

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE POSGRADO
MEDICINA LEGAL**

Trabajo Final Integrador para la Obtención de la Especialidad en Medicina
Legal

**“INFLUENCIA DE LA SEVERIDAD DE LAS
LESIONES PRODUCIDAS POR LA CORRIENTE
ELECTRICA EN LA REINSERCIÓN SOCIAL Y
LABORAL DE LOS DAMNIFICADOS”**

Autor: LEONARDO GABRIEL ABRAHAM

Directora de Tesis: PROF. ELENA DE CARRERA

- Año 2018 -

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a la memoria del:

Dr. JUAN CARLOS ABRAHAM (1927 – 2006)

Doctor en Medicina (U.N.R.)

Maestro del arte de la medicina y de la vida.



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer y mencionar por la ayuda brindada para la confección, coordinación de este trabajo:

* Al Doctor Pascual Pimpinella y su equipo de docentes de la Cátedra de Medicina Legal de la FCM, por el desarrollo del Postgrado y los excelentes colaboradores de la FCJS en el dictado de clases.

* A la Profesora Elena de Carrera y su equipo de Bioestadísticas, por la conducción, diseño, consejos para el desarrollo del tema y asesoramiento moral continuo e incesante.

* A la Arquitecta Virginia Abraham por su colaboración en algunos cuadros del presente trabajo.

* A los integrantes del Departamento de Estadísticas del Hospital Vera Candiotti de Santa Fe, Sr. Darío Centurión y Sr. Diego Vega por su colaboración en la recopilación de datos y diseño del trabajo.

* A Nancy y Juan Carlos, esté último en el corazón, por su apoyo constante en la formación profesional y personal.

* A Martín y María Alejandra, por su paciencia eterna

ÍNDICE GENERAL

Paginas

Índice	IV
Resumen	V
Objetivos	VII
Justificación	VIII
Introducción	1
Principios elementales de la Electricidad.....	3
Ley de Ohm.....	6
Fisiopatología de los mecanismos de acción y efectos en El organismo.....	9
Etiología de las lesiones producidas por la electricidad.....	11
Mecanismo de lesiones:.....	13
Efectos Locales.....	15
Efectos Generales.....	19
Lesiones por el uso de armas eléctricas y dispositivos de defensa.....	23
Materiales y métodos	27
Resultados	29
Conclusión	46
Referencia bibliográficas	47
Anexo 1 Cuestionario.....	50
Anexo 2 Caso demostrativo que representa una excepción a la regla.....	52

RESUMEN

El presente trabajo busca evaluar el impacto de la severidad de las lesiones producidas por corriente eléctrica en la reinserción social y laboral de las personas damnificadas. Se reconoce los principios generales y particulares de la electricidad y las principales lesiones que puede sufrir el cuerpo humano por el paso a través del cuerpo. Se reflejó, a través de una encuesta cualitativa, el presente estudio transversal, descriptivo y retrospectivo, tabulándose los datos con programa Excel y reflejándose con distintos gráficos los resultados del mismo.

Se estudiaron 17 pacientes que consultaron en el Hospital de Rehabilitación Vera Candiotti de Santa Fe, 12 masculinos y 5 mujeres, en un rango etario de 8-53 años ($X=25$); con lesiones desde hormigueos hasta la pérdida de miembros o incapacidad severa de los mismos, 59% lesiones leves y 41% con lesiones graves o gravísimas (utilizando la clasificación de lesiones provista por el código penal Argentino). El 90% de los casos ocurrieron en tareas domésticas y de recreación; requiriendo los casos graves amputaciones en un 80% de los mismos; siendo afectados en su vida cotidiana y de trabajo, impidiéndoles retornar a sus tareas habituales, viéndose la necesidad de una rehabilitación física y emocional, para permitir recategorización y reubicación en casos muy específicos.

ABSTRACT

The present work seeks to evaluate the impact of the severity of the injuries produced by electric current in the social and labor reintegration of the affected people. It recognizes the general and particular principles of electricity and the main injuries that the human body can suffer by passing through the body. It was reflected, through a qualitative survey, the present cross-sectional, descriptive and retrospective study, tabulating the data with Excel program and reflecting with different graphs the results of the same.

We studied 17 patients who consulted at the Vera Candiotti Rehabilitation Hospital of Santa Fe, 12 male and 5 female, in a range of 8-53 years ($X = 25$); with injuries from tingling to loss of limbs or severe disability of the same, 59% minor injuries and 41% with serious or very serious injuries (using the classification of injuries provided by the Argentine Penal Code). 90% of the cases occurred in domestic and recreational tasks;

requiring serious cases amputations in 80% of them; being affected in their daily life and work, preventing them from returning to their usual tasks, seeing the need for physical and emotional rehabilitation, to allow recategorization and relocation in very specific cases.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Reconocer el impacto de las lesiones por electricidad que interesan el cuerpo humano, en la posterior vida social, laboral y de relación del individuo afectado.

Objetivos específicos

- Reconocer los principios generales de la electricidad.
- Reconocer las posibles fuentes de contacto con dicha corriente.
- Tomar conocimiento de las lesiones locales y generales producidas por la electricidad en el cuerpo humano.
- Reconocer y cuantificar el impacto laboral de las secuelas de lesiones por electricidad en la persona damnificada.

JUSTIFICACIÓN

En la medicina diaria de urgencias y específicamente en la medicina forense, es muy frecuente la presentación de paciente con lesiones agudas y crónicas, evidenciadas como secuelas, del paso de la electricidad por distintos sectores del cuerpo. Más allá de los posibles óbitos consecuentes, existe una serie de lesiones que van desde un rango de una simple parestesia hasta quemaduras severas de grado 3 y que pueden determinar una secuela invalidante, requiriendo una rehabilitación adecuada, hasta un equipamiento de tipo protésico para los miembros, cirugías reconstructivas y ortopédicas.

La preocupación por los accidentes eléctricos proviene desde el mismo momento en que se descubre el manejo de la citada energía. Tal es así, que en el Siglo 19, Domingo Faustino Sarmiento, en su obra literaria *Facundo*, haciendo referencia a las costumbres y creencias del hombre común del campo, el gaucho, relata los mitos y miedos que aquellos personajes sentían, ante las descargas de la naturaleza, *“Preguntadle al Gaucho, a quien matan con preferencia los rayos y os introducirá en un mundo de idealizaciones morales y religiosas, mezcladas de hechos naturales pero mal comprendidos, de tradiciones supersticiosas y groseras.....”*

Tanto sea corriente atmosférica como industrial, el factor sorpresa es determinante, porque el individuo se descuida ante esta fuente de peligro debido al desconocimiento, algunos, y por el exceso de confianza en trabajadores del rubro.

Ante esta situación precedente, existen varias circunstancias que podrían que reflejan lo antedicho y que podrían ser prevenidas, para evitar estas secuelas de las que vamos a tratar en el presente escrito.

Bonhorquez Sánchez, en su monografía publicada en 2017 hace referencia a estas situaciones de los trabajadores del rubro de la electricidad, catalogándola como *situaciones conflictivas* y las divide de la siguiente manera:

1) ¿Quién iba a imaginarse? Cuando los trabajadores de la electricidad trabajan en un sistema de varias fases y por descuido, olvidan cortar una de ellas. El trabajador confiado, procede a su trabajo y recibe la descarga eléctrica.

- 2) Ayudante desaprensivo y sin criterio y operador confiado: Cuando operadores trabajan en líneas de tensión de distintos transformadores y por error conecta el cable que no debía, mientras el primer trabajador está operando sobre la línea.
- 3) Cómo regresa la corriente si estaba desconectada: situación frecuente en el trabajo con cables de tendido aéreo relacionados con cables subterráneos.
- 4) Distancia de seguridad: depende de comprender las distancias mínimas en relación con el valor de la tensión con la que se trabaja.
- 5) Conexión de líneas alternativas: la conexión de un generador provisorio, cuando la energía ha sido cortada para el trabajo sobre las mismas.
- 6) Incendio en disyuntores: puede provocarse por el salto de aceite inflamado que se halla dentro del mismo, lesionando a los operarios.
- 7) Cuando se posponen los trabajos y se olvida en que situaciones estaban el día previo: suele suceder en trabajadores de la electricidad cuando dejan para otra situación el trabajo a medio terminar y no recuerdan como lo habían dejado previamente.

Existen situaciones hogareñas, domésticas que también pueden representar un conflicto con el tendido eléctrico en el cual los niños serían los más afectados.

En varios casos, el cuerpo humano actúa como un conductor del flujo eléctrico, tomando contacto con manos u otros sectores corporales, y consecuentemente, los pies, al contactar con la tierra, permiten el cierre del campo eléctrico determinando la *Electrocución*.

Existe un amplio abanico de lesiones residuales del paso de la corriente eléctrica, que van desde una simple sensación de tipo de irritación neural sensitivo motora, hasta la necrosis amplia de un sector corporal, que en algunos casos pueden determinar la pérdida del mismo y sus consecuencias. Esta última circunstancia es la que más nos preocupa y nos interesa reconocer.

Es fundamental la difusión y el estudio de estos casos, para que la población tome conciencia de las lesiones a fin de poder prevenir estos accidentes, en su mayoría domésticos, y de forma colateral, disminuir la incapacidad remanente para el damnificado, evitar una rehabilitación extendida, y de forma secundaria, pero primordialmente, permitir el retorno a sus tareas habituales y sociales, sin incapacidades o al menos la menor posible, para poder disminuir gasto para la salud pública, para la empresa donde desarrolla sus tareas y para la familia, evitando erogaciones y adaptaciones que alteran la rutina.

El presente estudio tiene como base la importancia del reconocimiento de las secuelas provocadas por la electricidad, los posibles tratamientos y la incidencia de las mismas en el retorno a la actividad laboral y la reinserción social, reconociendo el impacto que ellas provocan en el futuro del damnificado, su grupo familiar y laboral.

INTRODUCCIÓN

El paso de la corriente eléctrica por el organismo puede determinar diversos tipos de lesiones, incluidos el fallecimiento de la persona, que recibe el nombre de *electrocución*, cuando se produce como consecuencia de la energía industrial; y *fulguración*, cuando se debe a la energía atmosférica.

Este último tipo de accidente, depende más del ambiente de trabajo, de la zona geográfica que habita la persona lesionada con respecto a la energía industrial, que se debe más al uso doméstico y de fábricas.

El uso de la energía eléctrica ha tenido un crecimiento sostenido, desde 1880 en adelante, con el brillante descubrimiento. Con la misma medida, han aumentado las lesiones producidas por la electricidad.

Las muertes por electrocución son inusuales, y generalmente se deben a accidentes causados por aparatos eléctricos defectuosos, o por descuido o mal uso de los mismos. También la curiosidad de los niños, en el ambiente doméstico y el mal estado de los cables, provocan ésta lesiones en el ámbito pediátrico, no ausente de importancia médico legal.

Existen otras causas de electrocución, de importancia forense, como la homicida, la suicida y el ajusticiamiento, pero no son tan frecuentes como las accidentales. En la República Argentina no está contemplada la pena de muerte, por lo tanto, seguramente no se encontrarán casos judiciales.

Las variedades de lesiones y efectos en el cuerpo humano son diversas en cuanto a forma y extensión, que van desde una simple descarga con su correspondiente cosquilleo hasta lesiones que pueden revertir el carácter letal, como las arritmias, las lesiones de centros neurológicos de control autonómico. Otras modalidades de lesiones son las secundarias a un choque eléctrico, como caídas de altura, asfixia por sumersión, quemaduras de distinta intensidad y pérdida de los miembros en forma instantánea, etc.

Vale la pena hacer un poco de historia que han llevado a los grandes estudiosos en el tema a profundizar sus conocimientos. (Balthazard, V, 1947) en el libro *Manual de Medicina Legal* Salvat Editores, en su capítulo sobre Semiología de las lesiones traumáticas y específicamente, accidentes ocasionados por la electricidad, hace historia refiriendo que en 1887, por ejemplo, d'Ansonval investigando sobre corrientes continuas y

alternas notó la inhibición del sistema nerviosos en la causa de muerte. Tatum, en 1890, creyó, contrariamente, que la muerte se producía por acción directa sobre el corazón que determinaba su parálisis. Prevost y Batelli estudiaron minuciosamente el accionar de la electricidad sobre los animales, observando así que para corrientes alternas con frecuencia habitual, o sean las inferiores a 120 voltios, la muerte se debía a un paro cardíaco con fibrilaciones. Para las corrientes con tensión alta, entre 1200 y 5000 voltios, la respiración se detenía primero por efectos inhibitorios sobre los centros nerviosos, mientras el corazón se mantenía latiendo durante cierto tiempo. En la corriente intermedia, 120 a 1200 voltios, ambos mecanismos obraban simultáneamente.

En la actualidad, las lesiones por electricidad representan aproximadamente 5000 consultas por año en emergencias y 1000 muertes anuales en los EE UU. Estos pacientes son un reto especial, tanto para los profesionales que se desempeñan en la emergencia, como para los médicos legistas y forenses, debido a su gran espectro de lesiones que se extiende desde quemaduras hasta arritmias, pasando por lesiones de la médula espinal.

La mitad de las lesiones ocurren en el ámbito laboral, lo que lleva a litigios por negligencias o por pedidos de compensación por parte del trabajador. Las lesiones de alto voltaje tienen mayor potencial de consecuencias legales porque ocurren usualmente en trabajadores jóvenes con mayor capacidad laboral. (Czuczman, A, 2009).

