

Vol. 8 N° 1 • enero - junio 2018



ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EVOLUCIÓN Y COMPLICACIONES EN QUEMADURAS ELÉCTRICAS E ÍGNEAS.

(Comparative study of the evolution and complications in electrical and igneous burns)

¹Fernando Guzmán, ²César Oliveros

¹Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. Servicio de Cirugía Plástica del Hospital Universitario de Maracaibo

²Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
ferguztoro1@gmail.com

RESUMEN

Se comparó la evolución y complicaciones en quemaduras eléctricas e ígneas en pacientes atendidos en un hospital universitario de la ciudad de Maracaibo. La investigación fue de tipo descriptivo, exploratorio, realizada con un diseño longitudinal, prospectivo, que incluyó un total de 50 pacientes quemados, 25 pacientes con quemaduras eléctricas y 25 por quemaduras ígneas que se utilizaron como control ingresados en el Servicio de Cirugía Plástica, Reconstructiva y Maxilofacial entre 01 de enero de 2015 al 30 de junio de 2017. El porcentaje de superficie corporal quemada en los pacientes con quemaduras eléctricas fue de 15,32 +/- 10,63% y en los pacientes con quemaduras ígneas de 23,72 +/- 16,29%, con una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos ($p: 0,017 < 0,05$). Al evaluar las complicaciones en los pacientes con quemaduras eléctricas e ígneas, se observó un mayor número de complicaciones en los pacientes con quemaduras eléctricas, con un total de 12 complicaciones en pacientes con quemaduras eléctricas y tres complicaciones en los pacientes con quemaduras ígneas ($p: 0,0037 < 0,05$). Las quemaduras eléctricas al compararla con las quemaduras ígneas se asocian a una mayor morbilidad, y es necesaria una vigilancia estricta en estos pacientes.

Palabras clave: quemaduras, eléctricas, ígneas, complicaciones, superficie.

ABSTRACT

The evolution and complications of electric and igneous burns were compared in patients treated at a university hospital in the city of Maracaibo. The investigation was descriptive, exploratory, made with a longitudinal, prospective design, that included a total of 50 burned patients, 25 patients with electrical burns and 25 with igneous burns that were used like control entered in the Surgery, Reconstructive and Maxillofacial Service of the University Hospital from Maracaibo between 01 of January from 2015 to the 30 of June of 2017. The percentage of burned corporal surface in the patients with electrical burns was of 15, 32 +/- 10, 63% and in the patients with igneous burns of 23, 72 +/- 16, 29%, with a statistically significant difference between both groups ($p: 0,017 < 0,05$). When evaluating the complications in the patients with electrical and igneous burns, were observed a greater number of complications in the patients with electrical burns, with a total of 12 complications in patients with electrical burns and 3 complications in patients with igneous burns ($p: 0.0037 < 0.05$). The electrical complications when comparing it with the igneous burns are accompanied by a greater morbidity, and is necessary a strict monitoring in the patients who present these injuries. Electrical burns, when compared to igneous burns, are associated with increased morbidity, and strict monitoring is necessary in these patients.

Keywords: burns, electrical, igneous, complications, surface.

INTRODUCCIÓN

La piel es fundamental en la preservación de la homeostasis de fluidos, la termoregulación, la protección contra infecciones, funciones metabólicas, que son afectadas como consecuencia de lesiones térmicas producidas por accidentes de trabajo, intentos suicidas, lesiones asociadas a enfermedades mentales, accidentes en el hogar, e incluyen quemaduras por fogonazos y llamas, por líquidos calientes o escaldaduras, quemaduras por contacto, quemaduras por productos químicos y quemaduras eléctricas.

Byron *et al.* (1984) señalaron que las quemaduras por fogonazos y llamas representan aproximadamente la mitad de los ingresos en las unidades de quemados, e incluyen lesiones producidas por explosiones de gas natural, propano, gasolina y otros líquidos inflamables.

