

Lesión eléctrica de alto voltaje en cabeza y extremidades en paciente de 15 años

High-voltage electrical injury in head and extremities in a 15 years old patient



Tarragona Fernández R.

Tarragona-Fernández R.*, Ferreiro-González I.**, Gabilondo-Zubizarreta FJ.***

Resumen

Las lesiones eléctricas de alto voltaje son poco frecuentes en nuestro medio, pero resultan altamente mutilantes y constituyen por si mismas un criterio de ingreso del paciente en la Unidad de Grandes Quemados.

Presentamos el caso clínico de una adolescente de 15 años que sufre quemaduras eléctricas de alto voltaje. Tras la resucitación y estabilización inicial, la paciente requirió 5 intervenciones quirúrgicas para el tratamiento de sus lesiones, incluyendo una amputación escápulo-humeral parcial y un colgajo bipediculado fronto-occipital. Posteriormente, realizamos una craneoplastia con una placa sintética preformada de polieterecetona.

Comentamos algunos aspectos sobre el abordaje de las lesiones eléctricas de alto voltaje, así como sobre la reconstrucción de defectos de cuero cabelludo, y el uso de terapia de presión negativa y de nuevos materiales aloplásticos en este tipo de lesiones.

Abstract

High-voltage electric injuries are rare in our area but highly mutilating, and constitute *per se* inclusion criteria in a Great Burn Unit.

We present the clinical case of a 15 years-old girl suffering from high-voltage electrical burns. After initial resuscitation and stabilization, the patient required 5 surgical interventions, including a partial scapulo-humeral amputation and a bipediced fronto-occipital flap. Later, we performed a cranioplasty with a polyetereterecetone synthetic preformed plate.

We review some aspects about high voltage electrical injuries management and reconstruction of scalp defects, the use of negative pressure therapy and new alloplastic materials in this type of injuries.

Palabras clave Quemaduras eléctricas,
Lesiones eléctricas,
Amputación, Lesión craneal.

Nivel de evidencia científica 5

Key words Electric burns,
Electric injuries,
Amputation, Skull injury.

Level of evidence 5

* Médico Interno Residente.
 ** Médico Adjunto.
 *** Ex-jefe del Servicio.

Introducción

Las lesiones por electricidad con paso de corriente representan un 3-4% de los ingresos en las Unidades de Grandes Quemados (1).

Las quemaduras eléctricas se clasifican en producidas por bajo voltaje, inferior a 1000 voltios; y por alto voltaje, superior a 1000 voltios. El voltaje en las estaciones o líneas eléctricas de alta tensión puede superar los 100.000 voltios, mientras que el voltaje distribuido en los hogares es de 110 voltios para América del Norte, o 220 voltios para Europa y Asia (2). La severidad de la lesión que produce la electricidad se basa en el voltaje, el tipo de corriente (continua o alterna), la dirección del flujo eléctrico, la duración del contacto y la resistencia de los tejidos sometidos al paso de la corriente. Las quemaduras eléctricas de alto voltaje, aunque son poco frecuentes, poseen un potencial lesivo devastador, afectando a la piel y a las estructuras profundas (1).

Está descrita una distribución de afectación bimodal respecto a la edad, causando accidentes en niños mayores y en adultos, en estos últimos principalmente de tipo laboral; por género, son los hombres los afectados con mayor frecuencia (2).

El daño tisular en este tipo de quemaduras se produce por 3 mecanismos: la conversión de energía eléctrica en calor por efecto Joule; la desnaturalización de las proteínas de las membranas celulares por paso de la corriente, fenómeno conocido como electroporación; y el daño traumático derivado de la contracción muscular mantenida o por caídas asociadas (3). Pero clínicamente podemos encontrar 4 tipos de lesiones: la verdadera lesión eléctrica, causada por el paso de la corriente; la quemadura producida por el arco voltaico generado por el paso de corriente entre la fuente y un objeto; la lesión por llama producida por la ignición de la ropa del paciente; y las lesiones de causa traumática (2).

