FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICAS Y QUIRÚRGICAS

PROGRAMA DE DOCTORADO INVESTIGACIÓN APLICADA A LAS CIENCIAS SANITARIAS

LESIÓN MEDULAR TRAUMÁTICA EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA CANARIA 2000-2015

Autor: ENRIQUE BÁRBARA BATALLER

Las Palmas de Gran Canaria, 2018

D JUAN FRANCISCO LORO FERRER. COORDINADOR DEL PROGRAMA DE DOCTORADO INVESTIGACIÓN APLICADA A LAS CIENCIAS SANITARIAS, DE LA ESCUELA DE DOCTORADO DE LA UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, EN CALIDAD DE PRESIDENTE DE LA COMISIÓN EJECUTIVA DEL PROGRAMA

INFORMA,

Que la citada Comisión en su sesión de fecha 16 de noviembre de 2018 tomó el acuerdo de dar el consentimiento para su tramitación, a la tesis doctoral titulada **"LESIÓN MEDULAR TRAUMÁTICA EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA CANARIA 2000-2015"** presentada por el doctorando Dn. **ENRIQUE BÁRBARA BATALLER** y dirigida por el Doctor **Manuel Sosa Henríquez**.

Y para que así conste y a efectos de lo previsto en el Artº 11 del Reglamento de Estudios de Doctorado (BOULPGC 7/10/2016) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, firmo la presente en Las Palmas de Gran Canaria, a 27 de noviembre de 2018

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
ESCUELA DE DOCTORADO DE LA ULPGC
Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas

PROGRAMA DE DOCTORADO

INVESTIGACIÓN APLICADA A LAS CIENCIAS SANITARIAS

Título

LESIÓN MEDULAR TRAUMÁTICA EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA CANARIA 2000-2015

Memoria que para optar al grado de Doctor por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria presenta el licenciado

ENRIQUE BÁRBARA BATALLER

Dirigida por el **Dr. MANUEL SOSA HENRÍQUEZ**

El Director **El Doctorando**

Las Palmas de Gran Canaria, a ……

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
ESCUELA DE DOCTORADO DE LA ULPGC
Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas

D. Manuel Sosa Henríquez, Doctor en Medicina.

Catedrático de Medicina. Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Responsable de la Unidad Metabólica Ósea. Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno-Infantil de Gran Canaria.

CERTIFICA:

Que el trabajo de investigación titulado **"Lesión medular traumática en la Comunidad Autónoma Canaria 2000-2015"**, ha sido realizado por **D. Enrique Bárbara Bataller**, en el Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, bajo su dirección y asesoramiento técnico y científico, y que una vez revisada la presente Memoria, la encuentra apta para su defensa ante tribunal.

Y para que así conste y surta los efectos oportunos, extiende el presente certificado en Las Palmas de Gran Canaria a_____

Agradecimientos

A mi director de tesis, Dr. Manuel Sosa Henríquez. Estimado compañero, agradezco todo tu apoyo y tus consejos a lo largo de este proyecto.

A los pacientes con lesión medular, su deseo y necesidad por mejorar son la motivación de mi trabajo y el estímulo para la investigación.

A mis compañeros, y también amigos, de la Unidad de Lesionados Medulares. A José Luís por cuidarme y ser mi referente en la lesión medular; a Carolina por contagiarme de su alegría y constancia, y finalmente a Jesús por su protección y su amistad.

A Dulce por ayudarme en todo momento para todo lo que he precisado. Valoro enormemente su discreción y el saberme llevar en cada momento.

A mis padres. A mi padre por ser un ejemplo de honestidad, humildad y alegría. A mi madre por ser ejemplo de trabajo, fuerza y amor desproporcionado por un hijo que nunca podrá corresponder a lo recibido.

A mis hijos, por ser lo más importante de mi vida sin necesidad de hacer nada. Son mi motivación para mejorar como persona.

A Gemma, mi mujer, la persona que más quiero por ser la persona que he escogido y sigo escogiendo para compartir mi vida. Me animó en este proyecto, me apoyó en las dificultades levantándome una y otra vez cuando desfallecía, y me insistió para que lo acabara cuando al final me relajé.

a Gemma,

a Carlota,

a Bruno

y a Martina

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN 2

1.1. LESIÓN MEDULAR. DEFINICIÓN 2

1.2. FISIOPATOLOGÍA DE LA LESIÓN VERTEBRAL Y MEDULAR 2

1.3. CLASIFICACIÓN DE LA LESION MEDULAR 6

1.4. CONSECUENCIAS DE LA LESIÓN MEDULAR 15

1.5. ETIOLOGÍA DE LA LESIÓN MEDULAR 17

1.6. MANEJO DE LA LESIÓN MEDULAR 21

1.7. UNIDADES ESPECIALIZADAS EN LA LESIÓN MEDULAR 22

1.8. UNIDADES ESPECIALIZADAS EN ESPAÑA 26

1.9. UNIDAD DE LESIONADOS MEDULARES EN CANARIAS 29

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO 32

3. OBJETIVOS 36

3.1. OBJETIVO GENERAL 36

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS POR ARTÍCULO 36

4. PUBLICACIONES 41

4.1. PUBLICACIÓN 1 43

4.2. PUBLICACIÓN 2 51

4.3. PUBLICACIÓN 3 60

5. RESUMEN DE LOS RESULTADOS 69

5.1. PUBLICACIÓN 1 69

5.2. PUBLICACIÓN 2 73

5.3. PUBLICACIÓN 3 78

6. CONCLUSIONES 82

7. BIBLIOGRAFÍA 87

8. ABREVIACIONES 97

ANEXO I. FORMACIÓN Y COMUNICACIONES 98

1 INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. LESIÓN MEDULAR. DEFINICIÓN

La médula espinal forma parte del Sistema Nervioso Central y constituye, por un lado, la principal vía de conexión bidireccional entre el cerebro y el resto del organismo, y por otro lado, coordina la función visceral de los órganos torácicos, abdominales y pélvicos. La médula, que está protegida por la columna vertebral, se extiende desde la base del cerebro hasta la región lumbar. Cuando se produce una lesión medular (LM), esta conexión nerviosa se ve alterada pudiendo producir: una parálisis parcial o total de la movilidad voluntaria por debajo de la lesión, una alteración de la sensibilidad superficial y profunda, un trastorno en el control de los esfínteres, un trastorno de la sexualidad y fertilidad, alteraciones del Sistema Nervioso Vegetativo, y un riesgo elevado de sufrir otras complicaciones a lo largo de la vida del individuo.

1.2. FISIOPATOLOGÍA DE LA LESIÓN VERTEBRAL Y MEDULAR

Lesión vertebral

Cuando los tejidos que albergan y protegen la médula espinal no son capaces de absorber la energía producida por un traumatismo, se produce una lesión medular. La médula se puede dañar directamente por el propio traumatismo, o de forma indirecta por las consecuencias de éste sobre las

estructuras vecinas, principalmente por desplazamiento de cuerpos vertebrales, fragmentos óseos o discos intervertebrales[1]. Es conveniente señalar que la sección anatómica de la médula espinal es infrecuente y se suele producir sólo por traumatismos de elevada energía o por heridas de arma blanca o de fuego[2].

El análisis biomecánico de la lesión medular ha permitido el diseño de estrategias de prevención[3], además del estudio de la relación entre el mecanismo de la lesión y la gravedad de la misma[4]. Las zonas de la columna vertebral más sensibles a los traumatismos son, por un lado, la región cervical, debido a su limitada estabilidad y su gran movilidad, y por otro lado, la unión o charnela dorso-lumbar (T12-L1)[5]. Los mecanismos de lesión pueden ser simples o combinados. El estudio de la biomecánica ha generado clasificaciones de los mecanismos de lesión como la elaborada por Allen para las fracturas cervicales[6] y la propuesta por Denis para establecer los criterios de estabilidad de la columna dorso-lumbar[7].

De todas maneras, la presencia de fracturas o luxaciones del raquis no siempre conllevan una lesión medular, de hecho, se ha observado que sólo se produce una lesión neurológica en el 14% de las fracturas[5]. A la inversa, una columna vertebral que ha sufrido un trauma y no presenta fracturas ni alteraciones de la alineación del raquis puede presentar una lesión medular en su interior. Esto ocurre en el 10% de los casos y afecta principalmente a niños y

adultos de edad avanzada con cambios degenerativos importantes en la columna vertebral. Estas lesiones se denominan según sus acrónimos: SCIWORA[8] (Spinal Cord Injury Without Radiographic Abnormality) y SCIWORET[9] (Spinal Cord Injury Without Radiographic Evidence of Trauma). Estos términos a pesar de estar ampliamente presentes en la literatura carecen en la actualidad de valor etiológico, diagnóstico y pronóstico.

Lesión neurológica

Independientemente de la lesión ósea, la transmisión de la energía del traumatismo a la médula espinal produce una afectación del parénquima medular con microhemorragias en la sustancia gris central y pérdida de la conducción nerviosa en la sustancia blanca adyacente. Esta lesión inicial de las neuronas y axones producida por la deformidad física de la médula como consecuencia del trauma inicial es lo que constituye "la lesión primaria"[5]. Tras ella, se produce una pérdida de gran número de axones como consecuencia de una serie de eventos fisiopatológicos desencadenados por el daño inicial y que están constituidos por una cascada bioquímica que desestabiliza la membrana axonal[10]. Hay varias teorías de cómo progresa la lesión medular (vascular, neuronal o mixta)[11]. Los cambios patológicos se originan dentro de un ambiente de isquemia, donde se produce una depleción del adenosín trifosfato, que conduce a una inactivación calcio dependiente del adenosín trifosfato, con un

flujo inadecuado de iones calcio (pérdida del calcio extracelular con aumento del intracelular), que a su vez promueve la activación de la fosfolipasa A2 con liberación del ácido araquidónico de la membrana fosfolipídica. Esto origina la producción de radicales libres y la peroxidación de los lípidos de las membranas neuronales, y genera una degradación de la misma[12,13]. Tras esta desestabilización de la membrana axonal se produce un patrón progresivo e irreversible de degeneración quística medular y muerte celular apoptótica que es lo que constituye propiamente "la lesión secundaria". La lesión en la médula evoluciona durante varias semanas al final de las cuales se puede apreciar la destrucción del parénquima medular y la cicatriz glial que se forma en el lugar de la lesión[10,11].

La lesión primaria origina una alteración del tono autonómico con pérdida de la autorregulación vascular e hipotensión arterial, que a su vez produce una mayor isquemia en el área de lesión. Además, se produce una respuesta inflamatoria modulada por la migración de leucocitos polimorfonucleares que, junto con la generación de radicales libres, contribuye a una mayor necrosis neuronal y edema[10,14]. Es en esta cadena de procesos químicos donde durante muchos años, la investigación se ha centrado para tratar de minimizar los efectos deletéreos de esta lesión secundaria[15-17].

1.3. CLASIFICACIÓN DE LA LESION MEDULAR

La lesión de la médula espinal ocasiona una alteración de la función motora, sensitiva y autonómica por debajo del nivel de la lesión. Esta disfunción se objetiva mediante la exploración física del paciente. Para una compresión de los signos y síntomas resultantes del daño medular y los hallazgos exploratorios, es necesario conocer la disposición segmentaria de la médula y su representación sensitiva en la superficie del organismo, así como su repercusión motora por grupos funcionales. Las regiones de la piel inervadas por raíces sensitivas de un segmento medular a través de los nervios espinales se denominan dermatomas. Éstos han sido determinados por estudios clínicos documentados y se reflejan en esquemas estándar (Figura 1). También se ha registrado la inervación de los músculos voluntarios, comprobándose que la mayoría de los grupos musculares están inervados por dos o más segmentos medulares, considerándose uno como llave de esta porción medular llamada miotoma[5].