Las quemaduras por contacto son producidas por diferentes materiales que incluyen: metales, plástico, vidrio, y se caracterizan porque suelen ser lesiones limitadas pero profundas. Las quemaduras eléctricas se caracterizan por lesiones térmicas producidas por un calor de alta intensidad, que transforma a la persona afectada en una resistencia accidental que producen severas lesiones que afectan a la piel y a tejidos más profundos, que se caracterizan por una elevada morbilidad y mortalidad. En los últimos años se evidencia un incremento de estas lesiones, como consecuencia del auge de industrias, comercios y demás actividades vinculadas con la industria de la construcción. Al respecto Arnoldo *et al.* (2004) y Bracho *et al.* (2006) observaron que la mayoría de los pacientes realizaban actividades formales e informales relacionadas con la electricidad.

Las quemaduras por electricidad, se caracterizan por la presencia de diferentes manifestaciones agudas y crónicas, que no están presentes en las otras variedades de quemaduras; sin embargo, entre las complicaciones más severas que se suelen presentar en los pacientes, destacan la presencia del síndrome compartimental caracterizado porque el músculo inflamado y edematizado dentro de la fascia que lo recubre, determina un aumento en la presión del compartimiento con un compromiso del flujo sanguíneo muscular, que clínicamente se manifiesta por disminución o pérdida de los pulsos, y que en algunos pacientes pueden evolucionar a una isquemia del miembro afectado.

Una de las complicaciones que se presenta en

el paciente con quemaduras eléctricas es la rabdomiólisis, y que puede ser responsable de complicaciones como acidosis metabólica y desbalance en los electrolitos que incluyen: hipercalcemia, hipernatremia, hipocalcemia, arritmias, choque hipovolémico, coagulación intravascular diseminada, e insuficiencia renal, como consecuencia de la liberación de mioglobina y hemoglobina por el daño muscular. Esto determina la presencia de orinas coloreadas y un incremento de las concentraciones séricas de creatinina quinasa que se vincula con la magnitud y severidad de la lesión, tal como como observaron Kopp *et al.* (2004).

La intensidad de la quemadura eléctrica está determinada por el voltaje que incluyen quemaduras de bajo voltaje menor a 1000 voltios y quemadura de alto voltaje por encima de 1000 voltios, la corriente (amperaje), el tipo de corriente (alterna o continua), el recorrido del flujo de corriente, la duración del contacto, la resistencia en el punto de contacto y la susceptibilidad individual.

Las complicaciones precoces de una lesión eléctrica incluyen: renales, infecciosas, cardíacas, neurológicas y oculares. La insuficiencia renal y la sepsis son prevenibles mediante la reposición adecuada y la eliminación rápida del tejido necrótico, mientras que el daño cardíaco se reconoce y se trata en el momento del ingreso. Arnoldo *et al.* (2004) en un estudio de veinte años donde se evaluó a 700 pacientes con quemaduras eléctricas, evidenciaron que las complicaciones más frecuentes incluyeron las amputaciones de miembros en 95 pacientes, necrosis muscular en 69 pacientes, arritmias en 38 pacientes, insuficiencia renal en siete pacientes, y neurológicas en 21 pacientes.

En la región zuliana los casos por quemaduras eléctricas e ígneas son frecuentes, sin embargo se requieren estudios que permitan recabar información sobre el grado de incidencia, así como las posibles complicaciones en los pacientes afectados. El objetivo de este trabajo es comparar la evolución y complicaciones en quemaduras eléctricas e ígneas en pacientes atendidos en el hospital universitario de la ciudad de Maracaibo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación es de tipo descriptivo, exploratorio, realizada con un diseño longitudinal, prospectivo, que incluyó un total de cincuenta pacientes quemados, 25 pacientes con quemaduras eléctricas y 25 con quemaduras ígneas quienes se