La totalidad del daño tisular es difícil de valorar, ya que la superficie corporal total quemada infravalora por lo general la lesión subyacente (4). Para entender esto debemos tener en cuenta que la resistencia al paso de la corriente de los tejidos corporales, que de menor a mayor sería: nervios, vasos, músculos, piel, tendones, grasa y hueso, juega un papel principal en el resultado de las lesiones, ya que a mayor resistencia del tejido, mayor capacidad de generar calor, produciendo así una lesión térmica desde dentro hacia fuera (1).

Las quemaduras eléctricas pueden presentar manifestaciones agudas y secuelas que no se producen en otro tipo de quemaduras, como son las arritmias cardíacas, el fallo renal agudo por rhabdomiólisis, la amputación de miembros, las cataratas o los déficits neurológicos. En base a la superficie corporal total quemada la morbilidad, la estancia hospitalaria y el número de operaciones necesarias, son mucho mayores de lo esperado (1).

El objetivo de este trabajo es presentar un caso clínico

poco habitual de paciente joven que sufrió quemaduras eléctricas de gran magnitud, describiendo el tratamiento integral seguido desde su ingreso hospitalario hasta la fase de secuelas.

Caso clínico

Adolescente de 15 años de edad y sexo femenino sin antecedentes médico-quirúrgicos de interés, trasladada en ambulancia desde una estación eléctrica donde los Servicios de Emergencias acudieron tras la llamada de socorro de una acompañante que comunicó el contacto de la víctima con una torre eléctrica de alta tensión.

En el momento de su ingreso en Urgencias la paciente llega sedo-analgesiada, intubada y porta una vía transósea en el húmero izquierdo.

A la exploración objetivamos:

Área de necrosis en región parietal derecha de cuero cabelludo de 11 cm de diámetro, que corresponde a un 1,5% de superficie corporal total (SCT). Necrosis ósea, exposición de tabla externa y herida incisocontusa por traumatismo asociado.

Extremidad superior izquierda carbonizada hasta tercio superior de brazo (9% SCT) y quemadura profunda supraclavicular ipsilateral que sugiere punto de contacto con el paso de la corriente.

Quemaduras de tercer grado en el dorso de la mano derecha, falanges medias de 2º a 5º dedos y pulpejo del pulgar (1% SCT).

Quemadura de tercer grado en superficie anterior del muslo izquierdo con afectación muscular (2% SCT).

Quemadura de tercer grado pretibial derecha (0,5% SCT).

Total, 14-15% SCT.

Iniciamos protocolo de asistencia a paciente politraumatizado que ha sufrido quemaduras. Extraemos analíticas, canalizamos vías centrales femorales arteriales y venosas, iniciamos fluidoterapia intensiva y colocamos una sonda vesical y nasogástrica. Administramos pauta de vacunación antitetánica (toxoides y gammaglobulina).

Una vez hecha la valoración inicial, realizamos tomografía axial computarizada (TAC) corporal descartando, por el momento, la existencia de lesiones cerebrales y fracturas asociadas, con datos de afectación pulmonar, visualizándose una atelectasia reexpandida.

A continuación, en quirófano, procedemos a la limpieza de las quemaduras, retirada de esfacelos y toma de cultivos de superficie. Realizamos fasciotomías en la extremidad superior izquierda y del compartimento anterior del muslo izquierdo a nivel del músculo vasto lateral, junto con desbridamiento de las áreas necróticas de cuero cabelludo y muslo izquierdo. Suturamos también la herida del cuero cabelludo, curamos con pomada de sulfadiazina argéntica al 1% e ingresamos a la paciente en la Unidad de Grandes Quemados (Fig. 1).



Fig. 1. Lesiones en el momento del ingreso en la Unidad de Grandes Quemados tras limpieza previa en quirófano, desbridamiento de áreas carbonizadas y fasciotomías de urgencia.



Fig. 2. AngioTAC del territorio arterial subclavio y axilar izquierdo, mostrando una amputación brusca de la arteria humeral a nivel de su tercio proximal.

La analítica de ingreso muestra: CK's de 19655U/L; CK-mb 154 U/L; Ph 7,25; bicarbonato 22mmHg; y situación de acidosis metabólica, por lo que precisa bicarbonato para tratamiento de la mioglobinuria por rhabdomiólisis. Conserva la función renal, utilizando como parámetro de control una diuresis superior a 1,5-2ml/kg/h y está hemodinámicamente estable sin necesidad de usar fármacos vasoactivos.

