

1 y 5. De los 16 niños con respuesta clínica rápida, el trazado obtenido a la segunda semana de la enfermedad fué normal en 10 casos.

Relación de los EEG en serie y las apreciaciones clínicas. — Hay que preguntarse hasta qué punto la electroencefalografía es más sensible —para apreciar el estado del sistema nervioso en la meningitis purulenta— que la observación clínica. Notamos que de 74 casos de estudio en serie, en que la apreciación clínica fué normal, el EEG también lo fué en el 63 %, en los límites de la normalidad en el 29 %, y el decididamente anormal en el 8 %. Aproximadamente 1 niño de cada 4 de los considerados normales clínicamente, mostraba un trazado anormal, en tanto que 1 de cada 4 de los que se calificaban en clínica con alguna anomalía, presentaban gráficas normales. La conclusión que se desprende es que ni la clínica ni la EEG como medio único de examen bastan para definir el estado del paciente con exactitud. De nuestros estudios en la meningitis purulenta aguda deducimos que la EEG tiene las siguientes aplicaciones prácticas: 1) para descubrir lesiones cerebrales en los niños que aparecen clínicamente normales; 2) ante la normalización de los EEG en serie, sentar una mejor apreciación pronóstica.



RADIOTERAPIA

RADIOTERAPIA CON SUPERVOLTAJE

Dr. EUGENE T. LEDDY

Es incalculable el número de artículos que se han escrito sobre el tratamiento a base de rayos X con supervoltaje; casi no hay semana en la que no aparezca en cierto tipo de revistas “la nueva arma contra el cáncer”, con todos los detalles fotográficos y la correspondiente publicidad. Por regla general, la novedad es una máquina que genera más de un millón de voltios o, a veces, un nuevo “tron”. El artículo, por lo común, se ocupa de la cantidad de rádium a que equivale la irradiación del nuevo aparato (siempre una cifra superior a todo el rádium del mundo) y que valdría tantos y cuantos millones de dólares imaginarios. No falta nunca el detalle de las paredes de concreto tras las cuales se debe proteger el personal, para terminar con la trillada conclusión de que se ha dado un gran paso en la guerra contra el cáncer.

“Surg. Clin. of N. A.”, agosto 1951.

En las siguientes líneas se intenta poner en claro algunos de los puntos suscitados por estos nuevos sistemas de supervoltaje para el tratamiento de las neoplasias malignas.

Definición del supervoltaje

Supervoltaje es un término elástico que con el empleo frecuente ha perdido su exacto significado. En sentido estricto no se aplica a los aparatos que funcionan a potenciales eléctricos muy elevados o al tratamiento con las radiaciones que en los mismos se generan, sino que el objetivo ideal de este tipo de tratamiento es el de producir una energía radiante que se parezca en todo lo posible a los rayos gamma del rádiom. El límite inferior del supervoltaje es de aproximadamente 500 kv., en tanto que el límite superior se remonta hasta más allá de los 30.000 kv.

Los aparatos con potencial de 800 kv. han sido utilizados por los radiólogos desde hace lo menos 20 años, por lo que debe empezarse por decir que el supervoltaje no es nada de última hora. Las razones para elevar el voltaje de los aparatos de rayos X son, en general, las siguientes: 1) reproducir las radiaciones gamma que emite naturalmente el rádiom; 2) causar una destrucción terapéutica de los tejidos neoplásicos situados a más profundidad y, al mismo tiempo, con más protección de los tejidos sanos.

Algunos autores han expresado la opinión de que no tiene sentido aumentar el voltaje más allá de los 200 kv.; otros sostienen que el aumento del voltaje hasta los 3.000 kv. produce un tipo de radiación muy semejante al del rádiom. Otros insisten en que no hay motivo de elevar la diferencia de potencial a cifras superiores a los 500 kv., por el hecho de que las modificaciones en el tipo de la radiación emitida no son muy importantes por encima de dichos niveles. Se está de acuerdo en que los aumentos de voltaje están en relación directa con la penetrabilidad, ventaja muy importante, y especialmente en el tratamiento de los tumores malignos del tórax y de la pelvis, así como en las neoplasias resistentes cualquiera que sea su asiento.

