

# Tratamiento de quemaduras eléctricas en la cabeza

Dr. Jesús Cuenca-Pardo,\* Dr. Carlos de Jesús Álvarez-Díaz\*\*

## RESUMEN

En la Unidad de Quemados del Hospital de Traumatología «Dr. Victorio de la Fuente Narváez» del Instituto Mexicano del Seguro Social se atendieron a 24 pacientes con quemaduras eléctricas en la cabeza. Se formaron cuatro grupos: el Grupo I, con seis pacientes con hueso denudado y un defecto menor del 30% tratados con colgajos locales e injertos cutáneos. El Grupo II, con nueve pacientes con defectos mayores al 30% o menor pero con necrosis ósea tratados con resección de la tabla externa, aplicación de matriz e injertos cutáneos. La alopecia secundaria se trató después de los seis meses con colgajos locales expandidos. El Grupo III, con tres pacientes con necrosis del hueso y exposición de meninges con un defecto menor del 30% tratados con malla de titanio e injertos óseos; el defecto se cubrió con colgajos locales. El Grupo IV, con seis pacientes con necrosis ósea y exposición de meninges con un defecto mayor del 30% tratados con resección del hueso necrótico; las meninges expuestas se cubrieron con matriz e injertos cutáneos; la reconstrucción ósea se realizó seis meses después con malla de titanio e injertos óseos y el defecto se cubrió con colgajos locales expandidos. En los Grupos I al III no hubo complicaciones. En el Grupo IV hubo cuatro pacientes con complicaciones y dos fallecimientos. La severidad de las quemaduras eléctricas en la cabeza se relaciona con la extensión del daño y la afección de las meninges. El retiro temprano del tejido desvitalizado y la pronta cobertura evita la desecación y las complicaciones.

**Palabras clave:** Quemaduras en la cabeza y en el cráneo, tratamiento quirúrgico, matriz, malla de titanio.

## SUMMARY

*In the Burn Unit of «Dr. Victorio de la Fuente Narvaez» Traumatology Hospital of the Mexican Institute of Social Security, 24 patients with electrical burns in the skull and scalp were treated. Four groups were formed: Group I with six patients with denuded bone and a defect of less than 30%, they were treated with local flaps and skin grafts. Group II with nine patients with larger defects, 30% or smaller but with bone necrosis, were treated with resection of the external table and application of dermal matrix and skin grafts. Secondary alopecia was treated after six months with expanded local flaps. Group III with three patients with bone necrosis and exposure of meninges with less than 30% defect, were treated with titanium mesh and bone graft; the defect was covered with local flaps. Group IV with six patients with bone necrosis and exposure of meninges and a larger defect than 30%, were treated with resection of the necrotic bone. Exposed meninges were covered with matrix and skin grafts, bone reconstruction was performed after six months with titanium mesh and bone graft and the defect was covered with expanded local flaps. In Groups I to III there were no complications. In Group IV there were four patients with complications and two deaths. The severity of electrical burns to the head is related to the extent of burns and the damage of the meninges, the early excision of devitalized tissue and prompt coverage that prevents desiccation and complications.*

**Key words:** Burns on the head and skull, surgical treatment, matrix, titanium mesh.

www.medigraphic.org.mx

\* Ex profesor titular del Curso de Cirugía Plástica y Reconstructiva, ex jefe del Servicio de la Unidad de Quemados.

\*\* Ex profesor titular del Curso de Cirugía Plástica y Reconstructiva, ex jefe del Servicio de Cirugía Plástica y Reconstructiva.

Hospital de Traumatología «Dr. Victorio de la Fuente Narváez» del IMSS.

## INTRODUCCIÓN

Las quemaduras en la cabeza son poco frecuentes. En los niños se pueden presentar en el 5.6% y la mayoría son producidas por fuego y electricidad. Las lesiones por electricidad de alto voltaje ocasionan daño severo y profundo; otras variedades como el arco voltaico también pueden afectar la cabeza, pero con menor severidad. Las quemaduras de espesor parcial comúnmente sanan comprometiendo el cabello al dejar zonas de alopecia con alteraciones estéticas importantes. Los huesos del cráneo al perder el periostio se desecan y pueden presentar necrosis superficial, lo que dificulta el cierre de la herida. Las lesiones más profundas pueden producir desvitalización y necrosis ósea e incluso pueden afectar las meninges y el cerebro.<sup>1-5</sup>

Achauer clasifica las quemaduras eléctricas en la cabeza de acuerdo a la severidad y las relaciona con la extensión, profundidad y afección del cerebro y meninges, y propone para cada grado un tratamiento: El Grado I es una superficie menor del 15% del cráneo y se puede tratar con injertos cutáneos y colgajos locales. El Grado II afecta del 15 al 40% del cráneo y se requiere de colgajos expandidos. El Grado III son lesiones extensas de tejidos blandos, sin afección cerebral y requieren de tratamientos combinados con injertos cutáneos, colgajos expandidos y colgajos libres. El Grado IV o profundas con afección cerebral, requieren de tratamiento urgente con colgajos libres muy vascularizados.<sup>1</sup>

Es difícil determinar con precisión la profundidad y extensión del daño ocasionado por las quemaduras eléctricas.<sup>5</sup> La necrosis ósea se diagnostica por medio de pruebas de perfusión en la gammagrafía ósea radio-nucleótido y por tomografía axial computarizada.<sup>6,7</sup>