Realizamos también un angioTAC del territorio subclavio/axilar para valorar la permeabilidad vascular proximal del brazo izquierdo, viendo vasos permeables hasta el tercio proximal de la arteria humeral y la salida de la arteria circunfleja humeral posterior (Fig. 2).

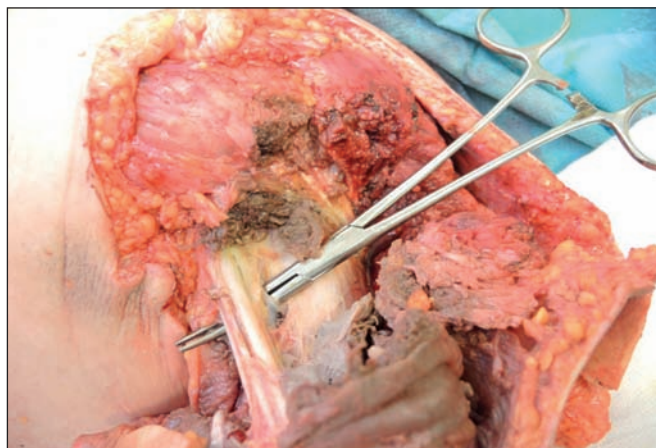


Fig. 3. Aspecto intraoperatorio del paquete vasculonervioso del brazo izquierdo a nivel de tercio proximal en la primera intervención quirúrgica. Obsérvese la necrosis de los tejidos adyacentes al hueso.



Fig. 4. Aspecto intraoperatorio tras el desbridamiento de partes blandas y de la tabla externa craneal en la primera intervención.

A los 2 días del ingreso, tras estabilizar a la paciente, llevamos a cabo la primera intervención quirúrgica.

Primera intervención (tercer día de ingreso). Practicamos en ese momento:

- Amputación de la extremidad superior izquierda a nivel transhumeral proximal, 3 cm por debajo de la cabeza humeral, y cierre del defecto con el remanente deltoideo y cutáneo posterior. Limpieza con agua oxigenada y suero fisiológico (Fig. 3).
- Desbridamiento de la quemadura del cuero cabelludo; escoplado de la tabla externa craneal creando un defecto óseo de espesor parcial con un diámetro de hueso esponjoso expuesto de 3 x 4 cm, y colocación de un dispositivo de terapia de presión negativa (Negative Pressure Wound Therapy®, Smith & Nephew, Reino Unido), en modo continuo a -100 mmHg (Fig. 4).
- Desbridamiento y autoinjerto de las quemaduras de las extremidades inferiores y de la mano derecha.

En los días sucesivos observamos necrosis distal en los bordes cutáneos y necrosis profunda en el muñón, con



Fig. 5. Aspecto del defecto craneal a los 4 días de la primera intervención tras la retirada del dispositivo de presión negativa.



Fig. 6. Aspecto intraoperatorio tras el desbridamiento de partes blandas y de la tabla externa craneal en la segunda intervención.

salida de secreción maloliente que se analiza y se envía para cultivo microbiológico, con resultado positivo para *Acinetobacter Baumannii*.

A los 4 días de la intervención, realizamos cura de la lesión cefálica bajo sedación y recambio del dispositivo de terapia presión negativa (Fig. 5).

Segunda intervención (11º día de ingreso)

- Desbridamiento secuencial de los tejidos blandos del muñón de amputación de la extremidad superior izquierda (que comunica con la lesión supraclavicular); limpieza con agua oxigenada, suero; cura con sulfadiazina argéntinca al 1%.
- Desbridamiento de la quemadura supraclavicular izquierda creando un defecto de 5x10 cm, y cobertura con lámina de Biobrane® (Smith & Nephew, Reino Unido) de 13 x 13 cm.
- Desbridamiento de la quemadura del cuero cabelludo; escoplado de la tabla externa craneal, ocasionando un defecto de espesor parcial más

