclear.....	40
3.3. Outros exames.....	44
3.3.1. Teste da atropina.....	44
3.3.2. Determinação do oxigénio da veia jugular.....	45
3.3.3. Estudos metabólicos.....	45
4. Escolha do exame mais indicado.....	45
VII - DIFERENÇAS ENTRE OS VÁRIOS PAÍSES.....	47
VIII - CONCLUSÃO.....	51
IX - AGRADECIMENTOS.....	57
X - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

## I - RESUMO

### **Introdução**

Sendo a morte o epílogo da vida, a necessidade de definir o momento da morte, sempre se demonstrou de extrema importância ao longo dos tempos. Foi com a tafofobia, ou o medo de se ser enterrado vivo, que surgiu a necessidade de definir "morte" como a paragem irreversível das funções cardíaca e ventilatória, como se pensava classicamente. O advento, na década de 60, da ressuscitação cardiopulmonar e da manutenção artificial de funções vitais, levou a um longo caminho de investigação para definir e protocolar o diagnóstico de "morte cerebral", como paragem irreversível da actividade do tronco cerebral, nos doentes com funções vitais mantidas artificialmente.

### **Objectivos**

Este trabalho propõe-se a rever a evolução do conceito de morte cerebral, os pré-requisitos, o exame clínico e os meios complementares de diagnóstico na prática clínica no adulto em Portugal. Por último o trabalho pretende ainda uma abordagem comparativa da perspectiva internacional do tema.

### **Desenvolvimento**

Numa altura em que se consegue a viabilidade de tecidos e órgãos para a transplantação de dador cadáver, a existência de um protocolo para o diagnóstico de morte cerebral de fácil execução, com critérios fiáveis, inequívocos e com a especificidade máxima possível, é imprescindível perante o risco de erros e a existência de estados clínicos que mimetizam a "morte cerebral", não obstante da ansiedade e falsas esperanças a que está submetida uma família de um doente mantido indefinidamente sob suporte artificial.

Embora as normas clínicas praticadas a nível mundial apresentem algumas diferenças mais técnicas que conceptuais, a morte cerebral é hoje quase universalmente aceite.

### **Conclusões**

A morte é um conceito que permanece intemporal. Os critérios de Harvard abriram caminho para os actuais protocolos de diagnóstico que permanecem em constante actualização. Na maioria dos países, o diagnóstico é *a priori* estabelecido clinicamente, sendo os exames complementares não mandatórios e utilizados apenas para esclarecimento de

dúvidas. Embora sejam exigidos dois conjuntos de provas clínicas, permanece actualmente não definido o período de observação mínimo entre as duas provas clínicas exigidas.

De entre os meios complementares de diagnóstico, os exames radionucleares e a angiografia de quatro vasos são os testes confirmatórios de detecção de circulação cerebral globalmente mais aceites, com a principal limitação na susceptibilidade a lesões da calote craniana. A cintigrafia cerebral planar e a SPECT com  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO são os exames de primeira linha mais utilizados. A angio-TC tem vindo a emergir como exame de alternativa para o diagnóstico embora permaneça alguma controvérsia quanto à inocuidade do contraste iodado sob os tecidos para transplantação. O Doppler Transcraniano embora com muitos inconvenientes poderá ser usado com carácter adicional aos critérios existentes, em caso de dúvidas, pelo seu potencial prognóstico para estabelecer o “timing” do recurso a testes confirmatórios evitando o uso prematuro e desnecessários dos mesmos. Algumas especificidades do exame clínico poderão vir a ser sujeitas a uma revisão especializada envolvendo organizações internacionais, bem como poderá ser submetida a avaliação formal a competência dos examinadores, dada a importância e amplitude transversal do diagnóstico de morte cerebral que vão muito para além da dimensão médica e científica.

**Palavras-chave/Key Words:** Brain death; brain stem death; cerebral scintigraphy with  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO; CT angiography; magnetic resonance angiography; Transcranial Doppler ultrasonography; EEG.

## ABSTRACT

### Introduction

The definition of the moment of death always proved to be extremely important over time. It was because of the taphophobia, fear of being buried alive, that it became necessary to define "death" as an irreversible arrest of cardiac and respiratory functions, as the ancient thought. The advent in the 60s of cardiopulmonary resuscitation and artificial support of vital functions led to a long way to defining and establish the criteria of the diagnosis of "brain death" as irreversible arrest of brainstem activity in patients with vital functions artificially sustained.

### Objectives

This study aims to review the evolution of the concept of brain death, prerequisites, clinical examination and ancillary tests in adults in the context of the medical practice in Portugal. Finally the work also intends to approach an international comparative perspective on the subject.

### Development

While nowadays it is possible to achieves tissue an organ viability for transplant from deceased donors, the existence of an easy, reliable, unequivocal and with maximum specificity criteria for brain death diagnosis is essential to avoid the risk of medical errors and while there are medical conditions that mimic "brain death", despite the anxiety and false hopes which families, with patients sustained indefinitely under artificial support, can be subject to.

Although there are some differences in clinical practice worldwide rather technical then conceptual, brain death is nowadays almost universal accepted.

### Conclusions

The concept of death remains timeless. The Harvard criteria opened the way for the current diagnostic methods that remain constantly updated. In most countries, the diagnosis is established primarily by clinical examination, and further tests are not mandatory, and used only in the presence of doubts. Although required two sets of clinical examinations, it remains currently non establish the minimum observation time between these two clinical examinations.

Among the available ancillary tests, nowadays radionuclide studies and four-vessel cerebral angiography are tests of cerebral perfusion most broadly accepted, with the main limitation on susceptibility to injury of the cranial vault. Brain planar scintigraphy and <sup>99m</sup>Tc-HMPAO-SPECT are the first line tests. The CT angiography has emerged as an alternative test for diagnosis but it remains the controversy regarding the safety of iodine contrast in the transplant tissues. Transcranial doppler ultrasonography, despite many limitations can be used as an additional factor for the existing criteria in the presence of doubts, given its potential to establish the prognosis timing for the use of ancillary tests avoiding its premature and unnecessary use. Specific matter of clinical examination can be subject to a review involving international organizations, and the expertise of the examiners may be subject to formal evaluation given the importance of brain death diagnosis that stands far beyond the medical or scientific perspective.

**Key Words:** Brain death; brain stem death; cerebral scintigraphy with <sup>99m</sup>Tc-HMPAO; CT angiography; magnetic resonance angiography; Transcranial Doppler ultrasonography; EEG.



## II – ABREVIATURAS

**<sup>99m</sup>Tc** - Tecnécio 99m

**AVC** - Acidente Vascular Cerebral

**CPAP** - Pressão positiva contínua na via aérea

**DTC** - Doppler transcraniano

**DTPA** - Ácido dietileno triamino pentacético marcado com tecnécio 99m

**ECD** - Etil cisteinato dímero marcado com tecnécio 99m

**EEG** - Electroencefalograma

**EUA** - Estados Unidos da América

**HMPAO** - Hexametil propileno amina oxima marcado com tecnécio 99m

**MC** - Morte cerebral

**MCD** - Meio complementares de diagnóstico

**PaCO<sub>2</sub>** - Pressão parcial arterial de dióxido de carbono

**PEEP** - Pressão positiva no fim da expiração

**RMN** - Ressonância magnética nuclear

**RN** - Radionuclídeos

**SatO<sub>2</sub>** - Saturação hemoglobínica de oxigênio

**SNC** - Sistema nervoso central

**SPECT** - Tomografia computadorizada por emissão de fóton único

**TC** - Tomografia computadorizada

**UCI** - Unidade de cuidados intensivos

### III - INTRODUÇÃO

A morte é um processo biológico, irreversível, comum a todos os seres vivos que se define como a cessação das funções vitais dum organismo como um todo [1]. Foi com a tafofobia ou medo de ser enterrado vivo que, classicamente surgiu a necessidade de confirmar o óbito do indivíduo [2, 3]. Durante séculos, a morte foi definida como a paragem irreversível das funções cardíaca e ventilatória [4]. Com o surgimento e desenvolvimento, nas últimas décadas, de técnicas de ventilação mecânica, de suporte circulatório e de diálise em doentes em coma profundo, tornou-se possível a manutenção artificial de algumas funções vitais sob condições até então impossíveis. Este desenvolvimento, levou progressivamente a uma evolução da visão clássica de “sede de vida” da função cardiocirculatória para as funções cerebrais [2], integradoras de todas as funções vitais do organismo humano. Esta nova visão levou ao reconhecimento da comunidade científica e no panorama médico-legal do conceito de morte cerebral (MC) como morte dum indivíduo. [5] Esta assunção é hoje aceite quase universalmente [6, 7].

Com surgimento deste novo conceito, foi possível ponderar a colheita de órgãos e tecidos de cadáveres para transplantação. Perante este facto, nos dias de hoje ainda permanece, com base na tafofobia um medo e desconfiança subjacente ao diagnóstico de MC, apoiado no mito do dador vivo, isto é, o medo para os familiares dos doentes que temem que a possibilidade do seu familiar poder vir a ser dador de órgãos ou tecidos possa levar a que um diagnóstico de MC “apressado”. [2]

Segundo o “Parecer do Grupo de Trabalho da Ordem dos Médicos nomeado para o estudo da morte cerebral” de 1986, um indivíduo deverá ser declarado morto quando se verificarem, segundo critérios médicos pré-estabelecidos, (1-) *paragem irreversível das*

*funções respiratória e circulatória, ou (2-) paragem irreversível das funções do tronco cerebral [2].*

A primeira definição formal de MC data de 1968 e foi acordada pelo *Ad. Hoc. Committee of the Harvard Medical School* intitulada “Definição de Coma Irreversível” [8,9]. O conceito de *Coma Irreversível* já havia sido referido, em 1959 por *Mollaret e Goulon*, como “Coma Dépassé”, numa altura em que o encarniçamento terapêutico, ou seja, o esforço terapêutico obstinado num doente em Coma Irreversível, mostrava a necessidade de parar a manutenção de terapêuticas fúteis [6].

A MC é definida como a *cessação irreversível das funções de todas as estruturas neurológicas intracranianas*, muito embora as funções cardíaca e pulmonar possam estar mantidas artificialmente [4, 10].

A importância do diagnóstico de MC encontra-se para além da dádiva de órgãos para transplantação. Com efeito, a manutenção por tempo indeterminado de suporte artificial cardíaco, pulmonar e eventualmente renal num indivíduo com cessação irreversível das funções cerebrais, representa não só um problema no respeito do próprio indivíduo, cuja dignidade deve ser preservada na sua condição de vivo ou, eventualmente já morto, como também para os familiares e para os próprios médicos (distanásia). Na verdade, esta manutenção por prazo indefinido acarreta sobretudo ansiedade persistente e esperanças vãs para a família do doente sob suporte artificial [8]. Adicionalmente, representa um acréscimo nos gastos hospitalares [4], tanto económicos como de recursos eventualmente necessários para outros doentes, numa perspectiva de justiça distributiva dos cuidados de saúde [8].

Dada a importância transversal do diagnóstico de MC, ao longo dos anos os critérios para a sua determinação foram tendendo para uma simplificação dos critérios iniciais, tornando-se, os actuais, essencialmente clínicos, integralmente fiáveis e reproduzíveis. Toda

metodologia para o diagnóstico de MC está amplamente testada, com segurança comprovada, quando aplicado por profissionais experientes [4].

Está demonstrado que a verificação de MC, segundo os critérios hoje aceites, evolui irreversivelmente, a assistolia e morte somática, em horas ou poucos dias, não obstante do recurso às melhores técnicas de cuidados intensivos existentes [4].

*Young, B. (2009)* aponta como etiologias mais frequentes de MC em adultos, na maioria das séries, o traumatismo cranioencefálico e a hemorragia subaracnoídea [6, 11, 12]. Outras causas existem que podem levar a lesão disseminada e permanente das estruturas cerebrais, como o acidente vascular cerebral (AVC) isquémico ou hemorrágico, a hemorragia intracerebral, a encefalopatia hipóxica isquémica, infecções, tumores do sistema nervoso central, entre outras causas possíveis [6, 10].

Numa perspectiva mundial, as normas clínicas vigentes nos diferentes países apresentam algumas diferenças [6]. Contudo, o conceito de MC manteve-se constante ao longo do tempo nos diversos países que o reconhecem embora existam algumas divergências no substrato anatómico que determinem a sua ocorrência, isto é, uns defendem a MC como a *morte neo-cortical*, outros admitem-na como *morte holo-cerebral* ao passo que outros ainda, entendem-na como *morte do tronco cerebral* [6, 2]. As normas clínicas portuguesas, baseadas na escola inglesa, admitem que MC é definida pela *morte do tronco cerebral* [2]. Desta forma, a noção de morte desta estrutura anatómica é indispensável e suficiente para a confirmação da morte cerebral [4].

Seja qual for a corrente de opinião, o diagnóstico de MC deve ser encarado como um acto de grande responsabilidade com amplitude médica, ética e legal [8] e que, uma vez que estabelecido, leva à cessação de todas as medidas de suporte artificial, ou à colheita de órgãos para transplantação [10].

O diagnóstico de MC é, em primeiro lugar, um diagnóstico clínico. A aplicação de meios complementares de diagnóstico (MCD) pode apresentar-se, a dado momento, necessária para o diagnóstico de MC, na presença de um dos factores impeditivos a realização do diagnóstico clínico e na impossibilidade de execução de um teste válido a qualquer um dos reflexos do tronco cerebral [4, 13].