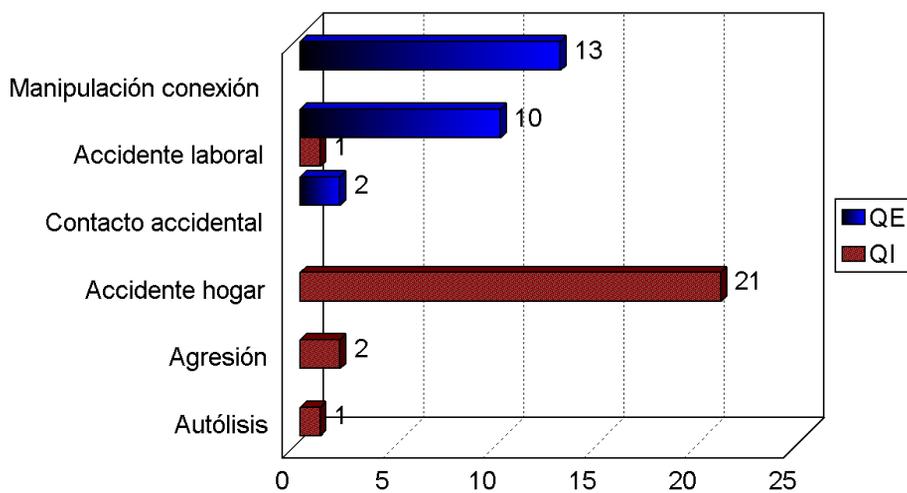
utilizaron como control, ingresados en el Servicio de Cirugía Plástica, Reconstructiva y Maxilofacial del Hospital Universitario de Maracaibo entre 01 de enero de 2015 al 30 de junio de 2017. Se evaluaron en los pacientes incorporados al estudio: actividad desempeñada al momento de la quemadura, porcentaje de superficie corporal quemada, localización de la quemadura, lesiones asociadas, tratamiento, hallazgos quirúrgicos, evolución trans y post-operatoria. Se utilizó la estadística descriptiva inferencial para comparar los dos grupos de estudios; las variables continuas se presentaron como media más o menos desviación estándar, y las variables discretas como cifras absolutas y porcentajes. Los pacientes de ambos grupos se analizaron con la prueba t de Student para analizar las variables continuas mediante el programa Statistica. Se estableció la significancia estadística en ($p < 0,05$), con intervalos de confianza del 95%.

RESULTADOS

La edad promedio de los 25 pacientes con quemaduras eléctricas fue de $35,90 \pm 13,73$ y correspondieron al sexo masculino. La edad promedio de los 25 pacientes con quemaduras ígneas fue $34,30 \pm 11,80$ correspondiendo 22 pacientes al sexo masculino (92%) y tres al femenino (12%).

Diez pacientes con quemaduras eléctricas (40%) realizaban actividades laborales en la industria de la construcción, 13 (52%) manipulación de cableado eléctrico en tomas ilegales, y dos (8%) presentaron un contacto accidental. Un paciente se encontraba en la parte trasera de un vehículo de transporte descubierto y otro presentó un contacto accidental mientras realizaba labores agrícolas. En los pacientes con quemaduras ígneas 21 (84%) la sufrieron durante accidentes en el hogar, dos (8%) por agresión, uno (2%) debido a un intento suicida, y uno (2%) en un accidente laboral (Fig.1).

Figura 1. Distribución de los pacientes con quemaduras eléctricas e ígneas según actividad desarrollada al momento del accidente.



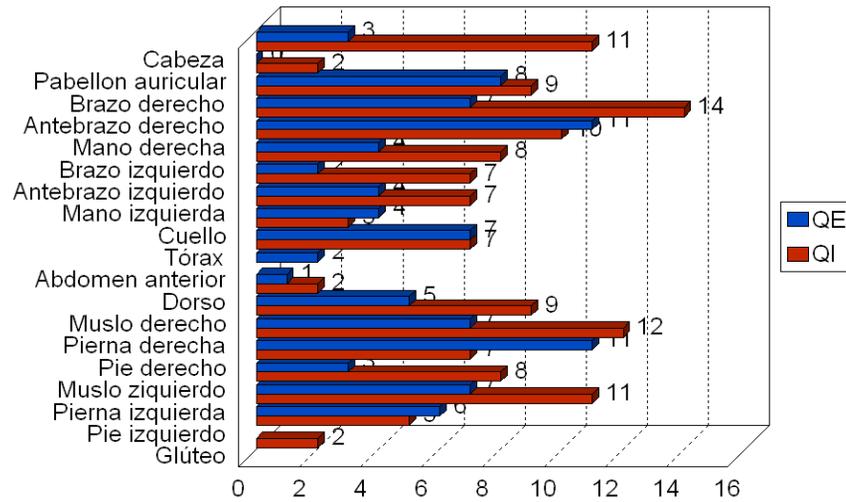
Fuente: Los autores (2018)