PRINCIPIOS ELEMENTALES DE ELECTRICIDAD

La electricidad (palabra derivada del término griego *elektron*, cuyo significado es ámbar) es la propiedad fundamental de la materia que se manifiesta por la atracción o repulsión entre sus partes, originada por la existencia de electrones, con carga negativa, o protones, con carga positiva y que puede manifestarse en reposo, como electricidad estática, o en movimiento, como corriente eléctrica, y que da lugar a luz, calor, campos magnéticos, etc,

Como lo afirma el profesor José A. Patitó en su tratado de Medicina Legal del año 2003, “*La Corriente eléctrica consiste en un flujo de electrones que atraviesa un material conductor uniendo dos sitios de diferente concentración eléctrica (diferencia de potencial), dirigiéndose desde el punto de mayor concentración (polo positivo) hacia el de menor concentración (polo negativo)*”.

Existen dos tipos de fuentes generadoras de electricidad en forma principal:

-**Atmosférica**: en generada en forma natural, debido a descargas y transferencias de electrones en forma meteorológica. Está principalmente ejemplificada a través del *rayo*, que se trata de una descarga eléctrica de alto voltaje, pasajera, cuya velocidad es del orden del kilómetro. La mayoría van de una nube a la otra y pocos de la nube hacia la tierra. Esta última es golpeada a razón de 100 rayos por segundo, o sea 8 millones de rayos al día.(Navarro Escayola, E, 2012)

-**Industrial**: producida en Usinas, derivadas de la velocidad de los vientos, en los campos eólicos, como existen en provincias de la región Patagónica en la República Argentina, la energía hidroeléctrica producida en represas, como el Chocón- Cerros Colorados en Neuquén, o Salto Grande en Entre Ríos y también Yacyretá en el Norte de la Provincia de Corrientes, en la Mesopotamia Argentina. Estas contribuyen como fuente para el uso de electrodomésticos, maquinaria de tipo industrial y también para el sistema de transporte eléctrico, como algunos trenes y trolley bus, menos frecuente en nuestro país,

donde todavía el uso de los combustibles derivados de los fósiles, se mantienen al tope del uso y del mercado.

El **tipo de corriente eléctrica** puede ser, de acuerdo a sentido que toman los electrones:

-Alterna: AC (Alternating current), donde la magnitud y la dirección de la corriente varían en forma cíclica.

-Directa: DC (Direct current), el sentido de flujo de cargas no cambia con el tiempo. (Bardales, 2013).

El flujo de los electrones no es uniforme en un sentido, tiene *fases*. Este se dirige en forma oscilante una vez en un sentido y luego en otro, resultando fase positiva y fase negativa. Esta oscilación forma un *ciclo* y la cantidad de ciclos por segundo determinan una *frecuencia* que se va intervalando para determinar un *periodo*. Este período en la República Argentina está normatizado en 50/segundo. (Patitó, 2003).

La corriente alterna es la más utilizada en domicilios y en empresas. Ésta supera las limitaciones de la corriente continua, pues es más eficiente en distribución de energía a gran escala, y es fácil de transformar.

A pesar de sus ventajas industriales y domésticas, es más peligrosa para el ser vivo por la superposición de la frecuencia al ritmo nervioso y circulatorio. Causa muertes con menos amperaje y es más probable que genere arritmias cardíacas. También genera espasmo muscular y la persona no puede despegarse del conductor.

La corriente continua actúa en el cuerpo humano por calentamiento, aunque puede ocasionar un efecto electrolítico en el organismo que puede generar riesgo de embolia o muerte por electrólisis de la sangre.

En la corriente alterna, la frecuencia es un factor importante, las altas frecuencias son menos peligrosas que las bajas, llegando a ser prácticamente inofensivas para valores superiores a 100.000 Hz (produciendo sólo efectos de calentamiento sin ninguna influencia nerviosa), mientras que para 10.000 Hz la peligrosidad es similar a la corriente

continua. Las corrientes alternas entre 39 y 150 ciclos por segundo tienen la mayor letalidad.

La corriente eléctrica tiene propiedades físicas o magnitudes que hay que recordar (Patitó, 2003):

1) **Intensidad:** definida como cantidad de electricidad que atraviesa un conductor, o sea, el caudal de dicha corriente. El flujo de electrones, o la corriente, se mide en **amperios (A)**, cantidad de corriente que pasa en un segundo. En Argentina es de 110 a 220 miliamperios.

2) **La diferencia de potencial:** o también llamada tensión, es la diferencia de concentración de electricidad que existe en dos puntos de un conductor, que se mide en **voltios (V)**. También llamado fuerza electromotriz. En Argentina 220 voltios.

Para la evaluación se las divide en corriente de:

-Baja tensión: hasta 120 voltios.

-Media tensión: entre 120 y 1200 voltios.

-Alta tensión: entre 1200 y 5000 voltios.

-Tensión de abastecimiento: 5000 a 150000 voltios.

-Mega-distribución: Mayor de 150.000 voltios.

3) **La resistencia:** es la oposición que ofrece un conductor al paso de la corriente eléctrica. Se mide en ohmios. Esto se opone a Conductividad, que se mide en mho o Siemens.

4) **La potencia eléctrica:** la fuerza eléctrica que representa el trabajo en una unidad de tiempo. Se mide en Watts.

Estas propiedades citadas previamente se ven relacionadas con una fórmula denominada:

Ley de Ohm:

Se demuestra la relación existente entre las magnitudes anteriormente mencionadas y detalladas.

$$\text{Amperios} = \text{voltios} / \text{ohmios} \quad (I = V / R)$$

En términos prácticos, Intensidad significa la cantidad de corriente, la cual se mide en amperios (A), actúa proporcionalmente directo al voltaje de la fuente productora e inversamente proporcional a la resistencia del material.

Esto también se aplica en el cuerpo humano, con sus distintos componentes, cuando es sometido al paso de la electricidad.

Significa que la cantidad del flujo de corriente (A), o sea el paso de la corriente eléctrica a través de un conductor genera calor, y este es inversamente proporcional a la resistencia que el conductor le opone, directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (I) y al tiempo durante el cual pasa por el conductor (T).

Ley de Joule:

Establece que, al circular corriente eléctrica por un conductor, la energía que posee esa corriente se transforma en calor, esto sería, energía térmica. (Patitó, 2003).

$$Q = I^2 R \times T$$

Donde Q es la cantidad de calor, I es la intensidad, R es la resistencia y T el tiempo.

El calor es un gran determinante de lesiones en el organismo humano por el paso de la corriente eléctrica.

Efecto Joule: todo pasaje de una corriente eléctrica por un conductor genera calor (efecto electrotérmico), gran responsable de algunas lesiones en el cuerpo humano.

Factores que influyen en el tipo y extensión de la lesión producida por la corriente eléctrica:

-Tiempo de exposición:

Los efectos y las lesiones que provocan en el organismo el paso de la corriente eléctrica dependen del tiempo y duración del contacto con ella.

-La ruta de la corriente:

El camino es muy importante para determinar el tipo de resultado o lesión en la víctima, cuando pasa por el corazón o el cerebro aumenta las probabilidades de desenlace fatal. La corriente pasa por el punto más cercano a la tierra y las rutas más habituales se presentan de mano a pie o de mano a mano.

Si bien sigue el camino más corto posible, lo hace a través del que menor resistencia encuentre, que generalmente ocurre a través de la sangre y llega al corazón y romboencefalo.

Al encontrar la ruta, la vía vertical es más peligrosa porque compromete más órganos vitales como el corazón, SNC, músculos respiratorios y, en caso de embarazo, puede tomar también feto y útero. Cuando es horizontal, pasa de una mano a la otra, evita el cerebro pero puede ser fatal por otros motivos, como pasar por el corazón, músculos respiratorios o médula espinal. Figura 1.

Cuando pasa por las partes inferiores del cuerpo puede causar lesiones graves sin ser fatales.

Recorrido de la corriente eléctrica por el cuerpo humano.



Figura 1: Ruta de la corriente a través del cuerpo humano.

-Factores individuales:

S. Jellinek, que ha estudiado mucho sobre lesiones producidas por la electricidad, relató sobre la importancia de la personalidad biológica del electrocutado, explicando por qué en algunas personas, a iguales circunstancias, se producen distintos tipos de lesiones, mencionando:

-Factores predisponentes: ciertas circunstancias favorecerían los accidentes eléctricos, como insolaciones, sed, fatiga, emociones, etc.

-Factores psíquicos en cuanto a la importancia de la atención o preparación psíquica para la corriente, como ocurre en algunos trabajadores del rubro eléctrico.

Para que una corriente eléctrica pase a través del cuerpo de un circuito tiene que ser completo.

Fisiopatología de los mecanismos de acción y efectos en el organismo:

El **amperaje** es muy importante en lo relacionado con la electrocución y posibles lesiones en el organismo, está relacionado con la tensión y la resistencia a través de la Ley de Ohm.

Una persona expuesta a 40 mA puede perder su conciencia y la muerte puede suceder en varios segundos después de exposición a una corriente de más de 50-80 mA.

Por lo citado previamente, la corriente de un amperio que pasa a través del organismo podría ser suficiente para provocar lesiones tipo quemadura de grandes proporciones.

Los efectos son directamente proporcionales al aumento del amperaje, como se puede graficar de la siguiente tabla:

Tabla 1: Relación intensidad de corriente y efecto el cuerpo humano

0.5 a 1 mA; Umbral de percepción
16 mA; Corriente puede ser comprendida y liberarse de ella
16-20 mA; Parálisis muscular
20-50 mA; Parálisis Respiratoria
50-100 mA; Fibrilación ventricular
> 2000 mA; Paro cardiaco

El Voltaje es la capacidad física que tiene un circuito eléctrico, debido a que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor, esto quiere decir, que el voltio conduce la energía eléctrica con mayor o menor potencia, debido a que el voltaje es el mecanismo eléctrico entre los dos cuerpos, basándose a que si los dos puntos establecen un contacto de flujo de electrones puede suceder una transferencia de energía de ambos puntos, porque los electrones son cargas negativas y son atraídas por protones con carga positiva, pero además los electrones son rechazados entre sí por tener la misma carga.

Se le atribuye muestra a voltajes bajos, menores de 1000V, alta tensión, mayores de 1000V o los efectos atmosféricos en la fulguración. La mayoría de las muertes ocurren entre 100-380V, o sea la electricidad doméstica e industrial. A menores voltajes, es rara la muerte, aunque puede ocurrir con situaciones especiales.

La resistencia se explica como la dificultad que pone un tejido o materia al paso de los electrones y su corriente eléctrica. En cuanto a los tejidos del organismo van de mayor a menor resistencia, como se detalla:

- 1) Tejido óseo.
- 2) Tejido graso.
- 3) Tendones.
- 4) Piel Seca.
- 5) Piel Mojada.
- 6) Músculos.
- 7) Tejido nervioso.

Por lo anteriormente expresado, la exposición a diferentes partes del cuerpo al mismo voltaje genera diferentes corrientes (amperaje). La resistencia interna se estima en 500 a 1000 ohmios.

La piel es de una resistencia intermedia y depende mucho de su estado, grosor, humedad, etc. Las mucosas ofrecen menor resistencia.

Los vasos sanguíneos y los nervios, son las vías preferidas por la electricidad debido a su menor resistencia, debido a que los vasos tienen alto contenido en agua y los nervios están diseñados para conducir.

Siempre la electricidad discurre por donde halle menor resistencia y en un camino más corto. Los tejidos internos actúan como una sola resistencia y no como un conjunto de múltiples resistencias.

Etiología de las lesiones producidas por la electricidad (Famá, 2015):

Según la intencionalidad o el propósito existente, o la falta de los mismos, se puede distinguir a estas lesiones de la siguiente forma:

- 1) **Accidentales:** se trata de la causa más frecuente, tanto en domicilio como en el trabajo, en accidentes de la vía pública, durante precipitaciones.
- 2) **Suicida:** es una forma muy rara, pues se ve más frecuentemente en quienes tienen alterada su psiquis, requiriendo una detallada y minuciosa preparación.
- 3) **Jurídica:** se vio en países como los EEUU, en siglo 19 y 20, manteniéndose en algunos escasos estados, donde la inyección letal lo había superado.
- 4) **Lúdica:** como lo llamó Pellegrini, “maniobras ipsativas”, buscando algún tipo de placer sexual a través del pasaje de la corriente eléctrica por los órganos genitales, viéndose en algunos casos, determinado por alguna falla en el sistema previamente preparado. Está muy bien detallado en dos casos por Bonnet, E, 1980, donde demostró gráficamente la construcción de un sistema diseñado por una persona, en el cual para satisfacer su instinto sexual, realizó un circuito especial de contacto con sus órganos genitales y la mucosa bucal, pero por una falla en dicho circuito, finalizó con electrocución.
- 5) **Homicidas:** muy poco probable el uso de la electricidad con fines de provocar la muerte de una persona. En ocasiones, la literatura y el cine nos muestran un tipo de asesinato que consiste en arrojar al agua de una bañera en la que la víctima está tendida, un secador de pelo y otro aparato eléctrico. En la película francesa *Monsieur Verdoux*, Charles Chaplin asesina varias esposas no muy jóvenes invitándolas a sentarse en un banco de alta tensión. (Verezele, M, 1995).

PATOGENIA DE LAS LESIONES PRODUCIDAS EN EL CUERPO

La acción de la corriente eléctrica es altamente compleja sobre el organismo humano; en ella se pueden reconocer efectos térmicos, mecánicos, químicos, etc. No siempre separables, ni identificables en la víctima, según consta en escritos del libro Medicina Legal y Toxicología. 6ta Edición de Gisbert Calabuig, 2004.