## PERSPECTIVA HISTÓRICA DO CONCEITO DE MORTE CEREBRAL

As interrogações e discussões relativas a critérios de morte são precedentes à publicação oficial, a 5 de Agosto de 1968, pelo *Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School*, da definição de MC, “Definição de coma irreversível”. Classicamente, a morte correspondia a uma paragem irreversível das funções cardio-ventilatória. No entanto, os médicos tinham a noção que um simples exame clínico não era absolutamente fiável, dada à sua susceptível às situações de morte aparente devidos a histeria, catalepsia, intoxicações, hipotermia, entre outros. Ao longo do tempo muitos testes foram sendo experimentados para o auxílio na exclusão destes diagnósticos. Notas históricas evidenciam que alguns testes haviam sido propostos para confirmação de morte, mesmo antes do início do século XX [14]. A título de curiosidade, alguns dos testes usados ao longo do tempo consistiam na colocação de um espelho junto às vias aéreas superiores que, caso não embaciasse, levava a concluir-se que a função ventilatória tinha cessado. Para além de espelhos, também chamas ou velas eram usadas para o mesmo efeito, desta vez com o pressuposto de que na presença de qualquer movimento de ar provocado pela ventilação pulmonar, tornava a chama trémula. Alguns médicos mais agressivos sugeriam submergir o corpo em água, observando o aparecimento de bolhas produzidas pela ventilação [14]. *George William Balfour* (1825-1903) recomendou uma punção cardíaca na parede torácica através de uma agulha acoplada a uma pequena bandeira na extremidade que ondularia na existência de batimentos cardíacos [14]. *Foubert* defendia ainda que se deveria sentir os batimentos cardíacos com um dedo através duma incisão num espaço intercostal [14, 15].

Perante a tafofobia existente, em 1820, nos Estados Unidos da América (EUA) foi criada a *Society for prevention of Premature Burial*, que pretendia prevenir a possibilidade de enterros prematuros, sociedade que persistiu até 1923 [14, 15]. Nos finais do século XIX *Mazé*, que

defendia que a putrefacção era o único sinal inquestionável de morte, propôs criar casas mortuárias nos cemitérios onde os cadáveres eram deixados até aos primeiros sinais de decomposição, onde deviam permanecer profissionais especializados com a finalidade de ajudar os que esboçassem quaisquer movimentos [16, 14]. Já na primeira metade do século XX, o certificado de óbito passou a ser baseado numa série de testes simples ainda hoje usados. A paragem cardíaca era certificada pela ausência de pulsos e sons cardíacos, a perda completa da actividade cerebral era determinada pela ausência de ventilação pulmonar, de reflexos corneanos, nociceptivos e a presença de midríase fixa não reactiva a foco luminoso. Assim, a morte certifica-se através da perda das funções cardíaca, respiratória e cerebral [14].

O desenvolvimento de técnicas de reanimação e cuidados intensivos como a ventilação artificial, massagem cardíaca externa e desfibrilhação deram-se nas décadas de 50, 60. A eficácia da ventilação com pressão positiva foi demonstrada pela primeira vez em 1952 [14, 17] e rapidamente foi adoptada no tratamento de distúrbios neurológicos, particularmente em lesões cranianas.

Nesta altura, surgira um novo cenário com que o médico se deparava. Efectivamente, os batimentos cardíacos estavam mantidos, porém todos os sinais de actividade cerebral ausentes. Nestas circunstâncias, a paragem cardíaca ocorria inevitavelmente após algumas horas ou eventualmente, alguns dias.

*Lofstedt e Von Reis* publicaram em 1956, um estudo com seis doentes em coma sem função neurológica, com ausência de circulação cerebral comprovada por angiografia cerebral [14]. Em 1959, *Wetheimer* descreve traçados electroencefalográficos isoelectricos em casos semelhantes.

Foi contudo, apenas no ano de 1959, que *Mollaret e Goulon* pela primeira vez introduzem o termo “Coma Dépassé” num estudo de 23 doentes, com critérios similares aos que definem actualmente o diagnóstico de MC, incluindo coma com abolição de reflexos do

tronco cerebral, apneia e electroencefalograma (EEG) isoeléctrico. [18]. À data já era conhecido que a intoxicação barbitúrica e a hipotermia, sendo condições reversíveis, podiam mimetizar o “Coma Dépassé”. Não se podia afastar a possibilidade que outras situações patológicas provocassem o mesmo quadro. Nesta altura, tanto a medicina como a lei pública traziam alguma controvérsia ao tema. Se alguns acreditavam que se deveria manter o tratamento a todo o custo, advogando que se o doente permanecia com função cardíaca, permanecia vivo, outros acreditavam que se tratava duma futilidade terapêutica.

O Papa Pio XII, consultado em 1957 pelo Chefe do Departamento de Anestesia da Universidade de Innsbrück [19, 14], definiu a morte como “a separação completa e definitiva da alma e do corpo” e distinguiu “vida humana de mera vida de órgãos”. O Papa declarou ainda que um cristão tem o dever de aceitar os tratamentos necessários à manutenção da vida e da saúde, requerendo apenas meios normais sendo ventilação artificial considerada como um meio extraordinário. O Pontífice referiu ainda que o tratamento num doente em coma profundo, na ausência de esperança de recuperação, pode ser parado ainda que provoque paragem cardíaca uma vez que, afirma, “a interrupção das tentativas de ressuscitação é apenas causa indirecta da cessação da vida”, não sendo considerado eutanásia. Para definir quando a “alma abandonava o corpo” isto é, se quando o coração ou o cérebro cessam funções, o Papa encarregou os médicos para “dar uma definição clara e precisa da morte e do seu momento, num doente que morre em estado de inconsciência”, porque achava que esta definição não podia sofrer interferência de cariz religiosa ou moral. Por último afirmou que no caso de dúvida e incerteza não resolúvel, os doentes deviam ser tratados como ainda vivos [14].

Em 1956, *Zoll et al* publicaram os resultados do seu desenvolvimento da cardioversão eléctrica externa [14, 20]. Na mesma altura, *Kouwenhove* e um jovem interno estudavam a desfibrilhação eléctrica externa no laboratório cirúrgico de *Alfred Blalock* em Baltimore [21, 14]. Para além disso, estes comprovaram a eficácia da massagem cardíaca externa que já



havia sido descrita por *Koenig* em 1885 mas que tinha caído em esquecimento [22, 14]. A paragem cardíaca não podia ser mais considerada um critério absoluto de morte, dado que podia ser reversível.

Todas estas questões sobre os limites entre a vida e a morte surgiram muito antes do início dos programas de transplantação renal nos anos 60. A azatioprina, um fármaco utilizado para a imunossupressão, surgiu no mercado em 1961 [14]. Na altura, apenas membros da família eram dadores para transplantação, maioritariamente renal e, apenas eram utilizados órgãos de cadáveres num pequeno número de doentes para os quais não existiam dadores vivos. Para o procedimento, o doente em “Coma Dépassé” era levado para o bloco operatório, o abdómen era preparado, altura em que se desligava o ventilador. Apenas após paragem cardíaca, era efectuada a colheita do rim do dador. Com efeito, após desligado o ventilador, o coração mantinha batimentos e circulação durante algum tempo sendo então o sangue circulante não oxigenado. Esta anóxia associada a distúrbios vasomotores, cuidados terminais do dador ainda pouco desenvolvidos e à falta de métodos de preservação resultou em desastrosos resultados, com algumas excepções onde se verificaram, contudo, rins com baixas taxas de função.

Em 1963 passaram a ser realizados transplantes de dadores cadáveres, ainda sob ventilação assistida. Esta decisão era apoiada pelo facto de, no entender dos clínicos, a morte se verificar quando estão cessadas definitivamente as funções do tronco cerebral.

Em 1966 foram reportadas experiências de algumas equipas de transplantação onde se evidenciavam certas características comuns em alguns dadores em casos de traumatismo craniano, entre os quais, coma profundo, ausência de respiração espontânea, midríase fixa bilateral, arreflexia total, tensão arterial lábil requerendo vasopressores e um traçado isoelectrico no EEG obtido repetidamente num determinado intervalo de tempo. Alguns

clínicos defendiam a obtenção suplementar de angiografia cerebral, demonstrando ausência de circulação cerebral [14].

Perante o panorama da altura e dado que os doentes podiam ser considerados como possíveis dadores de órgãos, alguns temiam que a qualidade dos cuidados prestados aos doentes de trauma iria ser comprometida [14].

O diagnóstico tinha então que ser obtido por médicos independentes da equipa de transplante.

Foi em 1967, que o Director da *Harvard Medical School* nomeou 13 membros para avaliarem a definição de Morte cerebral, entre os quais, um anestesista, *Henry K. Beecher*, *Joseph E. Murray* e *John P. Merrill*, encarregados de um programa de transplantação renal, um jurista, um teólogo, um historiador e os restantes, médicos de várias especialidades. Foram então publicadas, a 5 de Agosto de 1968, as suas recomendações, denominados os Critérios de Harvard [8].

Embora com um título confuso e pouco feliz, “A definição de coma irreversível”, uma vez que pode incluir inadvertidamente conceitos como estado vegetativo persistente que não é equivalente a morte cerebral, toda a descrição que se seguiu correspondia a lesão irreversível cerebral com critérios idênticos às características clínicas presentes nos doentes das publicações de 1966.

Estes critérios recomendavam que um traçado isoelectrico por EEG confirmava o diagnóstico, excluídas causas de hipotermia e intoxicação medicamentosa, nomeadamente por barbitúricos. As recomendações exigiam também que a morte devia ser declarada por dois ou mais médicos, não envolvidos em equipas de transplantação [14].

Na verdade, Harvard apenas trouxe a formalização dos critérios até então usado por muitos médicos, pelo menos na Europa, sendo exemplo do referido, as linhas orientadoras

publicadas na Alemanha (*deutsche gesellschaft fur chirurgie*), dois meses e meio antes, com o nome de “Kriterium des Todes” (Critério de Morte) [23, 14].

O relatório do Comité de Harvard apresenta de forma clara as duas grandes razões que levaram ao seu surgimento. Com efeito, a definição de “coma irreversível como novo critério de morte” era necessária já que naquela altura, “as melhorias dos meios de ressuscitação e suporte levaram (...) a que por vezes, estes esforços (...) resultem num indivíduo cujo coração continua com batimentos, mas cujo cérebro esta irreversivelmente danificado. O grande peso é para os doentes (...) e para as famílias”. A segunda razão defendia que critérios de definição de morte “obsoletos” podiam gerar controvérsia na obtenção de órgãos para a transplantação. No entanto, a segunda foi a única justificação retida pela imprensa de direito americana e, posteriormente repetida em estudos [14]. Dois membros do comité, já depois de 1995, reiteraram que a matéria de discussão do grupo incidira sobretudo na futilidade terapêutica e na cessação do tratamento [24], que o problema da remoção de órgãos foi abordado apenas depois, argumentando ainda, que “a sociedade não se poderia dar ao luxo de descartar tecidos e órgãos de doentes inconscientes sem esperança, tão necessários para estudo e ensaios experimentais com fim de ajudar os que podem ser salvos” [25] (na altura a transplantação era ainda experimental). *Robert Veatch*, um dos éticos que expressara opinião sobre a matéria, entendia que estes argumentos mostravam o quão útil uma “filosofia” do género era para a vida intelectual [24], que permitiam um diagnóstico incontestável e protecção legal contra acusações de homicídio pela cessação da terapêutica.

Em Portugal, o quadro técnico-legal para o diagnóstico de MC foi originariamente estabelecido no Código Deontológico da Ordem dos Médicos de 1985, tendo sido publicado o “Parecer do Grupo de Trabalho da Ordem dos Médicos, nomeado para o estudo da morte cerebral” na *Revista da Ordem dos Médicos*. nº. 4, Abril de 1986, página 14-16. Revogado o Código Deontológico de 1985, a matéria é hoje regulada pelos Capítulos III e IV do Título II

do Código Deontológico da OM de 2008, pela Lei n.º 12/93, de 22 de Abril, com as alterações introduzidas pela Lei n.º 22/2007, de 29 de Junho, e pela Lei n.º 12/2009, de 26 de Março, pela Lei n.º 141/99, de 28 de Agosto, que estabelece os princípios em que se baseia a verificação de morte, e, por força do artigo 12.º do diploma, pela Declaração da Ordem dos Médicos de 1 de Setembro de 1994, publicada no Diário da República, I série B nº 235 de 11/10/94, que prevê os critérios e regras de semiologia médico-legal idóneos para a verificação da morte cerebral.

A legislação portuguesa do conceito de MC e as “Regras ou Critérios de Semiologia Médico-Legal para a Verificação da Morte Cerebral” têm como base geral os critérios diagnósticos adoptados pela Conferência dos Colégios Reais e das suas Faculdades no Reino Unido, também conhecidos como Critérios de Cambridge. Assim, é necessário a demonstração da cessação irreversível das funções do tronco cerebral para o diagnóstico de MC. Estes critérios foram elaborados com base na legislação vigente em 1998 no “Guia de diagnóstico de Morte Cerebral” [4].

No conceito de morte, são incluídas três fases sequenciais [2, 26]:

- 1- A definição de morte como um fenómeno biológico, irreversível, independente do enquadramento sociocultural, religioso, legal ou filosófico.
- 2- Os critérios médicos para a determinação da ocorrência da morte (substrato anatómico).
- 3- As provas realizadas e a exploração para determinar o cumprimento desses critérios.

Em relação ao segundo ponto, podem ser consideradas três correntes de opinião: *morte neo-cortical*, *morte do tronco cerebral* e *morte holo-cerebral*.

A primeira corrente que defende a *morte neo-cortical* admite a possibilidade de encarar como potenciais dadores de órgãos para transplantação crianças anencefálicas ou

doentes em estado vegetativo [2, 27]. É naturalmente difícil, para pessoas que acompanharam ao longo de anos doentes em estado vegetativo, encará-los como seres não-vivos, meros portadores de órgãos para transplantação.