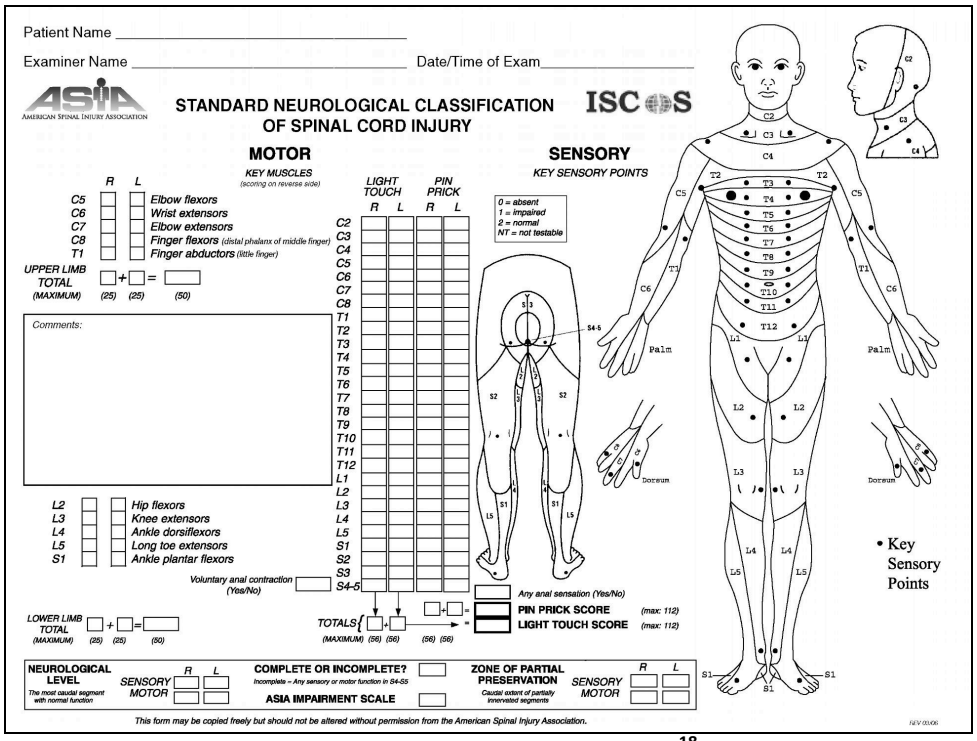


Figura 1. Hoja de exploración neurológica según la ASIA[18]

De hecho, la lesión medular en la actualidad se clasifica en función de la valoración clínica del daño neurológico que tiene en cuenta el nivel y la severidad de la lesión. Esta clasificación, que está estandarizada fruto del consenso internacional de expertos en la lesión medular, permite realizar una valoración funcional del individuo a partir de un exploración motora y sensitiva y permite establecer un pronóstico de recuperación. La American Spinal Injury Association (ASIA) publicó en 1982[18] la primera clasificación de la lesión medular y en 1992 fue adoptada por la International Medical Society Of Paraplegia (IMSOP)[19]. Tras diferentes modificaciones[20-22] fue revisada por última vez en el 2011 bajo en nombre "The International Standards for Neurological and

Functional Classification of Spinal Cord injury"[23]. En este documento se encuentran las principales definiciones de la lesión:

- **Tetraplejia**

Pérdida de función motora y/o sensitiva en los segmentos cervicales de la médula espinal por daño de los elementos neurales dentro del canal espinal. Origina un trastorno de la función en brazos, tronco, piernas y órganos pélvicos. No incluye lesiones del plexo braquial ni lesiones nerviosas periféricas.

- **Paraplejia**

Pérdida de función motora y/o sensitiva en los segmentos torácicos, lumbares o sacros de la médula espinal por daño de los elementos neurales dentro del canal espinal. Origina un trastorno de la función en tronco, piernas y órganos pélvicos. Incluye las lesiones de cola de caballo y cono medular pero no las lesiones del plexo lumbosacro o lesiones nerviosas periféricas.

- **Músculos "llave"**

Diez grupos musculares que se valoran en ambos hemicuerpos como parte del examen medular espinal estandarizado.

- **Nivel motor**

Se determina explorando los 10 músculos llave de cada hemicuerpo y se define como el músculo llave más caudal cuyo balance muscular es 3/5 o más,

siempre y cuando el balance muscular de los músculos llave por encima sea 5/5. El nivel motor puede ser diferente en cada lado.

- **Índice motor**

El índice motor global se calcula sumando todas las puntuaciones de los músculos llave en ambos lados, con un total máximo de 100 (50 en cada lado).

- **Nivel sensitivo**

Se determina explorando los 28 dermatomas de cada hemicuerpo y se define como el dermatoma más caudal con sensibilidad táctil y algésica normales en ambos lados del cuerpo. El nivel sensitivo puede ser diferente en cada lado.

- **Índice sensitivo**

Suma de las puntuaciones de cada dermatoma; se valoran los 28 dermatomas en cada hemicuerpo (0-2), con un total máximo de 112 en ambos lados para el tacto y para el dolor.

- **Nivel neurológico de lesión**

Se define como el nivel más caudal con nivel sensitivo normal y función motora igual o superior a 3 siempre y cuando los niveles motores por encima estén completamente conservados. El nivel sensitivo y motor pueden ser diferentes y a su vez variar en cada hemicuerpo. Por ello, nos podemos

encontrar con cuatro niveles diferentes que pueden determinar el nivel neurológico: nivel sensitivo derecho, nivel sensitivo izquierdo, nivel motor derecho y nivel motor izquierdo.

- **Lesión incompleta**

Preservación de la función motora y/o sensitiva por debajo del nivel neurológico incluyendo a los segmentos sacros más bajos. La preservación sensitiva incluye la presencia parcial o total de sensibilidad al tacto o al dolor en alguno de los lados de los dermatomas S4-S5, o la presencia de sensibilidad anal profunda. La preservación motora incluye la presencia de una contracción anal voluntaria al tacto rectal en el esfínter externo.

- **Lesión completa**

Ausencia de función motora y sensitiva en los segmentos sacros inferiores (S4-S5).

- **Zona de Preservación Parcial (ZPP)**

Se refiere, en las lesiones completas, a los dermatomas o miotomas por debajo del nivel neurológico que permanecen parcialmente preservados. El segmento más caudal con alguna función motora o sensitiva define la extensión de la ZPP.

A partir de la exploración sensitiva y motora del paciente se obtiene la información necesaria para establecer la Escala de discapacidad de ASIA (Tabla 1).

Grado Discapacidad	
ASIA A. Completa	No función sensitiva ni motora por debajo del nivel neurológico incluyendo los niveles S4-S5.
ASIA B. Incompleta	Función sensitiva pero no motora por debajo del nivel neurológico incluyendo los niveles S4-S5.
ASIA C. Incompleta	Función motora conservada debajo del nivel neurológico incluyendo los niveles S4-S5. Más de la mitad de los músculos por debajo presentan un balance muscular menor a 3.
ASIA D. Incompleta	Función motora conservada debajo del nivel neurológico incluyendo los niveles S4-S5. La mitad o más de los músculos por debajo presentan un balance muscular mayor a 3.
ASIA E. Normal	Recuperación total de la función sensitiva y motora.

Tabla 1. Escala discapacidad de ASIA

Dentro de las lesiones traumáticas las lesiones medulares incompletas suelen se presentarse como cuadros característicos (Figura 2), aunque en ocasiones pueden ser mixtos. Los más habituales son los siguientes[24,25]:

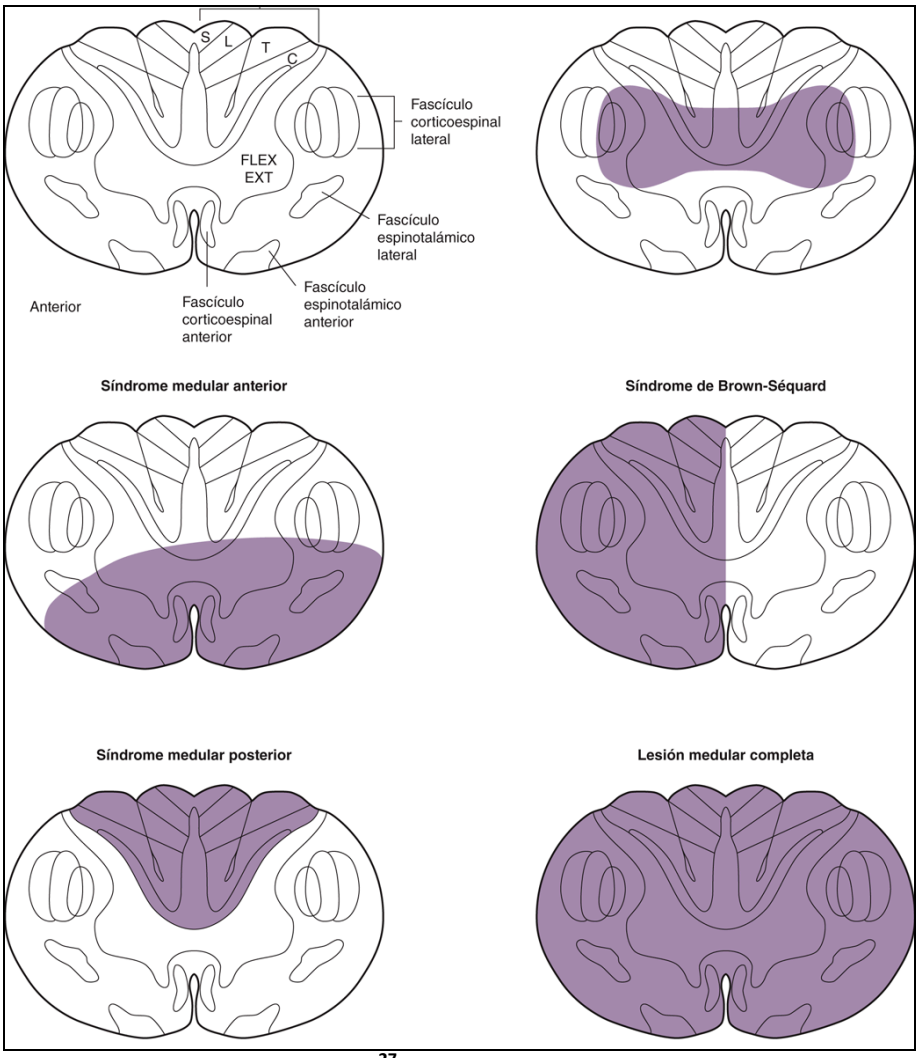


Figura 2. Síndromes medulares[27]

- **Síndrome centromedular**

El Síndrome de Schneider o centromedular suele ser el síndrome más frecuente dentro de las lesiones medulares incompletas y afecta al centro de la médula. Se produce en lesiones cervicales y se caracteriza por una mayor afectación motora en las extremidades superiores que en las inferiores, grados variables de afectación sensitiva y un trastorno esfinteriano. Suele afectar a personas de edad avanzada que presentan cambios degenerativos y

disminución del canal vertebral en la columna cervical. Se suelen producir por un mecanismo de hiperextensión, generalmente a raíz de una caída. En la mayoría de los casos este síndrome tiene un buen pronóstico siendo la edad el factor más influyente en la recuperación neurológica y funcional.

- **Síndrome anterior**

Afecta a los dos tercios anteriores de la médula con preservación del tercio posterior. Al afectar a los tractos espinotalámico y corticoespinal se caracteriza por una afectación motora y de la sensibilidad táctil y termoalgésica por debajo de la lesión, con preservación de la sensibilidad propioceptiva y vibratoria dependiente de los cordones posteriores. Los esfínteres suelen estar comprometidos. Se puede producir, bien por una lesión directa de la parte anterior de la médula espinal por retropulsión de un fragmento óseo o discal, o bien, por lesiones de la arteria espinal anterior. Es la lesión de peor pronóstico dentro de las lesiones incompletas.

- **Síndrome de hemisección medular**

El síndrome de Brown Sequard o hemisección medular afecta a una mitad lateral de la médula y es característica de las lesiones medulares por arma blanca. Este síndrome, que raramente se presenta de forma pura, se caracteriza por la pérdida de movilidad y sensibilidad profunda ipsilateral y la pérdida de la sensibilidad termoalgésica contralateral. Suele tener un buen pronóstico recuperándose la capacidad de la marcha en un 75-90% de los casos[26].

- **Síndrome posterior**

Es un síndrome infrecuente que afecta al tercio posterior de la médula y lesiona los cordones posteriores. Se caracteriza por una pérdida de la sensibilidad vibratoria y propioceptiva por debajo de la lesión con preservación de la función motora y de la sensibilidad superficial. Tiene un buen pronóstico.