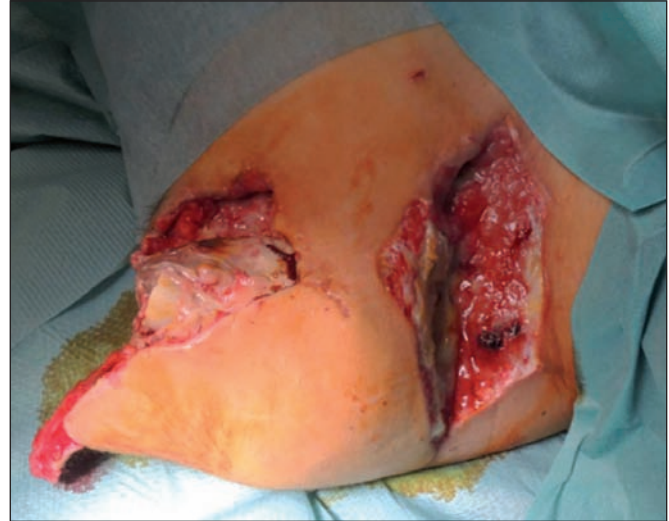


Fig. 7. Aspecto del muñón de la extremidad superior izquierda con necrosis de la cabeza humeral y de la musculatura pretorácica que comunica con el defecto supraclavicular ipsilateral.

profundo, con diámetro de hueso esponjoso expuesto de 6 x 7 cm; colocación de un dispositivo de terapia de presión negativa en modo continuo a -100 mmHg (Fig. 6).

La paciente sale de quirófano extubada y hemodinámicamente estable. Se nutre por vía oral y enteral. Presenta cultivos de superficie positivos a *Acinobacter Baumannii*, *Enterobacter Cloacae*, *Staphilococcus Aureus Meticilin Resistente* y *Escherichia Coli*. Persiste el síndrome febril y está en tratamiento con colistina, meropenem y daptomicina.

A los 4 días de la intervención volvemos a recambiar el dispositivo de vacío del sistema de terapia de presión negativa. A nivel local observamos necrosis de la cabeza humeral y región supraclavicular izquierda (Fig. 7).

Tercera intervención (19º día de ingreso). En colaboración con el Servicio de Traumatología practicamos:

- Amputación parcial escapulo-humeral, incluyendo apófisis coracoides y tercio clavicular distal, con fijación del tercio medio remanente clavicular a la escápula mediante suturas transóseas. Cerramos el defecto con colgajos regionales de la zona deltoidea.
- Desbridamiento y cierre directo de la lesión supraclavicular izquierda.
- Nuevo escoplado de la lesión cefálica, creando un defecto óseo de espesor parcial más profundo con un diámetro de hueso esponjoso expuesto de 7 x 8 cm, y colocación de un dispositivo de terapia de presión negativa en modo continuo a -100 mmHg.

El muñón evoluciona favorablemente cerrándose por completo. Realizamos recambio del dispositivo del sistema de terapia de vacío a los 4 días.

En este momento nos queda por resolver el defecto de cobertura de la región parietal derecha de cuero cabelludo, de 11 cm de diámetro.