Por outro lado, existem as correntes que defendem a *morte do tronco cerebral* e a *morte holo-cerebral* como substrato anatómico para a determinação de MC. A diferença entre ambas as correntes é talvez ilusória já que, na verdade, não existem diferenças na execução prática das provas de diagnóstico, pelo que apenas podem ser consideradas distintas sob os pontos de vista teórico, ético, legal ou filosófico. Em primeiro lugar, todas as provas envolvidas no diagnóstico de MC nos EUA, onde prevalece o conceito de *morte holo-cerebral*, são idênticas às provas utilizadas em Portugal ou no Reino Unido, onde prevalece o conceito de *morte do tronco cerebral*. Para além deste facto, na maior parte dos EUA os MCD de MC são opcionais e não obrigatórios. Por outro lado, segundo *Verwer, RWH et al (2002)*, na MC não ocorre a morte do cérebro como um todo, mantendo-se geralmente a vitalidade de alguns neurónios durante horas, obviamente sem qualquer significado clínico. Por último, encontram-se descritas situações raras de lesão catastrófica primária do tronco cerebral, em que são cumpridos todos os critérios clínicos de morte cerebral, existindo, no entanto, manutenção da actividade electroencefalográfica cerebral e da resposta nos potenciais evocados visuais [28]. Estas situações são facilmente detectáveis por MCD de MC de imagem, nomeadamente exames de detecção da circulação cerebral que serão abordados posteriormente, não se encontrando descrito, nenhum caso de sobrevivência nestas circunstâncias. Perante este facto, *Wijdicks (2001)* afirma que um MCD só confundiria o caso, em particular se realizado precocemente [29].

## V - DIAGNÓSTICO DE MORTE CEREBRAL

O diagnóstico de MC é um diagnóstico efectuado clinicamente [30], através de uma exploração rigorosa, completa e objectiva efectuada à cabeceira do doente [6, 10].

Segundo o “Guia de Diagnóstico de Morte Cerebral” presente na *Acta Médica Portuguesa* de 1998, para o diagnóstico de MC é exigida a verificação de condições prévias específicas e a consequente exploração clínica que evidencie a ausência irreversível das funções do tronco cerebral.

### 1. Condições Prévias:

Para que se inicie o exame, devem estar presentes as seguintes condições prévias:

#### 1.1. Lesão estrutural do SNC.

É imprescindível o conhecimento de maneira inequívoca da etiologia do quadro clínico do doente, bem como da sua irreversibilidade, sendo necessário a evidência de lesões estruturais encefálicas irreversíveis documentadas, que justifiquem o quadro. Os dados etiológicos podem ser obtidos através da história clínica e através de achados imagiológicos que evidenciem lesão do SNC, compatível com o quadro [10].

#### 1.2. Estado de coma profundo arreactivo (Escala de Glasgow = 3).

#### 1.3. Ausência de respiração espontânea com necessidade de ventilação mecânica.

#### 1.4. Exclusão de todas as situações que possam suprimir as funções referidas nos critérios anteriores tais como, a hipotermia, intoxicações, alterações endócrinas ou metabólicas subjacentes, ou presença no organismo de fármacos depressores do sistema nervoso central (SNC) ou bloqueadores neuromusculares.

A temperatura central (temperatura rectal ou esofágica) deverá ser  $\geq 35^{\circ}\text{C}$  [4]. Existe ainda pouca evidência para a escolha do limiar da temperatura mínima a considerar, pelo que se verificam diferentes recomendações entre alguns países [6]. Na presença alterações séricas dos parâmetros bioquímicos e metabólicos tais como hiponatrémia, hipoglicémia, acidose metabólica ou de outras alterações electrolíticas, metabólicas ou de equilíbrio ácido-base, estas devem ser previamente corrigidas [4]. Em relação ao doseamento de fármacos depressores do sistema nervoso central, à alcoolémia, à pesquisa de metabolitos de drogas de abuso, estes são sempre pesquisados na urina no momento da admissão do doente na UCI ou quando se iniciam as provas. Perante uma prova positiva para um dos fármacos, a presença de níveis mesmo não terapêuticos invalida a verificação de MC. No caso dos agentes bloqueadores neuromusculares de longa semivida, se persistência de acção, poderá estar indicada estimulação do nervo periférico e/ou reversão com neostigmina.

A ausência de uma das condições prévias é, *per si*, condição suficiente para inviabilizar a realização do diagnóstico clínico de MC [10].

## **2. Critérios do Diagnóstico:**

### **2.1. Estado de coma profundo (Escala de Glasgow = 3).**

Este critério deve ser avaliado durante o exame clínico sob a aplicação de estímulos nociceptivos intensos em várias regiões que devem incluir a face, esgar de dor, não devendo despertar qualquer resposta motora, nomeadamente na área sensitiva dos nervos cranianos.

A ocorrência de reflexos medulares, entre os quais osteotendinosos e reflexos de fuga, complexos e polissinápticos, não excluem o diagnóstico [4]. Estes ocorrem em 33% a 75% dos casos no contexto de MC e podem ser desencadeados por estímulos tácteis ou ocorrer espontaneamente. Mais raramente, pode ocorrer também reactividade simpática. Contudo, a

presença de posturas anómalas como de descorticação ou descerebração e de movimentos espontâneos como convulsões ou discinésias são motivo suficiente por si só para exclusão do diagnóstico de MC.

## **2.2. Ausência dos reflexos dependentes do tronco cerebral.**

### **2.2.1. Reflexos fotomotores (nervos cranianos II e III):**

Para a pesquisa destes reflexos devem ser avaliadas as pupilas em repouso e sob estimulação com foco de luz intenso, repetidas vezes. As pupilas devem estar dilatadas, de tamanho médio ou grande e fixas sem resposta directa ou consensual (midríase fixa). Atropina ou outros fármacos que interfiram com o tamanho e resposta pupilar impedem esta avaliação e conseqüentemente o diagnóstico clínico enquanto não eliminados.

### **2.2.2. Reflexos corneanos (nervos cranianos V e VII):**

Para estes reflexos a córnea é estimulada repetidas vezes com auxílio de uma *cotonnette*, não devendo desencadear qualquer movimento palpebral. O estímulo deve ser executado sob a córnea e não sob a conjuntiva e as pálpebras não podem ser forçadas a manter-se abertas pelo examinador.

### **2.2.3. Reflexos oculocefálicos (nervos cranianos VIII, III e VI):**

A pesquisa dos reflexos oculocefálicos requiere que a cabeça do examinado seja rodada da direita para a esquerda com um movimento seco, aguardando, de cada um dos lados, 3 a 4 segundos. A presença de reflexo normal implica a rotação contralateral dos olhos (efeito olhos de boneca), a sua abolido verifica-se se os globos se mantiverem fixos e os olhos passivamente acompanham o movimento da



cabeça. Deve ser dispensada a avaliação deste reflexo na suspeita de traumatismo cervical.

#### **2.2.4. Reflexos oculovestibulares (nervos cranianos VIII, III e VI):**

Para a pesquisa, a cabeça deve estar 30° acima do plano do leito. O canal auditivo externo é então perfundido, de cada lado, com um mínimo de 20cc de água a 4°C (água misturada com gelo). Uma resposta normal provoca um desvio tônico dos olhos para o lado da estimulação. A verificação da ausência de qualquer movimento ocular, durante um mínimo de dois minutos após o estímulo, indica ausência do reflexo oculovestibular. Deve ser feito um intervalo de, pelo menos quatro minutos, entre a estimulação de um e outro lado. Para a pesquisa deste reflexo os canais auditivos externos devem ser examinados para assegurar que estão livres. A existência de perfuração do tímpano não impede a realização deste teste contudo, o risco de hipotensão e bradicardia se o tronco cerebral estiver funcionando está presente. A existência de hemotímpano também não invalida a avaliação do reflexo.

Qualquer dos examinadores pode realizar a otoscopia e em caso de necessidade, deve ser pedido auxílio à Otorrinolaringologia.

#### **2.2.5. Reflexo faríngeo (nervos cranianos IX e X):**

Para esta avaliação, a orofaringe deve ser estimulada com uma espátula ou sonda de aspiração provocando o vômito. A ausência deste reflexo implica a não elevação do véu do palato.

#### **2.2.6. Reflexo da tosse (nervo craniano IX e X):**

A verificação do reflexo da tosse, por estimulação traqueo-brônquica, deve complementar a pesquisa, utilizando-se para o fim uma sonda de aspiração cuja extremidade ultrapasse o tubo endotraqueal.

### **2.3. Ausência de respiração espontânea – Prova da apneia:**

A verificação da ausência de movimentos respiratórios espontâneos, na presença de pressão parcial arterial de dióxido de carbono ( $\text{PaCO}_2$ ) elevada, deve ser avaliada por estimulação suficientemente eficaz do centro respiratório. Considera-se estímulo adequado no adulto um acréscimo da  $\text{PaCO}_2 \geq 10\text{mmHg}$  (1,35kPa), durante o período de apneia, tendo como valor de partida cerca de 40mmHg (5,3kPa), desde que, no final do período de desconexão ventilatória, a  $\text{PaCO}_2$  seja  $\geq 50\text{mmHg}$  (6,65 kPa).

No caso de não existirem graves defeitos de difusão, a hipoxemia é prevenida de forma eficaz com pré-oxigenação e oxigenação por difusão durante a fase de apneia, sendo aconselhável a monitorização da saturação hemoglobínica de oxigénio ( $\text{SatO}_2$ ) durante a realização do teste.

Para a prova de apneia, é indispensável a disponibilidade de medição laboratorial dos gases sanguíneos, monitorização de electrocardiograma e tensão arterial, sendo também aconselhável dispor de oximetria de pulso e cateterização arterial.

Para a realização da prova da apneia devem ser seguidos os seguintes passos:

- Pré-oxigenação ventilando com  $\text{FiO}_2$  a 100%, durante aproximadamente 10 minutos;
- Ajuste da ventilação-minuto de forma a alcançar uma  $\text{PaCO}_2$  basal de 40 a 45mmHg (5,3 a 5,96 kPa);
- Realização da primeira gasometria arterial, caso não exista ainda;

- Desconexão do ventilador com introdução de sonda endotraqueal com débito de 4 a 6L/minuto de O<sub>2</sub>;
- Observação da ocorrência de qualquer movimento sugestivo de esforço ventilatório durante um período de 10 minutos;
- Vigilância concomitantemente de parâmetros vitais (pressão arterial, frequência e ritmo cardíacos) e SatO<sub>2</sub>.
- Colheita da segunda amostra de sangue para gasometria arterial.

Qualquer alteração para desvio crítico dos parâmetros tais como, bradicardia, queda tensional ou dessaturação, implica a imediata interrupção da prova, não impedindo contudo, a gasometria arterial seguinte. *Young et al (2009)*, refere que as complicações impeditivas da conclusão da prova da apneia ocorrem em 10% a 26% dos casos.

De um modo geral, os 10 minutos de duração da apneia no adulto são eficazes para a subida  $\geq 10\text{mmHg}$  (1,3kPa) exigida para o teste -  $\text{PaCO}_2 \geq 50\text{mmHg}$  (6,65kPa), corrigido para a temperatura corporal.

A prova é positiva (em favor de MC) caso, cumpridos todos os requisitos técnicos, não sejam observados quaisquer movimentos ventilatórios, tosse ou abalos diafragmáticos.

No caso de interrupção antecipada da prova isto é, menos de 10 minutos de apneia, esta é válida se a  $\text{PaCO}_2$  tenha atingido um valor  $\geq 50\text{mmHg}$ .

#### Situações particulares da prova da apneia:

Alguns casos, pelas suas especificidades de patologia respiratória aguda ou crónica exigem modificações na execução da prova.

Para doentes com insuficiência respiratória com hipercápnia crónica, o valor a ser tido com valor base de  $\text{PaCO}_2$  deve aproximar-se do valor médio de cada doente em particular, fora dos períodos de agudização e quando desconectado, deverá existir um acréscimo  $\geq$

15mmHg (2kPa). Quando se desconhece o valor médio do doente, dever-se-á assumir um valor base mínimo de 60mmHg (8kPa) e, conseqüentemente, um valor final não inferior a 75mmHg (10kPa).

Em situações hipoxemiantes por patologia respiratória concomitante ou prévia, deve ser usada uma das seguintes provas modificadas, ou ambas:

- 1- Utilização do PEEP/CPAP (pressão positiva no fim da expiração/pressão positiva contínua na via aérea) que implica metodologia idêntica à da prova convencional, à excepção da fase de desconexão em que o doente permanece ligado ao circuito de CPAP, seja este independente ou do próprio ventilador, por sonda endotraqueal. O débito de O<sub>2</sub>, introduzido por sonda endotraqueal, deve ser igualmente a 6L/minuto.
- 2- Recurso a pré-oxigenação com mistura de O<sub>2</sub> a 95% e CO<sub>2</sub> a 5%, durante cerca de 5 minutos, podendo-se verificar a prova de apneia a partir do terceiro minuto de desconexão. A mistura obriga a uma subida da PaCO<sub>2</sub>  $\geq$  50mmHg (6,65kPa) confirmada por gasometria arterial, tendo simultaneamente uma oxigenação adequada, que torna possível um estímulo do centro respiratório desde o momento da desconexão. De realçar que uma hipoxémia na gasometria arterial final, apesar de todos os cuidados referidos, não afecta a validade da prova.

### **3. Condições para realização das provas:**

Segundo o “Parecer do Grupo de Trabalho da Ordem dos Médicos, nomeado para o estudo da MC” de 1986, o diagnóstico de MC clínico só pode ser estabelecido quando todas as condições supra referidas forem certificadas por dois médicos, um dos quais obrigatoriamente com mais de cinco anos de exercício autónomo da profissão e com experiência em cuidados intensivos. Em caso de dúvida, seja na verificação dos critérios, seja

no estabelecimento da etiologia do coma, deverá ser consultado um neurologista ou um neurocirurgião. Mais tarde, na Declaração da Ordem dos Médicos (DR, I série, B nº 235, 11/10/94), base do “Guia de Diagnóstico de Morte Cerebral” da *Acta Médica Portuguesa* de 1998, o Conselho Nacional Executivo refere que podem realizar o diagnóstico de MC, médicos considerados competentes para o executar, nomeadamente das áreas de Medicina Intensiva, Neurologia, Neurocirurgia, Anestesiologia, Medicina Interna e Pediatria. Para além da condição exposta, os profissionais que realizam o diagnóstico não podem pertencer às equipas envolvidas no transplante de órgãos e tecidos e um, pelo menos, não deve pertencer à unidade ou serviço em que o doente está internado. É ainda recomendado que o diagnóstico seja apenas realizado em áreas habilitadas para a prática de cuidados intensivos, após o tempo necessário para garantir as condições prévias. Por último, é obrigatória a realização de, no mínimo, dois conjuntos de provas, com um intervalo adequado à situação clínica do doente, que, para o adulto pode variar entre um mínimo de duas horas (em situações muito evidentes) a 24 horas ou mais, como por exemplo em situações de anóxia cerebral provocada por paragem cardíaca.