- **Lesión del cono medular**

Se produce por una lesión medular sacra y de las raíces nerviosas lumbares dentro del canal vertebral. Puede producir una lesión mixta de primera y segunda motoneurona aunque suele predominar la arreflexia vesical, intestinal y en miembros inferiores.

- **Síndrome de cola de caballo**

Se produce por una lesión de dos o más raíces lumbosacras por debajo del cono medular dentro del canal neural. Cursa con arreflexia en miembros inferiores y si hay afectación de las raíces sacras se acompaña de arreflexia intestinal y vesical. Aunque es difícil de diferenciar del cono medular, una fractura vertebral lumbar por debajo de L1-L2 y la asimetría en la exploración neurológica suelen orientar a este síndrome.

1.4. CONSECUENCIAS DE LA LESIÓN MEDULAR

Además de la disfunción motora y sensitiva, la lesión de la médula espinal ocasiona una serie de alteraciones fisiológicas en diversos órganos y aparatos que, en la mayoría de los casos, permanecen hasta la muerte del individuo. Estas consecuencias se pueden clasificar, según la fase de la lesión, en inmediatas o tardías[5,24].

Consecuencias inmediatas

Las principales complicaciones inmediatas tras una lesión medular:

- Un trastorno motor y sensitivo.
- Shock medular, fase inicial y temporal de la lesión medular completa que se manifiesta en forma de flacidez y arreflexia por debajo de la lesión. Posteriormente hay una fase de recuperación del automatismo medular que aparece en dirección caudo-cefálica, de manera que aparecen primero los reflejos sacros y ascendiendo posteriormente, y siendo los reflejos más proximales los últimos en aparecer.
- Shock neurogénico que se caracteriza por bradicardia e hipotensión.
- Íleo paralítico reflejo y arreflexia vesical que se caracteriza por la ausencia temporal de peristaltismo intestinal y del tono vesical.

Consecuencias tardías

Las principales complicaciones tardías:

- Vejiga neurógena
- Intestino neurógeno
- Trastorno de la sexualidad
- Trastorno de la fertilidad
- Disfunción respiratoria
- Disfunción de la termorregulación corporal
- Hipotensión ortostática
- Disreflexia autonómica
- Úlceras por presión
- Trombosis venosa profunda
- Osificación paraarticular
- Espasticidad
- Dolor neuropático

Supervivencia

Con los avances en la atención inicial y las mejoras en el manejo del lesionado medular se ha conseguido incrementar la esperanza de vida de estos pacientes y una mejoría en su calidad de vida. De esta forma, las complicaciones

respiratorias y urológicas, tradicionalmente responsables de la mortalidad en tetraplejias y paraplejias respectivamente, han disminuido de forma considerable; y en la actualidad la principal causa de mortalidad en la población medular es la cardiovascular, igual que en la población general[28].

A pesar de ello, varios autores han reflejado en sus publicaciones la menor esperanza de vida del lesionado medular respecto a la población general, y se ha estimado en torno al 85% de la esperada para la población general[5,28]. El análisis de los factores con valor pronóstico ha demostrado la importancia de los datos exploratorios (nivel y grado de discapacidad según la clasificación ASIA), pero el factor más determinante es la edad en el momento de la lesión. Así, el aumento del riesgo de fallecimiento se ha cifrado en un 2-4% por cada año de edad desde que se produjo la lesión medular[29].

1.5. ETIOLOGÍA DE LA LESIÓN MEDULAR

Las lesiones medulares se pueden clasificar según su etiología en lesiones medulares congénitas, de etiología traumática y de etiología médica:

- Las ***lesiones medulares congénitas***, se producen por un trastorno en el desarrollo del tubo neural durante el primer trimestre de gestación y corresponden al grupo de lesiones con el diagnóstico de Espina Bífida.
- Las ***lesiones medulares traumática***s son las más estudiadas por ser fácilmente identificables y agrupables. Tradicionalmente eran la principal

causa de lesión medular que ingresaba en las unidades especializadas debido a que solía afectar principalmente a pacientes jóvenes con un potencial de rehabilitación funcional alto.

- Las ***lesiones medulares de causa médica*** engloban un conjunto de patologías muy diverso (tumoral, vascular, degenerativo…), muchas de las cuales pasan desapercibidas por la gravedad de su etiología. Estas lesiones, que suele afectar a un grupo poblacional de mayor edad, con el descenso de las lesiones medulares traumáticas y el aumento de la esperanza de vida, están cobrando cada vez más importancia en los programas de rehabilitación hospitalarios[30].

En este trabajo nos hemos centrado en las lesiones medulares de origen traumático.

✓ ***Etiología traumática: accidentes de tráfico y caídas***

Hasta finales del siglo pasado y principios del presente, el accidente de tráfico era la principal causa de lesión medular traumática en la mayoría de los estudios epidemiológicos, tanto nacionales[31-33] como internacionales[34-36]. La segunda y tercera causa de lesión medular en nuestro país eran las caídas casuales y los accidentes laborales respectivamente. En los pacientes de edad avanzada las caídas casuales constituían la principal causa de lesión medular[5].

Es a principios del 2000 cuando España se alinea con la Estrategia de Seguridad Vial Europea, y adopta una serie de medidas extraordinarias (Medidas Especiales de Seguridad Vial 2004-2005 y Plan Estratégico de Seguridad Vial 2005-2008)[37] con el objetivo de disminuir la siniestralidad en carretera. A partir de estos Planes, se observa una disminución de la morbimortalidad en carretera que llega al 53%. Por otro lado, a finales del año 2003 se presenta la Ley 54/2003 (BOE nº 298 13/12/2003)[38], una modificación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales de 1995, con el objetivo de mejorar la seguridad en el trabajo y reducir la siniestralidad laboral. Desde estos años se observa una disminución global de la incidencia de la lesión medular en España derivada no sólo de los accidentes de tráfico, sino también de los accidentes laborales. Esta disminución de la incidencia de la lesión medular traumática en España supone un cambio en el perfil del paciente con lesión medular: por un lado, al disminuir la lesión medular por accidente de tráfico y accidente laboral, la caída en el anciano se convierte la principal causa de lesión medular, y por otro lado, al afectar a una población de mayor edad, la edad media del paciente que ingresa en una Unidad de Lesionados Medulares (ULM) aumenta[39]. Este cambio en el perfil del paciente es de gran importancia para el manejo de la lesión medular y provoca: a) cambios en los objetivos funcionales que se plantean durante el ingreso hospitalario que van a ser menos ambiciosos, ya que la recuperación funcional esperable con una misma lesión

neurológica no es igual en un paciente joven que en uno mayor[40], b) cambios al alta hospitalaria, porque hay una tendencia cada vez mayor al traslado de estos pacientes más mayores a residencias u hospitales de crónicos debido a que los familiares más cercanos no se pueden hacer cargo de su cuidado[41], y finalmente c) cambios en la prevención, que hasta no hace muchos años estaba centrada exclusivamente en los accidentes de tráfico y laborales, y que precisa de un enfoque más amplio que incluya también las caídas en la población de edad avanzada[42].

- ✓ ***Etiología traumáticas: Zambullidas***

Tras las caídas y los accidentes de tráfico, la zambullida es una de las causas más frecuentes de lesión medular de origen traumático en nuestro medio [34,43]. Canarias es una comunidad eminentemente turística gracias a su geografía y una climatología benigna a lo largo de todo el año. Gran parte de las actividades recreativas que se realizan en las islas giran alrededor del mar o piscinas, siendo responsables, de accidentes de diferente gravedad. Los traumatismos generalmente son de baja intensidad afectando en la mayoría de los casos a extremidades o produciendo lesiones leves en la cabeza. En ocasiones el impacto afecta a la columna cervical por un mecanismo de compresión o hiperflexión provocando lesiones de gravedad. Estas lesiones suelen asociarse principalmente a comportamientos temerarios, desconocimiento del entorno y de la profundidad del agua, y al consumo de

alcohol o sustancias tóxicas[44]. El perfil del paciente que ha sufrido una lesión medular por zambullida ha sido documentado en diversos trabajos, afectando principalmente a varones jóvenes que sufren un trauma en la columna cervical provocando una tetraplejia que suele ser completa[45-48].

1.6. MANEJO DE LA LESIÓN MEDULAR

Durante muchos años la lesión medular era considerada una causa inevitable de muerte en un breve espacio de tiempo. En 1898 Wagner y Stolper[49] en su libro "Lesiones de la Columna y Médula Espinal" consideraban: «en lesiones medulares completas, es tarea ingrata del médico, incluso a sabiendas que el paciente se acerca a una muerte próxima, el conservarle vivo durante semanas y meses, sólo para verle consumirse miserablemente, a pesar de toda técnica y de todos los esfuerzos». Es a partir de la II Guerra Mundial, con el aumento de la incidencia de lesiones medulares como consecuencia de heridas por proyectiles, cuando la lesión medular cobra una mayor importancia tanto para el profesional médico como para la sociedad. Con el mejor conocimiento de la fisiopatología de la lesión y con la creación y desarrollo de Centros o Unidades especializadas preconizada por Sir Ludwig Guttmann, se ha conseguido disminuir la mortalidad en la fase aguda, reducir las complicaciones asociadas a la lesión medular, y conseguir, no sólo una supervivencia similar a la

de la población general, sino también, en unas condiciones de calidad de vida más aceptables.

Figura 3. Ludwig Guttmann

1.7. UNIDADES ESPECIALIZADAS EN LA LESIÓN MEDULAR

Actualmente existe un consenso generalizado de que los pacientes que sufren una lesión medular aguda deben ser trasladados a una Unidad de Lesionados Medulares (ULM) tan pronto como sea posible. Según la Guía de Práctica Clínica del Consorcio Americano para la Lesión Medular publicada en el 2008, existe suficiente evidencia para que un paciente con sospecha de lesión medular se traslade inmediatamente a un centro especializado en el manejo de la lesión medular[50].

Diversos estudios concluyen que el traslado precoz a centros especializados disminuye la estancia hospitalaria, las complicaciones derivadas

de la lesión y su gravedad, y la mortalidad del lesionado medular respecto a otros hospitales traumatológicos no especializados en su manejo[51,52].

Desde que un paciente con lesión medular se encuentra médicamente estable, debe ser transferido a una ULM para iniciar un programa de rehabilitación intensivo. Aunque cada ULM tiene sus propios criterios de admisión, en general se suelen seguir las recomendaciones de la *Wisconsin Peer Review Organization*[53]:

- Paciente que esté médica y neurológicamente estable.
- Paciente que precise asistencia para las actividades básicas de la vida diaria (ABVD), movilidad y en el manejo de los esfínteres.
- Paciente que pueda ser capaz de beneficiarse y participar en un programa de rehabilitación intensivo (al menos tres horas al día de terapia).

Estos centros o Unidades deberían estar integrados en hospitales de tercer nivel donde sea posible acceder a las diferentes especialidades relacionadas con la lesión medular como neurocirugía, traumatología, unidad de cuidados intensivos, unidad de enfermedades infecciosas, medicina interna, otorrinolaringología, neumología, cirugía plástica, etc.

En los últimos años se ha destacado la importancia de diferentes conceptos claves relativos a la asistencia sanitaria en el lesionado medular como son: la regionalización de la asistencia, la especialización dentro de un equipo interdisciplinar y el seguimiento posterior al alta en vistas a una reintegración social del individuo.

Aunque la incidencia de esta lesión es relativamente baja, la disfunción producida es extremadamente alta. Por otro lado, es una lesión muy costosa ya que precisa de una hospitalización prolongada y el manejo adecuado no se puede proporcionar a menos que exista un personal, unas instalaciones y un equipo adecuados. Según el Boletín Oficial de Canarias del año 2015 (último año en la recogida de pacientes para este estudio) BOC 2015-070-1674[54], donde se fijaban los precios públicos de los servicios sanitarios prestados por el Servicio Canario de Salud y se fijaban sus cuantías, el precio de la cama en la Unidad de Lesionados Medulares era de 689,00 euros, mientras que el precio medio de la cama de hospitalización oscilaba entre 530-590,00 euros en función de la duración de la estancia hospitalaria. Si tenemos en cuenta que durante el periodo de estudio de este trabajo la estancia media del paciente ingresado por una lesión medular de origen traumático ha sido de 111 días, el coste medio directo de la estancia hospitalaria para cada paciente con lesión medular ha sido de 76.479 euros.