Los daños de la quemadura eléctrica se producen por el paso de la corriente a través de los tejidos, con despolarización de las membranas y el efecto local térmico sobre el hueso del cráneo; esto puede ocasionar lesiones internas. Se han reportado diferentes complicaciones neurológicas como alteraciones cognitivas, motoras, sensitivas, infecciosas, trombosis del seno sagital e hidrocefalia.<sup>8,9</sup>

Para el cierre de las heridas se pueden aplicar injertos cutáneos si el periostio está conservado, pero si el hueso está denudado no se deben colocar. La retracción de los injertos puede reducir la dimensión del defecto hasta en un 40%. Es más fácil injertar en forma inmediata y después corregir los defectos de alopecia con colgajos vecinos. En los casos, donde existe pérdida del periostio con exposición de hueso denudado, se recomienda realizar perforaciones cada 3 a 4 mm, para que el tejido de granulación extruya a

través de las perforaciones. Éste en un proceso lento para cubrir un defecto, se puede tardar semanas o meses, con el riesgo de desecación, necrosis e infección.<sup>1,10</sup> La utilización de apósticos biológicos y aloinjertos,<sup>1,11,12</sup> evita la desecación y favorece la formación de tejido de granulación. Otro método que puede acelerar el proceso de granulación en estos pacientes es la utilización de terapia de vacío (VAC). En defectos menores se pueden utilizar colgajos de pericráneo. Una vez que el hueso queda cubierto por tejido de granulación o por pericráneo se pueden aplicar injertos cutáneos para cerrar la herida.<sup>1,13</sup>

Existen controversias en cuanto a la cantidad de hueso que se debe resecar. Algunos atribuyen las complicaciones al exceso de resección, otros han reportado la formación de abscesos cerebrales y meningitis, granulomas tardíos y secuestros óseos por resecciones incompletas.<sup>14,15</sup> Con la finalidad de evitar estas complicaciones se recomienda la resección cuidadosa del tejido dañado, incluyendo el hueso y en caso de exposición o daño de meninges la cobertura inmediata con colgajos ricamente vascularizados.<sup>5</sup> El hueso desvitalizado se puede preservar total o parcialmente. La resección del tejido blando dañado acompañado o no de pequeñas perforaciones o del retiro parcial de la tabla externa y la pronta cobertura con colgajos ricamente vascularizados, ayudan a mantener su arquitectura histológica y puede actuar como un esqueleto biológico.<sup>1,3,4,7,10,16</sup> Los colgajos locales axiales y libres de epíplón, dorsal ancho y lateral de muslo, se han utilizado por su rico aporte sanguíneo para la reconstrucción de tejidos blandos y para cubrir el hueso denudado o meninges.<sup>17-20</sup> Los vasos sanguíneos alrededor de la zona quemada sufren daño por el paso de la corriente eléctrica y esto constituye un riesgo para el éxito de los colgajos libres. Se han reportado casos con colgajos fallidos atribuibles a este factor. La necrosis del colgajo retrasa el tratamiento e incrementa la neuroinfección y mortalidad.<sup>21,22</sup>

La reconstrucción ósea se debe diferir hasta el completo cierre de la herida y control de las infecciones. En caso de utilizar material aloplástico es necesario esperar hasta un año. La reconstrucción del cráneo da protección al encéfalo y recupera el contorno con un mejor aspecto. La reconstrucción con injertos óseos es más recomendable en niños y jóvenes, en los adultos se puede utilizar material aloplástico. Los sitios donadores de injertos óseos son la tabla externa, cresta iliaca y costillas, aunque las costillas con frecuencia se reabsorben.<sup>1</sup> La mayoría de los casos de quemadura eléctrica se pueden resolver con el retiro parcial de la tabla externa y rotación de colgajos locales en el mismo tiempo, con lo que se protege el cráneo y se preserva la estética.<sup>2,3</sup>

Se ha utilizado la expansión tisular inmediata a la lesión para la reconstrucción de la cabeza en pacientes con quemaduras eléctricas. Los expansores se colocaron en plano subgaleal alrededor del tejido óseo necrosado del cráneo. La expansión se realizó en un promedio de 48 días, tiempo en el cual resecó el tejido óseo necrótico y el defecto óseo fue reconstruido con injerto de tabla externa o de costilla y los colgajos expandidos fueron avanzados. La utilización de expansores evita las zonas de alopecia secundaria que dejan otros procedimientos. Los cuidados locales y la aplicación de antibióticos sistémicos evitan las complicaciones. Con este procedimiento en un solo tiempo se ha logrado la reconstrucción de varios pacientes, recuperando el contorno del cráneo. No se reportan complicaciones ni infecciones.<sup>20-24</sup>

Los implantes de titanio, por sus propiedades se utilizan ampliamente; son radio lúcidos, no son magnéticos y poseen excelente biocompatibilidad. Las placas en malla de titanio se pueden moldear con facilidad, adaptándose perfectamente al contorno del cráneo sin perder su fuerza y se pueden utilizar en craneoplastias tempranas, beneficiando al paciente al evitar una cirugía adicional. El manejo cuidadoso y la aplicación de antibióticos profilácticos evitan las infecciones.<sup>25</sup> En animales de investigación a los que se les corrigió defectos craneales con placas en malla de titanio, se observó crecimiento óseo, el cual se incrementó cuando los implantes se cargaron con factores de crecimiento (rhTGF-Beta). El titanio puede actuar como un bioesqueleto y favorecer la osteogénesis.<sup>26</sup> Las fracturas complejas de la región temporal que involucran el cráneo y la cara se pueden tratar con placas en malla de titanio, las cuales se moldean al contorno anatómico, facilitando la reducción y fijación de pequeños fragmentos. Los defectos por ahuecamientos de esta región, también se pueden tratar con placas en malla.<sup>27</sup> En los defectos óseos del cráneo, para evitar la herniación de la masa encefálica, se han colocado placas en malla y cubiertos con colgajos. Algunos autores colocan injertos y colgajos óseos por debajo de la malla.<sup>21,28-31</sup>