#### **4. Condições para o diagnóstico:**

Todos os procedimentos levados a cabo durante a realização do diagnóstico de MC são baseados em critérios coerentes de forma a certificar a falência irreversível de todas as estruturas do tronco cerebral. Assim, a evidência de resposta a qualquer uma das provas, afasta desde logo o diagnóstico, não permitindo a progressão para as restantes provas. Na impossibilidade de execução de uma ou mais provas, isto é, tomando como exemplo a impossibilidade de observar um ou ambos os olhos, a existência de lesões do ouvido médio ou a existência de neuropatias cranianas, cabe aos médicos responsáveis a decisão da dispensa da respectiva prova ou da necessidade de recurso a MCD, bem como da sua urgência. De realçar

no entanto, que a prova da apneia é indispensável, devendo ser a última prova clínica a ser executada.

#### **5. Registos:**

O registo do resultado de cada prova deve ser efectuado logo de seguida à sua execução, sendo obrigatório a referência à data, hora e a identificação completa do examinado e dos examinadores.

A hora oficial da morte é, para todos os efeitos, a hora da segunda prova e desta forma deve constar na certidão de óbito, assinada por um dos intervenientes. No caso de impossibilidade de completar o diagnóstico clínico de MC e perante a decisão de recurso a MCD, a hora oficial da morte é a hora em que o MCD foi oficialmente interpretado como sendo compatível com o diagnóstico de MC.

Em anexo encontra-se o “Protocolo para o Diagnóstico de Morte Cerebral” utilizado no Serviço de Medicina Intensiva dos Hospitais da Universidade de Coimbra.

## VI - MEIOS COMPLEMENTARES PARA O DIAGNÓSTICO DE MORTE CEREBRAL

### 1. Critérios de utilização

Desde a primeira definição formal de “Coma Irreversível” de *Harvard* que os meios complementares utilizados no diagnóstico de MC são imprescindíveis. O recurso a exames laboratoriais e/ou imagiológicos é fundamental tanto na confirmação do diagnóstico da doença de base ou clarificação da etiologia da morte, como para a confirmação da presença de todas as de mais condições prévias ao diagnóstico de MC [4].

Actualmente, para a maioria dos países, critérios exclusivamente clínicos são suficientes para confirmar ou excluir o diagnóstico de MC no adulto. No entanto, na impossibilidade de ser testado qualquer um dos reflexos do tronco cerebral, ou na ausência de alguma condição prévia impossível de ser alterada ou revertida, nomeadamente dúvidas no exame neurológico ou existência de positividade nos testes de pesquisa de medicamentos sedantes, drogas de abuso, entre outros, cabe aos médicos responsáveis decidir a necessidade de recorrer a MCD que possam estabelecer o diagnóstico.

Segundo *Heran K., Heran N. e Shemie S. (2008)*, em alguns países Europeus, América Central, América do Sul e Ásia, a legislação exige MCD confirmatórios para o diagnóstico de MC [13]. Efectivamente, nos restantes países com legislação sobre a matéria, muitas situações podem, sob decisão ponderada médica, levar ao recurso de MCD. São exemplos desse facto, situações de traumatismos oculares, do ouvido médio e/ou interno, neuropatias dos pares cranianos, arreflexia pupilar induzida por fármacos, uso prévio de sedativos, teste da apneia não validado, paralisia neuromuscular causadas por neuropatias ou induzida por fármacos e distúrbios endócrinos e metabólicos difíceis de reverter [31, 4].

## 2. O meio complementar de diagnóstico ideal

O exame ideal para o diagnóstico de MC, segundo *Young et al (2006)* deve conter as seguintes características: (1) Não deve permitir “falsos positivos” isto é, perante confirmação de MC pelo diagnóstico, não podem existir indivíduos que recuperem ou que potencialmente o possa fazer. (2) Não deve apresentar susceptibilidade às condições que inviabilizam o diagnóstico clínico. (3) Deve ser suficiente *per si*, para o estabelecimento de um diagnóstico positivo ou negativo. (4) Deve estar padronizado sob o ponto de vista da tecnologia, técnica, e classificação dos resultados. (5) A técnica deve ser fiável e de fácil execução e não dependente do operador. (6) Deve ainda ser seguro e disponível a todas as Unidades de Cuidados Intensivos (UCI).

*Heran K., Heran N. e Shemie S. (2008)* acrescentam que o MCD ideal deveria ainda ser barato, não invasivo e possível de ser realizado à cabeceira do doente para evitar o transporte de doentes das UCI, eventualmente com instabilidade hemodinâmica. Actualmente não existe nenhum MCD ideal [31].

## 3. Tipos de Meios Complementares de Diagnóstico

Segundo *Young et al (2006)*, os MCD podem ser divididos em três grandes grupos:

- 3.1. Exames electrofisiológicos: electroencefalografia (EEG), potenciais evocados somatossensoriais, potenciais evocados auditivos do tronco cerebral.
- 3.2. Exames de detecção da circulação cerebral: angiografia cerebral de quatro vasos, exames de medicina nuclear, doppler transcraniano (DTC), ressonância magnética nuclear (RMN), tomografia computadorizada (TC), entre outros.
- 3.3. Outros exames: estudos metabólicos, determinação do oxigénio na veia jugular e teste da atropina.



Os estudos existentes relativos à utilidade dos MCD da MC são limitados, por norma muito pequenos, avaliando regra geral apenas indivíduos já com diagnóstico clínico de MC, tornando difícil a detecção da presença de falsos positivos [6].

Cada MCD apresenta vantagens e desvantagens na utilização em diversas situações clínicas, que devem estar na base da sua selecção [6].

### **3.1 - Exames electrofisiológicos**

#### **3.1.1 EEG**

O EEG é um MCD cuja a sua utilização para o diagnóstico de MC remontam aos critérios de Harvard que apresentavam também como critério para o diagnóstico, um traçado electroencefalográfico isoelectrico. Este “silêncio eléctrico” cerebral é considerado na ausência de detecção de potenciais eléctricos  $> 2\text{mV}$  não artefactuais, durante um registo de 30 minutos com sensibilidade aumentada [6]. O EEG é ainda fortemente recomendado nos EUA.

Este exame apresenta desvantagens no diagnóstico MC na medida em que, anatómica e fisiologicamente, apresenta-se limitado para o estudo pretendido, isto é, o EEG representa o somatório dos potenciais sinápticos, essencialmente do neocórtex cerebral, não revelando potenciais de estruturas subcorticais como o tálamo ou o tronco cerebral. Desta forma, a presença de um traçado plano no EEG não inviabiliza a presença de tecido nervoso viável no tronco cerebral ou noutros locais. Por outro lado, *G Bryan Young (2009)* refere existência de casos reportados de falsos positivos em EEG, em situações de sedação farmacológica ou tóxica, hipotermia e coma barbitúrico. Segundo os critérios da *American EEG Society* a inactividade eléctrica cerebral deve ser assegurada com um EEG com um mínimo de 8 eléctrodos, cobrindo as principais áreas cerebrais, com impedância dos eléctrodos entre 100 e

10000 ohms, com distância mínima entre os eléctrodos de 10 cm, duração mínima de registo de 30 minutos com um ganho de 2 V/mm, filtro de baixas frequências de 1 HZ e potenciais extracerebrais monitorizados com dois eléctrodos colocados nos dorsos das mãos. A integridade do sistema deve ser testada, manipulando os eléctrodos para provocar artefactos. Um registo electrocardiográfico deve ser efectuado concomitantemente e todos os registos devem ser efectuados por um técnico qualificado. Não deve ser utilizada a transmissão dos registos de inactividade eléctrica cerebral via telefone [4]. Em caso de dúvida dever-se-á repetir o exame. A impossibilidade de avaliar os potenciais sinápticos do tronco cerebral, detectando essencialmente potenciais do neocórtex cerebral leva a que este exame apresente uma utilidade muito reduzida, sobretudo em países que adoptam o conceito de morte do tronco cerebral.

### **3.1.2 Potenciais Evocados**

Tanto os potenciais evocados somatossensoriais como os potenciais evocados auditivos do tronco cerebral são exames com utilidade reduzida. Perante um diagnóstico positivo de MC, nos potenciais evocados somatossensoriais dever-se-á verificar ausência bilateral de respostas do córtex sensorial parietal a uma estimulação do nervo mediano. Da mesma forma, a presença de um diagnóstico positivo de MC deve levar à evidência de ausência de resposta do tronco cerebral ao estímulo auditivo (ondas III e V) na presença de resposta coclear mantida (onda I).

Cada um destes testes estuda a electrofisiologia para além da sensibilidade do EEG, em áreas do tronco cerebral, embora não testem a viabilidade de outras localizações do SNC [6].

Entre os factores que podem afectar o estudo destes potenciais evocados, estão a hipotermia, alguns fármacos, alterações metabólicas e a lesão do órgão terminal coclear,

frequente em traumatismos. Por estas razões, os potenciais evocados são hoje testes de utilização muito reduzida.

### **3.2 - Exames de detecção de circulação cerebral**

Como revisto por *Young et al (2006)*, é tido como pressuposto na comunidade científica a existência de morte neuronal na ausência de circulação sanguínea cerebral durante um determinado período de tempo, excluídas situações de hipotermia ou hipotensão de curta duração e reversível. Desta forma, exames que comprovem a ausência de circulação cerebral são de um modo geral, aceites como testes de diagnóstico de MC com certeza. Por esta razão e uma vez que estes testes foram usados para definir MC, é difícil a elaboração de estudos com relevo que avaliem a validade dos mesmos [13].

Na interpretação dum estudo de detecção da circulação cerebral, a eventual existência de algum fluxo de sangue arterial na cavidade intracraniana não exclui, inequivocamente, o diagnóstico de MC. Na verdade, o fluxo sanguíneo pode ser restaurado ou estar preservado quando a pressão intracraniana é diminuída por drenagem ventricular, craniotomia com duraplastia, ou com recanalização da circulação intracraniana após um determinado período de tempo. Contudo, a ausência comprovada de fluxo sanguíneo intracraniano, cumpre a necessidade de evitar falsos positivos.

No processo de MC pode existir um edema tecidual cerebral com efeito de massa que tenderá para um aumento da pressão intracraniana para valores iguais ou superiores à pressão arterial média e sistólica. Por conseguinte, o fluxo sanguíneo não perfunde a cavidade intracraniana, ou apenas o consegue fazer durante a sístole. Ambas as situações levam necessariamente à morte das estruturas intracranianas. Testes capazes de avaliar, a presença ou ausência deste fluxo, são então capazes de evidenciam morte de ambos os hemisférios cerebrais e das estruturas da fossa posterior e conseqüentemente, são suficientes *per si* para

determinar um diagnóstico de MC. Uma das vantagens destes MCD está relacionada com o facto destes não perderem validade em doentes com alterações metabólicas, hipotermia ou na presença de fármacos que impeçam um diagnóstico clínico.

A exploração clínica deve ser aplicada tanto quanto possível, incluindo o teste da apneia, para confirmação da presença ou ausência de função da medula inferior.

### **3.2.1 Angiografia cerebral de quatro vasos**

A angiografia cerebral, de entre os exames de determinação da circulação cerebral, foi classicamente o exame imagiológico considerado como referência para o diagnóstico de MC. A sua utilização remonta a 1964 com a publicação de *Heiskanen* [31, 32] que representou um marco na importância que este exame viria a ter e que levou ao contributo de inúmeros autores no estudo do seu papel no âmbito do diagnóstico de MC [31].

A técnica inicial da angiografia cerebral consistia na injeção de contraste iodado no arco aórtico do doente. Actualmente, a técnica aceite requer injeções de contraste nas artérias carótidas internas e vertebrais, bilateralmente.

Achados clássicos desta técnica, perante um diagnóstico positivo de MC, incluem a ausência de opacificação das artérias carótidas internas a jusante do sifão carotídeo, e a opacificação das artérias vertebrais apenas até à sua penetração na dura.

Apesar de ter sido considerada MCD de referência no diagnóstico de MC, a angiografia cerebral apresenta muitos inconvenientes [31]. Se por um lado é um teste invasivo, com cateterização arterial, com os riscos inerentes ao procedimento, por outro, o doente necessita ser transportado da UCI para realizar o exame. A angiografia é ainda nem sempre um procedimento imediato, sendo caro e necessita dum neurocirurgião experimentado para a sua execução e interpretação.

A existência de falsos-negativos pode ocorrer caso o doente submetido ao procedimento não tenha uma significativa elevação da pressão intracraniana (normal perante MC), ou caso a injeção de contraste seja executada de forma demasiado vigorosa. Por este motivo, é um exame que pode ser dependente do operador. Não existem contudo, na literatura, relatos de diagnósticos de MC falsos-positivos na angiografia cerebral de quatro vasos.

Por último, a inocuidade do contraste iodado requerido para o exame gera alguma controvérsia no que toca ao seu potencial para provocar lesões nos tecidos para transplantação [31].

### **3.2.2 Angiografia por tomografia computadorizada**

O diagnóstico de paragem de circulação cerebral foi descrito por *Dupas et al* em 1998 por angiografia por tomografia computadorizada (angio-TC) helicoidais nas duas fases, arterial e venosa, segundo critérios específicos [10].