En estas condiciones no es fácil conseguir una buena relación coste-eficacia, por lo que se hace necesario concentrar todos los elementos mencionados en centros o unidades regionales a los que se remitan todos los pacientes afectos de una lesión medular. Esto permite el ahorro de esfuerzos con respecto al cuidado del lesionado y una correcta educación tanto del paciente como del cuidador principal.

Por otro lado, al atender de forma regular un número mínimo de pacientes al año, se asegura la experiencia y actualización del personal especializado y la adquisición de material específico para manejar de forma adecuada estos pacientes. Este equipo hace posible un tratamiento protocolizado y de calidad, gracias a la especialización de sus componentes y a una adecuación tecnológica específica.

El otro concepto es el equipo interdisciplinar. El tratamiento especializado debería ser realizado por un equipo interdisciplinar durante la fase aguda, durante la fase de rehabilitación, y en el seguimiento posterior una vez el paciente ha sido dado de alta hospitalaria. El equipo interdisciplinar debe estar formado, además de por el médico rehabilitador, de fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, psicólogo, trabajador social y personal de enfermería. Este abordaje precisa de la interacción de todos los integrantes del equipo y donde el médico rehabilitador actúa como coordinador de las

diferentes actuaciones que se producen alrededor del paciente durante todo el proceso.

Otra de las ventajas que ofrece una ULM lo constituye el seguimiento a corto y largo plazo en una consulta monográfica para lesión medular. El alta hospitalaria y el retorno a la comunidad puede ser una experiencia angustiosa para los pacientes con LM. En algunos casos estos pacientes dependen de programas de cuidados domiciliarios o de miembros de la familia para asistirlos en sus Actividades Básicas de la Vida Diaria (ABVD). Un adecuado seguimiento por el equipo interdisciplinar en los primeros meses tras el alta puede facilitar enormemente el proceso de reinserción en la comunidad. Tras el alta hospitalaria, y cuando fuera necesario, el paciente puede continuar asistiendo a sesiones de tratamiento rehabilitador de forma ambulatoria para seguir trabajando y mejorando en las ABVD y en el manejo de la silla de ruedas. El médico rehabilitador debería revisar a los pacientes periódicamente para identificar y medir las necesidades que van surgiendo y así, establecer e implantar un plan de cuidados para proporcionar las recomendaciones necesarias para la reintegración comunitaria.

1.8. UNIDADES ESPECIALIZADAS EN ESPAÑA

El desarrollo del modelo de atención integral al lesionado medular propugnado por Guttmann ha contribuido de forma directa a alcanzar niveles

de supervivencia muy cercanos a la de la población general y a la cobertura de las necesidades sanitarias y sociales de estos enfermos. El primer centro monográfico para el cuidado de la lesión medular en España fue el Instituto Guttmann en Barcelona inaugurado en 1965. Posteriormente se crearon diferentes unidades integradas en grandes hospitales en Madrid (Hospital La Paz), Valencia (Hospital de Fe) y Barcelona (Hospital Vall d'Hebron) hasta que en 1974 se creó el Hospital Nacional de Parapléjicos en Toledo constituyéndose como centro de referencia para la lesión medular para gran parte del país, incluida la Comunidad Canaria. Esto suponía que un paciente canario que sufría una lesión medular debía ser trasladado a la península, en ocasiones acompañado de los familiares más cercanos, durante un periodo de tiempo que se podía prolongar más de un año para recibir una atención especializada. Esto suponía un gran desgaste familiar y económico para el paciente y sus familias. Este desarraigo provocó la necesidad de la creación de unidades especializadas de referencia regional a lo largo del país que se fueron desarrollando en los siguientes años. En la actualidad existen, aparte de los dos hospitales monográficos en Barcelona y Toledo, once unidades de lesionados medulares regionales que están integradas en grandes hospitales y donde se da respuesta a todas las necesidades que el cuidado de la lesión medular precisa durante la fase aguda de rehabilitación y durante el seguimiento posterior de forma ambulatoria (Figura 4):

1) **Andalucía**: Hospital Universitario Virgen del Rocío en Sevilla, Hospital Universitario Virgen de las Nieves en Granada y Hospital Universitario Puerta del Mar en Cádiz.

2) **Aragón**: Hospital Universitario Miguel Servet en Zaragoza.

3) **Asturias**: Hospital Universitario Central de Asturias en Oviedo.

4) **Castilla La Mancha**: Hospital Nacional de Parapléjicos de Toledo.

5) **Canarias**: Complejo Hospitalario Universitario Insular-Materno Infantil de Gran Canaria (CHUIMI).

6) **Cataluña**: Institut Fundació Guttmann en Badalona y Hospital Vall d'Hebron en Barcelona.

7) **Galicia**: Complexo Hospitalario Universitario a Coruña.

8) **Madrid**: Hospital Universitario La Paz en Madrid.

9) **País Vasco**: Hospital Universitario Cruces en Bilbao.

10) **Valencia**: Hospital Universitario y Politécnico La Fe en Valencia.

Figura 4. Hospitales Monográficos y Unidades de Lesionados Medulares en España

1.9. UNIDAD DE LESIONADOS MEDULARES EN CANARIAS

La Unidad de Lesionados Medulares de Canarias se creó en noviembre del 2000 y quedó emplazada en el Complejo Hospitalario Universitario Insular-Materno Infantil de Gran Canaria (CHUIMI). Desde entonces esta Unidad es centro de referencia para toda la Comunidad Autónoma Canaria para la lesión medular cubriendo las necesidades de 2.135.209 habitantes (ISTAC 2015[55]). De esta manera, y aprovechando los recursos que un hospital de tercer nivel puede ofrecer, el paciente que sufre esta devastadora lesión puede recibir un tratamiento integral en un centro relativamente cercano a su domicilio,

evitándose traslados prolongados y caros para el paciente y la familia, tanto desde el punto de vista emocional como económico.

El objetivo del ingreso en esta Unidad es proporcionar al paciente de todos los medios para conseguir la máxima independencia funcional en función de su lesión neurológica, edad y comorbilidad; educar en todas las medidas preventivas al paciente y cuidador para evitar las complicaciones inherentes a su lesión; y facilitar la reintegración del individuo a su entorno habitual.

Figura 5. Complejo Hospitalario Universitario Insular- Materno-Infantil de Gran Canaria

2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La lesión medular, como se ha comentado anteriormente, es uno de los eventos traumáticos más importantes que puede sufrir una persona. Esta lesión ocasiona una serie de disfunciones físicas, psíquicas, familiares, sociales y económicas que van a afectar, no sólo al paciente, sino también a su entorno. Las consecuencias físicas de esta lesión en muchos casos van a ser permanentes y al no existir ningún tipo de cura en la actualidad, cobra gran importancia la prevención. El conocimiento de la incidencia y de la etiología son esenciales para la asignación de los recursos económicos, estructurales, sociales y sanitarios adecuados; y para la planificación de las campañas de prevención[56] .

Existen numerosos estudios en la literatura sobre la incidencia de la lesión medular de origen traumático, con una gran variabilidad que oscila entre los 7.5 y los 83 casos por millón de habitantes/año en los países desarrollados[57]. Estas diferencias en la incidencia se deben principalmente a: a) diferencias en las bases de datos que en ocasiones son nacionales, otras regionales, hospitalarias o simplemente series sin una clara delimitación metodológica, b) diferencias en la definición, criterios y procesos de identificación de los pacientes: inclusión o no de pacientes pediátricos, inclusión de pacientes desde el lugar del accidente o desde el ingreso hospitalario, inclusión o no de fallecidos en las primeras horas, inclusión o no de la cauda equina, inclusión por

procesos de codificación entre otras; y por último c) diferencias entre países: diferencias socioculturales, económicas, de salud pública o políticas de prevención[56].

En España el primer estudio epidemiológico se publicó en 1998[31], cuando el Hospital Nacional de Parapléjicos de Toledo era centro de referencia para gran parte de la población española y todavía no se había regionalizado el cuidado de la lesión medular. En los últimos años se han publicado tres estudios regionales sobre la incidencia de la lesión medular: el estudio de Van den Berg *et al* sobre la incidencia de la lesión medular traumática en Aragón (1972-2008)[58], el estudio epidemiológico de la Comunidad Valenciana publicado por Sebastiá *et al* (2001-2013)[59] y más reciente, el estudio publicado por Montoto *et al* (1995-2014) sobre la epidemiología de la lesión medular en Galicia[60]. En estos estudios regionales, a pesar de presentar datos más homogéneos que los estudios internacionales mencionados anteriormente, no sólo reflejan las características epidemiológicas particulares de cada región, sino que además, o abarcan diferentes periodos de tiempo (Van den Berg[58]) durante los cuales se han producido cambios políticos, sociales y culturales en España que han provocado un cambio en el perfil del lesionado medular; o incluyen las lesiones medulares de causa médica (Sebastiá[59]); o incluyen lesiones medulares en menores de 14 años (Montoto[60]).

Como se ha comentado, la extrapolación de los resultados de otras regiones geográficas a Canarias no puede considerarse como parámetro fiable para conocer la situación local de los lesionados medulares canarios. Los condicionantes demográficos (gran porcentaje de población transeúnte), geográficos (costos practicables en todas las islas) e incluso metereológicos (bonanza climática durante todo el año) de las Islas Canarias exigen una valoración pormenorizada de la población afecta.

Por todo ello, es necesario disponer, dentro del Sistema Canario de Salud, de una base de datos de los pacientes que han sufrido una lesión medular en Canarias, como base fundamental para conocer las características epidemiológicas y etiológicas de la lesión medular.

Hasta ahora el único estudio existente en la Comunidad Canaria es el presentado en el 2004 por el Dr. Agustín García Bravo como trabajo de tesis "Características epidemiológicas de la lesión medular traumática en la provincia de Las Palmas. Apertura de la Unidad de Lesionados Medulares de Canarias y su impacto en la población afecta". En dicho estudio se establecía la incidencia de la lesión medular en los primeros dos años desde de la creación de la Unidad en el año 2000, y también se recogían los datos de los pacientes afectos de una lesión medular censados en la provincia de Las Palmas y que seguían control en las Consultas Externas de la Unidad de Lesionados Medulares [61].

3 OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de este estudio es determinar las características epidemiológicas y clínicas del paciente con lesión medular traumática aguda durante el periodo 2000-2015 en la Comunidad Autónoma Canaria.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS POR ARTÍCULO

ARTÍCULO 1: ***Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Gran Canaria.***

- Determinar la incidencia de la lesión medular de origen traumático en la isla de Gran Canaria y su tendencia desde el 2000 al 2014.
- Describir las características epidemiológicas del paciente con una lesión medular traumática en la isla de Gran Canaria y su tendencia desde el 2000 al 2014.
- Describir las características etiológicas de la lesión medular traumática en la isla de Gran Canaria y su tendencia desde el 2000 al 2014.

- Describir las características clínicas del paciente con una lesión medular traumática en la isla de Gran Canaria y su tendencia desde el 2000 al 2014.
- Describir las características de la fractura vertebral y la necesidad de cirugía en el paciente con una lesión medular traumática en la isla de Gran Canaria y su tendencia desde el 2000 al 2014.

ARTÍCULO 2:* *Change in the profile of traumatic spinal cord injury over 15 years in Spain.

- Determinar la incidencia de la lesión medular de origen traumático en la Comunidad Autónoma Canaria y su tendencia desde el 2001 al 2015.
- Describir las características epidemiológicas del paciente con una lesión medular traumática en la Comunidad Autónoma Canaria y su tendencia desde el 2001 al 2015.
- Describir las características etiológicas de la lesión medular traumática en la Comunidad Autónoma Canaria y su tendencia desde el 2001 al 2015.
- Describir las características clínicas del paciente con una lesión medular traumática en la Comunidad Autónoma Canaria y su tendencia desde el 2001 al 2015.