Al comparar pacientes con quemaduras eléctricas e ígneas se evidenció que las quemaduras relacionadas con actividades laborales, fueron más frecuentes que las quemaduras eléctricas. El porcentaje de superficie corporal quemada en los pacientes con quemaduras eléctricas fue $15,32 \pm 10,63$ y en quemaduras ígneas de $23,72 \pm 16,29$ ($p: 0,017 < 0,05$). En el caso de las quemaduras eléctricas se presentaron 20 pacientes (80%) con quemaduras producidas por alto voltaje y cinco

(20%) por bajo voltaje.

En la Figura 2 se muestra la distribución de las quemaduras eléctricas e ígneas según el área corporal. La cabeza y la cara fueron afectadas con quemaduras eléctricas en tres pacientes (12%), mientras que con las ígneas en 11 (44%) ($p: 0,011 < 0,05$). Solo se observó daño al pabellón auricular en dos pacientes (8%) con quemaduras ígneas ($p: 0,14 > 0,05$).

Figura 2. Distribución de los pacientes con quemaduras eléctricas según la localización de las quemaduras.



Fuente: Los autores (2018)

La afectación de los pacientes en los miembros superiores e inferiores, según las quemaduras eléctricas e ígneas respectivamente fue la siguiente: brazo derecho: ocho (32%) y nueve (36%) ($p: 0,76 > 0,05$), mano derecha: 11 (44%) y 10 (40%) ($p: 0,77 > 0,05$). Brazo izquierdo: cuatro (16%) y ocho (32%), antebrazo izquierdo: dos con quemaduras eléctricas (8%), antebrazo derecho: siete (28%) con quemaduras ígneas ($p: 0,06 > 0,05$), mano izquierda: cuatro (16%) y siete (28%) ($p: 0,30 > 0,05$). Muslo derecho: cinco (20%) y nueve ($p: 0,20 > 0,05$), pierna derecha: siete (28%) y 12 (48%), pie derecho: 11 (44%) y siete (28%), muslo izquierdo: tres (12%) y ocho (32%), pierna izquierda: siete (28%) y 11 (44%), pie izquierdo: seis (24%) y cinco (20%). El glúteo solo fue afectado en dos pacientes con quemaduras ígneas (8%).

En el tórax y dorso se observó la siguiente distribución: tórax: siete pacientes (28%) con ambas quemaduras ($0,75 > 0,05$). Abdomen anterior: dos (8%) y cuatro (16%) ($p: 0,63 > 0,63$), dorso: uno (4%) y dos (8%) ($p: 0,65 > 0,05$) con quemaduras eléctricas e ígneas respectivamente.

Los siguientes valores sanguíneos se encontraron en pacientes con quemaduras eléctricas e ígneas respectivamente: hemoglobina: 13,04 +/- 1,47

y 11,95 +/- 2,13 ($p: 0,023 < 0,05$), hematocrito: 42,01 +/- 4,24% y 36,97% ($p: 0,0029 < 0,05$), leucocitos: 24629 cel/mm^3 y 14149 +/- 6469 ($p: 0,010 < 0,05$), porcentaje de segmentados: 74,17% +/- 29,08 y 74,86% +/- 13,82 ($p: 0,46 > 0,05$), concentraciones de glicemia 146,5 mg/dl +/- 48,88 mg/dl y 108,18 mg/dl +/- 25,02 ($p: 0,003 < 0,05$), concentraciones de creatinina de 0,98 +/- 0,24 mg/dl y 0,77 +/- 0,20 ($p: 0,0055 < 0,05$). En los pacientes con quemaduras eléctricas, el valor promedio de la CPK MB total fue 315,53 +/- 271,12 y el de troponina I 0,0307 +/- 0,088.