A angio-TC é um método de diagnóstico de MC bem aceite não só em todos os países europeus bem como em muitos outros países [31]. Este MCD apresenta grandes vantagens na facilidade de execução, rapidez de obtenção e, ao contrário da angiografia cerebral de quatro vasos requer apenas um acesso endovenoso. Perante um diagnóstico de MC, na angio-TC é evidenciada ausência de opacificação arterial do contraste na cavidade intracraniana.

Este exame de detecção de circulação cerebral tem vindo a emergir como MCD de alternativa para o diagnóstico de MC [33].

A angio-TC, tal como a angiografia cerebral de quatro vasos, requiere injeção de contraste iodado pelo que também está presente o risco potencial de lesão tecidular de órgãos para transplantação [31].

### **3.2.3 Angiografia por ressonância magnética nuclear**

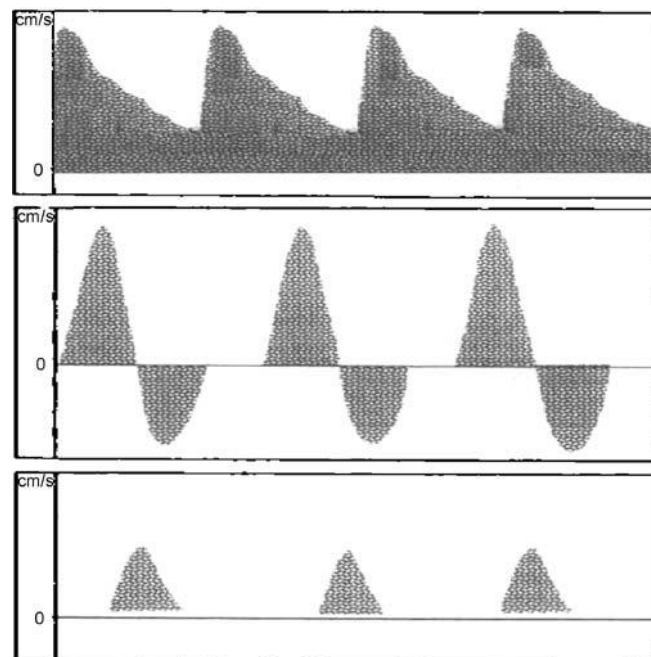
Esta angiografia determina o diagnóstico de MC também pela verificação de ausência de circulação cerebral no entanto, a RMN acrescenta alguns dados na medida em que pode ser útil para evidenciar vários graus de edema cerebral e efeito de massa. Alguns ensaios clínicos, embora com uma amostra reduzida, sugerem a efectiva utilidade da RMN para o diagnóstico de MC [6]. O principal inconveniente deste método é o facto de poderem existir breves momentos em que o doente não possa estar monitorização, o que acarreta naturalmente problemas em doentes instáveis [6]. Com a excepção dos dados imagiológicos de edema cerebral e efeito de massa, a RMN não acrescenta nada aos exames previamente mencionados em matéria de diagnóstico de MC.

#### **3.2.4 Doppler Transcraniano**

O DTC é um exame que permite demonstrar a paragem de circulação intracraniana através da avaliação dos padrões de perfusão cerebral. Esta técnica apresenta algumas vantagens em relação às técnicas de avaliação de circulação cerebral, na medida em que não é invasiva, pode ser efectuada à cabeceira do doente e envolve menos custos. Estas características realçam a DTC face à invasividade e à necessidade de transporte do examinado da UCI da maioria das técnicas de detecção de circulação cerebral. Numa meta-análise de 2006, *Monteiro et al* refere ainda uma vantagem adicional do DTC perante as restantes técnicas de detecção de circulação cerebral [34]. Afirma que, em teoria, o contraste utilizado por outras técnicas pode precipitar insuficiência renal.

A ausência de circulação intracraniana necessária ao diagnóstico de MC por DTC é demonstrada através de padrões de perfusão específicos, provocados pelo aumento da pressão intracraniana devido à MC. Estes padrões podem são mostrados na figura 1. Quando a pressão intracraniana é superior à pressão arterial diastólica, é possível evidenciar um movimento oscilatório de sangue com fluxo diastólico reverso. Uma elevação superior da pressão

intracraniana provoca um padrão com pico sistólico breve. Ambos os fluxos descritos são compatíveis com paragem de circulação intracraniana [34].



**Fig. 1:** Padrões de fluxo do Doppler Transcraniano. Padrão de fluxo normal com ejeção de fluxo sistólico e diastólico (em cima), padrão de fluxo oscilatório com ejeção sistólica e fluxo diastólico reverso (meio) e padrão de ejeção sistólica breve (em baixo).  
*In Monteiro LM et al. Transcranial Doppler ultrasonography to confirm brain death: a meta-analysis. Intensive Care Med. 2006; 32: 1937-1944. Fig. 1.*

Alguns estudos, considerados sem qualidade por *Monteiro et al (2006)*, demonstraram sensibilidades inferiores a 70%, o que indica que a realização do DTC requer experiência do profissional para ser considerado fiável e portanto, também este operador dependente. Assim o DTC é um MCD de MC fiável que pode ser usado para extensão dos critérios clínicos e não como diagnóstico definitivo, não substituindo outros exames [34]. O DTC pode ser desta forma usado numa perspectiva de teste de prognóstico de lesão cerebral fatal para determinar o momento apropriado para a realização de um MCD confirmatório de MC. Isto evitaria deslocações prematuras e desnecessárias da UCI para realização doutros exames de deteção de circulação cerebral ou poderia reduzir o tempo de observação para confirmação do diagnóstico de MC.

Apenas duas evidências de falsos-positivos foram consideradas pela meta-análise elaborada. Ambos os doentes em causa tiveram, pouco tempo depois, um diagnóstico de MC efectivo verdadeiro.

A acessibilidade desta técnica complementar não é muito abrangente, sendo uma técnica algo trabalhosa, requerendo uma aplicação e execução rigorosa e experiente [31]. Existem ainda relatos de diagnósticos falsos-negativos na literatura [31].

Mais estudos são necessários para demonstrar que a repetição de DTC pode ser capaz de assegurar uma especificidade de 100% [34].

### **3.2.5 Exames complementares de medicina nuclear**

O uso de técnicas de medicina nuclear no estudo do diagnóstico de MC tem cerca de 40 anos de existência. *Zuckier L. et al*, numa revisão de 2008, classificou, numa forma geral, duas grandes técnicas de medicina nuclear utilizadas no diagnóstico do MC: (1) *angiografia por radionuclídeos (RN)* e (2) *captação de imagens parenquimatosas por RN*.

A *angiografia por RN* fora a técnica inicialmente usada para avaliação radionuclear da circulação cerebral [35]. Esta técnica consiste numa injeção endovenosa de radiofármaco com posterior captação de imagem por cintigrafia planar dinâmica que permite avaliar a circulação intracraniana. A não detecção de perfusão, com a adequada presença de fluxo na artéria carótida comum, indica ausência de circulação intracraniana. Para captação de imagem, existem, em alguns centros internacional gama-câmaras portáteis [35].

Para as técnicas de detecção da circulação cerebral por RN, existem moléculas com características não-difundíveis e difundíveis (lipofílicas). Os RN não-difundíveis não atravessam a barreira hematoencefálica pelo que não é captada radioactividade no parênquima cerebral. A visualização de actividade nos seios venosos não exclui um diagnóstico de MC



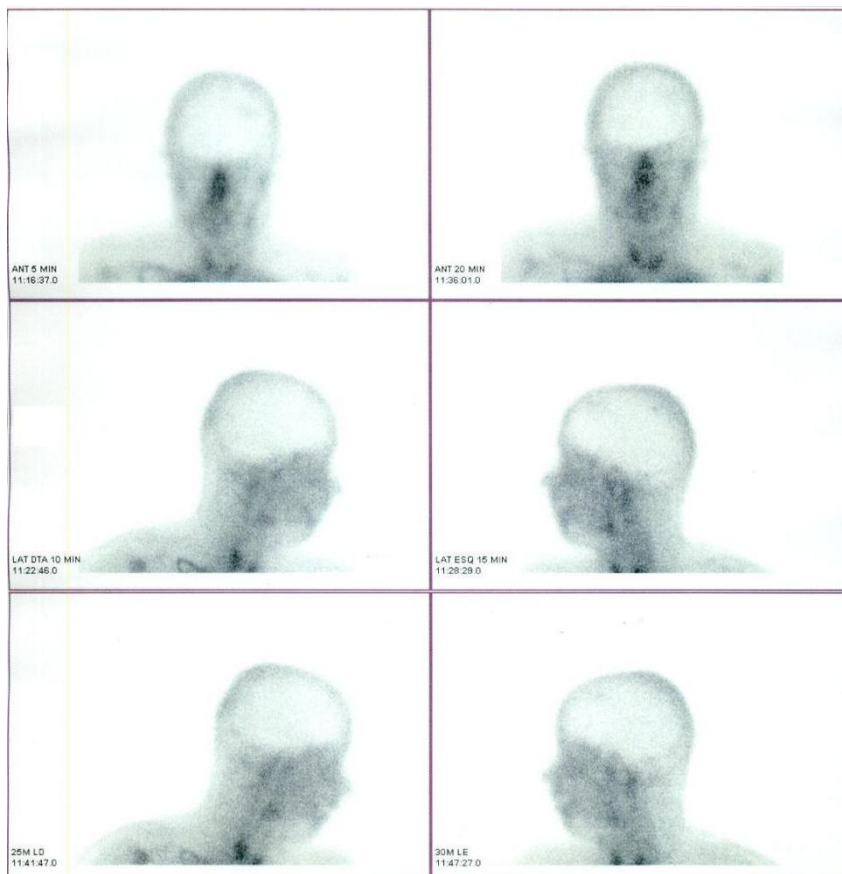
dada a possibilidade de fluxo colateral, já a sua não visualização, sustenta a hipótese de ausência de circulação intracraniana [35]. Segundo *Bertagna F. et al (2009)*, a *angiografia cerebral por RN com Ácido dietileno triamino pentacético marcado com tecnécio 99m (<sup>99m</sup>Tc)* - angiografia cerebral com DTPA - demonstrou ser tão precisa quanto a angiografia de quatro vasos para as estruturas cuja circulação avalia no diagnóstico de MC, apenas com necessidade de um *bolus* endovenoso e com a limitação de não avaliar a perfusão cerebelosa, mesencefálica ou medular. Por este motivo, esta técnica não subscreve o critério estrito da total ausência de fluxo intracraniano ou do tronco cerebral [36]. Dada a sua incapacidade de avaliação da fossa cerebral posterior, a angiografia por RN não apresenta especificidade tão elevada como a desejada para o diagnóstico de MC [35].

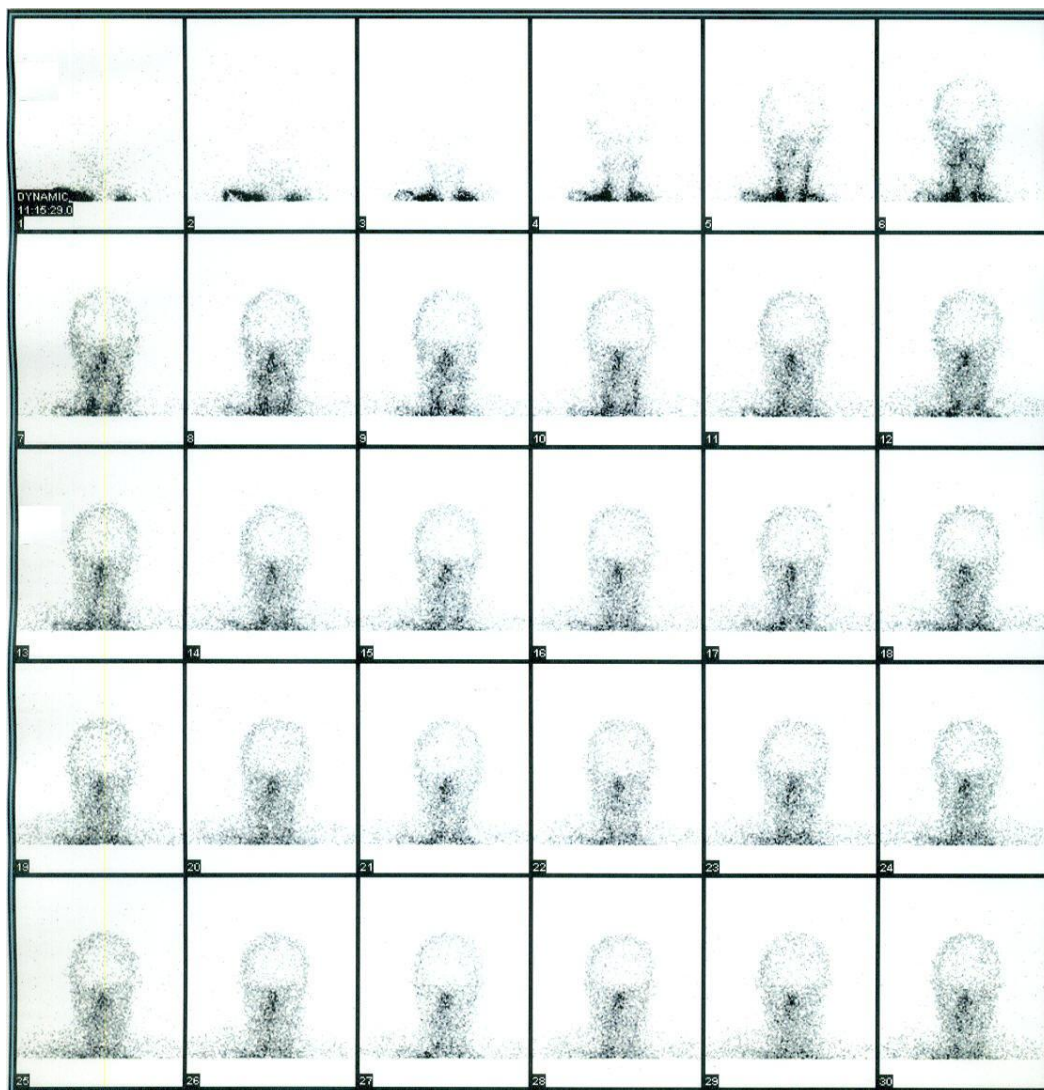
No final de 1980, a inclusão de um novo marcador lipofílico, Hexametil propileno amina oxima marcado com <sup>99m</sup>Tc - HMPAO - levou a uma avaliação da circulação intracraniana mais fiável. Por sua vez, a molécula Etil cisteinato dímero marcada com <sup>99m</sup>Tc - ECD - continuou o desenvolvimento desta área [36]. Desta forma, o recurso a RN não-difundíveis tem vindo a ser substituído pelo uso de compostos difundíveis que, dado às suas características lipofílicas, apresentam capacidade de atravessam passivamente a barreira hematoencefálica, ao contrário dos anteriores, fixando-se ao parênquima cerebral de forma estável. A fixação destes RN num determinado território cerebral é proporcional à perfusão sanguínea do mesmo. Estes dois compostos lipofílicos utilizados no diagnóstico de MC (HMPAO e ECD) apresentam ambos captação quantitativa cerebral similar. Nas técnicas que utilizam estes RN são adquiridas múltiplas imagens planares. A ausência de fixação do fármaco por parte das estruturas cerebrais indica inexistência de circulação nessa região ao passo que, a presença de fixação é prova inequívoca de circulação cerebral.