El tipo de lesión resultante de la energía atmosférica, está determinada por la corriente continua, siendo de una intensidad mucho mayor, pero de menor exposición que en casos de electrocución con corriente alterna.

Para apreciar mejor la diferencia entre los tipos de lesiones entre fulguración y electrocución, lo observaremos en la siguiente tabla (Navarro Escayola, E, 2012).

Quedan demostradas las diferencias entre el voltaje, intensidad, duración, tipo de corriente, trayectoria y tipo de trauma.

Tabla 2: Comparación entre Electricidad industrial y atmosférica

Factor	Electricidad	Rayo
Voltaje	110-70.000	30-200millones
Intensidad	<1000	200.000
Duración	prolongada	instantánea
Tipo Corriente	continua o alterna	continua
Trayecto	interna	externa
Trauma	contractura	explosión

MECANISMO DE LAS LESIONES:

Navarro Escayola, en 2012 encontró y detalló 5 mecanismos de lesión cuando se halla implicada la electricidad atmosférica:

-Golpe directo: Acción directa del rayo sobre la superficie corporal. La corriente fluye por los orificios naturales al interior del cuerpo, determinando trastornos oculares, auditivos.

-Contacto por salpicadura o lateral: el rayo golpea un objeto y este salpica una o varias víctimas. O bien la corriente saltará de un objeto a la víctima o de una persona a la otra. (PHTLS, 2012).

-Contacto: La persona está en contacto directo con un objeto que es alcanzado de forma directa.

-Flash por cercanía: la corriente salta de su trayecto a una persona cercana.

-Corriente por tierra: Propagación radial de la corriente por la tierra.

-Onda explosiva: Producida por rayos similares a los detritos por electrocución, pero con una enorme intensidad y tensión de la corriente producida.

Las variedades de contacto permiten distinguir las siguientes formas en electricidad industrial:

-El contacto con un solo polo con derivación de la corriente. Esto sucede cuando la víctima toca el conductor y a través de su cuerpo la corriente deriva hacia la tierra, en la que se produce la descarga.

-El contacto bipolar o por “cortocircuito” En este caso el cuerpo de la víctima no está en contacto con la tierra pero se conecta a su vez entre dos conductores.

-El contacto a distancia o por “arco eléctrico” o “arco voltaico”. La fuente de contacto no está en contacto con el cuerpo de la víctima, sino que en un momento determinado se establece un conductor que la transporta formándose un arco voltaico. Esto

ocurre cuando la tensión es muy elevada y la distancia entre el conductor y la víctima es reducida.

Efecto de “quedarse o no pegado” al conductor de electricidad: Let-go phenomenon.

Un factor que marca una larga diferencia en la lesión sostenida en pasaje de bajo voltaje es la imposibilidad de soltarse del conductor eléctrico (let-go). La cantidad de corriente en un brazo que podría causar que la mano involuntariamente se cierre fuertemente es referido como quedarse pegado. Las personas adultas se pueden soltar del conductor cuando la corriente es menor a 6 mA; pero a 22mA, más del 99% de los adultos no pueden soltarse del mismo. Todos los casos que se recopilan en la literatura son ligados a la corriente alterna, quien estimula los nervios y músculos, resultando en una contracción sostenida de los mismos tanto como el contacto se mantenga. El efecto del calor es más intenso en la zona afectada cuanto más dura el contacto y la imposibilidad de despegarse también.

Cuando existe un contacto con alto voltaje, la persona puede ser estimulada para un contacto violento o bien ser despedido del mismo. Depende en este caso la posición de la mano en relación con el conductor eléctrico (Fish, R *et. al*, 2009).

Adriana Correa Arango y col, en 2005, describieron, en la Guía Básica de Atención médica prehospitalaria, de Colombia, cinco mecanismos de lesión por el paso de la electricidad en el organismo:

- 1) La Corriente en su paso produce tetania muscular o arritmias que pueden producir la fibrilación ventricular o paro cardíaco primario (fulguración).
- 2) Destrucción tisular masiva, coagulación y necrosis por energía térmica.
- 3) Lesiones traumáticas por contracciones musculares violentas o proyección y caída de la víctima que sufre un politraumatismo asociado.
- 4) Destrucción de la membrana celular en su integridad y provocando edema y daño celular irreversible, conocido como electroporación.

Los efectos de la electricidad sobre el organismo pueden agruparse en términos generales, para poder diferenciarlos, aunque en varias situaciones se superponen, en efectos locales y generales, por mecanismo directo o indirecto.

1) **Efectos Locales:**

Son aquellos que se producen por el calor que desarrolla la corriente al pasar por el cuerpo vivo de una persona y animal. Debido al efecto Joule, el calor es mayor donde se ofrece mayor resistencia. Esto sucede en los puntos de entrada y salida del cuerpo. Si la superficie de entrada es grande, el ingreso puede ser imperceptible y debe buscarse con lupa, hasta puede existir la posibilidad de no hallarlo.

Tipos de lesiones locales:

a) **Provocados por mecanismo directo:**

1- **Lesión electro específica, de Jellineck:**

También llamada marca eléctrica.

Es la huella o impronta que se puede hallar en la piel o mucosas, en donde la corriente eléctrica hace su ingreso al cuerpo humano, la cual tiene características anatómicas e histopatológicas propias. Patitó, J (2003).

En determinadas ocasiones, esta marca reproduce la morfología del conductor o de la herramienta que la víctima sostenía o se hallaba en contacto corporal, por donde se realizó la descarga. (Gómez Durán et al, 2009).

En caso de hallarla, su color puede ser blanco amarillenta y su consistencia firme. Generalmente tiene ausencia de rubicundez e inflamación, determinando una lesión indolora. Su cicatrización es retráctil y los pelos pueden estar indemnes o retorcidos, de

tratarse de una zona tupidamente pilosa. Su profundidad es variable. (Gisbert Calabuig, 2006).

Pueden ser grandes, como la imagen que sigue, en la región escapular derecha del paciente, o a veces muy pequeña hasta imperceptible. Puede ser una lesión de tipo única o múltiple.

Si se toma detalle de la imagen 1, se puede descubrir que tiene una lesión grande y dos de menor tamaño. Este paciente requirió un proceso reconstructivo, con injerto libre de piel, previa preparación plástica de la zona afectada.



Imagen 1: Lesión electroespecífica de Jellineck.

2 - Quemadura eléctrica o efecto Joule.

Las quemaduras eléctricas constituyen un tipo único de lesión térmica. La lesión del tejido asociada con electricidad ocurre cuando dicha energía eléctrica se transforma en energía térmica o calor.

Las lesiones de quemadura térmica son dadas por el calentamiento de los tejidos.

La resistencia de la piel calienta los fluidos de los tejidos y produce vapor lo que determina la formación de ampollas. Cuando la corriente cesa, las ampollas se enfrían y colapsan, produciendo la lesión observable en la autopsia.

La marca de la ampolla tiene un techo gris o bordes blancos, un área de escaldado alrededor de ella, que es patognomónica de la quemadura eléctrica. Un borde hiperémico externo está presente.

Una electrocución fatal podría ocurrir sin lesiones en piel.

La anatomía patológica de estas lesiones nos muestra necrosis por coagulación térmica.



3- Metalización:

Se trata de otra lesión producida por mecanismo directo donde existe la fijación de micropartículas en epidermis, que solo pueden detectarse con la presencia de métodos químicos o histoquímicos.

4- Quemadura por chispas:

No hay contacto real, por tanto se trata de una lesión por mecanismo indirecto, pero la electricidad chispea en la piel a través de una estrecha zona de aire.

La temperatura es muy alta causa que la queratina se derrita sobre una pequeña área que forma una zona nodular generalmente cubierta por un color pardusco, llamada lesión por chispas. El área que rodea es blanquecina o pálida.

5- Quemadura por flash.

Está dado por un arco de corriente desde cables de alta tensión. Se trata de otra lesión indirecta. Todos los tipos de quemadura podrían ocurrir. La lesión típica es la de piel de cocodrilo. (Bardales, Rajesh. 2013).

6- Lesión por descarga a tierra o de salida.

Es un área comúnmente vista. La lesión por descarga a tierra tiene una apariencia agrietada o lacerada.

Las lesiones distribuidas en el cuerpo humano y su respectivo porcentual se pueden observar en la siguiente figura 2.

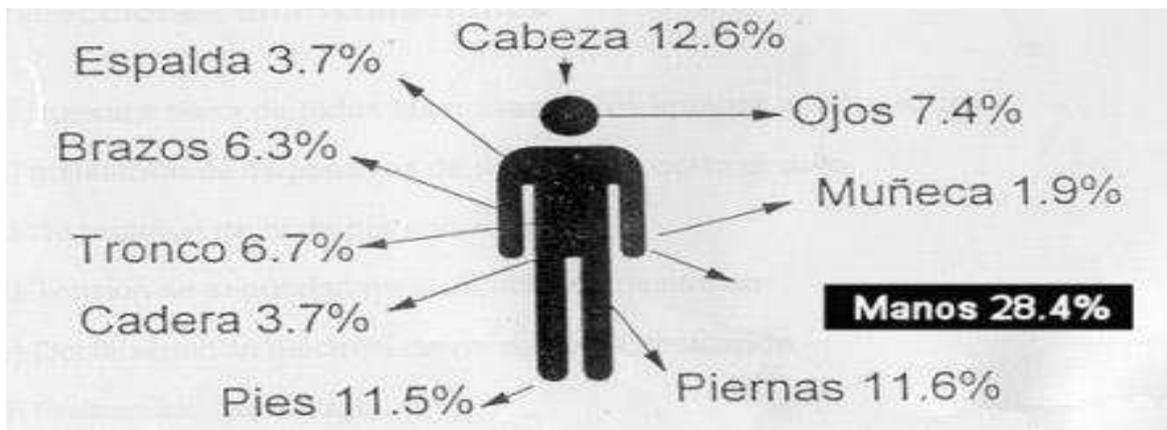


Figura 2: Distribución porcentual de accidentes eléctricos en el cuerpo humano (tomado de Ectuplanon line).

2) Efectos generales:

La lesión de los tejidos y efectos fisiológicos y su severidad, dependerán de la intensidad de la corriente eléctrica (determinado por el voltaje de la fuente y de la resistencia de la víctima), la vía que sigue la corriente a través del organismo y la duración del contacto con la fuente emisora o productora (Anastassios C y col, 2002) y también si la misma es continua o alterna.

Los accidentes eléctricos dejan secuelas tempranas o tardías, si hay supervivencia, de las cuales ellas mismas pueden derivar en una patología potencialmente mortal (Patitó, J, 2003).

En cuanto a la duración del paso de la corriente, es un factor de gran importancia. Si una descarga de gran voltaje despide rápidamente a la víctima, las lesiones son menores, a la inversa aumenta la gravedad de las mismas.

En cuanto al aislamiento de la víctima, es otro factor de consideración, porque cuando el contacto con la tierra es bueno y el paso con salida facilitada por la humedad del cuerpo, los efectos aumentan considerablemente.

El trayecto de la corriente ha sido ya citado.

Existen factores individuales de cada persona, que Jellinek lo afirma, explicando por qué en dos personas, una misma circunstancia accidental provocaría distintas lesiones, encontrando factores predisponentes llamados factores pre eléctricos, y los factores psíquicos, destacando la preparación psíquica y la atención que dispensa la persona en el momento del accidente. (Gisbet Calabuig, 2004).

Luego de las previas consideraciones podemos observar los siguientes posibles efectos generales:

1) Lesiones cefálicas: Quemaduras y daño neurológico en altos voltajes. El 6% puede desarrollar cataratas, uveítis, iridociclitis, hemorragia vítrea, atrofia óptica y coriorretinitis. Aumento de la posibilidad del desarrollo de glaucoma que la población general. (Correa Arango, 2005). Los ojos y los oídos se ven frecuentemente afectados cuando la descarga es atmosférica.

Las fracturas del cráneo y ruptura de la membrana timpánica en descarga atmosférica.

2) Lesiones cardíacas: la lesión causada por electricidad en el corazón podría afectarlo de dos maneras: por necrosis directa del miocardio o por arritmias cardíacas. La extensión y el daño del miocardio depende del voltaje y el tipo de corriente, siendo la corriente alterna y el bajo voltaje las más lesivas. (Anastasiuset. al, 2002). Las corrientes bajas se asocian a fibrilación ventricular y otras disritmias, mientras que los altos voltajes a la asistolia. El infarto agudo de miocardio es raro pero puede estar presente. Otras arritmias observadas son taquicardia sinusal, elevación transitoria del intervalo QT, inversión de la onda T, extrasístoles ventriculares, fibrilación auricular y bloqueos de ramas que están presentes en un 10 al 40 %. En el caso de óbitos, la fibrilación ventricular es la causa más común en electrocución y la asistolia en fulguración.

3) Lesiones viscerales: puede producirse paro respiratorio por una serie de mecanismos, como el paso de la corriente eléctrica por el cerebro induciendo la inhibición del centro respiratorio, por contracción tetánica del diafragma y músculos respiratorios, por parálisis prolongada de la musculatura respiratoria y por paro respiratorio que acompaña al cardíaco en F.A. y en asistolia. Este paro respiratorio puede durar minutos u horas, o ser definitivo. Existen otras causas de disfunción respiratoria asociada a

hemotórax, contusión pulmonar y lesión pulmonar grave en caídas. Puede ocurrir la quemadura de la vía respiratoria por efecto térmico y la inhalación de humo, especialmente en accidentes industriales (Anastassiou *et. al*, 2002).