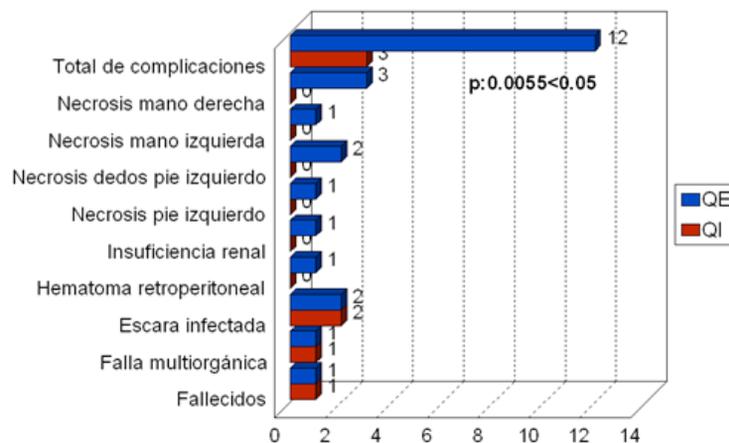
Se observó un mayor número de complicaciones en los pacientes con quemaduras eléctricas (12) que en las ígneas (3) ($p: 0,0037 < 0,05$): necrosis: tres en mano derecha (12%), uno en mano izquierda (4%), dos en dedos del pie izquierdo (8%), uno en pie izquierdo (4%). Insuficiencia renal con hemodiálisis: uno (4%), hematoma retroperitoneal que requirió la parotomía: uno (4%), falla multiorgánica: uno (4%). En pacientes con quemaduras ígneas se obtuvo: con escara infectada multirresistente a la antibioticoterapia: dos (8%), falla multiorgánica: uno (4%). Se registró un fallecimiento (4%) tanto en el grupo con quemaduras eléctricas como en las ígneas (Figs. 3 y 4).

Figura 3. Amputación de la mano en un paciente con quemadura eléctrica.



Fuente: Los autores (2018)

Figura 4. Complicaciones presentes en los pacientes con quemaduras eléctricas e ígneas



Fuente: Los autores (2018)

DISCUSIÓN

Este estudio se evidencia una mayor morbilidad en las quemaduras eléctricas que en las ígneas, que incluyen complicaciones como: isquemia y necrosis en extremidades que ameritaron la amputación del miembro afectado.

El espectro clínico en las quemaduras es variado debido a las múltiples variables involucradas que incluyen: agente etiológico, localización de las quemaduras, porcentaje de superficie corporal quemada, profundidad de las quemaduras, voltaje, tipo de corriente, y trayecto en las quemaduras eléctricas.

Handschin *et al.* (2009) compararon 68 pacientes con quemaduras eléctricas y 68 con quemaduras ígneas, y entre los principales hallazgos destacan: a. Las quemaduras eléctricas producidas por descargas de alta tensión se asociaron a una ele-

vada morbilidad y mortalidad, b. las complicaciones observadas en las quemaduras eléctricas evidencian un patrón diferente en comparación con las quemaduras ígneas, con una incidencia variable de amputaciones entre 11 a 49,4%, c. la destrucción de tejidos profundos que incluyen vasos sanguíneos, nervios, músculos, determinan una mayor frecuencia de complicaciones infecciosas y amputaciones en comparación con las quemaduras ígneas.

En las quemaduras eléctricas a diferencia de las quemaduras por fuego, se producen con mayor frecuencia, lesiones en vasos sanguíneos, nervios periféricos, médula espinal, corazón, debido a que la resistencia tisular es tan pequeña que el cuerpo funciona como un conductor.

Salehi *et al.* (2014) estudio 202 pacientes con quemaduras eléctricas observando que más del

52% de los pacientes realizaban al momento de la descarga eléctrica actividades vinculadas con la construcción e incluyeron albañiles, plomeros, electricistas. En los pacientes evaluados en el Hospital Universitario de Maracaibo, el 40% de los pacientes presentaron la quemadura eléctrica mientras realizaban actividades laborales en la construcción y 52% durante la manipulación de cableado eléctrico en tomas ilegales. En pacientes con quemaduras ígneas, el 84% de los mismos la presentaron durante accidentes en el hogar, y sólo un paciente (2%) se relacionó con un accidente laboral.