## MATERIAL Y MÉTODO

En la Unidad de Quemados del Hospital de Traumatología «Dr. Victorio de la Fuente Narváez» del IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social), se atendieron 24 hombres de 18 a 56 años (promedio  $31.5 \pm 13.3$  años), en el periodo comprendido de enero de 2000 a octubre de 2011, con quemaduras eléctricas en la cabeza. El lugar del accidente fue en el trabajo en 13 casos (54.2%), en el hogar en 9 (37.5%) y en la

vía pública en 2 (8.3%). Seis pacientes tenían lesiones (25%): sección medular en 2 casos (8.3%), TCE en 2 (8.3%), fractura de columna en 1 (4.2%), lesión torácico cardiaca en 1 (4.2%), y 18 no tenían lesiones agregadas (75%). Presentaban necrosis de manos 2 (8.3%), de extremidad inferior 5 (20.8%), de ambas extremidades 3 (12.5%) y de tronco 1 (4.2%). La estancia hospitalaria fue de 1 a 69 días, promedio  $23.1 \pm 16.9$ . La extensión total de la quemadura fue de 1 a 50%, promedio  $20.4 \pm 12.9$ . Número de cirugías 1 a 25, promedio  $5.1 \pm 4.9$ . Para su tratamiento, los pacientes se dividieron en cuatro grupos:

El Grupo I incluyó seis pacientes con quemaduras de tejidos blandos y hueso denudado de periostio, con un defecto menor del 30%, quienes fueron tratados con limpieza quirúrgica durante dos semanas, tiempo en el cual los pacientes se encontraron estables y el daño estaba bien definido. Se resecó la totalidad del tejido dañado en un solo tiempo quirúrgico y el defecto se cubrió con colgajos locales levantados sobre la gálea aponeurótica, respetando el periostio de la zona donadora y en los casos donde no se pudo realizar el cierre directo, se cubrió esa zona con injertos cutáneos de espesor delgado (*Figuras 1 a 4*).

El Grupo II incluyó nueve pacientes con quemaduras de tejidos blandos y hueso denudado de periostio, con defectos mayores al 30% de la superficie del cráneo, o menores, pero con la tabla externa necrosada. Se trataron con limpieza quirúrgica a su ingreso y a partir del tercer día se resecó parcialmente el tejido blando. La tabla externa se retiró con sierra y osteotomos y se cubrió con matriz dérmica. Los pacientes fueron operados cada tres días hasta completar la resección de la tabla externa; los parches de matriz se cambiaron en cada cirugía. Cuando el tejido de granulación cubrió completamente el hueso se procedió a cubrir con injertos cutáneos de espesor delgado. La zona de alopecia fue tratada después de seis meses con colgajos locales expandidos (*Figuras 5 a 8*).

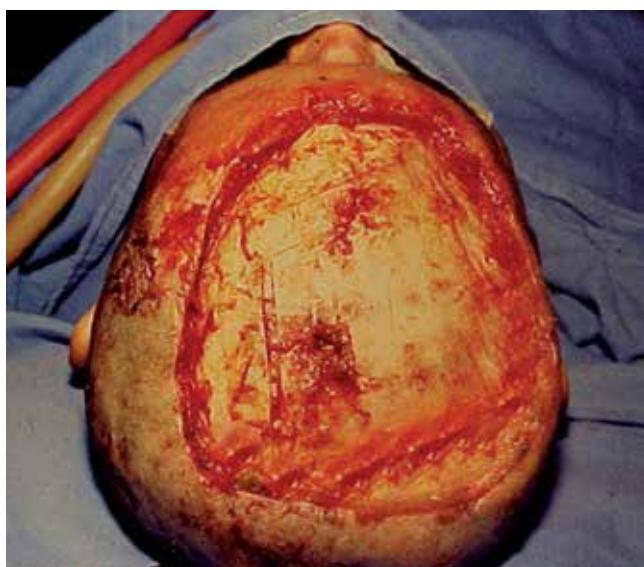
El Grupo III incluyó tres pacientes con quemaduras de tejidos blandos, necrosis del hueso y exposición de meninges, con un defecto menor del 30%. Se trataron con limpieza quirúrgica a su ingreso y posteriormente con resección del tejido blando necrótico; se esperó dos semanas para delimitar la necrosis del cráneo y proceder a la resección total del tejido óseo necrótico, comprobándose la integridad de las meninges. Un paciente tuvo un defecto óseo de 4 x 6 cm, otro de 6 x 8 cm y el tercero de 10 x 8 cm. Se colocó una malla de titanio de dos mm de grosor que se fijó con tornillos. El defecto se cubrió con colgajos locales (*Figuras 9 a 12*).