Las lesiones de vísceras sólidas son raras y las huecas pueden presentar necrosis hemorrágicas. La lesión renal es la más importante. Si bien la lesión directa por electricidad es rara en este órgano, el riñón es muy susceptible a anoxia e isquemia que acompaña a lesiones severas por electricidad.

4) Lesiones del sistema nervioso central: Se afecta en un 70 % de los casos en lesiones eléctricas de forma leve. Lesiones de bajo voltaje raramente dejan secuelas, solo pérdida transitoria de conciencia. En el caso de un estado de coma prolongado (es un estado grave de pérdida de conciencia, que puede resultar de una gran variedad de condiciones) más de 10 minutos, puede sospecharse un deterioro permanente y un daño intracraneal severo con edema cerebral. En el caso de existir una lesión neurológica importante, lo más seriamente afectado es el centro respiratorio que determina un paro en la respiración.

Existen déficits como la ceguera, afasia o parálisis transitorias. La convulsión puede aparecer con posterioridad a lesiones de tipo directas o por hipoxia.

La complicación más rara es la trombosis del seno cerebral mayor.

En columna vertebral son frecuentes las fracturas. Existen lesiones posibles en médula espinal con dos patrones, agudo y transitorio y otro crónico permanente. En el caso de lesiones agudas, podemos encontrar una transección medular entre nivel cervical cuarto y octavo, por ocurrir un flujo de corriente de una mano hacia la otra. Dentro de las lesiones tardías, que pueden aparecer años después, se hallan tres cuadros típicos: parálisis ascendente, esclerosis lateral amiotrófica o mielitis transversa. (Correa Arango, 2005).

Pueden existir neuropatías periféricas, cambios humorales, ansiedad, pérdida de apetito y la libido, trastornos del sueño y dificultad de concentración entre otras. La psicosis y depresión son cuadros más raros de presentación.

5) Vasoespasmos o daño vascular general: Los vasos se ven afectados por su contenido acuoso y ser, de esa forma, excelentes conductores. La afectación depende del tamaño del vaso. Las arterias de gran tamaño no son tan afectadas por su rápido flujo que ayuda a la disipación de la corriente. Son susceptibles a la necrosis de la media, que determina probable formación de aneurismas secundarios y su consecuente ruptura. Puede

ocurrir en el trayecto vascular que afecta principalmente las extremidades, por ser vasos de menor tamaño, pudiendo determinar el compromiso de las mismas y su posterior amputación y pérdida de la capacidad funcional. Está determinado generalmente por trombosis y oclusión vascular que forma edemas y coágulos en la superficie interna del vaso durante un período de varios días. Este tipo de lesión es más severa en pequeñas ramas musculares donde el flujo se lentifica. (Correa Arango, 2005). Se pueden acompañar de un síndrome compartimental y su consecuente gravedad para el miembro afectado y para la economía del organismo.

6) Sistema esquelético: Se ven fracturas cuando existen contracturas severas o por caídas de altura. Son más comunes en miembros superiores y las lesiones vertebrales.

Resumen de lesiones potencialmente mortales:

- Arritmias cardíacas: La **Fibrilación ventricular** es la arritmia cardíaca más frecuente y más temida. Potencialmente es mortal, en caso de no recibir el tratamiento adecuado en el momento adecuado. Existen situaciones, que a pesar del tratamiento no revierte en ritmo sinusal. Con este ritmo, el corazón no puede funcionar como corresponde en su efecto de bomba, lesionando gravemente el cerebro y los tejidos nerviosos, al verse privados de la oxigenación correspondiente. Generalmente se produce cuando la duración del paso de la corriente es superior a 0.15 segundos, el 20% del ciclo cardíaco en un ser humano (0,75 segundos). (López Camacho, C, 2009).

Son lesiones producidas cuando el voltaje es inferior o igual a 120V.

- Tetania: La contracción de los músculos respiratorios impide la normal respiración. Esto provoca la muerte por asfixia mecánica al existir imposibilidad de la respiración. En casos más afortunados sólo queda un gran dolor por la contractura severa muscular.

Lesiones producidas cuando el voltaje se halla entre 120 y 1200V.

- Parálisis bulbo- respiratoria: Ocurre cuando el contacto es prolongado. Ocurre en situaciones donde la exposición fue entre 1200 y 5000V.

- Tetanización y contracción muscular generalizada: Anulación de la capacidad de reacción muscular. Se produce cuando la tensión supera los 10 mAmp. Determinado por voltajes superiores a 5000.

- Asfixia: Cuando se paraliza el diafragma con el paso de la corriente por el tórax.
- Convulsiones: Provoca la posible parálisis respiratoria, fracturas, lesiones asociadas y el efecto de quedarse pegados.

Gran parte de estas lesiones se infieren por el mecanismo lesiones, voltaje y desenlace fatal del paciente, casi imposible de objetivas muchas de ellas en una autopsia.

Lesiones por el uso de armas eléctricas y dispositivos de defensa

Se trata de un capítulo importante, debido al uso, en determinados países, de este tipo de dispositivos para el control de situaciones conflictivas, del cual no está desprovisto de consecuencias para el ser humano en quien se aplica y no tiene legislaciones claras en cuanto a su fabricación, comercialización y uso.

Como queda claro para las Ciencias Forenses, un arma es un elemento capaz de aumentar el potencial humano para atacar o defenderse.

Dentro de las armas eléctricas podemos considerar: (Aguilar Pallares, 2013).

-Dispositivos de descarga por contacto, o DDC, elementos que requieren el contacto con la persona en forma directa para producir la descarga citada. En este grupo se encuentra también el Escudo eléctrico.

-Dispositivos conductores de energía, o CED, que producen descarga eléctrica a distancia.

Tiene como elementos precursor a la picana eléctrica que fue desarrollada en 1930 para el control del ganado y que luego fue utilizada como elemento de presión y tortura en diversas situaciones.

Los efectos que producen en el ser humano dependen de las características de aparato generador de electricidad, de la persona que la utiliza y factores internos del cuerpo de la supuesta víctima del uso.

Como en toda descarga eléctrica, juegan un rol importante los aspectos físicos previamente mencionados en el desarrollo del tema:

- 1) Tensión y diferencias de potencia (voltaje).
- 2) Corriente e intensidad de la misma (amperaje).
- 3) Resistencia (ohmios).
- 4) Potencia eléctrica (watts).
- 5) Frecuencia (Hz).

Las armas eléctricas utilizan corriente alterna a pesar de tener una fuente de batería de tensión continua, (Aguilar Pallares, 2013).

En cuanto al funcionamiento, poseen electrodos donde se produce un arco eléctrico y que depende el tipo de armamento, debe ser asentado o apoyado sobre el cuerpo o bien pueden ser disparados los mismos para forma un circuito cuando ambos están en contacto con la persona. Tiene mucha importancia la distancia del disparo y la distancia que se hallan ubicados en el cuerpo de la víctima. Estos son eyectados de tal forma que el electrodo superior lo haga en forma recta y el inferior tenga una inclinación para clavarse en el objetivo. Son más efectivos cuanto más separados se hallen, tomando así más superficie corporal. La distancia óptima es de 2 a 3 metros, dependiendo del tipo de arma.

Lesiones y muertes provocadas por armas y dispositivos de control mediados por electricidad:

Al uso de este tipo de armas se le han atribuido muertes, muchas en custodia o en privación de la libertad. Se ha centrado las mismas en la utilización del arma mediante el uso de descargas múltiples o por descargas de larga duración. Existen factores de tipo secundarios como el estado de salud previo de la víctima, si la misma se hallaba sumergida en agua o en un medio inflamable, si provocó la caída de la misma con mala fortuna de traumatismo grave, y los factores relacionados con el estrés del forcejeo con fuerzas del orden.

Se agregan factores predisponentes como la edad, sexo, índice de masa corporal y la utilización de fármacos, consumo de alcohol y drogas no permitidas.

a) **Lesiones cutáneas:** El arma y sus electrodos deben penetrar en la piel para ser efectivas. Cuando ambos toman contacto, pueden dejar rastros como lesiones maculares eritematosas, redondeadas, puntuales y circunscriptas que pueden persistir dos horas. Se pueden encontrar mínimas quemaduras hasta carbonización dependiendo del tiempo de exposición. Histológicamente se puede hallar elongación nuclear de las células epidérmicas, homogeneización eosinófila del tejido subepidérmico e infiltración neutrófila precoz. (Grettchen Flores Sandí, 2016).

b) **Lesiones musculares:** Se producen como consecuencia de la tentanización sin necesidad de penetración cutánea. Se han realizado estudios hasta de laboratorio valorando la CPK, pero también se altera el valor de la misma cuando se produce un forcejeo sin el uso de la misma. (rabdomiólisis).

c) **Lesiones cardiovasculares:** Es una de las preocupaciones del uso de este tipo de armas, el desarrollo de arritmias cardíacas potencialmente mortales. Es conocido que para el desarrollo de una fibrilación ventricular se necesita el paso de 0.1 Amp aplicados durante 5 segundos. Esta situación es difícil de controlar en un episodio de choque con fuerzas de seguridad. Se ha encontrado, en personas monitorizadas, un aumento de la frecuencia cardíaca y cambios electrocardiográficos del segmento QT (intervalo electrocardiográfico existente entre la despolarización ventricular y la repolarización).

d) **Lesiones y efectos neuroendócrinos:** existe descara aumentada de catecolaminas y sus efectos en la economía sobre corazón, musculatura, sistema respiratorio, hiperkaliemia, acidosis, hiperglucemia y elevación de hematocrito. (Grettchen Flores Sandí, 2016).

e) **Lesiones varias:** las provocadas por las caídas, como fracturas, contusiones, heridas, lesiones tendinosas y traumatismo craneo encefálico. También se describieron cataratas, abortos en personas embarazadas blanco en el abdomen inferior y lesiones de lóbulo frontal por penetración de los electrodos.

Por tanto, el uso de armas eléctricas, no están desprovistas de riesgos.

El médico forense debe estar atento a todas las lesiones previamente citadas y, cuando es requerido en casos de muerte atribuidas a estos dispositivos, analizar

conjuntamente los factores de riesgo asociados para confirmar o descartar una verdadera relación de causa efecto. (Aguilar Pallares, A, 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

1) Estudio y revisión de las historias clínicas de los pacientes secueados por el paso de la corriente eléctrica, industrial o atmosférica, que fueron evaluados o atendidos en el Hospital de Rehabilitación Carlos M Vera Candiotti, desde Enero de 2007 hasta Enero de 2017.

2) Resultados de una encuesta abierta realizada a los pacientes afectados, donde se recaba información del tipo de accidente, las secuelas resultantes, sean invalidantes o no, y su readaptación a la actividad laboral, social y familiar.

3) Cámara fotográfica.

4) Computadora de escritorio y portátil. Programa Microsoft Office 2013 con el Word y la Hoja de Cálculos Excel 2013 para los gráficos de los datos obtenidos en la encuesta. Posteriormente el paso de la hoja de cálculos y tabulada.

Cabe recordar que en los gráficos de barra, la vertical representa la cantidad de pacientes de la muestra.

Metodología de estudio:

Se trata de un trabajo de tipo retrospectivo, transversal y descriptivo, en el cual, teniendo en cuenta los objetivos del mismo, se realizó una revisión de las historias clínicas de los pacientes lesionados por la electricidad asistidos en alguna etapa de su recuperación en el Hospital de Rehabilitación Carlos M Vera Candiotti entre 2007 y 2017 y una encuesta combinada de tipo cualitativa y cuantitativa (véase apéndice 1), donde se intenta abordar a la persona que ha sufrido el paso de la corriente eléctrica en su organismo, solicitándole recuerde las características de la fuente y el tipo de conductor con el cual sufrió su accidente, demostrar la presencia o ausencia de lesiones en el organismo, y determinar de qué manera ha influido en su vida social, de relación, familiar y en el ámbito laboral al momento de la encuesta y la proyección a futuros trabajos.

Límite de espacio

Recopilación de archivo de Historias Clínicas, del departamento de estadísticas, del Hospital Carlos M Vera Candiotti entre los años 2007 y 2017.

Universo de trabajo

Se tomaron todos los registros y datos correspondientes a las Historias Clínicas de pacientes secuestrados por el paso de la corriente eléctrica a través de su cuerpo, en el período citado, Enero 2007 a Diciembre 2017, y los resultados de una encuesta realizada a dichos pacientes que fueron citados para su confección, que se encuentra en el anexo 1 del presente trabajo

Criterios de exclusión

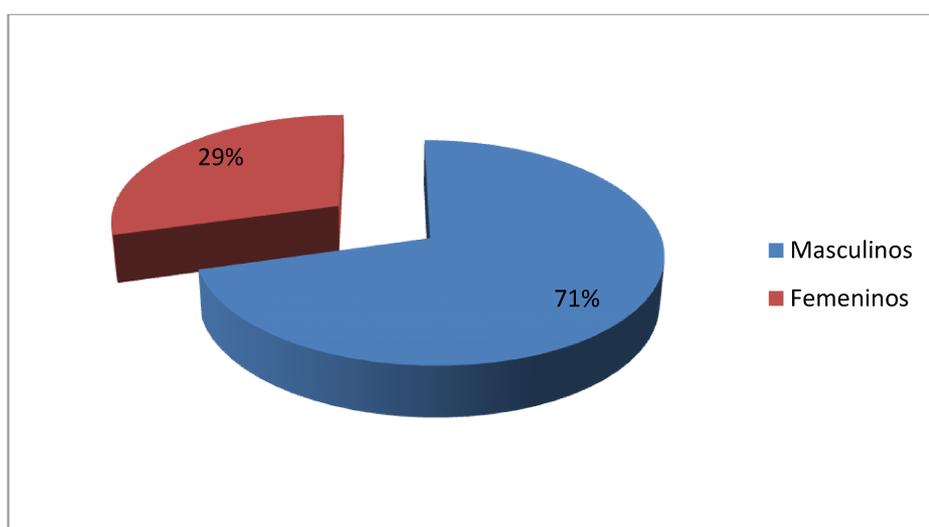
Cualquier paciente que consultó en ese período que tuvo lesiones similares a las producidas por efecto de la electricidad, pero que tuvo como causa otro agente etiológico.

