

SILENCIO ELECTROENCEFALICO Y DETERMINACION
DE LA MUERTE CEREBRAL

— **Dr. Richard Horner,**

Servicio de Neurología,
Hospital de Graduados,
Universidad de Pensilvania,
Philadelphia, Pennsylvania,
U.S.A.

La muerte, en sí no es un problema nuevo. El médico, cuya misión implica la conservación de la vida, tradicionalmente ha cesado en sus esfuerzos para preservarla cuando el pulso y la respiración espontánea del individuo enfermo cesan. Esta actitud ha dejado de ser práctica por lo menos por dos razones:

Primera, la reaparición caprichosa de los signos vitales después de su pérdida aparente, sirve para recordarnos que los criterios ordinarios suelen con frecuencia ser erróneos.

Segundo, el empleo de maniobras de resucitación cardiopulmonar muy eficaces, tan difundidas en la última década, han llevado al reconocimiento de que no se debe definir la vida solamente como la presencia de los signos vitales. Con la asistencia respiratoria externa la actividad cardíaca puede estar presente por meses y años, sin que el paciente haga el menor intento en recobrar contacto con el ambiente. Es entonces evidente, que la vida no puede definirse como la preservación de sistemas orgánicos aislados.

En los últimos diez años se ha demostrado concluyentemente, que cada órgano humano poseedor de una función vital puede potencialmente reemplazarse por un sustituto orgánico o mecánico, con la excepción del cerebro. Aunque el cerebro del perro puede conservarse aislado y vivo con la sola ayuda de un corazón y pulmón mecánicas, las múltiples conexiones entre el cerebro y los receptores externos y los órganos efectores, necesarias para que el cerebro funcione "in situ", hacen poco probable que el trasplante de cerebro pueda alguna vez convertirse en realidad.

Podemos entonces concluir pragmáticamente que la vida, tal como la conocemos, la esencia misma de la existencia hu-

mana, es concretamente el "transcurrir de la conciencia" (frase originalmente propuesta en un texto filosófico por William James). El cerebro que percibe, está vivo. El cerebro que recuerda, es un individuo. El cerebro que intercambia con su ambiente, es un miembro de la sociedad.

Estas funciones perceptivas, mnémicas y operativas, constituyen una jerarquía de actividad cerebral que debe desde ahora gozar de nuestra consideración ya que nos vemos más y más forzados a tomar decisiones importantes que conciernen a la vida y a la muerte, basados en funciones y localizaciones cerebrales, y estimulados por la intensa búsqueda de donantes apropiados para el trasplante de órganos. Por esta razón, la opinión del neurólogo es, en la actualidad, muy importante y pertinente en un congreso interesado en problemas de trasplante de órganos.

Consideremos estos tres tipos de función cerebral: perceptivas, mnémicas y operativas. Comenzaremos por la última. Una situación clínica en la cual el cerebro no muestra actividad evidente pero que puede muy bien conservar su función interna, es el estado que se ha llamado "coma vigil" o mutismo agnético. El mejor ejemplo de este estado es el producido por una lesión extensa en el área prefrontal que resulta en la interrupción de las vías ascendentes y descendentes del cerebro anterior. Estos pacientes no muestran actividad espontánea o respuesta a estímulos externos, pero pueden tener una particular fijación de la mirada que sugiere que están recibiendo información visual. Típicamente, la actividad eléctrica se mantiene en gran parte en este cerebro humano aislado y puede mostrar ritmos espontáneos que no se distinguen de los del estado normal de alerta. Mas aún, un cerebro aislado experimentalmente en el gato, puede mostrar una variedad de actividades de sueño y alerta, como fue demostrado por Villoblanca en Chile, y por nosotras en Philadelphia. Variaciones similares en el tipo de actividad cerebral no han sido observadas en casos humanos, pero probablemente se encontrarán si se toman trazados continuos de larga duración. Estos pacientes con lesiones pontinas extensas, ordinariamente sucumben como resultado del daño cerebral difuso, o de complicaciones cardiopulmonares. Sin embargo, sería propio considerar este estado como de muerte cerebral en vista de la actividad electroencefalográfica persis-

tante y la impresión clínica de actividad perceptiva que se combina para, por lo menos, sugerir la posibilidad de un cerebro que está funcionando internamente, aunque completamente aislada del ambiente en su territorio aferente.