- Describir las características de la fractura vertebral y la necesidad de cirugía en el paciente con una lesión medular traumática en la Comunidad Autónoma Canaria y su tendencia desde el 2001 al 2015.
- Describir el destino al alta hospitalaria del paciente con una lesión medular traumática en la Comunidad Autónoma Canaria y su tendencia desde el 2001 al 2015.

ARTÍCULO 3: Spinal cord injuries from diving accidents in the Canariy Islands.

- Determinar la incidencia de la lesión medular traumática por zambullida en la Comunidad Autónoma Canaria y su tendencia desde el 2000 al 2014.
- Describir las características epidemiológicas del paciente con una lesión medular traumática por zambullida en la Comunidad Autónoma Canaria desde el 2000 al 2014.
- Describir las características sociodemográficas del paciente con una lesión medular traumática por zambullida en la Comunidad Autónoma Canaria desde el 2000 al 2014.
- Describir las características clínicas del paciente con una lesión medular traumática por zambullida en la Comunidad Autónoma Canaria desde el 2000 al 2014.

- Describir las características de la fractura vertebral y la necesidad de cirugía en el paciente con una lesión medular por zambullida en la Comunidad Autónoma Canaria desde el 2000 al 2014.

4 PUBLICACIONES

4. PUBLICACIONES

PUBLICACIÓN 1

Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Gran Canaria

Bárbara-Bataller E, Méndez-Suárez JL, Alemán-Sánchez C, Ramírez-Lorenzo T, Sosa-Henríquez M. ***Neurocirugía. 2017;28:15-21. Doi: 10.1016/j.neucir.2016.08.002.***

- ✓ Indexada en JCR (2017). FI: 0.31. 197/200 (Q4) SURGERY; 258/261 (Q4) NEUROSCIENCES

PUBLICACIÓN 2

Change in the profile of traumatic spinal cord injury over 15 years in Spain

Bárbara-Bataller E, Méndez-Suárez JL, Alemán-Sánchez C, Sánchez-Enríquez J, Sosa-Henríquez M. ***Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2018;26:27. Doi: 10.1186/s13049-018-0491-4.***

- ✓ Indexada en JCR (2017). FI: 2.312. 6/26 (Q1) EMERGENCY MEDICINE

PUBLICACIÓN 3

Spinal cord injuries from diving accidents in the Canary Islands

Bárbara-Bataller E, Méndez-Suárez JL, Alemán-Sánchez C, Sánchez-Enríquez J, Sosa-Henríquez M. ***Neurocirugía. 2017;28:183-189. Doi: 10.1016/j.neucir.2017.01.005.***

- ✓ Indexada en JCR (2017). FI: 0.31. 197/200 (Q4) SURGERY; 258/261 (Q4) NEUROSCIENCES

4.1. PUBLICACIÓN 1

Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Gran Canaria

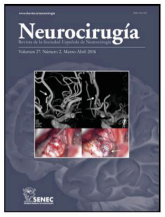
Bárbara-Bataller E, Méndez-Suárez JL, Alemán-Sánchez C, Ramírez-Lorenzo T, Sosa-Henríquez M. ***Neurocirugía. 2017;28:15-21. Doi: 10.1016/j.neucir.2016.08.002.***

NEUROCIRUGIA. 2017;28(1):15–21

SENEC
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NEUROCIRUGÍA

NEUROCIRUGÍA

www.elsevier.es/neurocirugia



Clinical Research

Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Gran Canaria☆

Enrique Bárbara-Bataller[a,*], *José Luis Méndez-Suárez*[a], *Carolina Alemán-Sánchez*[a], *Teresa Ramírez-Lorenzo*[b], *Manuel Sosa-Henríquez*[c]

[a] *Unidad de Lesionados Medulares, Servicio de Rehabilitación, Hospital Universitario Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain*
[b] *Unidad de Investigación, Hospital Universitario Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain*
[c] *Instituto Universitario de Investigaciones Biomédicas y Sanitarias, Grupo de Investigación en osteoporosis y metabolismo mineral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain*

ARTICLE INFO

Article history:
Received 5 July 2016
Accepted 29 August 2016
Available online 22 January 2017

Keywords:
Traumatic spinal cord injury
Epidemiology
Incidence
Aetiology

ABSTRACT

Objective: To evaluate the epidemiological and clinical trends in acute traumatic spinal cord injuries.
Material and methods: A retrospective study was conducted of traumatic spinal cord injury patients in Gran Canaria (Canary Islands, Spain) from 2000 to 2014. Demographic and spinal injury severity trends were analysed by year of injury grouped into 3 periods: 2000–2005, 2006–2010, and 2011–2014.
Results: The sample included 141 patients. The mean incidence for the entire period was 12 cases/million/year. There was a decrease in cases in the second and third period. While the male/female ratio was 3.8/1 and was maintained in all periods, the mean patient age increased from 38.8 in 2000–2005 to 54.5 years in 2011–2004 ($p < .05$). Falls have been the leading cause of spinal cord injury (48.2%), followed by traffic accidents (37.6%). Falls have increased, especially in the older population. Incomplete tetraplegia has been the most prevalent group (30.5%). A vertebral fracture was suffered by 70.3% of all patients, with 93.2% of them requiring surgery.
Conclusions: There has been a decrease in the incidence of traumatic spinal cord injury in recent years. The target population has changed, and the older population is currently the most affected. This reality suggests the need to change the local prevention campaigns for spinal cord injury in the elderly.
© 2016 Sociedad Española de Neurocirugía. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

☆ Please cite this article as: Bárbara-Bataller E, Méndez-Suárez JL, Alemán-Sánchez C, Ramírez-Lorenzo T, Sosa-Henríquez M. Epidemiología de la lesión medular de origen traumático en Gran Canaria. Neurocirugía. 2017;28:15–21.

* *Corresponding author.*
E-mail address: ebb31604@hotmail.com (E. Bárbara-Bataller).

2529-8496/© 2016 Sociedad Española de Neurocirugía. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

16 NEUROCIRUGIA. 2017;28(1):15–21

Epidemiología de la lesión medular de origen traumático en Gran Canaria

Palabras clave:
Lesión medular traumática
Epidemiología
Incidencia
Etiología

RESUMEN

Objetivo: Determinar la tendencia de la incidencia del paciente con una lesión medular de origen traumático y describir las características epidemiológicas y clínicas de esta población.
Material y métodos: Se ha realizado un estudio descriptivo retrospectivo de los pacientes que han sufrido una lesión medular de origen traumático en la isla de Gran Canaria (islas Canarias, España) desde el año 2000 al 2014. Para estudiar la tendencia se han dividido los pacientes en 3 periodos según el año de la lesión: 2000-2005, 2006-2010 y 2011-2014.
Resultados: El número de casos ha sido de 141 pacientes. La incidencia media para todo el periodo ha sido de 12 casos/millón/año con una disminución de los casos en el segundo y tercer periodo. Mientras la relación hombre/mujer de 3,8/1 se ha mantenido, la edad media del paciente ha aumentado de 38,8 años entre el año 2000-5 a 54,5 años en el 2011-14 ($p < 0,05$). La caída, que ha sido la principal causa de lesión medular (48,2%) seguida de los accidentes de tráfico (37,6%), ha aumentado especialmente en la población de mayor edad. La lesión incompleta ha predominado sobre la completa, siendo la tetraplejía incompleta el grupo más prevalente (30,5%). El 70,3% de los lesionados medulares tenían una fractura vertebral y de ellos han sido intervenidos quirúrgicamente el 93,2%.
Conclusiones: En los últimos años ha habido una disminución de la incidencia de la lesión medular de origen traumático con un cambio en la población diana, afectando principalmente a la población de mayor edad. Estos hallazgos muestran la necesidad de replantear las campañas de prevención local de la lesión medular en el anciano.

© 2016 Sociedad Española de Neurocirugía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Introduction

Spinal cord injuries are one of the most significant traumatic events a person can suffer. This type of injury causes a series of physical, mental, family, social and economic dysfunctions that affect not only the patient, but also their environment. The physical consequences of these injuries are often permanent, and as there is currently no cure, prevention is of great importance. Knowing the incidence and aetiology is essential for planning prevention campaigns.[1]

There are several reviews in the literature on the incidence of traumatic spinal cord injuries. The reported incidence varies widely, ranging between 4.5 and 83 cases per million people/year (c/m/y) in the review by Wyndaele et al.,[2] or between 15 and 39 c/m/y in the review by Cripps et al.[3] These differences in the incidence are primarily due to: (a) differences in the databases, which are sometimes national and other times regional, hospital or simply a series without a clear methodological delimitation; (b) differences in the patient definition, criteria and identification processes: whether or not paediatric patients are included, whether the patients are included from the site of the accident or from admission, whether or not fatalities in the early hours are included, or inclusion due to coding processes, among other; and lastly, (c) differences between countries: sociocultural or economic variations, variations in public health, healthcare systems, or prevention policies.[1]

Traditionally, the typical patients admitted into the specialised units for handling these patients were young males who had suffered a road traffic accident.[4] In recent years, a change in the patient profile has been observed, with an upward trend in the mean age, with falls being the main cause. As the impact intensity decreases, the number of fractures related to spinal cord injury decreases.

We present in this study the changes that we have observed in the incidence and the epidemiological and clinical characteristics of patients who have suffered a traumatic spinal cord injury.

Material and methods

Study population

A retrospective, descriptive study was conducted of all patients who had suffered a traumatic spinal cord injury on the island of Gran Canaria and who were admitted to a specialised unit. The Spinal Cord Injury Unit at the Hospital Universitario Insular de Gran Canaria has been a regional referral centre for the entire Canary Islands Community since it opened in November 2000. The Canary Islands are composed of 7 islands, and Gran Canaria and Tenerife are the most populous. According to the Canary Islands Statistics Institute, the population of the island of Gran Canaria was 741,161 people in 2000 (study start) and 851,157 people in 2014 (study end).[5]

Inclusion and exclusion criteria

All patients who were admitted to the Spinal Cord Injury Unit for an acute traumatic spinal cord injury on the island of Gran Canaria from 1 November 2000 to 31 December 2014 were included. Patients who died before admission to our Unit, traumatic spinal cord injuries occurring outside of Gran Canaria,

NEUROCIRUGIA. 2017;28(1):15–21

patients admitted for medical spinal cord injuries, for other reasons, or readmissions, and patients under 14 years of age were excluded.

Source of information

The information was obtained from the hospital database, the patients' medical records during the admission and follow-up period, and the patient or their family members were contacted when necessary.

Variables

Several types of variable were collected:

- Sociodemographic: gender and age.
- Spinal cord injury-related variables: aetiology, work-related accident, injury level, injury type, injury severity according to the American Spinal Injury Association (ASIA) classification,[6] neurological classification, vertebra fractures and surgical intervention.

To describe the population trend, 3 periods were established according to the year of injury: 2000–2005, 2006–2010 and 2011–2014.

Statistical analysis

SPSS v. 19.0 was used to analyse the data. A descriptive analysis was used for the main variables included in the study: the relative and absolute frequencies were found for the qualitative variables, and the mean and standard deviation for the quantitative variables.

In addition to the descriptive analysis for each of the variables, a bivariate statistical analysis was performed to determine possible correlations between the different variables considered: for correlations between two qualitative variables, the *Chi-squared* or Fisher's exact test were used; to determine the influenced of the different qualitative variables on the patients' age, analysis of covariance techniques were used.

A hypothesis test was considered statistically significant when the corresponding p-value was below 0.05.

Results

Incidence

During the 15 years of the study, 141 patients with an acute traumatic spinal cord injury occurring on the island of Gran Canaria were admitted to our Unit. By period, 66 patients were admitted between 2000 and 2005; 41 patients from 2005 to 2010; and 34 patients from 2011 to 2014.

The annual incidence of acute traumatic spinal cord injury was 12 c/m/y during the study period. By time period, the incidence was 17.8 cases between 2000 and 2005; during the second period the incidence fell to 9.7 c/m/y (2005–2010); and in the third it remained at 9.9 c/m/y (2011–2014).