Consideraciones bioéticas

Todo tipo de estudio con intervención en personas requiere consideraciones éticas. Los estudios de evaluación de programas que utilizan diseños aleatorizados requieren consideraciones importantes en sus fases de selección, asignación de la intervención y seguimiento a través del tiempo. En la fase de selección es necesario un especial enfoque hacia la equidad en el proceso de inclusión de los sujetos como participantes de los estudios, el consentimiento informado y la confidencialidad desde el inicio del estudio. Las implicaciones éticas de la aleatorización de individuos beneficiarios de programas requieren amplio análisis y organización de procesos de consenso, así como la divulgación de guías de lineamientos éticos para investigadores y evaluadores.

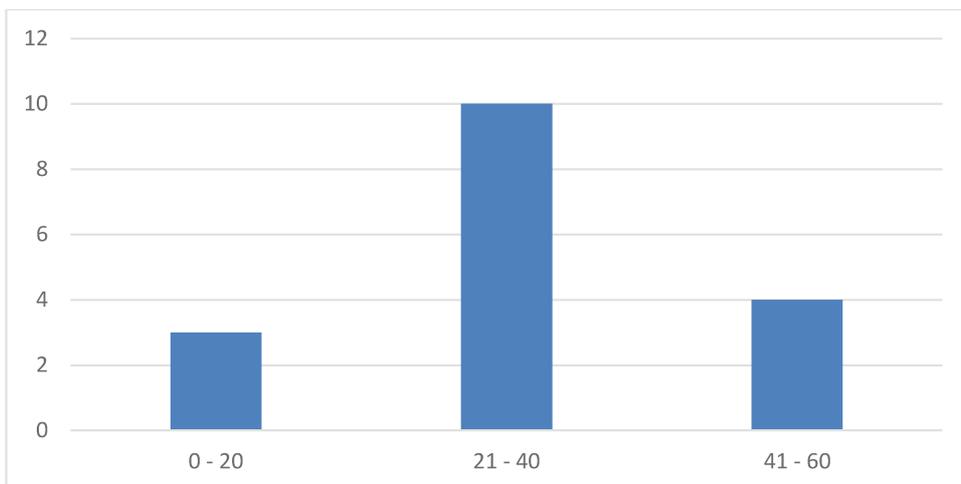
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el marco de la encuesta realizada en 17 personas que consultaron por diversos motivos al Consultorio Externo del Hospital de Rehabilitación Carlos M Vera Candiotti, 12 (71%) eran masculinos y 5 (29%) de sexo femenino.



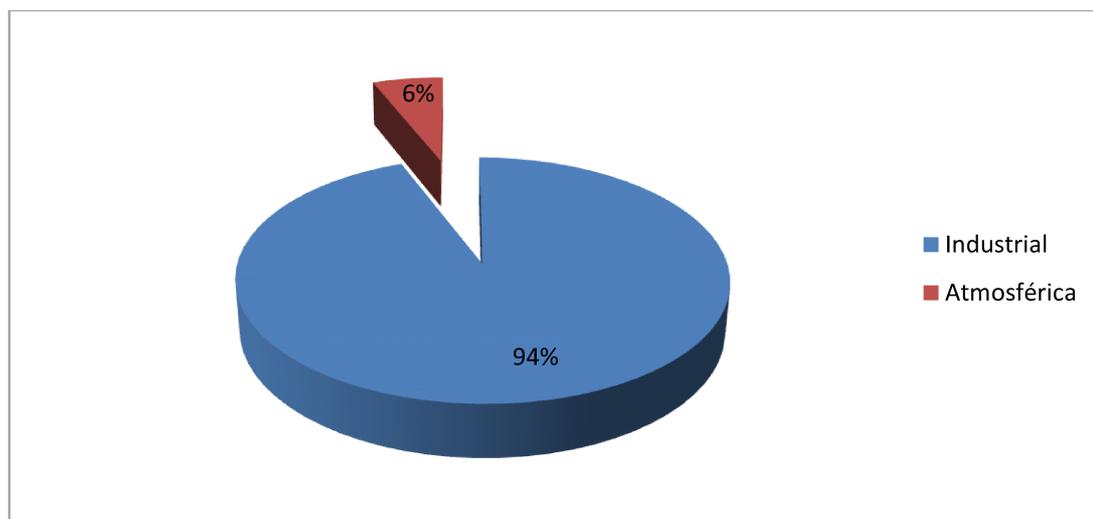
Gráfica 1: Sexo de los lesionados.

La edad promedio al momento del accidente o la descarga fue de 25 años, con una edad mínima de 8 años en dos pacientes y una máxima de 53 años. En la presente serie, la media aritmética se corre hacia menor edad, debido a la presencia de un secuelado que padeció las lesiones con muy escasa edad cronológica, mientras que los restantes encuestados estaban cercanos a completar la segunda década de la vida al momento de la descarga eléctrica.



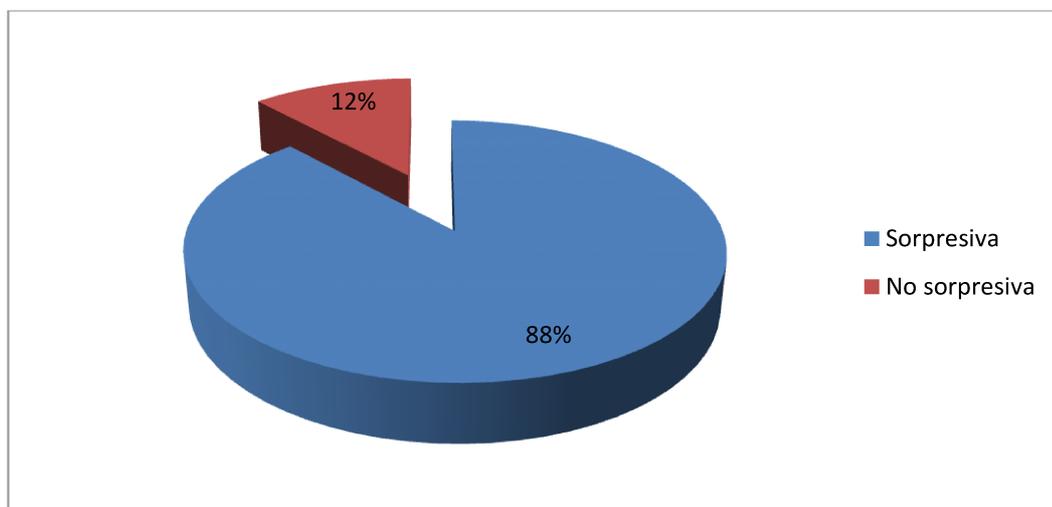
Gráfica 2 Distribución de la edad al momento del accidente donde se representa la cantidad de casos y los grupos etarios.

Se pudo comprobar que la mayoría casi absoluta de los mismos había sufrido una descarga eléctrica de tipo industrial (94%), y solamente una persona había sido secuestrada por una descarga atmosférica (6%), que coincide con la persona damnificada con la descarga de tipo atmosférica. (Gráfica 3)



Gráfica 3: Distribución porcentual de acuerdo al tipo de electricidad que produjo la descarga.

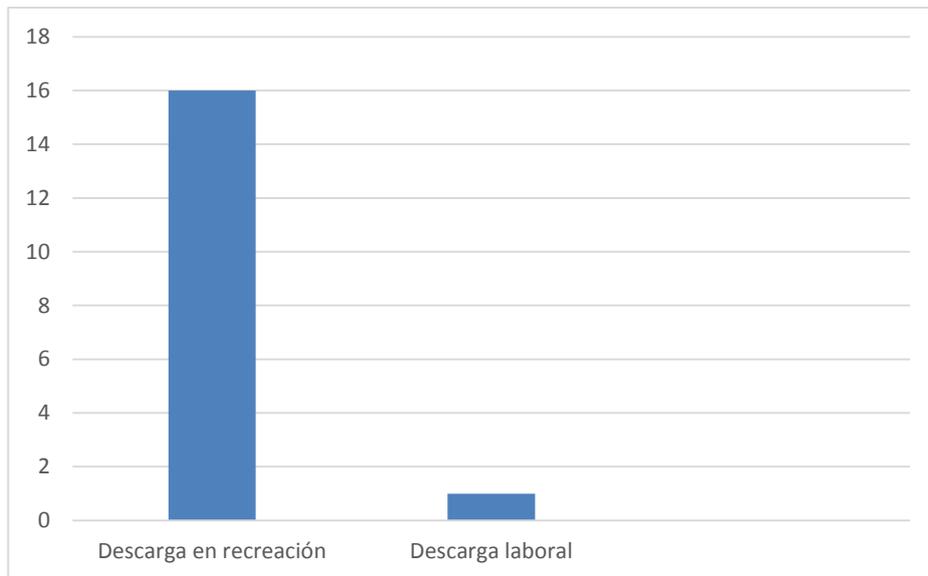
La mayoría de los encuestados tenían nociones de los riesgos que conlleva el uso de la electricidad, por ser trabajadores del rubro o por la experiencia de vida, tanto que el 15 (el 88 % del total de secuestrados), refirieron que la descarga había sido sorpresiva. Con esta expresión, se intenta decir que a pesar de tener nociones de electricidad, la mayoría de ellos trabajadores electricistas o afines, fueron sorprendidos por una falla técnica, como el deterioro de un cable o el contacto indebido con el mismo.



Gráfica 4: Tipo de descarga recibida con respecto a la conciencia del paciente.

Importante ha sido cuando se le preguntó sobre la situación en la que se encontraban cuando recibieron la descarga eléctrica, en discrepancia con otros trabajos como el de Hanumadass ML *et. al.*, en 1986, donde los damnificados eran personas que se hallaban en labores diarias. En la población estudiada en el presente trabajo, 15 individuos se hallaban en tareas domésticas y de recreación, 1 en actividad laboral y 1 recibió una descarga

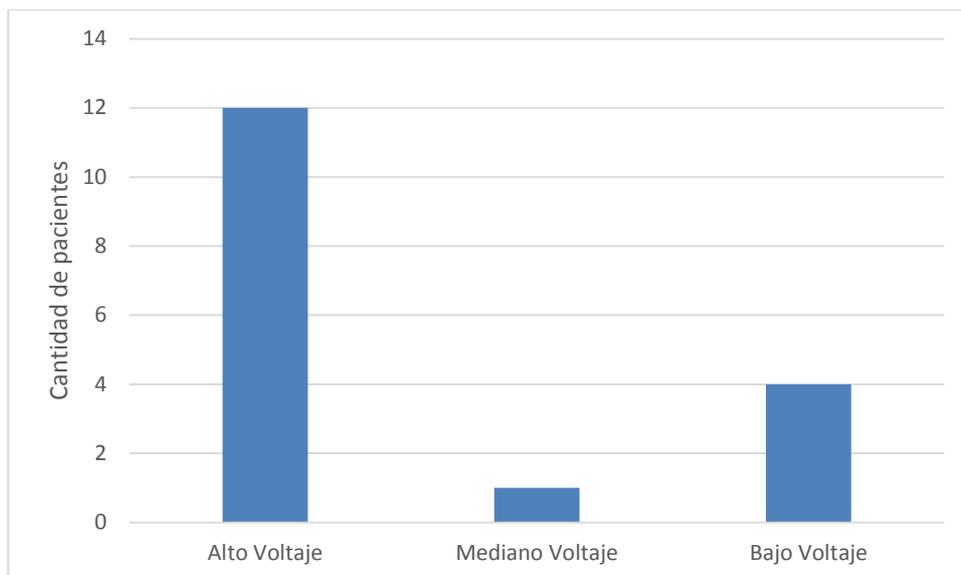
atmosférica, pero estaba en una actividad de la vida diaria no considerada como laboral, sumándose al grupo de actividad de tipo doméstica.



Gráfica 5: Tipo de actividad realizada durante la descarga eléctrica.

Catorce de los encuestados manifestaron que padecían lesiones como consecuencia de la descarga, pero solamente siete de ellos, refirieron que las mismas eran incapacitantes en algún grado para el desarrollo de sus tareas normales, tanto sea en el ámbito laboral como así también en el aspecto social de ellas. Algunos de ellos refirieron una sola lesión, pero otros, en mayoría de los secuelesados graves, advertían la presencia de varias secuelas en combinación.

Cuando se encuestó por el tipo de descarga recibida, los pacientes respondieron mayoritariamente de baja tensión y voltaje, superando ampliamente en número al mediano y alto voltaje.



Gráfica 6: demuestra la comparación de la tensión eléctrica recibida en el accidente.