A tomografia computadorizada de emissão com fóton único (SPECT) pode também ser realizada no diagnóstico de MC. Segundo *Zuckier L. et al (2008)*, é provável que a SPECT

tenha trazido melhorias de imagem em relação à imagem planar e ao que parece, é o método de imagem que pode melhor permite uma clara visualização do tronco cerebral [35]. Esta técnica, tal como a cintigrafia planar implica contudo, o transporte do doente da UCI.

A ausência de circulação em ambos os hemisférios e na fossa posterior na fase dinâmica, sem evidência de captação de RN no tecido cerebral tanto na imagem planar como na SPECT é descrita como o sinal “empty skull” tal como se evidencia nas figuras 2 e 3. Contudo, como a circulação da artéria carótida externa pode permanecer mantida, a região nasal pode estar evidenciada. A este sinal dá-se o nome de sinal “hot nose”. Por outro lado, podem ocorrer visualizações do seio sagital superior devido à permeabilidade das artérias meníngeas e/ou à drenagem venosa do escalpe (veias emissárias). Para a validação do estudo cintigráfico, a eficácia de marcação do radiofármaco tem que ser maior ou igual a 85%. No caso de evidência circulação cerebral residual, este exame é usualmente repetida nas 24 a 48 horas subsequentes [31].





**Fig. 2 e 3:** Cintigrama cerebral planar estático e dinâmico com  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO num doente com traumatismo cranioencefálico em coma barbitúrico internado no Serviço de Medicina Intensiva dos Hospitais da Universidade de Coimbra. Aquisição dinâmica de imagens com início logo após a administração do radiofármaco (em baixo) e aquisição estática em projecções anterior e lateral dos 2 aos 30 minutos. Não se observa perfusão cerebral em ambos os hemisférios cerebrais e fossa posterior.

Nota: eficácia de marcação do radiofármaco no estudo de 90%.

*Imagem cedida pelo Serviço de Medicina Intensiva dos Hospitais da Universidade de Coimbra.*

A angiografia por RN pode de igual forma ser efectuada com fármacos lipofílicos porém, estudos revelam que a circulação cerebral é mais frequentemente observada nas imagens parenquimatosas que na fase angiográfica [37, 38]. Zuckier L. et (2008) refere que o único estudo directo de comparação da técnica de imagem com DTPA com a técnica com

HMPAO evidencia todos os achados positivos ou negativos de persistência de circulação cerebral coincidentes.

Em comparação com os restantes MCD de MC, os exames radionucleares são os mais favoráveis, sendo o seu grande inconveniente a necessidade de transporte do doente da UCI [36].

Os exames radionucleares de avaliação parenquimatosa cerebral parecem ser singulares na capacidade de avaliar simultaneamente o cérebro e o tronco cerebral [35].

Dada toda a problemática ética e legal que envolve a medicina nuclear em matéria de diagnóstico de MC, é importante a revisão periódica e actualização dos conhecimentos nesta área.

### **3.3 – Outros exames**

Não existem na actualidade outros exames capazes de se afirmarem como uma verdadeira alternativa no diagnóstico de MC. Não obstante, outros testes existem embora com menos relevância. Entre estes encontram-se o teste da atropina, estudos metabólicos e a determinação da SatO<sub>2</sub> na veia jugular.

#### **3.3.1 Teste da atropina**

A atropina permite avaliar, embora de forma limitada, o funcionamento da medula alongada. As propriedades anticolinérgicas deste composto vão abolir um eventual tónus vagal residual, evidenciando-se um aumento da frequência cardíaca. Para um teste compatível com o diagnóstico de MC, a frequência cardíaca deve aumentar menos de 3%. Uma vez que o núcleo dorsal do nervo vago tem uma localização na medula alongada, este teste permite a avaliação funcional da região mais inferior deste segmento do tronco cerebral.

### **3.3.2 Determinação da SatO<sub>2</sub> na veia jugular**

A determinação da SatO<sub>2</sub> no bolbo da veia jugular para o diagnóstico de MC permite a comparação entre a SatO<sub>2</sub> venosa central e a saturação nesta veia. Esta comparação demonstrou apresentar uma sensibilidade de 96,6% e uma especificidade de 99,3%. Este exame não se encontra globalmente disponível e requer treino especializado para a inserção do catéter.

### **3.3.3 Estudos metabólicos**

Outros testes de metabolismo cerebral e neuroquímica existem, entre os quais a espectroscopia por RMN, contudo ainda não foram suficientemente estudados [13].

## **4. Escolha do exame mais indicado**

Todos os MCD de MC existentes actualmente apresentam as suas vantagens e limitações entre as quais a disponibilidade do seu recurso, a susceptibilidade a sedativos, a sua portabilidade, a toxicidade e a sensibilidade relativa às várias estruturas encefálicas intracranianas. Na tabela 1 são comparadas estas características entre alguns dos MCD utilizados e o próprio exame físico.

**Tabela 1:** Comparação entre o exame clínico e alguns MCD de MC.

Exame	Disponibilidade	Influência Sedativos	À cabeça	Toxicidade	Sensibilidade Cérebro	Sensibilidade Cerebelo	Sensibilidade Tronco Cerebral
Exame Clínico	+	Presente	+	-			+
EEG	+	Presente	+	-	Superficial		
Angiografia por RN	+	Ausente	+/-*	-	+		
Imagem parenquimatosa por RN (planar)	+	Ausente	+/-*	-	+	+	
Imagem parenquimatosa por RN (tomografia)	Frequentemente	Ausente	-	-	+	+	+
Angiografia de quatro vasos	+	Ausente	-	+	+	+	+
DTC	(dependente do operador)	Ausente	+	-	+		

RN, radionuclídeos;

+, positivo/sensível;

\*, se disponibilidade de câmara portátil

Adaptado de: Lionel S. Zuckier, Johanna Kolano. *Radionuclide Studies in the Determination of Brain Death: Criteria, Concept, and Controversies. Seminars in Nuclear Medicine* 38: 262-273 © 2008 Elsevier Inc. All rights reserved.

Segundo Heran K., Heran N. e Shemie S. (2008), os MCD de MC que avaliam a circulação intracraniana são os que apresentam maior relevância e aceitação, e destes, Young et al (2006) refere que apenas os testes radionucleares e a angiografia cerebral de quatro vasos foram oficialmente aceites como válidos. Do mesmo modo que os restantes exames de detecção de circulação cerebral, estes podem ser susceptíveis à presença de lesões da calote craniana por traumatismo, craniotomia, drenagem ventricular os suturas cranianas abertas. Os exames de primeira linha para o diagnóstico de MC são a cintigrafia planar e a SPECT com <sup>99m</sup>Tc-HMPAO [31] sendo que, no caso de resultado equívoco o exame deverá ser repetido usualmente entre as 24 e 48 horas subsequentes.

Em relação às restantes técnicas, embora alguns estudos evidenciem muitos casos de utilização de técnicas de angiografias menos invasivas que a angiografia de quatro vasos, como a angiografia por TC e RMN, nenhuma das técnicas foi ainda validada para o uso com MCD de MC. Dadas as suas potenciais vantagem sob a angiografia cerebral de quatro vasos, a validade destas técnicas angiográficas menos invasivas devia ser alvo de melhor estudo para que possam vir a servir como exame de alternativa.

## DIFERENÇAS ENTRE OS VÁRIOS PAÍSES

As linhas orientadoras para o diagnóstico clínico de MC diferem entre alguns dos países com legislação para o diagnóstico [40]. Estas diferenças incluem o número de examinadores, o período de observação dos doentes, a obrigatoriedade do uso de MCD, algumas especificidades na prova da apneia e, adicionalmente, as diferenças entre as correntes de opinião sobre a estrutura anatómica afectada para o estabelecimento do diagnóstico de MC. Estas diferenças encontram-se em maior pormenor na tabela 2.

A maior parte dos países europeus têm publicadas recomendações para o diagnóstico de MC como pré-requisito necessário à doação de órgãos [3]. O conceito de MC é hoje aceite quase universalmente [6], sendo que a maior parte dos países europeus definem MC como morte holo-cerebral. Apenas alguns países como o Reino Unido e Portugal têm como base a perda total e irreversível de todas funções do tronco cerebral para a definição de MC. Deste modo, exames que avaliem a actividade bioeléctrica cortical e subcortical no adulto não são necessários à partida [39].

Todas as linhas orientadoras europeias de diagnóstico de MC no adulto enfatizam que este é, em primeira instância um diagnóstico clínico, estabelecido com pré-requisitos e sinais clínicos específicos e que apenas em casos concretos, necessitam de recurso a MCD confirmatórios. Nas restantes situações, uma segunda avaliação, segundo um período definido arbitrariamente, frequentemente entre 6 a 12 horas, é suficiente para estabelecer o diagnóstico [39].

Existem porém algumas variações no intervalo de tempo estipulado por cada país entre o início dos sinais de MC e o início da realização do exame diagnóstico. Apenas alguns países requerem intervalos maiores para patologia primária do SNC, nomeadamente o Reino Unido,

a Suíça e a Dinamarca. No caso de patologia secundária, normalmente devida à anóxia, a maioria dos países requerem um intervalo de tempo entre as 6 e as 24h [39].

No que toca à prova da apneia, todos os países são concordantes na exigência da sua execução, contudo há algumas diferenças na metodologia. Ao passo que uns países exigem apenas a ausência de movimentos respiratórios espontâneos após desconexão da ventilação, outros, nomeadamente Portugal, requerem uma prova documental com uma gasometria que comprove uma elevação do PaCO<sub>2</sub> após desconexão.

**Tabela 2:** Características do diagnóstico de morte cerebral internacional – dados da Pesquisa Internacional de 2001.

Continentes / País	Prova da apneia	Número de examinadores	Repetição do exame (h)	MCD confirmatórios
<b>EUROPA</b>				
<b>Alemanha</b>	PCO <sub>2</sub>	2	12	Facultativo
<b>Áustria</b>	DV(A)	1 ou 2	12	Facultativo
<b>Bélgica</b>	DV(A)	3	A	Facultativo
<b>Dinamarca</b>	DV(A)	2	2 (24)*	Facultativo
<b>Finlândia</b>	DV(A)	1	A	Facultativo
<b>França</b>	PCO <sub>2</sub>	2	A	Mandatário
<b>Holanda</b>	PCO <sub>2</sub>	1 ou mais (neurologista ou neurocirurgião)	A	Mandatário
<b>Itália</b>	PCO <sub>2</sub>	1 ou mais	6(24)*	Mandatário
<b>Luxemburgo</b>	PCO <sub>2</sub>	1	A	Mandatário
<b>Polónia</b>	DV(A)	1	3	Facultativo
<b>Portugal</b>	PCO <sub>2</sub>	2	2(24)* (decisão clínica)	Facultativo
<b>Reino Unido</b>	PCO <sub>2</sub>	2	6	Facultativo
<b>Suíça</b>	PCO <sub>2</sub>	2	6 (48)*	Facultativo
<b>Chipre</b>	DV(A)	2	A	Facultativo
<b>República Checa</b>	PCO <sub>2</sub>	2	A	Mandatário
<b>Estónia</b>	PCO <sub>2</sub>	1	12	Facultativo
<b>Grécia</b>	DV(A)	3	6	Facultativo
<b>Hungria</b>	PCO <sub>2</sub>	1	12(72)*	Mandatário
<b>Irlanda</b>	PCO <sub>2</sub>	2	A	Facultativo
<b>Malta</b>	PCO <sub>2</sub>	1	6	Facultativo
<b>Noruega</b>	DV(A)	A	24	Mandatário