The mean age was 43.7 years. By period, a clear upward trend in the mean patient age was observed, as it was 38.8 years in the first period, 42.7 years in the second and 54.5 years in the third ($p < 0.05$). By gender, the male/female ratio during the study period was 3.8/1, and by period it was 2.6/1, 9.2/1 and 3.8/1, respectively. The gender variable was correlated to age, and in patients aged 31–40 years, the ratio was 2.7/1 while in patients aged 41–60 years, the ratio was 5.3/1.

Aetiology

The main cause was falls (48.2%), followed by road traffic accidents (37.6%). By period, it was observed that while road traffic accidents were the main cause of spinal cord injury in the first period, this cause decreased in the subsequent periods. In contrast, the proportion of falls rose progressively in the different periods (Table 1). If we correlate age and aetiology in each period, we observe that while the mean age does not change for road traffic accidents, it increases significantly for falls in the second and third period ($p = 0.002$) (Fig. 1). If gender is correlated with aetiology, falls were the main cause of spinal cord injury in women during the 3 periods, and in our series all the diving injuries occurred in men.

Although not significant, the drop in work-related accidents in the third period stands out (Table 1). A large number of these accidents were from falls and were related to a T11-L2 spinal cord injury. In our series, no injuries occurred at this level during the third period (45-45-0%, respectively).

Spinal cord injury characteristics

By injury level, cervical injuries were more prevalent than thoracic and lumbar injuries, which remained constant over the

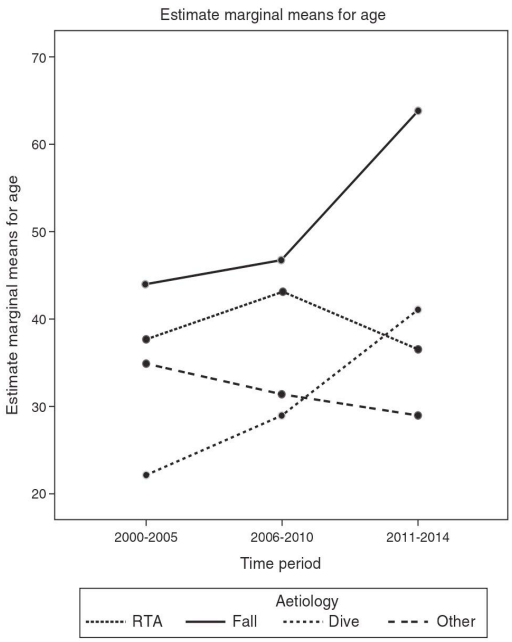


Fig. 1 – Mean age by aetiology and time period.

Table 1 – Gender, aetiology and work-related accident by time period.

	Time period							
	2000–2005		2006–2010		2011–2014		Total %	*p*-Value
	Count	%	Count	%	Count	%		
Gender								
Male	48	72.7	37	90.2	27	79.4	79.4	0.093
Female	18	27.3	4	9.8	7	20.6	20.6	
Total	66	100	41	100	34	100		
Aetiology								
RTA	31	47	14	34.1	8	23.5	37.6	0.183
Fall	25	37.9	20	48.8	23	67.6	48.2	
Dive	4	6.1	2	4.9	1	2.9	5	
Other	6	9.1	5	12.2	2	5.9	9.2	
Total	66	100	41	100	34	100		
Work-related accident								
Yes	11	16.7	11	26.8	2	5.9	17	0.055
No	55	83.3	30	73.2	32	94.1	83	
Total	66	100	41	100	34	100		

3 periods (Table 2). Eighty-five percent of the cervical injuries were found among the C4–C6 spinal cord segments, with 33% of the injuries at the C4 level, 24.6% at C5 and 29% at C6. By period, there was a slight uptick in high cervical injuries and a decrease in C7-T1 injuries.

By lesion type, incomplete spinal cord injuries were more common overall (55.3% vs 44.7%). By period, there was an increase in complete spinal cord injuries in the second and third periods (Table 2).

Among the ASIA classifications, ASIA A spinal cord injuries were most prevalent (47.7%) followed by ASIA D injuries (23.8%). By period, an increase in complete spinal cord injuries was observed while the other groups decreased (Table 3).

By combining the injury type (complete or incomplete) with the neurological level (quadriplegia and paraplegia), 4 groups are defined: complete quadriplegia, incomplete quadriplegia, complete paraplegia and incomplete paraplegia. Overall, the most prevalent group is incomplete quadriplegia (30.5%). While the percentage of quadriplegia injuries remained constant in the different periods, an increase in complete paraplegia injuries in the third period stands out (Table 3).

Vertebral fractures and surgical intervention

In terms of the number of fractures, there was a progressive decrease over the different study periods. If we correlate vertebral fractures by level, we observe that, as expected, the most common fractures were thoracic spinal cord injuries (92.3%), followed by lumbar injuries (75%) and then cervical (58%). If we correlate vertebral fractures with the neurological classification in the different periods, while there is a high percentage of fractures (77.1%) for incomplete paraplegias, of the 43 incomplete quadriplegias, only 39.5% had fractures.

Overall, there was a decrease in the number of surgeries that is directly correlated with the number of vertebral fractures. Of the 103 spinal cord injuries with vertebral fractures, 93.2% underwent surgery ($p < 0.05$), a percentage that remained constant over the different periods (94-90.6-95.2%). If we correlate surgeries with the neurological level, we

Table 2 – Level, type and neurological classification by time period.

	Time period							
	2000–2005		2006–2010		2011–2014		Total %	*p*-Value
	Count	%	Count	%	Count	%		
Level								
Cervical	31	47	22	53.7	16	47.1	48.9	0.666
Thoracic	25	37.9	12	29.3	15	44.1	36.9	
Lumbar	10	15.2	7	17.1	3	8.8	14.2	
Total	66	100	41	100	34	100		
Injury type								
Complete	27	40.9	18	43.9	18	52.9	44.7	0.515
Incomplete	39	59.1	23	56.1	16	47.1	53.3	
Total	66	100	41	100	34	100		

Table 3 – ASIA and Neurological Classification by time period.

	Time period							
	2000–2005		2006–2010		2011–2014		Total %	*p*-Value
	Count	%	Count	%	Count	%		
ASIA								
A	27	44.3	18	47.4	17	54.8	47.7	0.246
B	1	1.6	5	13.2	2	6.5	6.2	
C	10	16.4	6	15.8	6	19.4	16.9	
D	20	32.8	6	15.8	5	16.1	23.8	
E	3	4.9	3	7.9	1	3.2	5.4	
Total	61	100	38	100	31	100		
Neurological classification								
CQ	11	16.7	9	22	6	17.6	18.4	0.808
IQ	20	30.3	13	31.7	10	29.4	30.5	
CP	16	24.2	9	22	12	35.3	26.2	
IP	19	28.8	10	24.4	6	17.6	24.8	
Total	66	100	41	100	34	100		

CP: complete paraplegia; CQ: complete quadriplegia; IP: incomplete paraplegia; IQ: incomplete quadriplegia.

observe that while 86.5% of thoracic spinal cord injuries underwent surgery, 59.4% of cervical spinal cord injuries underwent surgery ($p < 0.05$) (Table 4).

Discussion

This study has shown the incidence of acute traumatic spinal cord injuries in Gran Canaria and its trend over 14 years. Similarly, the main epidemiological and clinical characteristics of these patients have been described. Our low incidence (12 c/m/y), similar to that of other studies such as the one by Ahoniemi et al.[7] in 2008 (13.8 c/m/y), contrasts with other published incidences (4.5–83).[2,3,8] In contrast, the downward incidence trend does coincide with similar studies published in recent years.[4,9,10] In the same vein, in our series there is an upward trend in the mean age of the patients which coincides with the existing literature.[1,4,7,9,11,12]

The decreasing incidence and increasing mean age can be explained by the changes in the aetiology of spinal cord injuries. Until 2000, spinal cord injuries mainly affected young patients between 20 and 40 years of age who had been in a road traffic accident. With improvements in prevention campaigns, car and roadway safety, and deterrent measures (license points, speed cameras, harsher punishments), a 55% decrease in roadway morbidity and mortality was achieved.[4] Furthermore, the generalised increase in life expectancy associated with an ageing population in our setting is causing fall-related spinal cord injuries to increase. This is becoming the main cause of spinal cord injuries in developed countries.[1,10,11,13–16]

Despite living in an ever more egalitarian society for both sexes, the male/female ratio for spinal cord injuries has not changed substantially in our study, as also happened in other papers. A slight increase has been observed in the proportion of women in other studies. This is due to the fact that the male/female ratio is more equal for falls. In 2004, Jackson et al. observed a slight rise in the proportion of women, increasing from 18.2% in 1970 to 21.8% in 2000, attributable to falls.[17] The difference in the incidence between the sexes can be attributed, on the one hand, to women still not participating equally in high-risk activities, and on the other, that when they do participate, they are safer than men.[1,13]

Another aspect to highlight in our study is the decrease in work-related accidents in the third period. This reduction is related to a decrease in the number of falls in the younger population. This fact can be explained by the improvements in preventing work-related accidents and by the slump in construction in Spain since 2008.

As for the injury level and degree, in our study there was an initial upward trend for incomplete cervical injuries that coincides with most studies.[1,15] However, in the third period, there is a peak in the incidence of complete paraplegia. This piece of data, which deviates from the general trend in most studies, is due to a one-off increase in patients with complete thoracic spinal cord injuries (15 out of 34 patients), which changed the trend from the second period. In most studies, there is

Table 4 – Surgical intervention by neurological level.

	Neurological level, n (%)			Total	*p*-Value
	Cervical	Thoracic	Lumbar		
Surgery					
Yes	41 (40.6)	45 (44.6)	15 (14.9)	101 (100)	0.004
No	28 (70)	7 (17.5)	5 (12.5)	40 (100)	
Total	69 (48.9)	52 (36.9)	20 (14.2)	141 (100)	

an upward trend for cervical spinal cord injuries.[7,14] Although this is not as clear in our sample, there is an increase in cervical injuries in the literature that is occurring at the expense of high cervical injuries, versus low cervical injuries which are decreasing.[9] This is seen in a broad study spanning the period 1935–2008, which showed an increase in C1–C4 injuries from 12.3% to 27.2% while C5–C8 injuries fell from 35.9% to 29%.[11] This means an increase in the discharge of ventilator-dependent patients, a fact that we have also observed in our Unit. In our series, complete injuries were mainly associated with road traffic accidents, falls from heights and diving, while incomplete injuries were associated with falls in the elderly, a piece of data that coincides with recent studies.[7,9,17] Lenehan et al. also correlate it with the type of injury and observe that most thoracolumbar injuries occur in young patients due to high-energy impact injuries; women are affected by low-impact, incomplete high cervical injuries; and older male patients suffer low-impact cervical injuries that usually do not require surgery.

Along the same line, the decrease in road traffic accidents and high-energy falls in the young population explains the progressive decrease in the number of fractures. Falls from heights in the elderly have lower energy than the above, but these patients are vulnerable to spinal cord injuries due to different causes: osteoporosis, narrow cervical spinal canal, sensory deterioration and adverse effects from medication.[1]

As expected and for the same reason, the number of patients treated conservatively increased in the last period. As the number of fractures decreased, the number of patients undergoing surgery fell as happened in the various published reviews.[9,18,19]

It seems clear that the spinal cord injury prevention campaigns, which until not long ago were focused on preventing road traffic accidents, require a broader focus that includes falls, mainly in the elderly population. Different lines of prevention appear in the literature, based on[20,21]: (a) improving an individual's physical condition focusing on strength, balance, coordination and gait training; (b) patient safety at home: adequate night-time lighting, removing structural barriers, avoiding slippery or mobile surfaces such as rugs, placing handrails and supports and assessing the adaptations; (c) decreasing the individual's medication as much as possible and paying attention to its adverse effects, especially for psychoactive drugs; (d) regular medical follow-up with special emphasis on controlling blood pressure, vision, hearing and balance; (e) proper nutrition with moderate alcohol consumption; and lastly, (f) ensuring proper footwear and orthopaedic aids.

With the increase in falls in the elderly population and the decrease among younger people and road traffic accidents in general, we are now encountering a decrease in the incidence of traumatic spinal cord injuries in our setting. There is a trend towards low-energy traumatic spinal cord injuries, with a lower proportion of fractures, and the injuries tend to be cervical and incomplete. These findings show the need to rethink local spinal cord injury prevention campaigns in the elderly to promote their safety.