La totalidad (100%) de los encuestados respondieron que **SI** a la pregunta sobre el hecho de haber padecido lesiones por la descarga eléctrica. En la población encuestada, debido al recorte poblacional indicado previamente, la condición sine- cuanon, era asistirse por secuelas lesionales en el Hospital Vera Candiotti. Por tanto el porcentaje ocupó la totalidad de ellos.

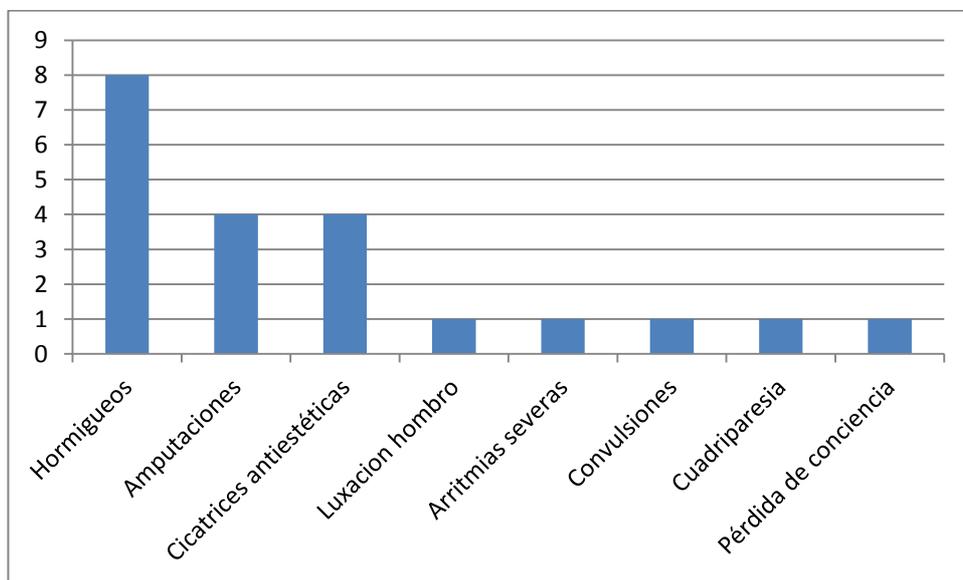
El abanico de lesiones generales es muy grande, desde simples hormigueos transitorios hasta la pérdida de un miembro, en forma parcial o total, dejando de lado aquellos que han sufrido una arritmia cardíaca, pero han tenido la posibilidad de sobrevivir, tras un paso transitorio por UTI y cuidados intermedios.

Dentro de las secuelas neurológicas halladas, se destacan, entre otras, como lo cita Hamid K y cols en su trabajo del 2015, en Irán, haciendo referencia a la gran variedad de ellas mismas, tanto momentáneas como diferidas en el tiempo, permanentes, progresivas o temporarias, incluyendo en el presente estudio cuadriparesia espástica, diplopía, trastornos del habla, entre otros.

En las secuelas mayormente incapacitante, se objetivaron también, amputaciones de miembros inferiores y superiores, en forma combinada en uno y aislada en 3 pacientes, mutilaciones de ambos pies en un trabajador industrial, mutilación y pérdida de la función

normal como útil del miembro superior en otro, y cicatrices de tipo antiestética de jerarquía en 3 de ellos.

En la gráfica 7, que se presenta a continuación, revela el predominio de los hormigueos, las amputaciones y los trastornos de tipo dermatológicos, sobre otra variedad importante de lesiones.



Gráfica 7: Tipo de lesiones sufridas en el accidente eléctrico.

El las siguientes ilustraciones fotográficas se observan las lesiones incapacitantes en un paciente que desarrollaba sus tareas habituales con botines especiales con puntera metálica, y , debido al calentamiento y el efecto del mismo sobre los tejidos, debió ser amputado en forma parcial en ambos pies.(Imagen 2)



Imagen 2: Demuestra amputaciones parciales del pie por lesión térmica producto de la electricidad en su paso por dicho sector.

Otro paciente, sufrió serias mutilaciones en miembros superiores, con la amputación desarticulación del miembro superior derecho y, la necrosis térmica con un síndrome compartimental y su consecuente mano en garra, como resultado del paso de la corriente eléctrica por su cuerpo. Teniendo la lesión de entrada por uno de sus pies, casi insignificante (Marca eléctrica de Jellinek), y la salida por ambos miembros superiores, sin dejar secuelas en sistema nervioso central, debido a que la corriente se disipó en los miembros superiores. (Imágenes 3 y 4). Es un claro ejemplo de la importancia de la ruta de la electricidad en el organismo humano. (ver página 9 del presente trabajo).



Imagen 3: Demostrativa de lesiones severas del cuerpo humano producto de la electricidad y sus consecuencias



Imagen 4: Lesiones específicas del miembro superior izquierdo del paciente citado en imagen previa.

Otro de los pacientes padeció un paro cardio-respiratorio, con una arritmia considerada potencialmente letal, fibrilación ventricular, detectada por ECG y requirió la reanimación con maniobras de resucitación cardiopulmonar, previo paso de desfibrilación, hasta poder revertirlo a ritmo sinusal. Este paciente requirió la internación en UTI, asistencia respiratoria mecánica y el control con seguimiento estrecho hasta la fecha de realización de la encuesta correspondiente.

El paciente que recibió la descarga atmosférica, también requirió los cuidados intensivos. No pudo realizar el relato exacto porque se vio afectado en su memoria, tanto como en sus movimientos finos y gruesos, determinados por una cuadriparesia con predominio de miembros superiores.

Existe en ellos un predominio de los hormigueos, 4 pacientes, seguidos por las amputaciones de miembros inferiores y las lesiones antiestéticas. Pero, si se suman todas la amputaciones, determinaría 8, lo que superaría a los hormigueos residuales.

Si comparamos las lesiones, teniendo en cuenta la clasificación de las mismas, que tipifica el Código Penal Argentino, obtendremos la siguiente gráfica de las mismas, que ponen de manifiesto una paridad, en la presente serie, entre lesiones leves y gravísimas:

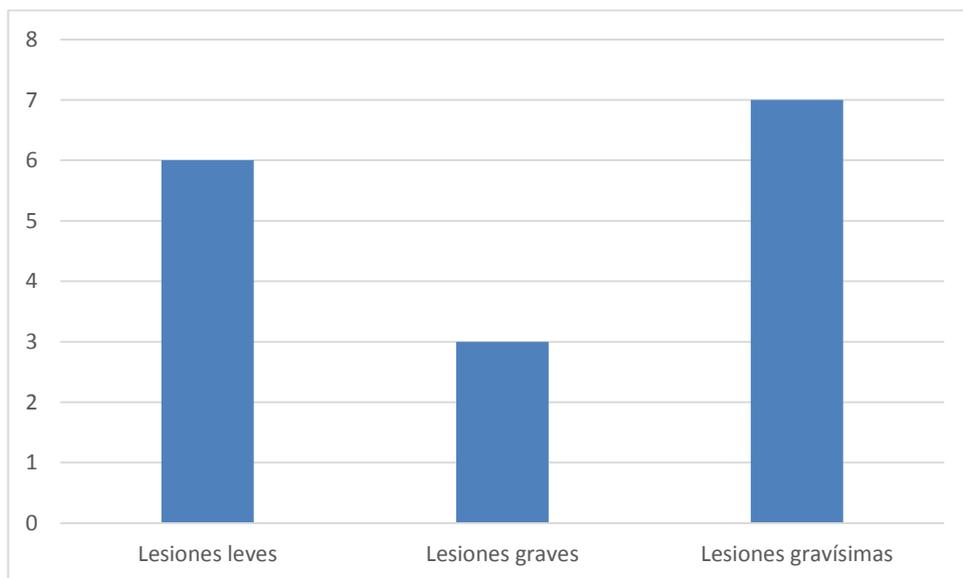
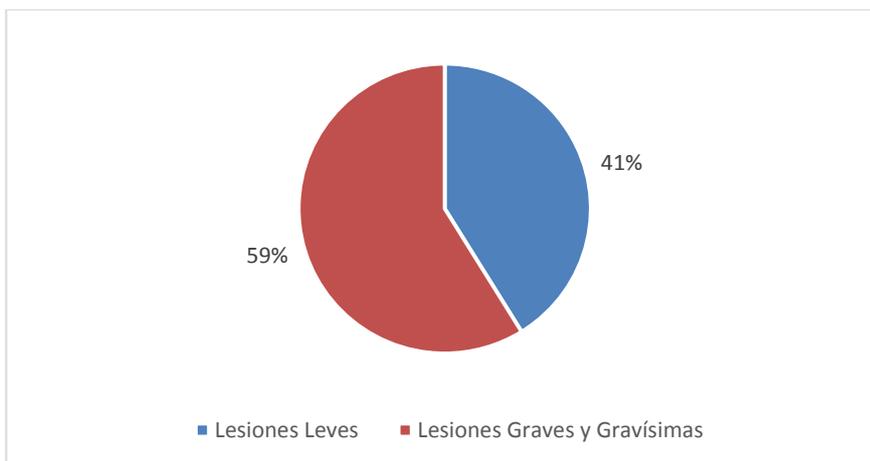


Gráfico N° 8: Tipos de lesiones sufridas según la tipificación seleccionada para el presente trabajo.

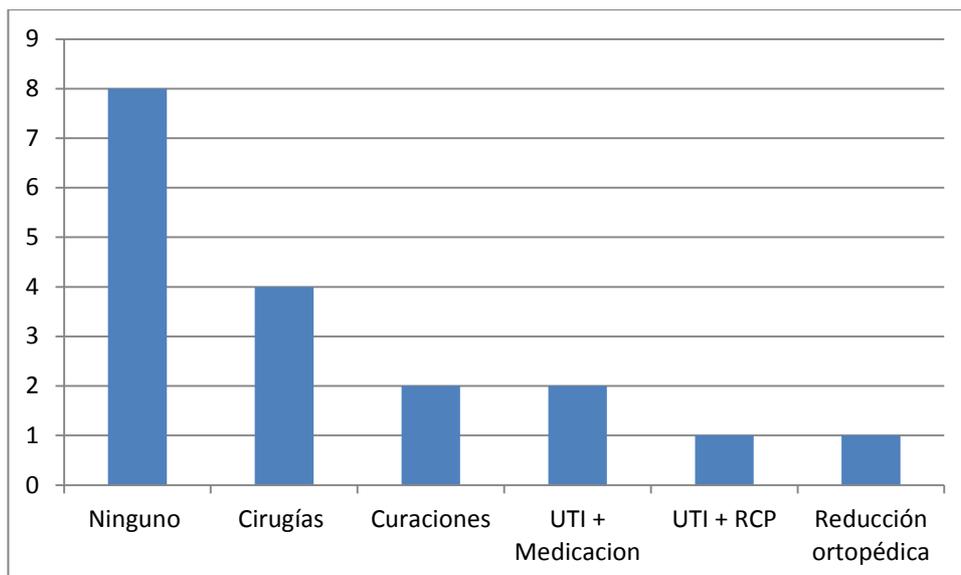
Si se suman las lesiones graves y gravísimas, nos encontramos con una modificación del cuadro precedente:



Gráfica 9: Comparación entre lesiones leves y las graves + gravísimas.

De este se desprende que del total de lesiones recopiladas en la encuesta, existe un predominio de las lesiones graves y gravísimas, e incapacitantes sobre las moderadas leves de un 59 % de las primeras, sobre el 41 % de las últimas.

Si nos referimos al ***tipo de tratamiento*** que requirieron los pacientes del presente estudio, revela que la mayoría de ellos (8), no recibieron tratamiento alguno, pero 4 de ellos requirieron algún tipo de cirugía, como otros 2 pacientes necesitaron curaciones específicas. En esta serie, el ingreso a UTI y la RCP en solamente fue requerido en 3 pacientes que sobrevivieron a dicha descarga.

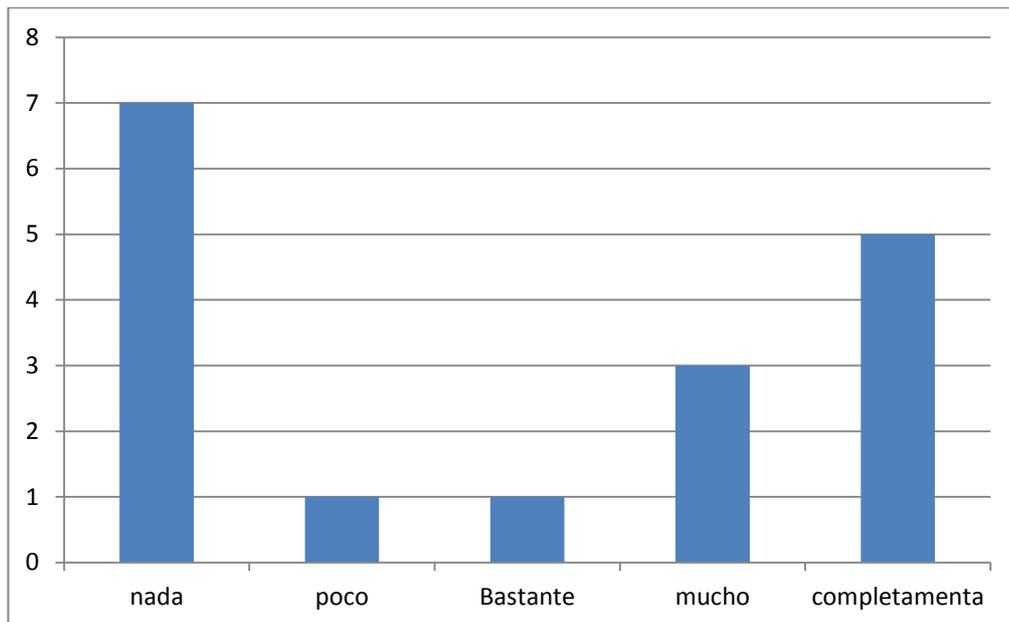


Gráfica 10: Tipo de tratamiento recibido.