<b>Roménia</b>	PCO <sub>2</sub>	2	6	Mandatório
<b>Rússia</b>	PCO <sub>2</sub>	2	6(24)*	Facultativo
<b>Eslováquia</b>	A	3	A	Mandatório
<b>Espanha</b>	PCO <sub>2</sub>	1	6(24)*	Facultativo
<b>Turquia</b>	PCO <sub>2</sub>	4	A	Mandatório
<b>Ucrânia</b>	DV(A)	A	A	Facultativo
<b>Jugoslávia</b>	DV(A)	3	A	Mandatório
<b>AMÉRICA DO NORTE</b>				
<b>EUA</b>	PCO <sub>2</sub>	2 <sup>1</sup>	6	Facultativo
<b>Canadá</b>	PCO <sub>2</sub>	1	6	Facultativo
<b>CARAÍBAS</b>				
<b>Cuba</b>	PCO <sub>2</sub>	2	6(24)*	Facultativo
<b>Jamaica</b>	A	2	12	Mandatório
<b>Trinidad e Tobago</b>	PCO <sub>2</sub>	2	A	Facultativo
<b>AMÉRICA CENTRAL E DO SUL</b>				
<b>Argentina</b>	DV(A)	1	6	Mandatório
<b>Brasil</b>	DV(A)	1	6	Facultativo
<b>Chile</b>	DV(A)	2	A	Mandatório
<b>Colômbia</b>	A	2(N)	A	Facultativo
<b>Costa Rica</b>	PCO <sub>2</sub>	1	24	Facultativo
<b>El Salvador</b>	A	1	6(24)*	Mandatório
<b>México</b>	A	A	24	Mandatório
<b>Paraguai</b>	PCO <sub>2</sub>	1	24	Facultativo
<b>Uruguai</b>	PCO <sub>2</sub>	1	A	Facultativo
<b>ÁFRICA</b>				
<b>África do Sul</b>	PCO <sub>2</sub>	2	A	Facultativo
<b>Tanzânia</b>	A	1	A	Mandatório
<b>Tunísia</b>	DV(A)	1	A	Facultativo
<b>ÁSIA</b>				
<b>Bangladesh</b>	DV(A)	3	A	Facultativo
<b>Geórgia</b>	DV(A)	3	24	Mandatório
<b>Hong Kong</b>	PCO <sub>2</sub>	1	A	Facultativo
<b>Índia</b>	DV(A)	4	A	Mandatório
<b>Indonésia</b>	PCO <sub>2</sub>	3	24	Facultativo
<b>Japão</b>	PCO <sub>2</sub>	1	A	Mandatório
<b>Coreia do Sul</b>	PCO <sub>2</sub>	1	6	Facultativo
<b>Malásia</b>	PCO <sub>2</sub>	2	12	Mandatório
<b>Filipinas</b>	DV(A)	1	24	Facultativo
<b>Singapura</b>	PCO <sub>2</sub>	2	A	Facultativo
<b>Taiwan</b>	PCO <sub>2</sub>	1	6	Facultativo

<b>Tailândia</b>	DV(A)	3	6	Facultativo
<b>MÉDIO ORIENTE</b>				
<b>Irão</b>	A	3	12,24,36	Mandatário
<b>Israel</b>	PCO <sub>2</sub>	1	6(24)*	Mandatário
<b>Jordânia</b>	A	1	6(24)*	Mandatário
<b>Líbano</b>	A	2	6	Mandatário
<b>Qatar</b>	PCO <sub>2</sub>	1	A	Mandatário
<b>Arábia Saudita</b>	PCO <sub>2</sub>	2	24*	Mandatário
<b>Emirados Árabes Unidos</b>	PCO <sub>2</sub>	1	3	Facultativo
<b>OCEANIA</b>				
<b>Austrália e Nova Zelândia</b>	PCO <sub>2</sub>	2	2	Facultativo

PCO<sub>2</sub>: nível de PCO<sub>2</sub> pretendido (50 ou 60mmHg);

A: ausência de critério ou linha orientadora;

DV(A): desconexão do ventilador (apenas);

N: neurologista;

\*O período de observação entre a repetição dos exames pode ser encurtado ou eliminado na presença de teste confirmatório positivo;

Tempo entre parênteses representa o período de observação entre a repetição dos exames no caso de anóxia;

† Apenas oito estados dos EUA.

*Adaptado de: Wijdicks, EFM. Brain death worldwide: Accepted fact but no global consensus in diagnostic criteria. Neurology 2002; 58:20. Copyright © 2002 Lippincott Williams & Wilkins.*

Segundo a actualização das linhas orientadoras norte-americanas baseadas na evidência de *Wijdick et al (2010)* é necessária a formação de uma auditoria e a avaliação da competência dos examinadores. Pormenores específicos do exame clínico podem vir a ser sujeitos a uma revisão por um painel de profissionais com credibilidade na matéria, possivelmente incluindo organizações internacionais.

## CONCLUSÃO

O conceito biológico de morte tem permanecido constante com o passar dos tempos, independente do enquadramento sociocultural, religioso, legal ou filosófico, já a definição do “momento” da morte sofreu algumas alterações em relação ao substrato anatómico envolvido na sua determinação. Evidências históricas precedentes ao início do século XX reportam propostas de testes, dos mais simples aos mais ousados, que respondiam à necessidade clássica de confirmar o óbito, até que na primeira metade do mesmo século o certificado de óbito passou a ser baseado num conjunto de testes simples, ainda hoje utilizados, com objectivo de certificar perda de funções cardíaca, ventilatória e cerebral.

O surgimento e desenvolvimento de técnicas de ventilação mecânica, de suporte circulatório e renal em doentes em coma profundo levou a uma progressiva evolução da visão clássica de “sede da vida” da função cardiocirculatória para as funções cerebrais, integradoras de todas as funções vitais do organismo humano. Embora existam publicações precedentes com achados similares [14], foi apenas em 1959 que *Mollaret e Goulon* pela primeira vez introduzem o termo “Coma Dépassé” sob critérios semelhantes aos actualmente utilizados no diagnóstico de MC.

A publicação de 1968 de Harvard, “Definição de Coma Irreversível” representou um importante marco na definição de MC uma vez que trouxe a formalização dos critérios até então usados, principalmente por médicos Europeus. Estes critérios apresentavam na altura uma importância fundamental perante um novo cenário com que os médicos se deparavam, da manutenção por tempo indeterminado de suporte artificial de funções vitais com cessação irreversível das funções cerebrais. Este não representava apenas um problema para o próprio indivíduo, que devia ser respeitado na sua condição de vida ou de morte, mas também para os familiares e o para os recursos de saúde numa perspectiva de justiça distributiva de cuidados

de saúde. Por outro lado, critérios de definição de morte “obsoletos” podiam gerar controvérsia na obtenção de órgãos para transplantação. Alguma contestação foi gerada após a publicação dos critérios de Harvard, em especial para alguns que tomaram a transplantação como a única motivação para a sua elaboração (alguns inferidos mesmo, que os critérios apenas serviriam como protecção legal contra acusações de homicídio por cessação de terapêutica).

A definição de M.C. é hoje aceite quase universalmente e toda a metodologia para o seu diagnóstico encontra-se amplamente testada, com segurança comprovada, quando aplicado por profissionais experientes.

Embora uma diversidade de etiologias podem levar a MC, as causas mais frequentes englobam o traumatismo cranioencefálico e a hemorragia subaracnoídea.

O conceito de MC tem-se mantido inalterado nos diversos países que o reconhecem, embora existam ainda algumas diferenças nas normas clínicas vigentes em cada país, nomeadamente no substrato anatómico que determinem a sua ocorrência e na obrigatoriedade de recurso a MCD confirmatórios.

A diferença entre o conceito de *morte do tronco cerebral* e de *morte holo-cerebral* como substrato anatómico que determina a ocorrência de MC é talvez uma distinção ilusória, podendo apenas ser considerada sob os pontos de vista teórico, ético, legal ou filosófico. No entanto, existe ainda uma outra corrente ideológica que admite a possibilidade de encarar crianças anencefálicas ou doentes em estado vegetativo como potenciais dadores de órgãos para transplantação.

A legislação portuguesa, em permanente actualização encontra a sua base na escola inglesa. Desta forma, um indivíduo deverá ser declarado morto uma vez determinada cessação irreversível das funções do tronco cerebral, pelo que exames que avaliem a actividade bioeléctrica cortical e subcortical não são necessários à partida no adulto. O diagnóstico de

MC em Portugal é um diagnóstico efectuado clinicamente através de um exame clínico sistemático e rigoroso ou eventualmente com recurso a cintigrafia cerebral, quando verificados determinados pré-requisitos.

Se a ocorrência de reflexos medulares, entre os quais reflexos osteotendinosos e de fuga, relativamente frequentes, não exclui o diagnóstico, já a presença de posturas anómalas como de descorticação ou descerebração ou de movimentos espontâneos como convulsões ou discinesias são motivo suficiente *per si* para exclusão do mesmo.

O reflexo oculovestibular é o único reflexo com critério formal de dispensa em caso de traumatismo cervical. Já a prova da apneia é indispensável, devendo ser a última prova clínica a ser executada. O auxílio da neurologia, neurocirurgia ou otorrinolaringologia pode ser ponderado em casos de dúvidas e algum dos parâmetros do diagnóstico.

Embora existam especificidades que diferenciam a prova da apneia entre os vários países, não se encontra ainda evidência suficiente para determinar a segurança comparativa das mesmas. Contudo a administração de O<sub>2</sub> utilizada durante a apneia é hoje considerada um técnica segura, desde que mantida SatO<sub>2</sub> > 95%.

Actualmente o recurso a MCD confirmatórios no adulto é mandatário em menos de metade dos países com legislação sobre a matéria, nomeadamente em países da América Central, América do Sul, Asiáticos e alguns países Europeus. Na actualidade não existe nenhum MCD ideal, sendo que todos, globalmente apresentam vantagens e limitações que estão na base da sua selecção. Contudo os estudos existentes relativos à utilidade dos MCD da MC são limitados, por norma muito pequenos, avaliando regra geral apenas indivíduos já com diagnóstico clínico de MC, tornando difícil a detecção da presença de falsos positivos.

Os exames que comprovem a ausência de circulação cerebral são de um modo geral os exames com a maior preferência actualmente. Os testes radionucleares são testes oficialmente

aceites como válidos para o diagnóstico, tendo sido a angiografia cerebral de quatro vasos o teste utilizado e oficialmente aceite que os precedeu.

Os MCD que recorrem a potenciais evocados e o EEG nos países que admitem a morte do tronco cerebral como definição do momento da morte são testes que apresentem utilidade reduzida.

Os exames considerados de primeira linha são a cintigrafia cerebral planar e a SPECT com  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO. No caso de resultado equívoco o exame deverá ser repetido usualmente entre as 24 e 48 horas subsequentes.

Apesar da angiografia cerebral de quatro vasos, de entre os exames de determinação da perfusão cerebral, ter sido considerada classicamente como exame imagiológico de referência para o diagnóstico de MC é um teste com alguns inconvenientes nomeadamente o facto da execução e leitura serem dependentes do operador. Por outro lado, permanece ainda alguma controvérsia quanto à inocuidade do contraste iodado, requerido para esta técnica e para a angiografia por TC, sob qualquer função cerebral residual ou sob os tecidos para transplantação.

A exploração clínica deve ser aplicada, tanto quanto possível, incluindo o teste da apneia, para confirmação da presença ou ausência de função da medula inferior.

A angio-TC tem apresentado grandes vantagens na facilidade de execução, rapidez de obtenção e tem vindo a emergir a possibilidade de recurso com MCD de alternativa para o diagnóstico de MC. Actualmente é um método bem aceite em todos os países europeus e muitos outros países fora da Europa.

Embora a Angio-RMN apresente alguns inconvenientes nomeadamente ligados à monitorização de doentes instáveis, as características imagiológicas do exame acrescentam alguns dados podendo ser útil para evidenciar vários graus de edema cerebral e efeito de massa.

Dadas as suas potenciais vantagens sob a angiografia cerebral de quatro vasos, a validade destas técnicas angiográficas menos invasivas devia ser alvo de melhor estudo para que possam vir a substituir a angiografia de quatro vasos.

Em relação ao DTC, embora com muitas limitações, nomeadamente evidências de falsos positivos, acessibilidade pouco abrangente e técnica algo laboriosa, este exame pode ser utilizado para extensão dos critérios clínicos e não como método de diagnóstico definitivo, sendo usado numa perspectiva de teste de prognóstico de lesão cerebral fatal de forma a evitar deslocações antecipadas e desnecessárias da UCI para realização doutros MCD de perfusão cerebral. Por outro lado poderia ainda reduzir o tempo de observação para confirmação do diagnóstico de MC. Mais estudos são necessários para demonstrar que a repetição de DTC pode ser capaz de assegurar uma especificidade de 100%.

A angiografia por RN, embora tendo sido uma técnica muito validada, dada a sua incapacidade de avaliação da fossa cerebral posterior, apresenta especificidade não é tão elevada como a desejada para o diagnóstico de MC. O recurso a RN difundíveis no diagnóstico de MC tem vindo a crescer em detrimento aos não-difundíveis, permitindo uma avaliação da perfusão intracraniana mais fiável. A acessibilidade a câmaras portáteis para captação de imagens planares de RN já existe em alguns países. É provável que a utilização SPECT tenha trazido melhorias de imagem em relação à imagem planar e, ao que parece é o método de imagem que melhor permite uma clara visualização do tronco cerebral. Os exames radionucleares de avaliação do parênquima cerebral parecem ser singulares na capacidade de avaliar simultaneamente o cérebro e o tronco cerebral. Em comparação com os restantes MCD de MC, estes exames são considerados os mais favoráveis, sendo o seu grande inconveniente a necessidade de transporte do doente da UCI. É importante a revisão periódica e actualização constante dos conhecimentos da medicina nucleares aplicada ao diagnóstico de MC.

Os restantes MCD de MC existentes apresentam pouco relevo no diagnóstico de MC ou carecem de um maior estudo.

As linhas orientadoras para o diagnóstico clínico de MC não são globalmente iguais em todo o mundo onde existe legislação para o diagnóstico. Estas diferenças incluem o número de examinadores, o período de observação dos doentes, a obrigatoriedade do uso de MCD, algumas especificidades na prova da apneia e, adicionalmente, as diferenças entre as correntes de opinião sobre a estrutura anatómica afectada para o estabelecimento do diagnóstico de MC.

Todas as linhas orientadoras de diagnóstico de MC europeias enfatizam globalmente que este é em primeira instância um diagnóstico clínico, estabelecido com os pré-requisitos e sinais clínicos específicos. Em relação à prova da apneia, embora existam algumas diferenças mundiais na sua metodologia, todos os países são concordantes na exigência da sua execução.