Al recalcar las funciones mnémicas del cerebro, se debe aclarar que no hay una sola característica física del organismo humano suficiente en sí para distinguir un individuo de otro. Mas aún, el continuo metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas, el reemplazo de las células funcionantes individuales, la extirpación de órganos importantes o partes extensas del organismo, no alteran la individualidad del hombre siempre y cuando su memoria permanezca intacta. Por razones prácticas y emocionales, frecuentemente nos aferramos tenazmente a la creencia de que nuestro amigo o paciente Juan, sigue siendo un individuo distinguible de todos los demás, aun cuando por alguna causa él ha perdido totalmente su función mental y la memoria. Estas consideraciones emocionales y prácticas, además del hecho de que el cerebro de estos individuos puede recibir información, analizarla, producir actividad eléctrica como resultado, y respuestas externas, se combinan para hacer la total e irreversible pérdida de la memoria, un criterio inaceptable para la muerte, en el tiempo presente. Queda para los científicos, filósofos y teólogos del futuro, decidir si la función mnémica es un criterio tan singular de individualidad que su pérdida pueda ser considerada como equivalente a la muerte.

Por ello, preferimos la capacidad perceptiva del cerebro como criterio de su vitalidad. En este sentido, la percepción debe definirse como un proceso activo, esto es, el sistema nervioso debe efectuar una acción como resultado del estímulo, y en el grado en el que el cerebro sea incapaz de funcionar lo será igualmente de percibir. La percepción también implica alguna localización dentro del sistema nervioso. Por lo tanto, en la transección de la médula espinal, un estímulo periférico que produzca una reacción por debajo del nivel de la sección, a pesar de ser masivo, no pueda decirse que se ha percibido si el cerebro está totalmente incomunicado. Dentro del encéfalo es posible una localización más exacta. Está probada que, por lo menos en los humanos, la corteza cerebral participa en el proceso perceptual. La ceguera total resultante del infarto bilateral de los lóbulos occipitales, es un buen ejemplo en el que la capacidad visual

perceptiva se pierde mientras que los reflejos oculares se conservan.

Aun la percepción del dolor talámico, en pacientes con lesiones del lóbulo parietal, requiere la participación de otras áreas corticales para las cuales los substratos eléctricos y los potenciales evocados se encuentran fácilmente. Se debe notar, sin embargo, que en algunos animales, por ejemplo el gato, algunas funciones vitales tales como la discriminación de intensidades de luz, se pueden llevar a cabo puramente a nivel del tronco cerebral. En los últimos veinte años, progresivamente nos hemos ido dando cuenta de la importancia de la función del tronco cerebral en el mantenimiento de la conciencia y de su interacción con la corteza en el proceso perceptivo. De tal manera, las lesiones del tronco cerebral se espera que produzcan una marcada alteración de las funciones perceptivas corticales. Aún más, la participación cortical debe considerarse como una condición esencial de la función perceptiva del hombre.

En la discusión anterior no se consideró la parte práctica de decidir en un caso individual, cuándo la función vital está presente en un momento dado o si su restauración es posible. En buena parte los problemas son muy diferentes, pero una definición de muerte cerebral envuelve a ambos. **La muerte cerebral puede ser definida como la pérdida total e irreversible de la actividad perceptual, mnémica y operante del cerebro.** Las pruebas clínicas para cada uno de estos aspectos, son necesariamente inferenciales y débiles pero, tomados en conjunto, constituyen un criterio con un gran significado estadístico para definir la muerte del organismo como un todo.

Permítame decir, al comienzo de esta discusión, que no me preocupan los pacientes que no tienen actividad cardíaca o respiratoria dado que, después de seis minutos a temperatura corporal normal, este estado es irreversible. Mas bien hoy nos interesan aquellos pacientes cuya acción cardíaca se ha mantenido o restaurado y cuya respiración es asistida por medios externos. En agosto del último año, el Comité Ad-hoc de la Facultad de Medicina de la Universidad de Harvard, presidido por el Profesor Henry K. Baecher, del Departamento de Anestesiología, para explicar el concepto de muerte cerebral, publicó una definición de cómo irreversible en el *Journal of the American Medical Association*.

Cuatro criterios se enumeran: Primero, falta de respuesta a estímulos externos; segundo, ausencia de movimientos respiratorios espontáneos; tercero, ausencia de todos los reflejos; cuarto, y de gran valor confirmatorio, el electroencefalograma isoelectrico. Ellos opinan que estos cuatro criterios son satisfactorios para definir el coma irreversible si se repiten en veinticuatro horas, y el paciente en cuestión no estuvo en hipotermia o bajo la influencia de depresores del sistema nervioso central, tal como barbitúricos.