Como se observa, los tipos de tratamiento han variado en un amplio abanico, y varios recibieron múltiples tratamientos. Predomina la ausencia de tratamiento sobre el resto de los cuidados que requirieron los damnificados. Un caracterizado ejemplo lo puede demostrar el paciente que sufrió una gran lesión en region escapular derecha, cuya imagen ya se observa en la página 15, necesitó primero realizarse curaciones, preparar el lecho para una reparación y posteriormente una cirugía de injerto libre de piel.

Dos paciente de la serie, recibieron internación y tratamiento en Unidad de terapia Intensiva, por la gravedad de cuadro y la necesidad de resucitación cardiopulmonar en uno de ellos. La pérdida de conciencia se debió, en uno de ellos, a la descarga de un rayo que provocó una despolarización neuronal y afectación de los centros motores y autonómicos del tronco encefálico, zona donde la descarga eléctrica puede determinar la muerte por falla de dichos centros. En el otro paciente, la pérdida de conciencia se debió a la arritmia cardíaca grave, fibrilación ventricular, que hubiese podido ser la causa de la muerte en el caso de no haber sido asistido inmediatamente en el lugar, con la intubación y posterior respiración mecánica, más el uso del dispositivo de desfibrilación y los masajes cardíacos, permitió en unos intentos, la recuperación del ritmo sinusal por parte del corazón del paciente, despues de transcurridos 45 minutos de resucitación.

Si consideramos la salud de los encuestados, luego de la descarga, se vió bastante repartida la situación. Existe un predominio en los ítems 4 y 5, que corresponden a mucho o completamente, en casos donde las lesiones fueron más severas, con una excepción, del paciente que sufrió la arritmia severa, que ayudado por su juventud y la ausencia de secuelas visibles en el corto tiempo transcurrido después de su accidente, no vio afectado su bienestar psicofísico.

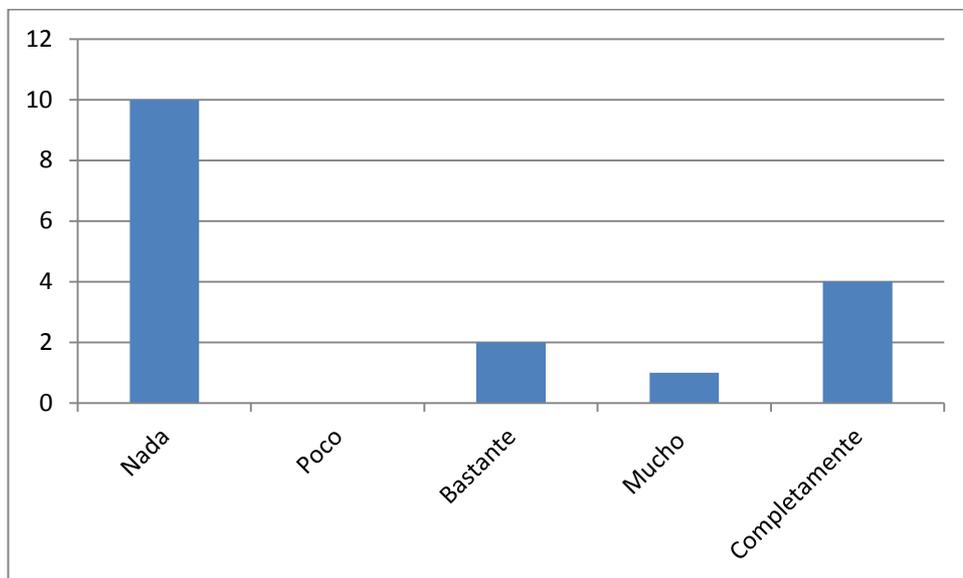


Gráfica 11: Cuanto se vió afectada la salud luego de la descarga eléctrica.

En la tercera parte de la encuesta, se hace especial incapié en la repercusión que la descarga eléctrica sufrida tuvo sobre cada uno de los pacientes, con respecto a la partes familiar y social de los mismos, su relación con el trabajo en el momento del accidente y las posibilidades de conseguir un futuro empleo.

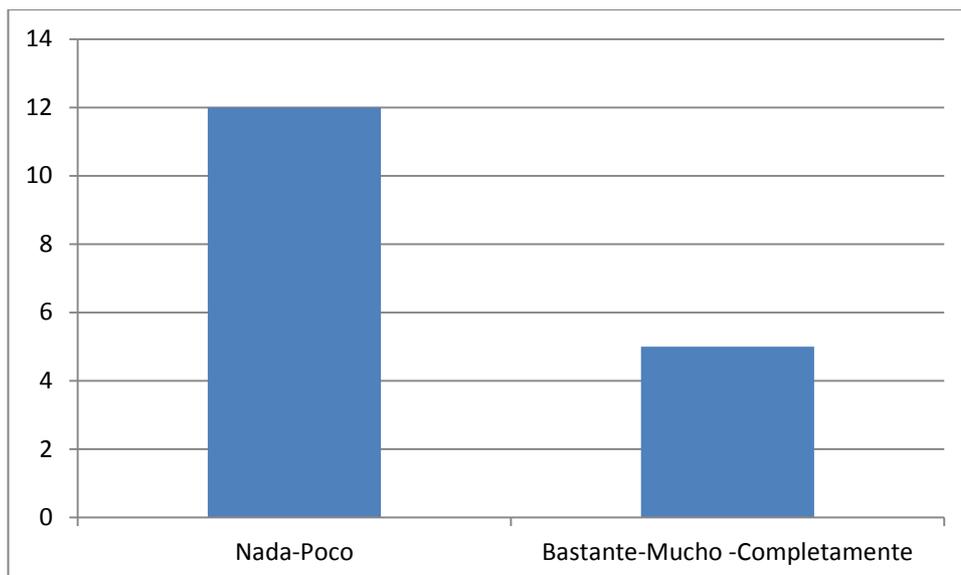
Hace específica alusión a que la gran mayoría consideró que los futuros trabajos que podrían realizar cada uno en su rubro no sufrió una gran influencia, con excepción de aquellos que fueron severamente afectados, como el caso de quién fue sometido a una

amputación del miembro inferior o quien estuvo mutilado en miembros inferiores, con respecto al resto del universo estudiado.



Gráfica 12: La influencia estimada de cuanto afectarían la lesiones en posibilidad de conseguir trabajos en el futuro.

Si consideramos las respuesta con respecto a la afectación de los lesionados en su vida social, hubo una polarización marcada con respecto a la escasa repercusión de la misma, mientras que muy pocos de ellos se vieron afectados mucho y completamente.

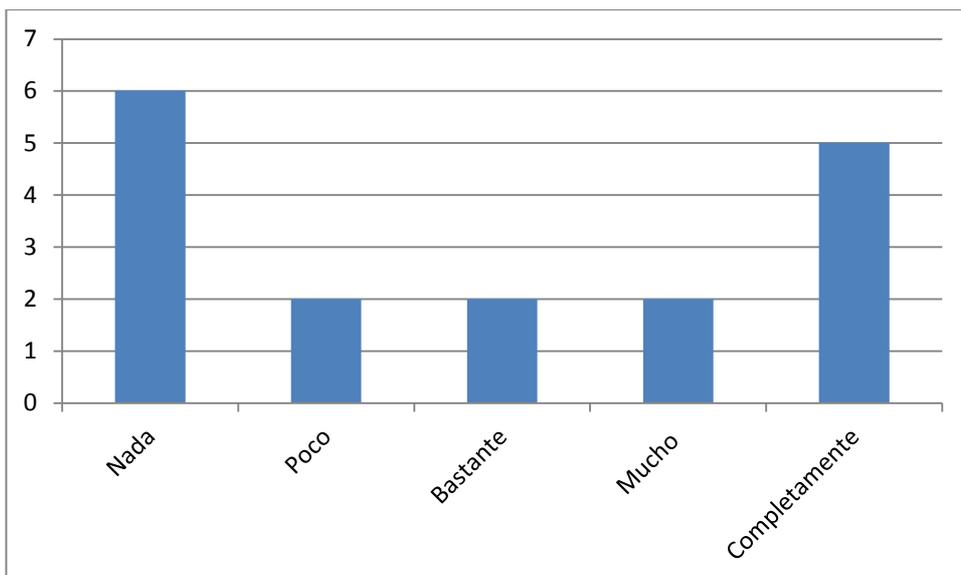


Gráfica 13: Sensación del paciente en cuanto fueron afectados en su vida social.

Del examen de las encuestas, se observa que los tres pacientes que respondieron que se vieron afectados mucho o completamente en su vida social, se encontraban los severamente mutilados, como amputación de miembro inferior transmetatarsianas, amputación del miembro superior de un lado y severo compromiso neurológico del otro miembro, y quien había recibido la gran descarga energética de tipo atmosférica.

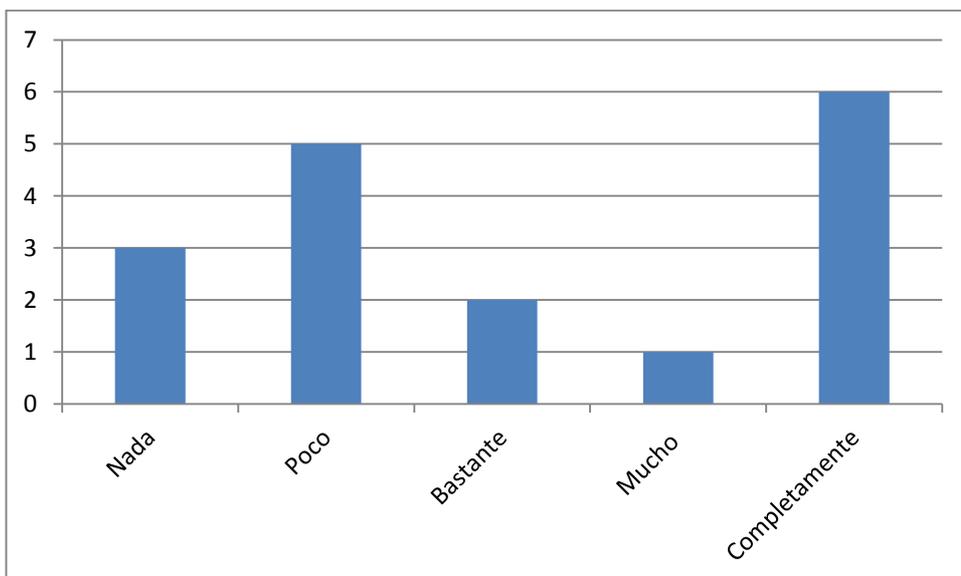
Sorprendió la respuesta de amputado de ambos miembros inferiores, equipado, que se vio incluido en el sistema laboral, en cuanto pudo culminar con el tratamiento de rehabilitación y equipamiento protésico.

En cuanto a la vida cotidiana, la situación estuvo más repartida, pues hubo paridad en varios de los ítems solicitados, viéndose siempre más afectados aquellos que sufrieron lesiones más graves con respecto a aquellos que tuvieron menor afectación.



Gráfica14: Cuanto influyó la descarga en la vida cotidiana.

Hubo poco optimismo en seis de los pacientes con respecto a la recuperación y su afectación en la reinserción en la vida de relación, como lo demuestra el siguientes cuadros.



Gráfica 15: La estimación del paciente en cuanto a posibilidades de recuperación.

A la luz de los datos previamente citados, existe plena coincidencia con Arnaldo; Brett et. al, 2004, quien en su artículo *Electrical Injuries, 20 años de revisión*, quien asevera que las lesiones por electricidad continúan siendo en el presente de ***tipo devastadoras*** por sus complicaciones asociadas y el impacto socioeconómico a largo plazo, sobre todo en la población en riesgo como son las personas jóvenes con alto potencial productivo. En coincidencia con lo antes mencionado, Delgado Ruiz en 2016, coincide con lo severo de las secuelas y la difícil reinserción laboral sumada al impacto socioeconómico que conlleva.

Algunos autores encuentran que en el 50% de los casos, los incidentes ocurrieron fuera del lugar de trabajo (Haummadass, ML et. al, 1986), en contraste con los datos obtenidos con el presente estudio, más del 90 % de los encuestados se hallaba en una tarea doméstica o recreativa, a excepción de uno solo que se encontraba trabajando en una torre de alta tensión.

A diferencia del trabajo de Hussmann, J, 1995, donde en el grupo que recibió descarga de alta tensión, se realizaron 27 amputaciones mayores de extremidades después de 2.3 desbridamientos por paciente, lo que resultó en una tasa general de amputación de miembros mayores del 35% y el trabajo de Delgado Ruiz con un 16,7%, en contraste con nuestro trabajo, donde la tasa fue superior al 80% en dichos accidentes.

CONCLUSIÓN

La debilidad del presente trabajo es la escasa cantidad de paciente encuestados, solo 17. Teniendo en cuenta que se trata de un estudio retrospectivo que depende de la evaluación de historias clínicas y la encuesta.

El organismo humano se halla expuesto a diversas noxas, biológicas y no biológicas, en su vida de relación social, su trabajo y recreación. La electricidad no escapa a dichos agentes que perjudican la salud en forma parcial, total o pueden determinar la muerte, por la descarga misma o sus complicaciones.