El Grupo IV incluyó seis pacientes con quemaduras de tejidos blandos, necrosis del hueso y exposición de meninges, con un defecto mayor del 30%. Se trataron con limpieza quirúrgica a su ingreso y posteriormente con resección del tejido blando necrótico. Se esperó dos semanas para delimitar la necrosis ósea y proceder a su resección. Se comprobó la integridad de las meninges y los tejidos se cubrieron con matriz dérmica. Tres

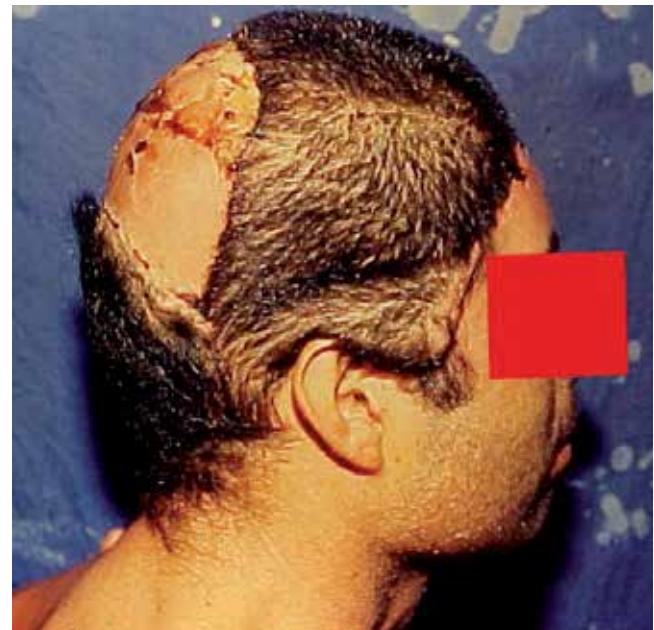
días después se operaron nuevamente con la finalidad de retirar hueso y tejido blando necrótico residual. Las heridas se cubrieron con matriz dérmica, misma que se retiró dos semanas después al comprobar que el tejido de granulación cubría completamente las meninges y el



**Figura 1.** Hueso denudado con zonas de necrosis y defecto del 30%.



**Figura 2.** Resección del tejido blando desvitalizado y de la tabla externa en las zonas de necrosis ósea.



**Figura 3.** Rotación de colgajo axial, con pedículos vasculares occipital y temporal. El pericráneo expuesto de la zona donadora se cubrió con injerto cutáneo.



**Figura 4.** El colgajo cubrió completamente el cráneo denudado. El injerto cutáneo con integración al 100% sobre el pericráneo.

hueso denudado y se procedió a colocar injertos cutáneos de espesor delgado. La herida se descubrió tres días después para valorar la integración de los injertos. Los pacientes fueron dados de alta cuando se comprobó la integración de los mismos y la estabilidad en su estado general. La reconstrucción se realizó seis meses después aplicando expansores tisulares de válvula remota, forma rectangular, paralelos al eje del defecto. La expansión se realizó en un periodo de 10 a 12 semanas hasta alcanzar un volumen de 400 a 600 mL en cada expensor. El in-

jerto cutáneo integrado sobre las meninges fue retirado con disección romana. Los bordes óseos se liberaron de tejido fibroso y resecaron hasta encontrar tejido viable. Se comprobó la integridad de las meninges y se procedió a colocar una malla de titanio de 2 mm de grosor. Se tomó injerto óseo de esponjosa de la cresta ilíaca en forma de hojuelas, se colocaron entre las meninges y la malla y se procedió a fijar la malla con tornillos a los bordes del defecto. Los colgajos expandidos se avanzaron para cubrir completamente el defecto y se colocó drenaje activo, el cual se retiró al tercer día (*Figuras 13 a 20*).



**Figura 5.** Defecto del 15% de la superficie del cráneo con hueso desvitalizado y necrosis de la tabla externa. Ésta se resecó y cubrió con matriz dérmica.



**Figura 7.** La corrección estética del defecto frontal fue corregida seis meses después con expansores colocados en la zona vecina.



**Figura 6.** Se observa el retiro de la cubierta plástica, la formación de una gruesa capa de tejido ricamente vascularizado y conservación del hueso afectado. El defecto fue cerrado con un injerto cutáneo.



**Figura 8.** Para evitar la presencia de cabello ectópico se resecaron los folículos en el área del colgajo expandido que sirvió para la reconstrucción frontal.

## RESULTADOS

Grupo I. La estancia hospitalaria fue de 2 a 19 días, promedio  $10.6 \pm 6.1$ . El número de cirugías fue de 1 a 6, promedio  $2.5 \pm 1.8$ .

Grupo II. La estancia hospitalaria fue de 10 a 32 días, promedio  $22.4 \pm 7.3$ . El número de cirugías fue de 2 a 10, promedio  $4.7 \pm 3$ . La diferencia de medias entre los Grupos I y II en estancia hospitalaria fue de 11.7 ( $p = 0.006$ ) y en número de cirugías de 2.2 ( $p = 0.095$ ).

Grupo III. La estancia hospitalaria fue de 4 a 35 días, promedio  $22.6 \pm 16.4$ . El número de cirugías fue de 2 a 7, promedio  $5 \pm 2.6$ . La diferencia de medias entre los Grupos II y III en estancia hospitala-

ria fue de 0.22 ( $p = 0.98$ ) y del número de cirugías de 2.8 ( $p = 0.909$ ).