Su énfasis es principalmente en el aspecto operante de la función cerebral que fue discutida anteriormente, y juzgan que el electroencefalograma tiene un papel secundario. La falsedad de este enfoque se pone de manifiesto presentando dos ejemplos: Todos los criterios de coma irreversible (excepto la respuesta pupilar) pueden ser reproducidos por la administración de curare o algún agente similar, sin producir ningún efecto en la función cerebral normal. Mas aún, la actividad refleja que ellos juzgan debe estar ausente, puede estar presente o aún acentuada, con la pérdida total de la función cerebral, mas no de la del tronco cerebral. Estos criterios son en realidad pruebas de la función del tronco cerebral, médula espinal y músculo. A pesar de esto, pueden ser útiles en forma indirecta.

De esta manera, la ausencia de función del tronco cerebral o de la médula espinal debida a anoxia generalizada, está casi siempre asociada a un daño cerebral más grande y al coma irreversible. A pesar de lo útil que estos criterios pueden ser, en la ausencia de facilidades para el examen eléctrico del cerebro, uno se siente intuitivamente incómoda con el criterio indirecto para determinar en forma absoluta la vida o la muerte.

En lo referente a las pruebas para la función mnémica, es obvio que no son posibles en pacientes cuyas funciones aferentes y eferentes están muy alteradas.

Ahora quiero hacer énfasis en un aspecto discutido antes, esto es, que ciertos cambios de la actividad eléctrica que semejan vigilia, sueño, o una combinación de estos estados, pueden existir en pacientes cuya lesión está limitada al tronco cerebral. Especialmente si se observa respuesta a estímulos en el paciente o actividad eléctrica, es muy posible que tal paciente con una

actividad eléctrica compleja, pueda tener una función cerebral persistente dentro de sus propios confines, quizás aún manteniendo la memoria, y por esta razón ya me resistiría a creer que tal paciente se encuentra en muerte cerebral.

En esta forma, llegamos a la conclusión de que la percepción cerebral es un hecho fundamental para la determinación de muerte cerebral. En pacientes conscientes, la percepción no es difícil de reconocer, aunque la determinación de su cualidad y variación es un asunto mucho más sutil y complejo. A nosotros nos interesa la percepción y la función cerebral del paciente que no responde. En esta situación, se deben tener en cuenta tres puntos adicionales:

Primero, debe usarse el estímulo más fuerte posible, especialmente dolor, capaz de producir la respuesta cerebral más intensa.

Segundo, estímulos visuales, trigeminales y auditivos deben preferirse a estímulos más distales, puesto que lo que nos interesa es la función cerebral y no tanto las porciones intermedias del sistema nervioso, tal es como la médula espinal.

Finalmente, en ausencia de respuestas externas a estímulo, el electroencefalograma puede ser usada como un índice de la respuesta cortical a entradas aferentes.

Hace treinta años Garrard observó que la oclusión completa de la circulación cerebral en el animal de experimentación, producía una pérdida total de la actividad cortical en cuarenta y cinco segundos. Esta pérdida se hacía irreversible cuando la oclusión persistía más de cuatro minutos. También notó que el tallo encefálico tenía una resistencia mayor a la depresión de su función eléctrica, que duraba varios minutos más que la de la corteza. Desde entonces se ha utilizado el electroencefalograma como índice de la función cortical y se ha aceptado que un trazado rectilíneo, o isoelectrico, comprueba la ausencia de función cortical o, llevándolo un tanto más allá, en el concepto actual, como pérdida de la percepción cortical. Sin embargo, la comprobación de una falta de actividad electrocortical, ya sea espontánea o como respuesta a los estímulos, utilizando electrodos en el cuero cabelludo, adolece de cierto número de problemas técnicos que vamos a señalar para recalcar las fallas de esta observación aparentemente tan simple.

En primer lugar, el cráneo y el cuero cabelludo producen una reducción de un ochenta a noventa por ciento en el voltaje de la actividad electrocortical que se registre a través de ellos. Esto tiene importancia porque 10 MV de actividad eléctrica a nivel de la corteza cerebral, pueden quedar reducidos a 1-2 MV en el cuero cabelludo. Esta cifra está dentro de la zona de ruido termoiónica que se produce aun en el mejor de los amplificadores biológicos que tenemos a nuestra disposición y por lo tanto, puede pasar desapercibida. En un futuro próximo, quizás podremos disponer de amplificadores que tengan la centésima parte de ruido inherente y que harán posible estas medidas. Mientras tanto, tenemos que contentarnos con la medida de sensibilidad máxima posible, limitada solamente por el nivel de ruido espurio de nuestras amplificadores, cuando investigamos la ausencia de actividad electrocortical. Si no logramos la amplificación necesaria, podemos creer que tenemos un trazado isoelectrico cuando en realidad la situación no es tal.