En los casos en que las radiaciones se generan a 200 kv., como es lo más común, a una distancia de la piel de 50 cm., la dosis a la profundidad de 10 cm. viene a ser equivalente al 32 % de las dosis de la superficie. Si las radiaciones se generan a 2.000 kv. a una distancia de 100 cm., la dosis a la misma profundidad de 10 cm. viene a ser el 63 % de la dosis de la superficie. Con 20.000 kv., en las mismas circunstancias, la proporción a la misma profundidad es del 83 %.

A tenor del aumento del voltaje disminuye la dispersión de las radiaciones, lo que es de inestimable importancia en la terapia de los tumores, como se apreciará por lo que exponaremos luego. En los casos en que se emplea la radioterapia de alto voltaje, la intensidad máxima del rayo de penetración no se encuentra en la superficie de la piel, sino 4 cm. por debajo de la misma. Con un voltaje de 20.000 kv. a los 17 cm. de profundidad, la intensidad sólo ha disminuído la mitad con razón a la máxima.

La reducción de la dispersión lateral con el empleo de los rayos duros significa que los rayos diseminados toman cada vez más la dirección del rayo principal según aumenta la diferencia de potencial. Se ha demostrado que la intensidad de las radiaciones de 20.000 kv. disminuye en un 50 % a 4 grados del eje del rayo central y del 25 % a 8 grados.

Esto último representa que, con las radiaciones de gran voltaje, la dosis recibida en profundidad es más o menos independiente de la extensión del campo irradiado, hecho de importancia fundamental con los rayos X generados a 200 kv., lo que se debe, como se comprende, a que la dispersión es mínima en el primer caso. La radioterapia con altos voltajes, por lo tanto, es de gran ventaja en el tratamiento de los cánceres profundos puesto que pueden administrarse dosis muy elevadas a través de un campo relativamente pequeño.

Algunos autores han sostenido que, según aumenta la dureza (disminución de la longitud de onda) del rayo de energía radiante, disminuye la acción biológica. Una de las razones que se alegan en favor de esta teoría es que la absorción fotoeléctrica es insuficiente si las radiaciones se generan a 20.000 kv., de modo que toda absorción se debe al efecto de Compton. En comparación con la eficacia biológica de las radiaciones generadas a 200 kv., la de aquellas generadas a 800 kv. es del 70 %, y la de las generadas a 20.000 del 75 %. Sin embargo, se concede que la reacción cutánea producida por la administración de una dosis total de 6.000 a 7.000 r. de rayos originados con supervoltaje, a razón de 300 r. por día, es la misma que la producida por la administración de 3.500 r. de rayos ordinarios (a 200 kv) sobre un campo de tamaño corriente (10 x 10 cm.) en 14 días, o por la administración de una sola dosis de 600r.

La longitud de onda más corta de los rayos X generados a 200 kv. es de 0,002 Angström, en tanto que la de los rayos generados a 2.000 kv. es de 0,0062 Angström. Aunque algunos autores han negado importancia a estas diferencias, otros, en cambio, sostienen que es una de las ventajas más considerables de la radiación con supervoltaje.

Comparación de efectos

Comparando los efectos de los rayos X generados a 200 kv., la radioterapia de alto voltaje tiene las siguientes ventajas:

1. Debido a la independencia relativa entre la dosis de profundidad y el tamaño del campo, este último puede ser muy pequeño; en realidad, no necesita ser mayor que el tamaño del tumor.

2. Hay menos lesión de los tejidos normales debido también a que la dosis necesaria puede administrarse a través de un área menor.

3. La relación entre la dosis que recibe el tumor y la dosis total es más favorable. Si las dosis se generan a 200 kv., el tumor sólo absorberá el 5 % de la radiación que penetra en el organismo; si los rayos X se generan a 1.000 kv., el tumor absorberá alrededor del 12 %.

4. El riesgo de lesión de la piel disminuye por haber menos radiación retrógrada. La fotoacción del azufre sobre la piel también decrece. Asimismo, disminuye la fotoacción sobre el hueso.

5. Debido a mayor penetración de los rayos de supervoltaje, es posible frecuentemente administrar dosis eficaces a través de un solo campo. Esta particularidad es interesante en los casos en que la neoplasia está implantada en uno de los lados de la faringe o de otro órgano relativamente superficial.