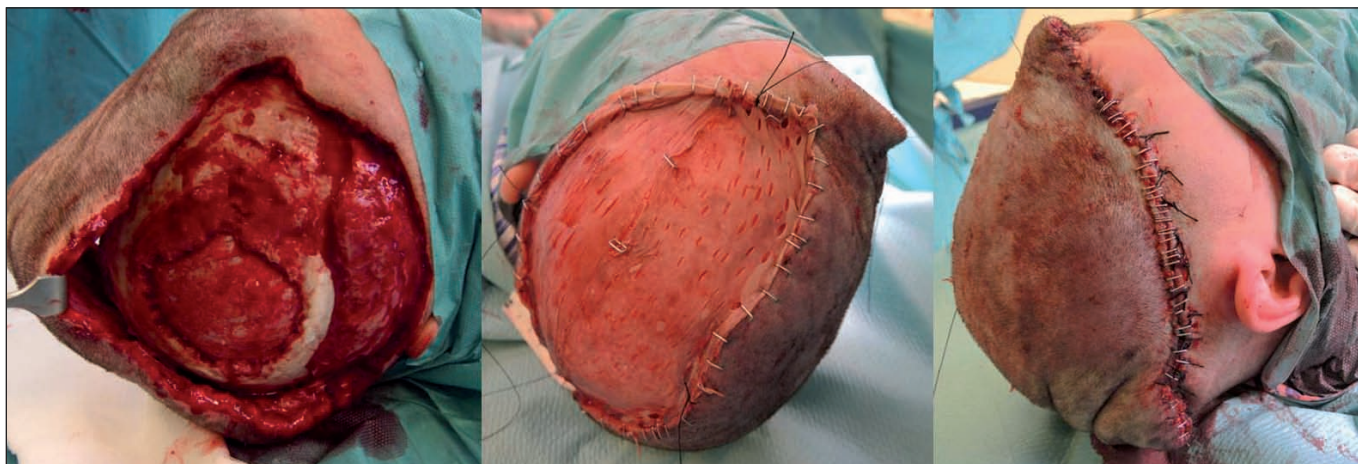


Fig. 8. Aspecto intraoperatorio del colgajo bipediculado fronto-occipital expandido y el defecto de la calota craneal con duramadre expuesta resultante tras el desbridamiento. El colgajo se traspone a la zona del defecto y se injerta la zona donante con piel de espesor parcial sobre periostio.



Fig. 9. Reconstrucción 3D realizada por TAC que muestra un defecto parietal derecho de espesor total de 5,8 x 4 x 5 cm de diámetro ántero-posterior, por cráneo-caudal, por transversal.

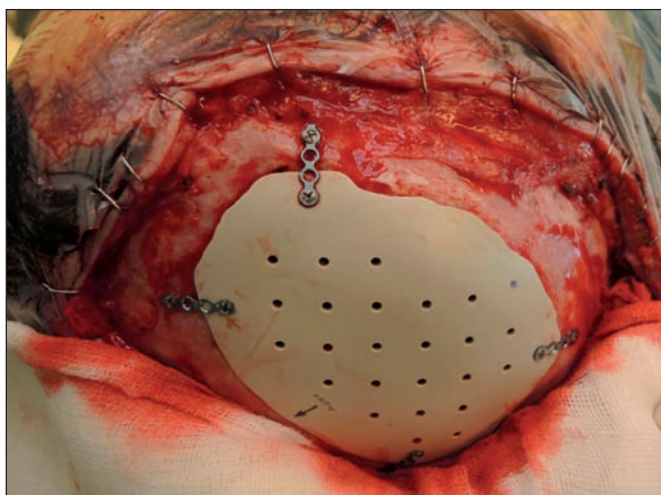


Fig. 10. Colocación de la placa de PEEK preformada con 4 placas y 8 tornillos. Obsérvese la adaptación perfecta al defecto.

Cuarta intervención (25° día de ingreso). En colaboración con el Servicio de Neurocirugía practicamos:

- Resección de espesor total del hueso craneal necrótico de la región parietal derecha, resultando una ventana ósea de 6 x 5 cm de diámetro, con duramadre expuesta de aspecto normal. Friedrich de los bordes de la herida (Fig. 8).
- Diseño de colgajo bipediculado fronto-occipital de 12 cm de ancho con expansión perioperatoria y traslado del colgajo a la zona del defecto. Cubrimos la zona donante con 2 autoinjertos de piel de espesor parcial (de 7 x 20 cm) sobre periostio, tomados de la superficie ántero-lateral del muslo derecho (Fig. 8).

La paciente evoluciona favorablemente, saliendo de la Unidad de Grandes Quemados 1 semana después de la última intervención. Es dada de alta hospitalaria a los 45 días de su ingreso, después de una estancia en planta con tratamiento de adaptación por parte de Psiquiatría por las graves secuelas sufridas.

La TAC revela un defecto óseo parietal derecho de 5,8 x 4 x 5 cm de diámetro ántero-posterior, por cráneo-caudal, por transversal (Fig. 9).

Fase de secuelas

6 meses más tarde ingresa nuevamente para remodelación del colgajo y cobertura de la ventana ósea craneal, realizándose:

- Levantamiento del colgajo bipediculado fronto-occipital de cuero cabelludo a través de la cicatriz previa y craneoplastia con una placa preformada de PEEK (polieteretercetona, Synthes®, Suiza) de las mismas dimensiones que el defecto óseo, que fijamos con 4 placas de 4 agujeros y 8 tornillos (Fig. 10).
- Corrección y remodelación de la cicatriz.