Para demostrar mejor la amplitud máxima de actividad electroencefalográfica, se deben colocar los electrodos a más de 10 cms. de distancia uno del otro. Una mayor aproximación de los electrodos puede resultar en una disminución notable de amplitud. Es más, a mayor o menor percepción de la adherencia de los electrodos al cuero cabelludo se puede medir calculando la resistencia entre los dos electrodos. Una resistencia menor de 10.000 ohmios es necesario para asegurar un trazado satisfactorio. Se deben investigar por lo menos ocho zonas distintas para estar seguros de que la depresión que se observa es un fenómeno general y no simplemente local. Se deben usar otras derivaciones eléctricas para obtener el trazado del electrocardiograma, de artificios debidas al movimiento (esta última se logra co-ocando dos electrodos en el dorso de la mano derecha), y también, a algunas veces, de la respiración.

Una vez empezado el registro se debe continuar por lo menos durante veinte minutos. En este tiempo todos los estímulos posibles se deben emplear con intensidad máxima, tratando así de provocar un cambio en el patrón electroencefalográfico. En tales condiciones cualquier alteración de la actividad eléctrica se puede aceptar como señal de percepción cortical.

Si a pesar de esto el electroencefalograma es isoelectrico, representa un pronóstico definitivo. Tenemos que excluir particularmente los trazos de voltaje muy bajo, aun cuando dichos enfermos también puedan tener un pronóstico pésimo. Hemos visto un trazo de bajo voltaje en un paciente en coma insulínico que se recuperó después.

La utilidad del registro profundo radica en que se obtiene un aumento de voltaje de cinco a diez veces. Así se simplifica la difícil tarea de decidir si la actividad electroencefalográfica se encuentra solamente disminuida o en realidad ausente.

Hace poco un Comité de la Sociedad Americana de Electroencefalografía, presidido por el Dr. Daniel Silverman, reunió los informes de 1.663 enfermos en que se habían encontrado trazados isoelectricos hechos por miembros de la Sociedad. Salvo entre tres de aquellos que tenían un trazado indiscutiblemente isoelectrico recuperaron algún grado de función cerebral. Dos de ellos eran casos de coma barbitúrico, y el otro de meprobamato. Es decir, que existen estadísticas excelentes en apoyo del concepto de que un trazado realmente isoelectrico, obtenido en condiciones cuidadosamente controladas, es un magnifico índice de la pérdida permanente de la actividad perceptiva del cerebro, a sec, de la muerte cerebral; exceptuando los casos complicados por un factor de intoxicación por drogas, o de hipotermia.

La mayor parte de los encefalógrafos que participaron en esta investigación, ponen como requisito un segundo encefalograma que confirme los hallazgos originales. Esta es una precaución justificable aunque aún no se ha demostrado de modo concluyente la necesidad de hacer un segundo trazado. En mi opinión, hoy en día, se ha demostrado que el electroencefalograma bien ejecutado es un método básico y muy efectivo para demostrar la muerte cerebral, siempre que mantengamos criterios rigidos, que existan signos clínicos que lo confirmen, y que se excluyan determinadas situaciones clínicas específicas.

Sin embargo, debemos continuar la labor para llegar a decisiones correctas con respecto a la muerte cerebral sin tardanzas innecesarias y en aquellos enfermos cuyo trazado pueda ser sumamente anormal pero no de hecho isoelectrico. Se está iniciando una investigación, en colaboración con varios hospitales de los Estados

Unidos, incluyendo el nuestro, con el objeto de resolver algunas de estos enigmas. Esperamos que por medio de los trazados de superficie, de profundidad y de duración prolongada, podamos obtener datos eléctricos que, al ser correlacionados con los hallazgos de la historia y el examen clínico, nos brinden informes de valor pronóstico correctos y específicos en una variedad mayor de situaciones clínicas.

"Entre 1825 y 1899, aparecen en Europa un centenar de bibliografías especializadas en las que figura todas las ciencias. Esa actividad algo desordenada prosigue hasta 1914 aproximadamente y cesa después a agotarse. Desde entonces, la bibliografía especial retrospectiva cede terreno a la bibliografía en curso. El auge de esta última está íntimamente ligado a la necesidad general de investigación, cada vez mayor; a la multiplicación de las revistas y, finalmente a la creación de sociedades eruditas".

Lecor L. Maldés.

"El gran movimiento científico del siglo XIX transformó totalmente las condiciones del trabajo intelectual. La bibliografía adquiere, entonces, enorme importancia y se revela como inigualable procedimiento de difusión que conviene aprovechar al máximo. Hasta ese momento, ha servido sobre todo para salvar de la destrucción o del olvido los textos del pasado; en adelante divulgará de día en día los descubrimientos científicos. A la bibliografía retrospectiva, que triunfó durante tres siglos, se agrega, y pronto la reemplazará, la bibliografía en curso, tanto nacional como especializada, destinada a cumplir esa función".

Leonor L. Maichés.