Existe ainda necessidade de realização de mais estudos para avaliar e desenvolver os MCD de MC. Da mesma forma, poderá surgir avaliação formal da competência dos examinadores bem como pormenores específicos do exame clínico poderão vir a ser sujeitos a uma revisão especializada possivelmente incluindo organizações internacionais.

O diagnóstico de MC é hoje em dia uma necessidade com amplitude e relevância transversais. A existência de critérios fiáveis, seguros, permanentemente actualizados e com execução técnica limitada a profissionais habilitados não ligados a equipas de transplantação é essencial dada à ampla dimensão médica, ética e legal que possui e às consequências não negligenciáveis a que pode levar. Deve permanecer a importância extrema da preservação da dignidade do doente, o qual deve estar sempre em primeiro lugar.



## **AGRADECIMENTOS**

No final da elaboração do presente trabalho final do 6º Ano Médico com vista à atribuição do grau de Mestre no âmbito do ciclo de estudos de Mestrado Integrado em Medicina, resta-me expressar os meus sinceros agradecimentos à orientação gentilmente prestada pelo Prof. Doutor Jorge Manuel Pimentel, pelo reconhecido mérito, experiência e disponibilidade demonstradas para a concretização deste trabalho.

Por último, pretendo reconhecer com o meu profundo agradecimento todos aqueles que me ajudaram no processo. Aos meus Pais que sempre me inspiraram e apoiaram, à Raquel pela paciência, cuidado e dedicação, à Inês e ao Daniel pelo optimismo e positivismo e aos amigos e colegas de percurso académico que sempre demonstraram grande amizade, sentido de grupo e espírito de entajuda.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Wijdicks, EFM. Brain Death. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia 2001. p. 175.
2. Pita F, Carmona C. Do medo de ser enterrado vivo ao mito do dador vivo. Acta Médica Portuguesa. 2004; 17: 70-75.
3. Dietrich H. Taphophobia and resurrection mania. Schweiz Arch Neurol Neurochir Psychiatr. 1997; 120 (2): 195-203. (*abstract*)
4. Almeida R, Lopes M, Rocha N, Coutinho P, Alves D. Guia de Diagnóstico de Morte Cerebral. Acta Médica Portuguesa. 1998; 11: 91-95.
5. Torpy JM. Brain Death. JAMA. 2009; 301: 11.
6. Young GB. Diagnosis of Brain Death. in uptodate.com, 2009.
7. Bernat, JL. Ethical issues in the perioperative management of neurologic patients. Neurol Clin 2004; 22: viii.
8. A definition of irreversible coma. Report of the Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School to Examine the Definition of Brain Death. JAMA. 1968 August 5; 205(6):337-40.
9. Rosenberg RN. Consciousness, Coma and Brain Death. JAMA. 2009; 301(11): 1172-1174.
10. Escudero D. Diagnóstico de muerte encefálica. Med Intensiva. 2009; 33(4): 185-95.
11. Saposnik G, Bueri JÁ, Maurino J, et al. Spontaneous and reflex movement in brain death. Neurology. 2000; 54: 221.
12. Wijdicks EF, Rabinstein AA, Manno EM, Atkinson JD. Pronouncing brain death: Contemporary practice and safety of the apnea test. Neurology. 2008; 71: 1240.

13. Young GB, Shemie SD, Doig CJ, Teitelbaum J. Brief review: The role of ancillary tests in the neurological determination of death. *Can J Anesth.* 2006; 53: 6; 620-627.
14. Kinnaert P. Some Historical Notes on the Diagnosis of Death – the Emergence of the Brain Death Concept. *Acta Chir Belg.* 2009; 109: 421-428.
15. Powner DJ, Ackerman BM, Grenvik A. Medical diagnosis of death in adults: historical contributions to current controversies. *Lancet*, 1993, 348 : 1219-23.
16. Naumo VIM, Wilberger JE Jr., Keyes CD Beginning and end of biological life in Keyes CD, Wiest WE (eds.). *New harvest. Transplanting body parts and reaping the benefits.* Clifton, New Jersey, Hamana press, 1991: 31-56.
17. Ibsen B. The anaesthetist's viewpoint on the treatment of respiratory complications in poliomyelitis during the epidemic in Copenhagen 1952. *Proc Roy Soc Med*, 1954, 47: 72-4.
18. Mollaret P., Goulon M. Le coma dépassé (mémoire préliminaire). *Rev Neurol*, 1959, 101 : 3-15.
19. PIE XII: Réponses du Pape Pie XII à quelques questions importantes concernant la «réanimation». *Discorsi ai Medici.* Rome, Orizzente Medico, 1959: 608-18.
20. Zoll PM, Paul MH, Linenthal AJ, Norman IR, Gibsonw. The effect of external electric currents on the heart. Control of cardiac rhythm and induction and termination of cardiac arrhythmia. *Circulation*, 1956, 45: 745-56.
21. Starzl TM. *The puzzle people. Memoirs of a transplant surgeon.* Pittsburgh Pa., Pittsburgh University Press, 1992.
22. Rantkin JS. Cardiopulmonary resuscitation. In: Sabiston D. (ed.). *Textbook of surgery. The biological basis of modern surgical practice.* Philadelphia, London W.B. Saunders Company, 1991: 1844-50.
23. Deutsche Gesellschaft für Chirurgie Kriterium des Todes *Deutsch Arzteblad*, 1968, 19: 1113-4.

24. Pernick MS. Brain death in a cultural context: the reconstruction of death 1967-1981. In: Youngner SJ, Arnold RM, Schapiro R. (eds.). The definition of death. Contemporary controversies. Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press, 1999: 3-33.
25. Tilney NL. Transplant from myth to reality. New haven and London. Yale University Press, 2003.
26. Bernat JL. Defending Challenges to the concept of "brain death". Medical Ethics Newsletter. Fall 1998: 1-2.
27. Bernat JL. Brain Ethical Issues in Neurology 2<sup>nd</sup> ed. 2002 Boston: Butterworth-Heinemann, p. 249.
28. Zwarts MJ, Kornips FHM, Vogels OM: Clinical Brainstem Death With Preserved Electroencephalographic Activity and Visual Evoked Response. Arch Neurol 2001; 58: 1010.
29. Wijdicks EFM. Clinical Diagnosis and Confirmation testing of Brain Death in Adults. p74, in Wijdicks' Brain Death Philadelphia 2001: Lippincott Williams & Wilkins.
30. Glezer M. Morte encefálica. einstein. 2004; 2(1): 52.
31. Heran MKS, Heran NS, Shemie SD. A Review of Ancillary Tests in Evaluating Brain Death. Can J Neurol Sci. 2008; 35: 409-419.
32. Heiskanen, O. Cerebral circulation arrest caused by acute increase of intracranial pressure. A clinical and roentgenological study of 25 cases. Acta Neurol. Scand. Suppl. 7: 1-5
33. Frampas E, Videcoq M, Kerviler E, Ricolfi F, Kuoch V, Mourey F, Tenailon A, Dupas B. CT Angiography for Brain Death Diagnosis. AJNR. 2009; 30.
34. Monteiro LM, Bollen C, van Huffelen AC, Ackerstaff RGA, Jansen NJG, van Vught AJ. Transcranial Doppler ultrasonography to confirm brain death: a meta-analysis. Intensive Care Med. 2006; 32: 1937-1944.
35. Zuckier LS, Kolano J. Radionuclide Studies in the Determination of Brain Death: Criteria, Concepts, and Controversies. Semin Nucl Med. 2008; 38: 262-273.

36. Bertagna F, Barozzi O, Puta E, Lucchini S, Paghera B, Savelli G, Panarotto B, Rodella CA, Rebuffoni L, Bosio G, Terzi A, Giubbini R. Residual Brain Viability, evaluated by <sup>99m</sup>Tc- ECD SPECT, in patients with suspected brain death and with confounding clinical factors. *Nuclear Medicine Communications*. 2009; 30: 815-821.
37. Zuckier LS, Kolano J. Radionuclide studies in the determination of brain death: criteria, concepts and controversies. *Sem Nucl Med*. 2008; 38: 262-73.
38. Reid RH, Gulenchyn KY, Ballinger JR: Clinical use of technetium-99m HM-PAO for determination of brain death. *J Nucl Med* 30: 1621-1626, 1989.
39. Moral F, Lajusticia A, Garcia B, Garcia M, Jambrina C, Orozco R, Romero J. Evolución de la gammagrafía cerebral con Tc-99m ECD en la muerte cerebral. *Ver Esp Med Nucl*. 2008; 27(5): 372-3.
40. Wijdicks EF. Brain death worldwide. Accepted fact but no global consensus in diagnostic criteria. *Neurology* 2002; 58: 20–5.

## ANEXO

“Protocolo para o Diagnóstico de Morte Cerebral”  
do Serviço de Medicina Intensiva dos Hospitais da  
Universidade de Coimbra

**PROTOCOLO PARA O DIAGNÓSTICO DE MORTE CEREBRAL**

(ver verso)

**IDENTIFICAÇÃO DO DOENTE:**

Nome \_\_\_\_\_

Idade \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_ Serviço \_\_\_\_\_

Dia e hora da instalação do coma

Tipo de lesão encefálica

Dr. A	Dr. B

**EXAME DO DOENTE: VERIFICAM-SE AS SEGUINTE CIRCUNSTÂNCIAS OU SINAIS?**

(Responda SIM ou NÃO)

	Dr. A		Dr. B	
	1º Exame	2º Exame	1º Exame	2º Exame
Fármacos depressores do SNC				
Relaxantes Musculares				
Alterações metabólicas ou endócrinas				
Hipotermia (temp.central < 35°)				
Respostas motoras dependentes de nervos cranianos após estimulação de qualquer área somática				
Reflexo fotomotor				
Reflexo corneano				
Reflexo vestibulo-ocular				
Reflexo faríngeo				
Reflexo da tosse				
Respiração espontânea (PaCO <sub>2</sub> ≥ Hg 50 mm Hg)				

**CONCLUSÃO:**

MORTE CEREBRAL (SIM OU NÃO)

--	--	--	--

**IMPORTANTE:** O diagnóstico de morte cerebral só se pode fazer quando a resposta a **TODAS** as alíneas do exame do doente for **NÃO**

Dia em que foi feito o exame

Hora em que foi feito o exame


**IDENTIFICAÇÃO DOS MÉDICOS:**

Dr. A: Nome (legível)

Grau e Serviço

Dr. B: Nome (legível)

Grau e Serviço


Assinatura do Dr. A

Assinatura do Dr. B


## **REGRAS GERAIS:**

- ◆ O exame do doente deve ser feito por dois médicos, um dos quais obrigatoriamente com mais de cinco anos de exercício autónomo de profissão e com experiência de cuidados intensivos. Em caso de dúvida, seja na verificação dos critérios, seja no esclarecimento da etiologia do estado de coma, deverá ser consultado o neurologista ou o neurocirurgião.
- ◆ Por vezes, dependendo da causa do coma e da evolução do caso, é aconselhável examinar o doente por mais de uma vez, podendo o período de observação estender-se até 24 horas. Em casos em que o diagnóstico etiológico se afigure óbvio (traumatismo craniano, hemorragia intracraniana, intervenção neurocirúrgica) uma única observação poderá ser suficiente.
- ◆ Poderá ser executado também cintigrama de perfusão cerebral.

### **O EXAME DO DOENTE:**

- ◆ Para verificação da temperatura corporal deve o termómetro permitir leituras < 35° C.
- ◆ A presença de reflexos de automatismo medular não invalida o diagnóstico de morte cerebral. Já a presença de atitudes de descorticação ou descerebração exclui o diagnóstico de morte cerebral.
- ◆ O reflexo fotomotor deve pesquisar-se com luz forte.
- ◆ O estímulo para despertar o reflexo corneano deve também ser intenso.
- ◆ Para pesquisar o reflexo vestibulo ocular é necessário comprovar a permeabilidade do canal auditivo externo e a integridade da membrana do tímpano antes de iniciar a irrigação de 20ml de água gelada em cada canal auditivo externo ao mesmo tempo que se observam os olhos. A cabeça deve estar elevada 30° acima do plano do leito. O reflexo está ausente quando não há movimentos oculares.
- ◆ A pesquisa do reflexo faríngeo e da tosse faz-se com uma sonda de aspiração respectivamente na faringe e, depois, através do tubo traqueal na carina.
- ◆ A verificação da ausência de respiração espontânea, deve ser sempre precedida de uma pré oxigenação com oxigénio puro pelo ventilador durante 10 minutos, antes do início da prova.

Se se dispuser da análise de gases do sangue, desligar-se-á o doente quando se verificar uma PaCO<sub>2</sub> de 40-45 mm Hg este valor obtem-se quer ventilando com uma mistura de 5% de dióxido de carbono em oxigénio, durante 5 minutos, quer diminuindo a frequência do ventilador.

O doente manter-se-á desligado durante 10 minutos; deve evitar-se a hipoxia durante o tempo em que o doente estiver desligado por meio da administração de oxigénio puro a 6 litros/minuto através de uma sonda introduzida na traqueia até à carina.

Se não se dispuser de gasimetria, administrar, após a oxigenação prévia, a mistura de CO<sub>2</sub> a 5% em oxigénio durante 5 minutos e desligar depois o ventilador durante outros 10 minutos, mantendo o fluxo de oxigénio puro a 6 litros/minuto pela sonda introduzida na traqueia até à carina.

As situações de insuficiência respiratória crónica constituem caso especial, exigindo cuidadosa consideração, pois podem não responder a níveis elevados de CO<sub>2</sub> na ausência de estimulação hipóxica.

### **Refs**

Br Med J 1976; Vol. II: p.1187/1982; Vol. 285: pp.1409, 1487, 1558, 1641, 1720/1983; Vol. 286: pp.39, 123,209, 284. R Ordem Médicos 1986; n4: p.14