Grupo IV. La estancia hospitalaria fue de 1 a 69, promedio  $37 \pm 25.8$ . El número de cirugías fue de 4 a 25, promedio  $8.5 \pm 1.8$ . La diferencia de medias entre los Grupos I y IV en estancia hospitalaria fue de



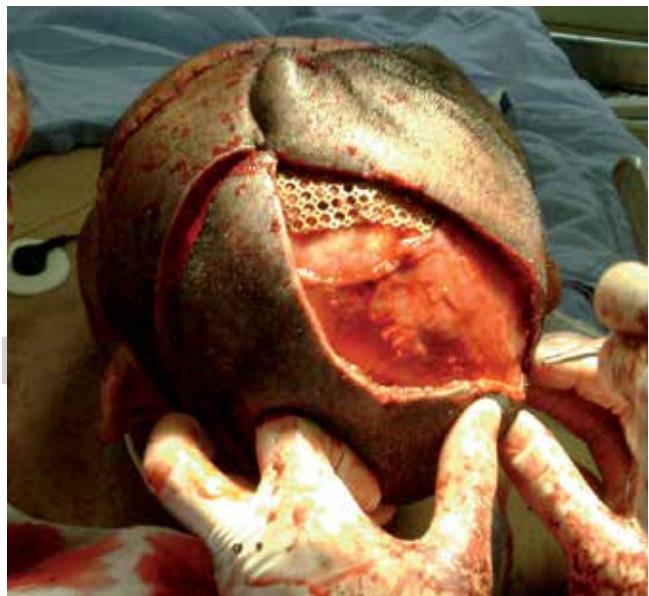
**Figura 9.** Defecto del 20%, la necrosis ósea se resecó en su totalidad.



**Figura 10.** Se observa la exposición de meninges.



**Figura 11.** El defecto óseo se reconstruyó en el mismo tiempo con una malla de titanio de 2 mm de grosor fijada con tornillos. Debajo de la malla se colocaron hojuelas óseas obtenidas de la esponjosa de cresta iliaca.



**Figura 12.** Se realizaron tres colgajos respetando la gálea aponeurótica, con lo que se cubrió el defecto.

16.34 ( $p = 0.016$ ) y en el número de cirugías de 6 ( $p = 0.06$ ). En este grupo hubo cuatro pacientes con complicaciones, dos con infección de la herida y necrosis de los colgajos; uno con trombosis del seno longitudinal y meningitis y otro con meningitis. Hubo dos



**Figura 13.** Paciente al que intentaron reconstruir con resección parcial de la tabla externa. Cobertura con colgajos locales e injertos. Evolucionó con infección, necrosis ósea residual y necrosis de los colgajos.



**Figura 14.** Se resecó el tejido óseo y blando necrótico, quedando expuestas las meninges y un defecto del 40%. El hueso denudado se trató con resección de la tabla externa y aplicación de matriz y posteriormente injertos cutáneos.

fallecimientos: el primer paciente se trató en forma tradicional con resección de tejidos blandos necróticos, conservación del hueso necrótico y cobertura inmediata con un colgajo de trapecio en un solo tiempo quirúrgico; cinco días después falleció por una neuroinfección; tuvo además infección de tejidos blandos vecinos y necrosis del colgajo. El segundo paciente tuvo quemaduras del 50% con necrobiosis de ambas extremidades superiores, las cuales fueron amputadas, así como sección medular a nivel torácico; se encontraba afectado en el 80% de la superficie del cráneo, con necrosis ósea; además tenía trombosis del

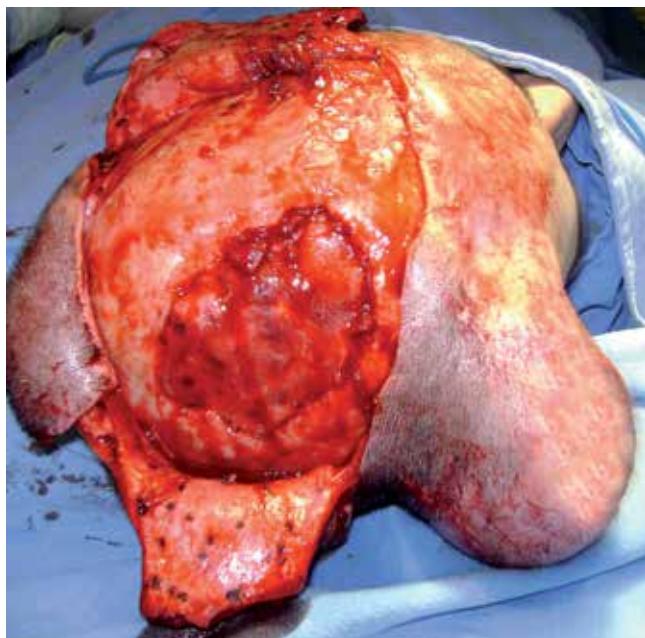


**Figura 15.** Seis meses después se colocaron dos expansores en las zonas vecinas al defecto. El llenado fue de 600 mL cada uno.

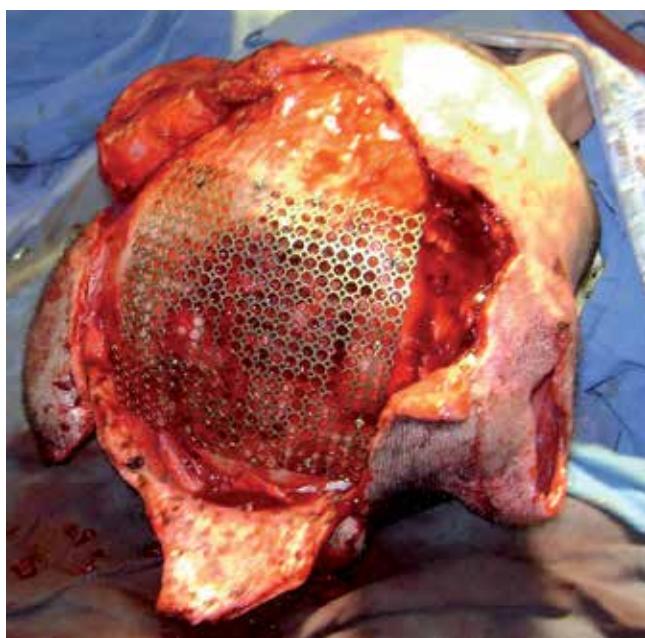


**Figura 16.** Se aprecia la expansión lograda después de 12 semanas.

seno longitudinal, las meninges y el cerebro estaban afectados, y falleció después de la quinta cirugía por falla orgánica múltiple y daño cerebro espinal severo.