The limitations of our study include: despite being a regional referral unit, our database is a hospital database, so some patients who may have been transferred to another specialised unit elsewhere in the country could have been lost. However, should this have occurred, we consider it to be an isolated case. When collecting our sample, patients may have been lost prior to admission due to death or severe polytrauma whose primary malady was not spinal cord injury and whose transfer was not considered.

Another limitation is the sample size, which only refers to Gran Canaria and which mainly affected the third study period. This bias could be offset with larger studies that include the entire Autonomous Community or the entire country.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

REFERENCES

1. Hagen EM, Eide GE, Rekand T, Gilhus NE, Gronning M. A 50-year follow-up of the incidence of traumatic spinal cord injuries in Western Norway. Spinal Cord. 2010;48:313–8.
2. Wyndaele M, Wyndaele JJ. Incidence, prevalence and epidemiology of spinal cord injury: what learns a worldwide literature survey? Spinal Cord. 2006;44:523–9.
3. Cripps R, Lee B, Wing P, Weerts E, Mackay J, Brown D. A global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: towards a living data repository for injury prevention. Spinal Cord. 2011;49:493–501.
4. Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Sanidad 2011. Lesiones medulares traumáticas y traumatismos craneoencefálicos en España, 2000–2008. Available from: http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/Lesiones/docs/cPerez.pdf [accessed 14.03.16].
5. Instituto Canario de Estadística (ISTAC). Available from: http://www.gobiernodecanarias.org/istac/jaxi-istac/tabla.do?uripx=urn:uuid:6d95a395-59f2-4758-b443-4b7bbf8dffb2&uripub=urn:uuid:91f7270e-800f-464c-8221-35fafb96d0eb [accessed 14.03.16].
6. Kirshblum SC, Burns SP, Biering-Sorensen F, Donovan W, Graves DE, Jha A, et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury. J Spinal Cord Med. 2011;34:535–46.
7. Ahoniemi E, Alaranta H, Hokkinen EM, Valtonen K, Kautiainen H. Incidence of traumatic spinal cord injuries in Finland over a 30-year period. Spinal Cord. 2008;46:781–4.
8. Lee BB, Cripps RA, Fitzharris M, Wing PC. The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: update 2011, global incidence rate. Spinal Cord. 2014;52:110–6.
9. Lenehan B, Street J, Kwon BK, Noonan V, Zhang H, Fisher CG, et al. The epidemiology of traumatic spinal cord injury in British Columbia, Canada. Spine. 2012;37:321–9.
10. Van den Berg M, Castellote JM, Mahillo-Fernandez I, de Pedro-Cuesta J. Incidence of traumatic spinal cord injury in Aragón, Spain (1972–2008). J Neurotrauma. 2011;28:469–77.
11. Devivo MJ. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: trends and future implications. Spinal Cord. 2012;50:365–72.
12. Pickett GE, Campos-Benitez M, Keller JL, Duggal N. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Canada. Spine. 2006;31:799–805.
13. Couris CM, Guilcher SJ, Munce SE, Fung K, Craven BC, Verrier M, et al. Characteristics of adults with incident traumatic spinal cord injury in Ontario, Canada. Spinal Cord. 2010;48:39–44.

NEUROCIRUGIA. 2017;28(1):15–21

14. O'Connor PJ. Prevalence of spinal cord injury in Australia. Spinal Cord. 2005;43:42–6.
15. Albert T, Ravaud JF. Rehabilitation of spinal cord injury in France: a nationwide multicentre study of incidence and regional disparities. Spinal Cord. 2005;43:357–65.
16. O'Connor RJ, Murray PC. Review of spinal cord injuries in Ireland. Spinal Cord. 2006;44:445–8.
17. Jackson AB, Dijkers M, DeVivo MJ, Poczatek RBA. Demographic profile of new traumatic spinal cord injuries: change and stability over 30 years. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85: 1740–8.
18. Fielingsdorf K, Dunn RN. Cervical spine injury outcome-a review of 101 cases treated in a tertiary referral unit. S Afr Med J. 2007;97:203–7.
19. Güzelküçük Ü, Kesikburun S, Demir Y, Aras B, Özoyörük E, Yilmaz B, et al. Demographic and clinical characteristics of patients with traumatic cervical spinal cord injury: a Turkish hospital-based study. Spinal Cord. 2015;53:441–5.
20. Alaranta H, Luoto S, Konttinen YT. Traumatic spinal cord injury as a complication to ankylosing spondylitis. An extended report. Clin Exp Rheumatol. 2002;20:66–8.
21. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society. 2010 AGS/BGS Clinical Practice Guideline: prevention of falls in older persons. New York: American Geriatrics Society; 2010. Available from: http://www.americangeriatrics.org/health_care_professionals/clinical_practice/clinical_guidelines_recommendations/prevention_of_falls_summary_of_recommendations [accessed 21.03.16].

4.2. PUBLICACIÓN 2

Change in the profile of traumatic spinal cord injury over 15 years in Spain

Bárbara-Bataller E, Méndez-Suárez JL, Alemán-Sánchez C, Sánchez-Enríquez J, Sosa-Henríquez M. ***Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2018;26:27. Doi: 10.1186/s13049-018-0491-4.***

Bárbara-Bataller *et al. Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* (2018) 26:27
https://doi.org/10.1186/s13049-018-0491-4

Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine

ORIGINAL RESEARCH Open Access

Change in the profile of traumatic spinal cord injury over 15 years in Spain

Enrique Bárbara-Bataller[1*], José Luis Méndez-Suárez[1], Carolina Alemán-Sánchez[1], Jesús Sánchez-Enríquez[1] and Manuel Sosa-Henríquez[2]

Abstract

Background: Traumatic spinal cord injury remains a serious public health and social problem. Although incidence rates are decreasing in our environment, it is a high cost condition that is associated with great disability. The objective of this study was to describe the epidemiological and demographic characteristics of traumatic spinal cord injury and to analyse its epidemiological changes.

Methods: This study was an observational study with prospective monitoring of all traumatic spinal cord injury patients in the Canary Islands, Spain (2.1 million inhabitants) between 2001 and 2015.

Results: Over the specified period of the study, 282 patients suffered a traumatic spinal cord injury. The crude incidence rate was 9.3 cases per million people/year. The patients' mean age increased from 38 years (2001–2005) to 48 years (2011–2015) ($p < 0.05$). Overall, 80.1% of patients were males. The trauma mechanisms of spinal cord injury were falls in 44%, traffic accidents in 36.5%, diving accidents in 8.9% and others in 10.7%. While traffic accidents decreased, falls increased, particularly in the elderly ($p < 0.05$). The most frequently affected level was the cervical spine (50.9%), and incomplete tetraplegia was the most prevalent group (29.8%). A total of 76.6% of all patients suffered a vertebral fracture, and 91.6% of these required surgery. Among 282 patients, 12.5% were transferred to residences. The patients transferred increased from 8.5% in the first period to 20.0% ($p < 0.05$) in the last period. Such cases were related to age, cervical level injuries and injuries associated with poor functionality ($p < 0.05$).

Conclusions: The rise in the number of falls among the older population, as well as the reduction in traffic accidents, decreased the incidence of traumatic spinal cord injury in our environment. This change in the profile of new traumatic spinal cord injuries led us to reformulate the functional objectives planned for these patients upon admission to specialized units, to plan destination-upon-discharge in advance and to promote campaigns to prevent spinal cord injury in older adults.

Keywords: Traumatic spinal cord injury, Epidemiology, Incidence, Aetiology

Background

Spinal cord injury is considered to be the second most severe traumatic event after traumatic brain injury in terms of morbidity and disability [1]. This type of injury produces a number of physical, psychological, social and financial dysfunctions that affect not only the patients but also their families. Since in most cases, the physical consequences are permanent, prevention is the only efficacious option for health and social systems to intervene. Gaining insight into the incidence and aetiology of this injury is essential to design prevention campaigns [2].

In recent years, there has been a change in the patient profile of spinal cord injury, with a tendency toward more elderly patients in whom falls are the main cause of injury [1]. Changes in the profile of patients admitted to units specialized in the management of spinal cord injury are important because they affect the following: a) the functional objectives outlined upon admission since the functional recovery of neurological injury is different in younger patients compared with older subjects [3]; b) the destination upon discharge, given that there is an

* Correspondence: ebb31604@hotmail.com
[1]Unit of Spinal Cord Injury, Rehabilitation Service of the University Insular Hospital of Gran Canaria, Avenida Maritima S/N, 350016 Las Palmas de Gran Canaria, Spain
Full list of author information is available at the end of the article

BioMed Central

© The Author(s). 2018 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.

increasing tendency to transfer patients to residences [4]; and finally, c) the prevention strategy, which was, until recently, focused on traffic accidents [5].

To confirm the hypothesis of a trend towards a changes in the profile of patients with spinal cord injuries, this study mainly aimed to analyse the changes in the epidemiology of traumatic spinal cord injury in an isolated region of Spain in the last 15 years and thus to contribute to healthcare planning for spinal cord injury.

Methods

Setting and population

This observational study prospectively registered all patients who suffered traumatic spinal cord injuries in the Canary Islands, Spain, which is located in the Northwest of Africa, and who were admitted to our specialized unit. According to the Canary Institute for Statistics, the population in the Canarias region in the year 2000 (at the beginning of the study) was 1,716,276 inhabitants, while in 2015 (termination of the study) it was 2,100,306 inhabitants [6]. The Spinal Cord Injury Unit of the Hospital Universitario Insular de Gran Canaria is integrated in a tertiary-level adult hospital (over 14 years old) and includes a multidisciplinary team that provides comprehensive care for spinal cord injuries, including treatment during the acute phase, rehabilitation therapy and long-term medical follow-up. It has been the regional reference centre for spinal cord injuries in the Canary Islands since it was established in December 2000. Since that date, only 22 patients, all in the first 3 years, were transferred to the reference unit on the mainland (database of the Regional Canarian Health Service). In Spain, the National Health Service is decentralized into administrative regions. If a spinal cord injury occurs in our region, once a stable status has been reached in the initial hospital, the patient is transferred by helicopter (more than the 75% of the patients in the first 72 h) to our unit to complete an intensive rehabilitation programme. Once the patient finishes this specialized programme (2–4 months depending mainly on the level and severity of the spinal cord injury and the age and comorbidities of the patient), the patient is discharged home or to a chronic care facility. The Regional Health Service covers all of these processes, and the patient does not have to pay for the care.

Inclusion and exclusion criteria

All the patients admitted to the Unit for Spinal Cord Injury due to traumatic acute spinal cord injury from January 1, 2001 to December 31, 2015 were included. Patients who died before admission to our Unit, patients with vertebral injuries without neurological injuries or with isolated root injuries and patients under the age of 15 were excluded.

Information source

The authors collected the records with the ICD-9 (International Classification of Diseases) codes 806 and 952 (traumatic acute spinal cord injury with or without apparent spinal fracture) from the electronic hospital database. The Hospital Research Ethics Committee approved the study (CEIm-CHUIMI-2017/969). To complete the information, the authors consulted the database of the Regional Canary Health Service.

Variables

The following data were collected: sex, age, aetiology, vertebral level fracture, surgical intervention, neurological level, type of neurological injury, severity of injury according to the ASIA classification (American Spinal Injury Association) (Table 1) [7], neurological category (complete tetraplegia, incomplete tetraplegia, complete paraplegia, incomplete paraplegia), mortality and destination after discharge.

The study period was divided into a five-year period to facilitate the observation of the general trends over time depending on the year of the occurrence of the injury: 2001–2005, 2006–2010 and 2011–2015. The incidences were calculated taking into account the average population during each period, which was provided by the Canary Institute for Statistics. To describe the age groups in this population, we established the following five age groups: 15–30, 31–45, 46–60, 61–75 and more than 75 years old.