El postoperatorio transcurre dentro de la normalidad, observándose una clara mejoría en el contorno craneal. La paciente es dada de alta a los 3 días de la intervención con apoyo psicológico y rehabilitador.



Fig. 11. Resultado postoperatorio a los 8 meses.

En el seguimiento, 8 meses después de la craneoplastia, la paciente lleva una peluca y rechaza la reconstrucción con expansores (Fig. 11). Por el momento, no presenta secuelas neurológicas.

Discusión

Accidentes como el que presentamos en nuestro caso son infrecuentes en nuestro país ya que las centrales eléctricas disponen de una serie de medidas de seguridad y sistemas de prevención de riesgos para evitar este tipo de catástrofes (5). Sin embargo, hemos registrado durante los últimos años un aumento de la incidencia de lesiones por electricidad en nuestra área de influencia debido a los hurtos de cable de alta tensión que se han producido en coincidencia con la crisis económica global en la que nos hemos visto inmersos. En este caso, el accidente no se da en el contexto del suministro ilegal de energía, sino que se trató de una apuesta entre dos adolescentes con el fin de grabar un video de la intromisión en una central eléctrica para luego subirlo a las redes sociales.

Durante muchos años se ha defendido en este tipo de lesiones el concepto de necrosis progresiva por daño del endotelio vascular, conllevando desbridamientos secuenciales seguidos de cobertura definitiva diferida. Sin embargo, la tendencia actual es realizar una necrectomía selectiva y precoz, preservando al máximo las estructuras que parecen viables, seguida de una cobertura inmediata con tejido autólogo bien vascularizado (6,7).

En nuestro caso clínico, la prioridad para la paciente era la necrectomía total de los tejidos desvitalizados planteando en todo momento la cobertura precoz de las estructuras con colgajos, pero no fue posible por las múltiples alteraciones del ritmo cardíaco y la inestabilidad hemodinámica que presentó intraoperatoriamente. Entendemos que la magnitud de la quemadura de la extremidad superior izquierda se debió a que el

punto de entrada de la corriente fue la mano izquierda. La duración prolongada del contacto, debido a que la contracción muscular tetánica del tono flexor de la mano y el antebrazo es mayor que la del extensor, provocó que la paciente se quedara enganchada a la fuente eléctrica.

Respecto a la extremidad principalmente afectada, el daño tisular a simple vista no se correlacionaba con la destrucción total vista en la exploración quirúrgica. Tratándose de quemaduras eléctricas de alto voltaje adquiere gran importancia el concepto de masa quemada respecto a la SCT. En una serie publicada de 59 pacientes con quemaduras de alto voltaje, la extensión de las quemaduras visibles no mostró correlación con otras complicaciones o secuelas (4). El pedículo neurovascular del brazo, incluyendo la arteria braquial y los nervios mediano y cubital, estaban afectados en nuestra paciente (Fig. 3). La quemadura se extendía desde la axila hasta la región supraclavicular ipsilateral, requiriendo 3 desbridamientos quirúrgicos para lograr la necrectomía completa. En el tercer desbridamiento de la extremidad llevamos a cabo, junto con el Servicio de Traumatología, una amputación escápulo-humeral parcial anclando el tercio medio de la clavícula a la escápula. En este tipo de quemaduras las amputaciones de extremidades son muy frecuentes (8). El principal objetivo de la amputación es obtener un muñón estable totalmente cubierto. El nivel de amputación lo delimita la extensión de la lesión y la intención de crear un muñón suficientemente largo para permitir la colocación de una prótesis.

En nuestro caso descartamos la utilización de los tejidos de la extremidad superior izquierda con fines reparadores por estar totalmente necrosados; sin embargo, en casos más leves, y dada la naturaleza irregular de la lesión, es posible usar la pieza de amputación como banco de tejidos autólogos (piel, hueso).

Respecto a las lesiones cefálicas existen varios factores a tener en cuenta para su correcto abordaje: el tamaño,

la profundidad y la localización del defecto en el cuero cabelludo, la presencia o ausencia de periostio, la calidad de los tejidos circundantes, la presencia o ausencia de cabello, la localización de la línea de implantación del pelo y las comorbilidades que presente el paciente. La meta ideal, por tanto, es cubrir el defecto con piel de similares características (tejidos pilosos de vecindad) para evitar la desecación del hueso expuesto, el secuestro o la infección (9).