**Figura 17.** El injerto cutáneo se retiró de las meninges y se delimitó el defecto óseo, resecando los bordes. Los colgajos expandidos fueron levantados.



**Figura 18.** La reconstrucción ósea se realizó con una malla de titanio fijada con tornillos y se colocaron hojuelas de esponjosa de cresta ilíaca debajo de la malla.

En los cuatro pacientes restantes se reconstruyeron los defectos óseos y corrigieron las zonas de alopecia.

## DISCUSIÓN

Las quemaduras eléctricas en la cabeza pueden afectar los tejidos blandos, el hueso craneano, las meninges y el cerebro. Achauer las clasifica de acuerdo a la extensión del cráneo afectada, a la profundidad y afección del cerebro y meninges.<sup>1</sup> En los pacientes estudiados



**Figura 19.** Los colgajos cubrieron la placa, quedando una pequeña zona de alopecia.



**Figura 20.** Vista lateral del mismo paciente.

encontramos que todos tenían afectados los tejidos blandos, el hueso y en algunos casos también estaban afectadas las meninges. Las dimensiones de los defectos de tejidos blandos fueron del 5 al 80% de la superficie del cráneo. El compromiso óseo fue desde el simple denudamiento hasta la franca necrosis. Hubo nueve casos con meninges expuestas y sólo uno de ellos tuvo trombosis del seno longitudinal y daño cerebral.

Achauer considera que quemaduras en una extensión menor al 15% se pueden cerrar con injertos cutáneos y colgajos locales y los casos de quemaduras profundas con afección cerebral requieren de tratamiento urgente con colgajos libres muy vascularizados.<sup>1</sup> Nosotros encontramos que los defectos de tejidos blandos con una extensión hasta del 30% con o sin afección de meninges, pueden cerrar con colgajos locales e injertos cutáneos y en los casos de exposición de meninges con un defecto de tejidos blandos mayor al 30% se pueden tratar con matriz dérmica y unos días después se puede cerrar la herida con injertos cutáneos. La reconstrucción definitiva de tejidos blandos y óseos puede diferir en varios meses hasta que el paciente se encuentre en mejores condiciones.

Para dar pronta cobertura a los defectos de la cabeza y por su rica vascularidad se han empleado colgajos libres de epiplón, dorsal ancho y lateral de muslo.<sup>17-20</sup> El riesgo de utilizar colgajos libres es el daño frecuente de los vasos receptores que pudieran estar afectados con el paso de la corriente eléctrica. Se han reportado varios casos fallidos atribuibles a este factor.<sup>21,22</sup> La experiencia que tuvimos antes de este reporte fue de varios colgajos libres fallidos, lo cual atribuimos al daño de los vasos sanguíneos receptores, motivo por el cual dejamos de utilizarlos en los casos de quemaduras eléctricas en la cabeza. Otro inconveniente que encontramos con la utilización de colgajos libres es la falta de cabellos de los tejidos transferidos. Las zonas de alopecia que resultan tienen que tratarse en forma ulterior con colgajos locales expandidos.

La aplicación de injertos cutáneos para cerrar las heridas en pacientes con quemaduras eléctricas en el cráneo es un procedimiento fácil y seguro, las zonas de alopecia resultantes se pueden corregir en forma secundaria con colgajos locales.<sup>1,10</sup> Se ha utilizado la expansión tisular para la reconstrucción inmediata de pacientes con quemaduras eléctricas en la cabeza. La utilización de expansores evita las zonas de alopecia secundaria que dejan otros procedimientos.<sup>20-24</sup> En los defectos mayores al 20% no utilizamos expansores porque se requiere hasta de tres meses antes de lograr la expansión adecuada, periodo en el cual se expone el paciente a riesgos innecesarios. Preferi-

mos fomentar la formación de tejido de granulación en la forma antes mencionada y cerrar la herida con la aplicación de injertos cutáneos. Este tratamiento es seguro, rápido (2 semanas) y evita riesgos de desecación, necrosis ósea e infección. Las zonas de alopecia resultantes las tratamos seis meses después utilizando colgajos expandidos, cuando el paciente ya se encuentra estable y en buenas condiciones.

Es difícil determinar con precisión la profundidad y extensión del daño ocasionado por las quemaduras eléctricas y se puede requerir de una gammagrafía ósea para el diagnóstico.<sup>5-7</sup> Nosotros esperamos dos semanas, tiempo en el que se delimita el daño y se pueden determinar con seguridad las zonas denudadas, el hueso desvitalizado y las francas zonas de necrosis ósea. Aun así se requiere de varias escisiones quirúrgicas para retirar el tejido óseo necrótico residual. No consideramos estrictamente necesaria la realización de estudios de gammagrafía.