Con los datos obtenidos en el presente trabajo, se desprende que las lesiones graves predominan sobre la leves y moderada. Esto se relaciona con el tipo de descarga sufrida, la severidad de la lesión consecuyente y las lesiones asociadas que revisten gravedad.

Se puede concluir que la mayoría de las lesiones **que no resulten letales** producto de la descarga de electricidad en el ser humano, pueden dejar secuelas de tipo leves, moderadas o graves. Cuando son de carácter leves o moderados no afectan la vida cotidiana y el trabajo de las personas en una forma muy contundente, que los obligue abandonarlos. Existen procesos de recategorización y reubicación que pueden solucionar estos inconvenientes. Pero cuando la lesión reviste gravedad, como la pérdida de un miembro o una lesión de tipo incapacitante, de forma total y permanente, como amputaciones, parálisis, afección severa del sistema nervioso, dicha situación puede llegar a invertirse y depende de la posibilidad de la persona, la rehabilitación indicada y realizada, como de los medios que cuenta, para lograr una recuperación y reinserción socio laboral cercana a la previa al accidente eléctrico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Abraham, L y cols. (2009). Satisfacción de los pacientes amputados con su equipamiento, rehabilitación y estado de bienestar físico-mental. Hospital de Rehabilitación C Vera Candiotti. Comunicación presentada en 2º Jornada Provincial de Unidades de Rehabilitación, Hospital Gumersindo Sayago, Santa Fe, 8/10/2010.
- 2) Aguilar Pallarès, A., Morante Barragán, J. F., Novelle Rodríguez, M., & Subirana Domènech, M. (2013). Armas eléctricas: ¿ qué sabemos? ¿ qué ignoramos? Cuadernos de Medicina Forense, 19(3-4).
- 3) Anastassios C Koumbourlis, MD, MPH. (2002). Critical Care Med Vol 30, N° 11 (Suppl.).
- 4) Arnoldo, B. D., Purdue, G. F., Kowalske, K., Helm, P. A., Burris, A., & Hunt, J. L. (2004). Electrical injuries: a 20-year review. The Journal of burn care & rehabilitation, 25(6), 479-484.
- 5) Balthazard, V. (1947). Manual de Medicina Legal. Salvat Editores, S.A. Barcelona.
- 6) Bardales, Rajesh. (2013). Principles of Forensic Medicine and Toxicology. Pag 273 – 283.
- 7) Bohorquez Sánchez, César Vicente: Análisis de varios accidentes eléctricos. (2017). Recuperado el 15 de febrero de 2018 de
- 8) Bonnet, E F P, (1980). Medicina Legal, segunda edición. Libreros López.
- 9) Canale, T. (2010). Campbell, Cirugía Ortopédica. Mano Paralítica, Capítulo 68. Página 3589.
- 10) Código Penal Argentino. Ley 11.179 (T.O. 1984 actualizado). Recuperado el 21 de abril de 2018 de:
- 11) Correa Arango, A y col. (2005). Guía básica de Atención Médica Prehospitalaria. Ministerio de Protección Social. República de Colombia.
- 12) Czuczman, A y cols. (2009). Electrical Injuries: A review for the Emergency Clinician. EB Medicine. Volumen 11, N°10, Octubre.
- 13) Dale, R. H. (1954). Electrical accidents: a discussion with illustrative cases. British journal of plastic surgery, 7, 44-66.

- 14) Delgado, E. M. G., & Ramírez, S. R. (2014). Consideraciones bioéticas en estudios experimentales de evaluación de impacto de programas. *Revista de la Facultad de Medicina*, 62(1Sup), 115-120.
- 15) Delgado-Ruiz, T., Simón-Sanz, E., Villaverde-Doménech, E., Forés-Zaragoza, Á., & Pérez Del Caz, M. D. (2016). El colgajo fasciocutáneo dorsal ulnar en quemaduras eléctricas de la mano: un colgajo constante, rápido y seguro. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*, 42(1), 65-72.
- 16) Durán, E. L. G., & Fumadó, C. M. (2009). Electrocuación y marca eléctrica de Jellinek. *Revista Española de Medicina Legal*, 35(1), 32-35.
- 17) Famá, J. (2015). *Lesionología médico legal*. Dosityuna, ediciones argentinas.
- 18) Fish, R. M., & Geddes, L. A. (2009). Conduction of electrical current to and through the human body: a review. *Eplasty*, 9.
- 19) Gisbert Calabuig, J. A. (2006). *Medicina legal y toxicología* (No. 340.6). Masson.
- 20) Grettchen Flores Sandí. (2016). Lesiones producidas por Escudos Eléctricos. *Revista Clínica de la Escuela de Medicina UCR-HSJD*. Costa Rica. Vol 6, N° 2.
- 21) Hamid Karimi, Mahnoush Momeni, Mahtab Vasigh. (2015). Long term outcome a follow up of electrical injury. *Journal of Acute Disease*. Pág 107-111.
- 22) Hanumadass ML y cols, (1986). Acute electrical burns: a 10-year clinical experience. *Burns Incl Therm Inj* 12 (August (6)):427-31.
- 23) Hussmann, J y cols (1995). Electrical Injuries – morbidity, outcome and treatment rationale. *Burns*. Noviembre 21(7): 530-5.
- 24) Krahbich, J I y cols. (2016). *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies. Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. AAOT. 4ta Edition. Volumen 1. Capítulo 18.
- 25) López Camacho, Cecilia. Tesis doctoral. (2009). La importancia de los estudios anatomopatológicos en electrocutados. Mexico DF.
- 26) Navarro Escayola, E. (2012). Valoración medicolegal de las lesiones y muertes por fulguración. *Gac. Int. Cienc. Forenses*, pág 8-18, N° 5 Octubre-Diciembre.
- 27) NUCLEO INGENIERIA. (2016) Lo que deberías saber sobre la corriente eléctrica en el cuerpo humano. Recuperado el 10 de abril de 2018 de:
- 28) Patitó, José A. (2003). *Tratado de Medicina Legal y Elementos de Patología Forense*, pag 621-646.
- 29) Riesgos en Máquinas, Equipos e Instalaciones. Colores y señales de seguridad según la norma IRAM (2002) Recuperado el 26 de marzo de 2018 de

- 30) Sarmiento, D. F. (1845). *Facundo, civilización y barbarie*. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- 31) Verzele, Maurice. (1995). *La muerte sin dolor. Suicidio y Eutanacia*. Bélgica. Editorial Txalaparta.
- 32) National Association of Emergency Medical Technicians (US). Pre-Hospital Trauma Life Support Committee, & American College of Surgeons. Committee on Trauma. (2010). *PHTLS: prehospital trauma life support*. Jones & Bartlett Publishers.

CUESTIONARIO

-Primera Parte:

Iniciales del paciente.....

Edad al momento del accidente.....

Sexo.....

La descarga eléctrica se debió a energía a) Industrial.

b) Atmosférica.

La descarga fue sorpresiva a) Si

b) No

Tenía conocimiento de las lesiones producidas por la electricidad a) Si b) No

Se hallaba en su lugar de trabajo a) Si b) no

Estaba en tareas domésticas o recreativas a) Si b) No

Sufrió lesiones como consecuencia de la descarga a) Si

b) No

Las lesiones (de existir) resultaron incapacitantes a) Si

b) No

- Segunda Parte:

De resultar con alguna incapacidad como consecuencia de la lesión eléctrica.

1. Sufrió o no consecuencias por la electricidad: a) Si (detalle)

B) No

2. Realiza algún tratamiento para las mismas: a) Si

b) No

3) Recibió alguna intervención quirúrgica como consecuencia de la lesión eléctrica:

a) Si

b) No

4) Sufrió algún tipo de incapacidad en miembro superior: a) Si

b) No

5) Sufrió algún tipo de incapacidad en miembro inferior: a) Si

b) No

- Tercera Parte:

N°	Preguntas	1	2	3	4	5
1	En este momento, cuanto le afectó en su salud la descarga eléctrica					
2	Cree que el accidente influirá en su vida cotidiana					
3	Cuanto influirá en su actividad laboral					
4	Cuanto ha cambiado el accidente su vida familiar					
5	Cree que sus antecedentes puedan influir en futuros trabajos					
6	Afecta su vida social sus antecedentes					
7	Piensa que la lesión puede tener recuperación					

1: Nada.

2: Poco.

3: Bastante.

4: Mucho.

5: Completamente.

Presentación de caso demostrativo que representa una excepción a la regla.

El presente paciente sufrió una descarga eléctrica de mediana y alta tensión, al pisar un cable con la bicicleta con la que se movilizaba en una zona rural de la localidad Santafesina de Santo Tomé. No pudo tener una fehaciente comprobación pero se estima que se trataba de mediana tensión.

Relata el mismo paciente que tuvo una pérdida transitoria de la conciencia y que al recuperarla, padecía fuertes dolores musculares en la región de la columna vertebral y sentía un fuerte olor característico y parecido a la cocción de carne, viéndose afectado en los 4 miembros.

Fue internado y operado en un Hospital de emergencias donde debió afrontar varios días de UTI y de internación en sala, por sus lesiones generales y lesiones locales. Debíó someterse a cirugías de amputación de ambos miembros inferiores y el miembro superior derecho. En tanto que el miembro superior izquierdo resultó dañado con una lesión a nivel de la muñeca, con cicatrices por quemadura de tejido superficial y profundo determinando una mano en garra combinada por la parálisis de los nervios cubital y mediano, viéndose así limitada su capacidad física residual haciendo dificultosa la posibilidad prensil de la mano.

Esta mano con parálisis combinada, se debió a la lesión térmica de la musculatura intrínseca de la mano y de la muñeca, determinados por el calor y el efecto Joule, concluyendo en una Parálisis de dicha musculatura intrínseca de las articulaciones metacarpofalángicas y los extensores intrínsecos (interóseos y lumbricales) produciendo así una actitud de extensión de las articulaciones metacarpofalángicas y una flexión de las interfalángicas debido a la contracción no contrarrestada de los músculos largos extensores y flexores que se ubican en el antebrazo en forma proximal a la lesión observada (Campbell, 2010). Esta se caracteriza por la falta de capacidad prensil de los dedos y oposición del dedo pulgar, donde se limita la posibilidad de tomar objetos, y de lograr un equilibrio en las articulaciones metacarpofalángicas como para manipular herramientas de

trabajo y otros elementos para el desarrollo de actividades manuales. Debemos contar aquí la falta de sensibilidad adecuada determinada por la lesión térmica por el paso de la electricidad por el lugar, lo que dificulta aún más la recuperación de las terminales nerviosas que ya están casi inexistentes, y el objetivo fue la maximización de las residuales.

En el presente caso no pudo realizarse ningún tipo de transferencias nerviosas debido a la falta de sustrato, residual al paso de la energía eléctrica en el antebrazo distal, que determinó lesión por quemadura de los músculos susceptibles a algún tipo de transposición, dejando como secuela la fibrosis de las masas musculares y la quemadura de las estructuras tendinosas.

Gracias a un tratamiento adecuado de rehabilitación kinésica, de terapia ocupacional, apoyo psicológico y el equipo del taller de prótesis y ortesis del Hospital Carlos M Vera Candiotti (Equipo multidisciplinario para la atención de pacientes amputados), pudo lograr una marcha independiente con el equipamiento protésico adecuado, sin asistencias técnicas.

Se maximizó el uso de la mano izquierda con la terapia ocupacional adecuada y adaptaciones para facilitar la higiene, la vestimenta y la alimentación en forma independiente.

Tiene la limitación de la movilidad y de la sensibilidad citada previamente, pero por lo menos sirvió la reeducación para ser una mano ayudante y facilitar la vestimenta, higiene y actividades de la vida diaria.

El miembro superior derecho amputado distal al codo, no pudo ser equipado por falta de adaptación a la misma y el mecanismo complejo que dichas prótesis requieren para funcionar correctamente. Las prótesis de miembro superior requieren una coordinación adecuada de la movilidad de miembro residual, con el tronco y con el miembro contralateral. Nuestro paciente tuvo afectado 2 elementos de este triángulo que no ayudó al equipamiento recomendado.

Por otro lado, todo el equipamiento antedicho tiene una sofisticación y un peso que hace muy difícil a los pacientes la adaptación para el uso de la misma, contabilizando 90% de los casos, la ausencia del uso de las mismas, ni siquiera en forma cosméticas. (Abraham; L, 2009).

Dentro de las posibilidades existentes, como el control por su misma musculatura, las prótesis de tipo pasivas, y las controladas externamente, como las eléctricas o mioeléctricas, (Atlas of Amputations and Limb Deficiencies. Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles. AAOT 2016) determinaban una demanda económica que no pudo ser satisfecha.

A pesar de los inconvenientes y de los contratiempos, la dificultad de resolución de su situación, el trabajo de rehabilitación, el equipamiento de los miembros inferiores y una gran actuación del departamento de psicología del Hospital Vera Candiotti, en un trabajo combinado en forma interdisciplinaria, dio sus frutos, y determinó que el paciente, que en primera instancia, según el trabajo desarrollado previamente, hubiese tenido una reinserción dificultosa o incluso nula, una vida con pocas expectativas en ámbito laboral, pudo reinsertarse a una tarea adaptada, ayudando a sus pares en una institución reconocida del ámbito local, pero de trascendencia nacional, y ha encontrado en ella el respaldo, trabajo y el cumplimiento de sus nuevos objetivos para continuar su vida de relación social.