Una de las características de las quemaduras eléctricas es que no existe una correlación entre la superficie corporal quemada y la severidad del daño ocasionado por la misma. Esto debido a que en esta variedad de quemaduras, se suelen afectar los tejidos en profundidad, y al compararlas con las ígneas, el porcentaje de superficie corporal quemada fue mayor en las ígneas con una diferencia estadísticamente significativa ($p:0,017 < 0,05$). No obstante, la severidad del daño producido y las complicaciones, fueron más graves en las quemaduras eléctricas.

Las extremidades superiores fueron las áreas anatómicas más frecuentes afectadas en las quemaduras eléctricas; sin embargo, no se observó una diferencia estadísticamente significativa en la localización de las quemaduras con relación a las quemaduras ígneas ($p > 0,05\%$).

Al comparar las alteraciones en los exámenes de laboratorio, en los pacientes con quemaduras eléctricas y con quemaduras ígneas, se observaron cifras de hemoglobina y hematocrito más bajas en los pacientes con quemaduras ígneas, y concentraciones de leucocitos, glicemia y de creatinina más elevadas en los pacientes con quemaduras eléctricas con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

En las quemaduras eléctricas el daño tisular se relaciona con la generación de calor debido a la resistencia de varios tejidos que incluyen: piel, hueso, vasos sanguíneos, nervios, y se conoce como el nombre de efecto joule. Como consecuencia de la alta resistencia de la piel, el daño inmediato como enfatizan Ogilvie y Panthaki (2008), ocurre en el sitio de contacto con la superficie de la piel, caracterizado porque la generación de calor es mayor.

La corriente eléctrica produce en las membranas celulares según Lee *et al.* (2000), un proceso que se conoce como electroporación como conse-

cuencia del campo eléctrico generado por la electricidad, que ocasiona cambios en el potencial de membrana, con formación de poros que son responsables de un edema intracelular. La electricidad también es responsable de cambios en la estructura de las proteínas, que ocasionan su desnaturalización y alteraciones en su funcionamiento.

Una de las características de las quemaduras eléctricas, es una mayor morbilidad en los pacientes con estas quemaduras, en comparación con aquellos que sufren las ígneas. En la serie de pacientes evaluados en el Hospital Universitario de Maracaibo, se presentaron un total de 12 complicaciones en los pacientes con quemaduras eléctricas y tres complicaciones en los pacientes con quemaduras ígneas, con una diferencia estadísticamente significativa ($p: 0,0037 < 0,05$).

Una de las complicaciones que suele presentarse en los pacientes con quemaduras es el síndrome compartimental, y la terapéutica incluye la descompresión del compartimiento, con la finalidad de mejorar la perfusión de la extremidad, debido a que el retraso en el diagnóstico, es responsable de necrosis tisular y compromiso neurovascular que puede ocasionar la amputación del miembro afectado, tal como lo indicaron Soto *et al.* (2013) quienes mostraron una afectación en el 5,6% de los pacientes con quemaduras eléctricas. Vierhapper *et al.* (2011) en 56 pacientes evaluados, realizaron amputaciones en 15 pacientes con quemaduras eléctricas (26,8%), y en pacientes con signos clínicos de síndrome compartimental (56%), el procedimiento quirúrgico realizado fue la fasciotomía.

La presión intracompartimental puede ser medida antes y posterior a la fasciotomía, con la finalidad establecer si la descompresión fue adecuada. En las quemaduras producidas por alto voltaje, el tiempo sugerido para la descompresión quirúrgica es controversial, no obstante, es recomendable una descompresión temprana debido a que permite una prevención de la isquemia y la necrosis; sin embargo, como enfatizan Arnoldo *et al.* (2006) se requiere un período adecuado de observación, con la finalidad de evitar descompresiones innecesarias.

Una de las características de los pacientes con quemaduras eléctricas, es que generalmente son quemaduras de tercer grado, y en estas circunstancias, la escara asociada a la quemadura produce un efecto compresivo, que limita el drenaje venoso y se acompaña de estasis, con un aumento de la

presión intracompartimental que puede en ocasiones superar los 30 mmHg, situación que se traduce en un mayor edema, que genera como consecuencia dicho un incremento.