El hueso denudado se puede desecar, necrosar e infectar si no se cubre con prontitud. Se ha recomendado realizar perforaciones sobre el cráneo expuesto para que el tejido de granulación extruya por los orificios y cubrir con apósitos biológicos o aloinjertos para evitar la desecación y así favorecer la formación de tejido de granulación, en donde se pueden aplicar injertos cutáneos para cerrar la herida.<sup>1,10-13</sup> Los pacientes con pérdida del pericráneo y exposición ósea se trajeron con resección de la tabla externa con sierra y osteotomo y se cubrieron con matriz dérmica, con lo que se evitó la desecación y necrosis ósea, y en dos semanas se cubrieron los defectos con tejido de granulación que permitió colocar injertos cutáneos para cerrar la herida.

Se ha reportado que el hueso desvitalizado se puede preservar total o parcialmente si se da una pronta cobertura con colgajos ricamente vascularizados;<sup>1,3,4,7,10,16</sup> sin embargo, también han reportado la formación de abscesos cerebrales y meningitis, granulomas tardíos y secuestros óseos por resecciones incompletas.<sup>14,15</sup> Dos pacientes de los primeros casos de esta serie se trajeron conservando el hueso desvitalizado cubriendolo con colgajos locales axiales. Ambos presentaron infección severa y necrosis de los colgajos; uno evolucionó con meningitis. Por esta razón preferimos la resección del tejido óseo desvitalizado. Nos hemos percatado que la zona de mayor daño se muestra con un color negro o café, con reblandecimiento y sin mostrar sangrado al corte. También notamos que la resección del tejido dañado parecería ser completa; sin embargo, al paso de unos días se encuentran nuevas zonas necróticas que requieren de nueva resección. La resección del hueso necrótico

en los demás pacientes ha evitado la infección de la herida y las complicaciones intracraneanas.

La reconstrucción del cráneo con injertos óseos o implantes da protección a las meninges y cerebro y recupera el contorno. La reconstrucción definitiva se puede realizar de seis meses a un año después del cierre de las heridas.<sup>1-3</sup> Los implantes de titanio se pueden moldear con facilidad, adaptándose perfectamente al contorno del cráneo sin perder su fuerza, y se pueden utilizar en craneoplastias tempranas, beneficiando al paciente al evitar una cirugía adicional. El titanio puede actuar como un bioesqueleto y favorecer la osteogénesis.<sup>25,26</sup> En los defectos óseos del cráneo, para evitar la herniación de la masa encefálica se han colocado placas en malla de titanio.<sup>21,28-31</sup> La reconstrucción ósea primaria o secundaria del cráneo en quemaduras eléctricas la realizamos con mallas de titanio e injertos óseos en forma de hojuelas obtenidas de la cresta ilíaca. Coincidimos con lo reportado, que la malla de titanio es fácil del moldear, se adapta adecuadamente al contorno, favorece la osteogénesis y disminuye las complicaciones.

La quemadura eléctrica produce un efecto térmico sobre el hueso del cráneo y esto puede ocasionar lesiones internas. Se reportan diferentes complicaciones neurológicas.<sup>8,9</sup> En este estudio encontramos sólo un caso con trombosis del seno longitudinal y daño cerebral, en el resto no hubo evidencia de daño neurológico.

## CONCLUSIONES

Las quemaduras eléctricas en la cabeza son lesiones devastadoras que pueden afectar los tejidos blandos, el hueso craneano, las meninges y el cerebro. El tratamiento depende de las estructuras afectadas y la extensión de la lesión; la necrosis de los tejidos blandos y óseos se delimita hasta pasadas dos semanas. La resección completa del tejido necrosado evita las infecciones. Los defectos craneanos menores al 30% se pueden cerrar en forma primaria con la combinación de colgajos locales e injertos cutáneos colocados en el pericráneo. Los defectos mayores al 30% se pueden cerrar al favorecer la formación de tejido de granulación sobre el hueso denudado y la aplicación subsiguiente de injertos cutáneos. El cráneo ampliamente denudado se debe tratar con colgajos o con matriz dérmica para evitar su desecación y necrosis. La necrosis ósea se debe resecar prontamente para evitar la neuroinfección. Las meninges expuestas se deben cubrir con colgajos locales o matriz dérmica e injertos cutáneos. La mallas de titanio son bien toleradas por el organismo, favorecen la integración de

injertos óseos y se adaptan al contorno óseo y por sí solas dan protección al cerebro.