Los métodos tradicionales planteaban la reparación espontánea de la escara con curas tópicas seguida de la trepanación de la tabla externa, con la consiguiente granulación e injerto del defecto. La técnica actual más aceptada es la de aportar precozmente un colgajo bien vascularizado tras el desbridamiento, para maximizar la regeneración ósea (10,11). No obstante, está descrita la posibilidad de sufrir un secuestro óseo posteriormente (12).

Existen diferentes opciones terapéuticas locales/regionales para los defectos de cobertura parietales, considerando que los tejidos adyacentes son una buena área dadora de colgajos locales por la movilidad que les confiere la fascia parieto-temporal subyacente. Para defectos pequeños (menores de 2 cm²), están descritos cierres directos o plastias locales. Para defectos moderados (de 2 a 25 cm²), los colgajos de rotación-avance o los colgajos bilobulados. Para defectos grandes (mayores de 25 cm²), la expansión tisular o los colgajos bipediculados fronto-occipitales, con el inconveniente de injertar la zona donante (9). Una vez agotadas estas opciones, se debe recurrir a los colgajos libres (10).

Nosotros optamos por realizar un colgajo bipediculado fronto-occipital a los 25 días del accidente, dado que el estado inestable de la paciente y otras prioridades vitales no nos permitieron abordar la cobertura cefálica en un primer tiempo (13). Cabe decir que en el primer desbridamiento craneal fuimos muy cautelosos y selectivos con la necrectomía, que solo afectó a la tabla externa (Fig. 4). Ante la imposibilidad de realizar un colgajo en ese mismo tiempo, colocamos un dispositivo de terapia de presión negativa con la intención de estimular la viabilidad de ese hueso, o al menos estacionar su situación, a fin de evitar así la progresión de la necrosis (14). En las curas posteriores no observamos tejido de granulación o viabilidad de la tabla externa o el diploe, progresando la necrosis hasta que resultó en una ventana ósea de espesor total. Creemos que el aporte de un colgajo en ese momento hubiese evitado la progresión de la necrosis (11).

Por último, señalar que la corrección quirúrgica de los defectos craneales persigue 2 objetivos principales: la protección del cerebro y el lograr un resultado estético y funcional satisfactorio. El diseño asistido por ordenador (Fig. 9) y el modelado de materiales craneoplásticos han mejorado la adaptabilidad exacta del implante al defecto óseo, el resultado estético y funcional, y han disminuido los tiempos quirúrgicos y la necesidad de tomar injertos óseos.

El PEEK (polieteretercetona) es un material biocompatible, seguro, ligero, resistente y que se puede retirar en caso de infección, se puede reesterilizar y volver a colocar. No produce artefactos en las pruebas radiológicas, por lo que el seguimiento neurológico mediante pruebas de imagen es posible, lo cual resultaba imperativo en nuestra paciente (15).

Es de vital importancia el control periódico de estos pacientes mediante exploraciones neurológicas y oftálmicas por las complicaciones que pueden llegar a presentar. En particular en este caso, seguiremos muy de cerca las posibles alteraciones pulmonares y cardíacas dadas las características y localización de las lesiones iniciales.

Conclusiones

Las quemaduras eléctricas por alta tensión producen un gran daño tisular. Con frecuencia se asocian a amputaciones y afectación de otros órganos/sistemas diferentes a la piel, lo que las distingue de las quemaduras térmicas convencionales. Después de la resucitación inicial y estabilización del paciente, el tratamiento de las quemaduras constituye la siguiente prioridad. La tendencia actual más aceptada en el abordaje de los grandes defectos tisulares ocasionados por las lesiones por electricidad con paso de corriente incluye un desbridamiento selectivo y precoz, seguido de una cobertura con tejido autólogo bien vascularizado. Una buena planificación quirúrgica siguiendo este principio permite la regeneración de tejidos lesionados, pero viables.

Debemos intentar tratar los defectos del cuero cabelludo, siempre que sea posible, con colgajos de tejidos adyacentes de similares características. Los colgajos libres representan la siguiente opción reconstructiva.

Es necesario realizar estudios que demuestren la utilidad de la terapia de presión negativa en este tipo de lesiones. En nuestro caso, no ha supuesto un beneficio para la paciente.