En los pacientes con quemaduras eléctricas que presenten como sintomatología: dolor muscular intenso, fiebre, elevación de las cifras de creatinina, orinas coloreadas, presencia de mioglobina en orina con proteinuria, es importante descartar la presencia de una insuficiencia renal asociada a rabdomiólisis. La obstrucción intratubular producida por la mioglobina puede ocasionar daño renal agudo por la deposición de mioglobina, y el daño renal asociado a la presencia de la rabdomiólisis, incrementa las concentraciones de creatinina, de potasio en el suero, acidosis metabólica por elevación del sulfato y del fosfato, e hipocalcemia por la precipitación del carbonato de calcio en los tejidos dañados.

Bhavsar *et al.* (2013) realizaron una investigación en 50 pacientes con quemaduras eléctricas con el objetivo de establecer una relación entre insuficiencia renal asociada a rabdomiólisis, y observaron que las concentraciones séricas de creatinina quinasa, creatinina y mioglobina en orina son los factores más importantes en la predicción de insuficiencia renal asociada a rabdomiólisis. La insuficiencia renal como complicación se presentó en un paciente con quemadura eléctrica quien ameritó hemodiálisis (4%).

CONCLUSIONES

Las quemaduras eléctricas se relacionan principalmente con accidentes laborales. Los pacientes con quemaduras eléctricas presentan una mayor frecuencia de complicaciones y de una mayor severidad en comparación con las quemaduras ígneas. Unas de las complicaciones que se acompañan de una mayor frecuencia de complicaciones funcionales, es el síndrome compartimental debido a que los pacientes presentan complicaciones severas en miembros superiores e inferiores.

LITERATURA CITADA

- Arnoldo B., Klein M., Gibran N. (2006). Practice guidelines for the management of electrical injuries. *J Burn Care Res.* Jul-Aug; 27(4):439-47.
- Arnoldo B., Purdue G., Kowalske K., Helm P., Burris A., Hunt J. (2004). Electrical injuries: a 20-year review. *J Burn Care Rehabil.* 25:479-484.
- Bhavsar P., Rathod K., Rathod D., Chamania C. (2013). Utility of serum creatinine, creatine kinase and urinary myoglobin in detecting acute renal failure due to rhabdomyolysis in trauma and electrical burns patients. *Indian J Surg.*; 75(1):17-21.
- Bracho J., Pineda G., de Boscán T., Soto R., Soto L., Ortigoza J., Villasmil J., Vargas D. (2006). Incidencia de quemaduras eléctricas y secuelas funcionales discapacitantes en el año 2005. *Cir PlastReconst Venez.* 2006; 8(2):64-66.
- Byrom R., Word E., Tewksbury Ch., Edlich R. (1984). Epidemiology of flame injuries. *Burns.* 11: 1-10.
- Handschin A., Vetter S., Jung F., Guggenheim M., Künzi W., Giovanoli P. (2009). A Case-Matched Controlled Study on High-Voltage. Electrical Injuries vs Thermal Burns. *Burn Care Rehabil.* 30:400-407.
- Kopp J., Loos B., Spilker G., Horch R. (2004). Correlation between serum creatinine kinase levels and extent of muscle damage in electrical burns. *Burns.* 30:680-683.
- Lee R., Zhang D., Hannig J. (2000). Biophysical injury mechanisms in electrical shock trauma. *Annu Rev Biomed Eng.* 2:477-509.
- Nichter L., Bryant C., Kenney J., Morgan R., Tribble C., Rodeheaver G., Edlich R. (1984). Injuries due to commercial electric current. *J Burn Care Rehabil.*; 5:124-137.
- Ogilvie M., Panthaki Z. (2008). Electrical burns of the upper extremity in the pediatric population. *J Craniofac Surg.* 19(4):1040-1046.
- Salehi S., Fatemi M., Asadi K., Shoar S., Ghazarian A., Samim R. (2014). Electrical injury in construction workers: A special focus on injury with electrical power. *Burns.* 40: 300-304.
- Soto C., Alborno C., Peña V., Arriagada C., Hurtado J., Villegas J. (2013). Prognostic factors for amputation in severe burn patients. *Burns.* 39: 126-129.
- Vierhapper M., Lumenta D., Beck H., Keck M., Kamolz L., Frey M. (2011). Electrical injury: a long-term analysis with review of regional differences. *Ann Plast Surg.* Jan; 66(1):43-6.