## REFERENCIAS

- Coleman JJ, Kilgo M. Reconstruction of the burned scalp. In: Sood R. (ed) Achauer and Sood's *Burn surgery, reconstruction and rehabilitation*. Philadelphia: WB Saunders; 2006. Chapt. 9, pp. 149-167.
- Spies M, McCauley RL, Mudge BP, Herndon DN. Management of acute calvarial burns in children. *J Trauma*. 2003; 54(4): 765-769.
- Romero-Zarate JL. Reconstrucción de la piel cabelluda en la fase aguda de las quemaduras. *Cir Plast*. 1993; 3(1): 26-30.
- Paletta FX. Surgical management of the burned scalp. *Clin Plast Surg*. 1982; 9(2): 167-77.
- Hunt J, Purdie G, Spicer T. Management of full-thickness burns of the scalp and skull. *Arch Surg*. 1983; 118(5): 621-625.
- Pegg SP, Jenkins AM. Deep electrical burns to the scalp. *Burns Incl Therm Inj*. 1987; 13(1): 62-65.
- Hartford CE. Preservation of devitalized calvarium following high-voltage electrical injury: case reports. *J Trauma*. 1989; 29(3): 391-394.
- Singh G, Kaif M, Deep A, Nakaji P. High-voltage electrical burn of the skull causing thrombosis of the superior sagittal sinus. *J Clin Neurosci*. 2011; 18(11): 1552-1554.
- Ackerman LL, Ryken TC, Kealey GP, Traynelis VC. Onset of symptomatic hydrocephalus requiring emergency cerebrospinal fluid diversion following high-voltage electrical burn injury. *J Neurosurg*. 2010; 112(2): 394-398.
- Bizhko IP, Slesarenko SV. Operative treatment of deep burns of the scalp and skull. *Burns*. 1992; 18(3): 220-223.
- Groenevelt F, Van Trier AJM, Khour YLN. The use of allografts in the management of exposed calvarial electrical burn wounds of the skull. *Ann New York Acad Sci*. 1999; 888: 109-112.
- Yeong EK, Huang HF, Chen YB, Chen MT. The use of artificial dermis for reconstruction of full thickness scalp burn involving the calvaria. *Burns*. 2006; 32(3): 375-379.
- Fonseca JL. Use of pericranial flap in scalp wounds with exposed bone. *Plast Reconstr Surg*. 1983; 72(6): 786-790.
- Srivastava JL, Biswas G, Narayan RP, Goel A. Chronically exposed calvarium following electrical burns. *Burns*. 1993; 19(2): 138-141.
- Gümüş N, Coban YK, Reyhan M. Cranial bone sequestration 3 years after electrical burn. *Burns*. 2006; 32(6): 780-782.
- Cruz NI, Saavedra FM. Preservation of nonviable cranial bone after class IV electrical burns. *P R Health Sci J*. 2010; 29(1): 83-85.
- Hollis HC. Scalp and the skull reconstruction after electrical burns. *J Trauma Inj Inf Crit Care*. 1980; 20(1): 87-89.
- Roehl K, Geoghegan J, Herndon DN, Patterson J, McCauley RL. Management of class IV skull burns using the bipedicled superficial temporal artery scalp flap. *J Craniofac Surg*. 2008; 19(4): 970-975.
- Belmahi A, Gharib NE, Bencheikh R, Abbassi A, Mizahi M. Reconstruction of large scalp and calvarium defects by using the semi-free *Latissimus dorsi* flap associated with methylmethacrylate implant for cranioplasty. *Ann Chir Plast Esthet*. 2002; 47(4): 298-303.
- Sun YH, Tsao DS, Ma RL, Wang XW, Wang SH, In DQ et al. Use of autogenous omentum for grafting electrical injury affecting the scalp and skull. *Burns Incl Therm Inj*. 1985; 11(4): 289-292.
- Benito-Ruiz J, Baena-Montilla P, Navarro-Monzonis A, Bonanad E, Cavadas P. Severe electric burn of the skull. *Burns*. 1994; 20(6): 553-556.

22. Loannides C, Fossion E, McGrouther AD. Reconstruction for large defect of the scalp and cranium. *J Cranio-Maxillo-Facial Surg.* 1999; 27(3): 145-152.
23. Jang Y, Whang J, Joe Y, Lee J. Single stage reconstruction of full-thickness injury of skull caused by electrical burn. *J Burn Care Rehabil.* 2001; 22 (Sup 2): 129-131.
24. Cho JY, Jang YC, Hur GY, Koh JH, Seo DK, Lee JW, Choi JK. One stage reconstruction of the skull exposed by burn injury using a tissue expansion technique. *Arch Plast Surg.* 2012; 39(2): 118-123.
25. Marbacher S, Andres RH, Ali-Reza Fathi, Fandino J. Primary reconstruction of open depressed skull fractures with titanium mesh. *J Craniofacial Surg.* 2008; 19(2): 490-495.
26. Vehof J, Haus M, de Ruijter A, Spauwen P, Jansen JA. Bone formation in transforming Growth factor beta-1-loaded titanium fiber mesh implants. *Clin Oral Imp Res.* 2002; 13(1): 94-102.
27. Guo J, Tian W, Long J, Gong H, Duan S, Tang W. A retrospective study of traumatic temporal hollowing and treatment with titanium mesh. *Ann Plast Surg.* 2012; 68(3): 279-285.
28. Lipira A, Limbrick D, Haughey B, Custer P, Chicoine M. Titanium mesh reconstruction to maintain scalp contour after temporalis musculofascial flap reconstruction of the floor of the middle cranial fossa: a technical note and report two cases. *Skull Base an Interdisciplinary Approach.* 2009; 19(4): 303-309.
29. Shintaro A, Yuzuru K, Shuhei T. One stage reconstruction of infected cranial defects using a titanium mesh plate enclosed in an omental flap. *Ann Plast Surg.* 2004; 52(2): 144-147.
30. O'Briain E, Morrin M, Breathnach E, Allcutt D, Earley M. Titanium mesh and bone dust calvarial patch during cranioplasty. *Cleft Palate Craniofacial J.* 1997; 34(4): 354-356.
31. Biron VL, Gross M, Broad R, Seikaly H, Wright ED. Radial forearm free flap with titanium mesh sandwich reconstruction in complex anterior skull base defects. *J Craniofacial Surg.* 2012; 23(6): 1763-1765.

*Dirección para correspondencia:*

Dr. Jesús Cuenca-Pardo  
Antonio Solá Núm. 51,  
Col. Condesa, 06140, México, D.F.  
E-mail: Jcuencap@aol.com