La aplicación de nuevos materiales como el PEEK (polieteretercetona), con gran biocompatibilidad y que no crea artefactos en las pruebas radiológicas, supone una alternativa a la reconstrucción con tejido autólogo.

Dirección del autor

Dr. Ramón Tarragona Fernández
Servicio de Cirugía Plástica, Reparadora y Grandes Quemados
Hospital Universitario Cruces
Plaza de Cruces s/n.
48903, Barakaldo, Vizcaya, España
Correo electrónico: ramontarragona@gmail.com

Bibliografía

1. **Herndon DH.:** Total Burn Care, 3ª edición. Ed. Saunders Elsevier. Philadelphia. Caps 39 y 40, Pp. 513-529.
2. **Pinto DS., Clardy PF.:** Environmental and weapon-related electrical injuries. Up to Date(http://www.uptodate.com/contents/environmental-and-weapon-related-electrical-injuries?source=search_result&search=environmental+electrical+injuries&selectedTitle=1~112)
3. **Lee RC, Zhang D, Hannig J.:** Biophysical injury mechanisms in electrical shock trauma. *Annu Rev Biomed Eng.* 2000;2:477-509.
4. **Ferreiro I, Meléndez J, Regalado J, Béjar FJ, Gabilondo FJ.:** Factors influencing sequelae of high tension electrical injuries. *Burns* 1998;24:649-653.
5. **Guerrero-Torbay, R.; Palacios-Martínez, J.; Salamea-Molina, P.; Gilbert-Orús, M.; Chiquito-Freile, MT.:** Análisis de la casuística de 5 años en la Unidad de Quemados del Hospital Luis Vernaza, Guayaquil, Ecuador. *Cir. plást. iberolatinoam.* 2014;40(1),107-113.
6. **Zhu ZX., Zhang YT., Liu XY., Wang TJ., Wang Y.:** Urgent repair of electrical injuries: analysis of 40 case. *Acta Chirurgiae Plasticae* 1990; 32(3):142-151.
7. **Saint-Cyr, M., Daigle, JP.:** Early free tissue transfer for extremity reconstruction following high-voltage electrical burn injuries. *J. of Rec. Microsurg.* 2008;24(4):259-266.
8. **Tarim A., Ezer A.:** Electrical burn is still a major risk factor for amputation. *Burns* 2013;39(2):354-357.
9. **Leon-Villapalos J., Dziewulsky P.:** Principles of burn reconstruction: face, scalp and neck. Up to Date (http://www.uptodate.com/contents/principles-of-burn-reconstruction-face-scalp-and-neck?source=search_result&search=principles+of+burn+reconstruction%3A+face%2C+scalp&selectedTitle=1~150)
10. **Pereira, N., Léniz, P., Enríquez, E., Mangelsdorff, G., Piñeros, B. y Calderón, W.:** Experiencia en el tratamiento de quemaduras de cuero cabelludo. *Cir. plást. iberolatinoam.* 2013; 39(1):61-65.
11. **Fried M., Rosenberg B., Tuchman I., Ben-Hur N., Yardeni P., Sternberg N., Golan J.:** Electrical burn injury of the scalp-bone regrowth following application of latissimus dorsi free flap to the area. *Burns* 1991; 17(4):338-339.
12. **Gumus, N., Coban YK., Reyhan M.:** Cranial bone sequestration after 3 years electrical burn. *Burns* 2006; 32(6):780-782.
13. **Dávalos Dávalos PA.; Dávila Jibaja LI.; Manzano Moscoso D.; Hidalgo Altamirano VA.:** Quemadura eléctrica, a propósito de un caso clínico quirúrgico. *Cir. plást. iberolatinoam.* 2009;35(3):233-236.
14. **Kamolz LP, Andel H., Haslik W., Winter W., Meissl G., Frey M.:** Use of subatmospheric pressure therapy to prevent burn wound progression in human: first experiences. *Burns* 2004; 30(3):253-258.
15. **González de Santiago MA., Chaurand Lara J., Sandoval IB.:** Reconstrucción craneal con implante personalizado. *Rev. Esp. Cirug. Oral y Maxilofac.* 2011; 33(1): 40-44.