Las desventajas son las siguientes:

1. El precio de los aparatos y el de la instalación son elevados; como resultado, el costo de los tratamientos tiene que ser caro.

2. Estos aparatos no tienen flexibilidad.

3. Con supervoltaje es difícil tratar una lesión con rayos cruzados, debido a la gran dosis emitida, que puede llegar a ser del 65 % de la dosis entrada en los casos de radiaciones generadas a 20.000 kv. Por este motivo, se pueden perder algunas de las ventajas de la radiación profunda.

4. Aumenta el riesgo de lesionar al paciente debido a que el límite de seguridad no es la tolerancia de la piel sino la sensibilidad de los tejidos y de los órganos adyacentes al tumor profundamente situado.

5. Es posible que el tumor requiera el 50 % más de radiación si se emplea la irradiación de supervoltaje. Si las radiaciones se generan a 1000 kv., la dosis eritema viene a ser de unos 1000 r.; si están generadas a 200 kv., esta dosis es de unos 650 r.

6. No hay prueba de que ningún tumor sea más sensible a los rayos emitidos por los aparatos de supervoltaje que a los rayos emitidos por los aparatos de 200 kv.

Aparatos

Los rayos terapéuticos de supervoltaje se suelen obtener de un transformador de resonancia, de un generador electrostático (acelerador) o de un inductor electromagnético; el primero genera hasta unos 2000 kv., en tanto que el último alcanza de 20.000 a 50.000 kv. Las máquinas pesan más de 2 toneladas y el plomo requerido para protección llega a veces a pesar media tonelada más. La instalación requiere un cuarto especial, con paredes de concreto de más de un metro de espesor y, si es posible, a nivel más bajo del suelo con objeto de disminuir los gastos de aislamiento. El costo de los aparatos y la instalación puede llegar a ser de 250.000 dólares. Debe recordarse que la radiación de un aparato con potencia de 1000 kv. es igual a la de 5 kg. de rádium, que, en el supuesto de que pudiera obtenerse, costaría unos 90 millones de dólares. Estas cifras indican con claridad que estos métodos de tratamiento están fuera del alcance de los médicos particulares y, en general, sólo cabe pensar en ello para emplearlos en ciertas instituciones subvencionadas.

En el aparato *betatrón* la concentración de la energía ocurre, no en el origen, sino al final del rayo de radiación. El alcance de este rayo está limitado en relación con el voltaje empleado en su producción; por lo tanto, las radiaciones pueden llegar sólo a una profundidad predeterminada sin exceder este alcance calculado. Debido a que la concentración de la energía se encuentra al fin del rayo, los tejidos supraadyacentes recibirán menos dosis que el mismo tumor; por lo tanto, es posible concentrar toda la energía en la lesión sin exponer los tejidos de encima y del alrededor de la neoplasia a la acción destructora de los rayos.

El *sincrotón* es un perfeccionamiento reciente del *betatrón* con el cual se obtienen potenciales equivalentes a 30 millones de electrón voltios. Estos aparatos están todavía en la fase experimental.

Experiencia clínica

CANTRIL y BUSCHKE han acumulado bastante experiencia con los rayos X generados a 800 kv. Obtuvieron buenos resultados en varios casos de carcinoma del esófago; con campos anteriores y posteriores fué posible llegar a dosis a nivel del tumor equivalentes a 6000 r. en 6 semanas.

Con el uso de dos campos opuestos fué posible disminuir el tamaño de los mismos, en comparación con los empleados en la técnica de las proyecciones oblicuas a través del tórax. Los pacientes de este mal que se encuentran en estado precario de salud, toleran mejor los tratamientos con supervoltaje que los de irradiación corrientes con aparatos de potencial relativamente bajo.

Estas radiaciones generadas a 800 kv. se emplearon también en 10 casos de adenoma pituitario. En 3 de ellos la neoplasia se clasificó de adenoma cromófilo asociado a la acromegalia progresiva. Los 7 casos restantes eran de adenoma cromóforo que había provocado alteraciones — visibles a los rayos X — de la silla turca, así como la modificación de los campos visuales. En los 10 casos se aplicaron dosis de 4000 r. en curso de 5 a 6 semanas. En 2 de los 3 casos de adenoma cromófilo se comprobó la detención del progreso de la acromegalia, sin que ni ésta ni otro signo de expansión pituitaria se demostrara en el curso de 3 y de 8 años respectivamente. Ocurrió lo mismo, durante plazos de 2 a 7 años, en 5 de los 7 casos de adenoma cromóforo.

En el tratamiento del carcinoma de la vejiga, estos autores recomiendan la irradiación a través de 3 campos, uno anterior suprapúbico y dos laterales posteriores con cierto grado de angulación central. De este modo se pudo obtener la dosis cancericida de 6000 r. en 6 semanas, sin más inconveniente que el ligero bronceado de la piel y la insignificante fibrosis subcutánea. Se llegó a una dosis de 10.000 r. en 63 días en un caso de carcinoma papilar extendido, sin otra reacción que cierto grado de fibrosis rectal.

Los autores citados sostienen que se debe emplear la radioterapia como medio complementario del tratamiento con rádiom intracavitario en el carcinoma del cuello uterino. El rádiom se emplea para dominar la lesión propia de la enfermedad primitiva, la del cuello, lo cual no es un problema insoluble; la dificultad principal es asegurar la irradiación necesaria de los tejidos extracervicales comprometidos por la extensión del tumor. El éxito favorable de la radioterapia de los tumores malignos cervicales depende de la concentración de las dosis en el órgano atacado sin provocar daños irreparables en el recto, la mucosa vaginal, la vejiga y el intestino.

Se empleó también la radiación con supervoltaje en varios casos de tumores malignos más superficiales, como son los de la lengua, cavidad oral, senos de la cara y labio. El principal peligro es la reacción cutánea, que puede aparecer mucho tiempo después de terminado el tratamiento. En 5 de los 6 casos de carcinoma adelantado de la base de la lengua desaparecieron los síntomas entre los 3 y los 7 años de terminada la irradiación.

En las conclusiones de su trabajo, CANTRIL y BUSCHKE sostienen que en la gran mayoría de los casos de carcinoma biológicamente tratable por irradiación, los resultados obtenidos con los rayos X generados a 800 kv. no son superiores a los conseguidos con los aparatos de 200 kv. En una pequeña minoría de tumores profundamente situados, como aquellos implantados en el esófago o en la vejiga, es posible que el supervoltaje influya en mejorar las cifras de la supervivencia. Con tal de que se respete inteligentemente la tolerancia biológica de los tejidos normales, los rayos generados a 800 kv. suelen ser mejor tolerados que los generados a 200 kv., puesto que provocan menos lesión de la piel y menos reacción constitucional.

En la discusión de las conclusiones anteriores, WALLACE expresó su opinión de que, según él, con el supervoltaje pueden conseguirse resultados no logrados de otro modo en los casos de carcinoma adelantado del cuello del útero. Menciona este autor 11 casos de estas lesiones, algunas de ellas recurrentes, en los cuales las pacientes fueron tratadas con rayos X generados en aparatos de 1000 kv. En 7 de los 11 casos se dominaron los síntomas del mal por lapsos de más de 4 años. También afirma el mismo autor que las irradiaciones de supervoltaje resultaron más eficaces que las corrientes en los casos de tumores cerebrales.

Las estadísticas de SCHMITZ fueron también favorables al supervoltaje en el tratamiento del cáncer cervical. Los resultados se clasificaron como buenos en el 43,3 % de los casos sometidos a radiaciones de 800 kv.; fueron buenos en el 20 % de los casos tratados con aparatos de 200 kv.

TERAPÉUTICA

ETIOLOGÍA Y TRATAMIENTO DEL DÉFICIT DE POTASIO EN EL SUERO

Dr. HELEN E. MARTIN y colaboradores

Del Departamento de Medicina y Cirugía de la Universidad de California del Sur, del Departamento de Medicina y Cirugía del "College of Medical Evangelist" y del "Los Angeles County Hospital", Los Angeles, California.

No obstante los rápidos progresos logrados en la investigación fisiopatológica del equilibrio del potasio en el organismo, sobre todo desde la utilización del fotómetro de llama, poco se ha estudiado todavía