Statistical analysis

The data were analysed with SPSS v. 19.0 statistical software. A descriptive analysis was used for the main variables included in the study. The relative and absolute frequencies were found for the qualitative variables, and the mean and standard deviation were used for the quantitative variables. In addition to the descriptive analysis for each of the variables, a bivariate statistical analysis was performed to determine the possible correlations between the different variables considered. For evaluating the statistical association between two quantitative variables, the chi-squared or Fisher's exact test

Table 1 ASIA Impairment Scale [7]

Neurological injury Severity	Clinical description
Complete ASIA A	No sensory/motor function below neurological level
Incomplete ASIA B	Sensory (S4-S5) but no motor function below neurological level
Incomplete ASIA C	Less than grade 3 motor function below neurological level
Incomplete ASIA D	Grade 3 or more motor function below neurological level
Incomplete ASIA E	Neurologically intact

were used; to determine the influence of the different qualitative variables on the patients' age, we used analysis of covariance techniques. A hypothesis test was considered statistically significant when the corresponding p-value was below 0.05.

Results

During the 15 years of the study, 282 patients were admitted to our unit with traumatic spinal cord injury. Per period, 116 patients were admitted between 2001 and 2005, 76 between 2006 and 2010 and 90 between 2011 and 2015. The annual incidence rate of traumatic spinal cord injury in the Canary Islands was 9.3 cases per million people/year (c/m/y) during the studied period. Per period, it was as follows: 13.0 c/m/y in 2001–2005, 7.5 c/m/y in 2006–2010 and 8.5 c/m/y in 2011–2015.

The global mean age was 42.8 (+/− 17.91) years. Per period, a clear tendency was observed towards an increasing older mean age of 38 (+/− 17.02) years in the first period, 41 (+/− 15.80) years in the second period and 48 (+/− 19.29) years in the third period ($p < 0.05$) (Fig. 1). Per period, 36.2% of the patients were younger than 30 years old, and 13.7% were older than 60 years old in the first period, while 22.2% were younger than 30 years old, and 35.2% were older than 60 years old in the third period ($p < 0.05$). The male/female ratio was 4/1 in the studied period and 3.6/1, 5.3/1 and 3.7/1 in the different periods.

Falls were the main cause of traumatic spinal cord injury (44%), followed by traffic accidents (36.5%) and diving (8.9%). Per period, traffic accidents were the main cause of spinal cord injury in the first period and decreased in the following two periods ($p < 0.05$). However, the proportion of falls progressively increased throughout the periods (Table 2). An analysis of the relationship between age and aetiology per period showed that the mean age of patients suffering spinal cord injuries due to traffic accidents was stable throughout, while the mean age of patients suffering falls significantly increased in the second and third periods ($p < 0.05$) (Fig. 2).

The relationship between sex and aetiology showed that falls were the major cause of spinal cord injury in women throughout the three periods. The incidence was higher in men than in women for all aetiologies except for attempted self-injury (1/1.4). In our series, all diving injuries occurred in men.

Regarding the level of the injury, cervical injury was predominant over dorsal and lumbar injury, throughout the three periods (Table 2). The highest proportion of injuries occurred between segments C4-C6 (45.5%). Per period, C4 injuries increased from 14.7% in the first period to 20.8% in the third period, while C6-C7 injuries decreased from 22% to 8.3%. An analysis of the relationship between the level of injury and aetiology revealed that traffic accidents produced similar percentages of cervical and thoracic injuries, 45.6% and 49.5% respectively; falls produced 50% and 32.3%, respectively; and diving only produced cervical injuries. The relationship between the level of injury and age showed that 69.9% of patients older than 60 years old suffered from cervical

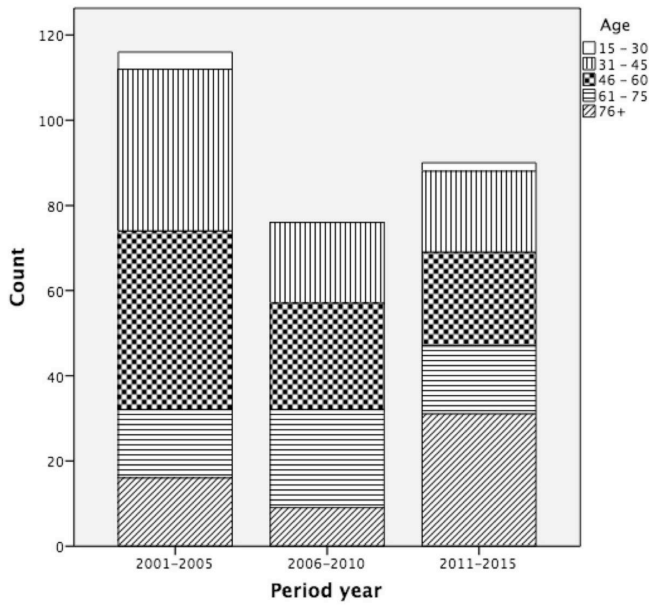


Fig. 1 Age group period-year

Table 2 Characteristics of patients with traumatic spinal cord injury by period

		2001–2005 n (%)	2006–2010 n (%)	2011–2015 n (%)	Total (%)	*p*-value
Sex	Male	91 (78.4)	64 (84.2)	71(78.9)	226 (80.1)	0.58
	Female	25 (21.6)	12 (15.8)	19 (21.1)	56 (19.9)	
Aetiology	Traffic	52 (44.8)	28 (36.8)	23 (25.6)	103 (36.5)	0.05
	Fall	41 (35.3)	34 (44.7)	49 (54.4)	124 (44)	
	Dive	13 (11.2	4 (5.3)	8 (8.9)	25 (8.9)	
	Other	10 (8.6)	10 (13.2)	10 (11.1)	30 (10.6)	
Level of injury	Cervical	57 (49.1)	40 (52.6)	47 (52.2)	144 (50.9)	0.76
	Thoracic	40 (34.5)	26 (34.2)	34 (38.2)	90 (35.6)	
	Lumbar	19 (16.4)	10 (13.2)	9 (10.1)	38 (13.5)	
Type of injury	Complete	53 (45.7)	39 (51.3)	50 (55.6)	142 (50.4)	0.37
	Incomplete	63 (54.3)	37 (48.7)	40 (44.4)	140 (49.6)	
ASIA score	A	53 (48.6)	37 (52.9)	46 (56.1)	136 (52.1)	0.85
	B	9 (8.3)	6 (8.6)	3 (3.7)	18 (6.9)	
	C	14 (12.8)	10 (14.3)	13 (15.9)	37 (14.2)	
	D	30 (27.5)	14 (20)	18 (22)	62 (23.8)	
	E	3 (2.8)	3 (4.3)	2 (2.4)	8 (3.1)	
Neurological category	CT	24 (20.7)	17 (22.4)	18 (20)	49 (20.9)	0.73
	IT	33 (28.4)	23 (30.3)	28 (31.1)	84 (29.8)	
	CP	29 (25)	22 (28.9)	29 (32.2)	80 (28.4)	
	IP	30 (25.9)	14 (18.4)	15 (16.7)	59 (20.9)	

(Neurological category: *CT* Complete Tetraplegia, *IT* Incomplete Tetraplegia, *CP* Complete Paraplegia, *IP* Incomplete Paraplegia)

injuries, while 70.7% of patients between 31 and 45 years of age had dorsal-lumbar injuries ($p < 0.05$).

Regarding the type of injury, there was almost the same amount of complete and incomplete spinal cord injuries (Table 2). Central cord syndrome was the most frequent type of incomplete injury, and the rate of occurrence of this syndrome increased from 35.6% in the first period to 45.5% in the third. The relationship between age and type of injury showed that complete injuries were predominant in patients younger than 30 (54.9%) years old, while 58.9% of patients older than 60 years old suffered incomplete injuries. According to the ASIA classification of disability, ASIA A spinal cord injuries were predominant (52.1%), followed by ASIA D injuries (23.8%).

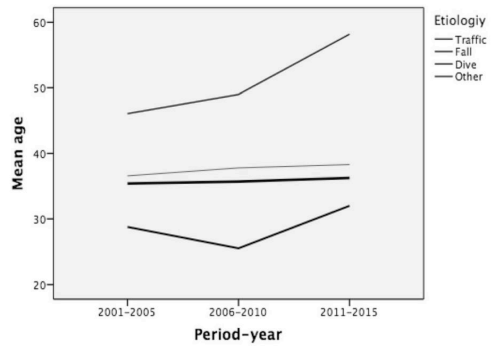


Fig. 2 Mean age by aetiology and period-year

By combining the type of injury (complete or incomplete) with the neurological level (tetraplegia or paraplegia), 4 groups were defined: complete tetraplegia, incomplete tetraplegia, complete paraplegia and incomplete paraplegia. Globally, incomplete tetraplegia was the most prevalent group (29.8%) (Table 2). The relationship between the neurological classification and the aetiology showed that traffic accidents were mainly associated with complete paraplegia (37%), falls were mainly associated with incomplete tetraplegia (32.7%), and 65.2% of cases of diving injuries resulted in complete tetraplegia ($p < 0.05$).

A total of 76.6% of patients with spinal cord injuries suffered a vertebral fracture. The number of fractures decreased gradually over the different study periods. If we correlate the vertebral fractures by neurological level, we observe that, as expected, the most frequent fractures associated with spinal cord injury were thoracic (94%), followed by lumbar (86.8%) and then cervical (61.5%). If we correlate vertebral fractures with neurological

category in the different periods, while there was a high percentage of fractures (84.7%) associated with incomplete paraplegia, only 45.2% of 84 cases of incomplete quadriplegia had fractures.

Overall, there was a decrease in the number of surgeries that was directly correlated with the number of vertebral fractures. Of the 217 spinal cord injuries with fractures, 198 (91.2%) underwent surgery ($p < 0.05$), which is a percentage that remained constant over the different periods. If we correlate surgeries with the neurological level, we observe that while 87% of thoracic spinal cord injuries underwent surgery, only 62.9% of cervical spinal cord injuries underwent surgery ($p < 0.05$) (Table 3).

Up to 87.1% of discharged patients returned to their habitual home. Throughout the periods, the proportion of patients referred to a skilled nursing facility or chronic rehabilitation facility increased, as well as the mean age of the patients. In addition, 34.7% of patients older than 76 years old were referred to a chronic hospital ($p < 0.05$). The relationship between destination upon discharge and ASIA classification showed that the levels with the poorest functionality were most frequently transferred to chronic health centres: 15.7% of patients with ASIA A, 7.1% of patients with ASIA B and 29.7% of patients with ASIA C ($p < 0.05$). The relationship between the destination upon discharge and the level of injury showed that patients with cervical injuries were most frequently referred to chronic hospitals ($p < 0.05$) (Table 4). Finally, only six patients in our series (2.27%) died during their hospital stay. All of them were older than 55 years old, 83% had a C4-C5 neurological level of injury, and 66% had ASIA A injuries.

Discussion

The present study describes the incidence and main epidemiologic and clinical characteristics of patients with acute traumatic spinal cord injury in the Canary Islands community, as well as the tendency throughout a 15-year period.

The low incidence rate (9.3 c/m/y, is similar to those of other countries, such as 10.2 in Denmark [8], 13.8 in Finland [9], or 14.0 in the Netherlands [5], but in contrast with other higher reported rates that reach up to 83 c/m/y [10]. However, our tendency towards lower incidence rates is in agreement with most similar studies published in recent years [1, 2, 11]. Similarly, the tendency toward an increased mean patient age in our series is in agreement with the existing literature [2, 5, 8, 9, 11–16].

Table 3 Surgical intervention by neurological level

Surgery	Neurological level			Total	*p*-value
	Cervical	Thoracic	Lumbar		
Yes	91 (62.9%)	87 (87%)	31 (81.6%)	209 (74.0)	< 0.01
No	53 (37.1%)	13 (13.0%)	7 (18.4%)	73 (26.0)	
Total	144 (50.9%)	100 (35.6%)	38 (13.5%)	282	

Table 4 Destination upon discharge by age, ASIA score and level of injury

		Destination upon discharge				
		Chronic hospital		Other		*p*-value
		Count	%	Count	%	
	2001–5	9	8.5	97	91.5	0.04
	2006–10	7	10	63	90.0	
	2011–15	16	20	64	80.0	
	Total	32	12.5	224	87.5	
Age	15–30 years	3	4.2	69	95.8	< 0.01
	31–45 years	7	8.2	78	91.8	
	46–60 years	5	10	45	90	
	61–75 years	13	32.5	27	67.5	
	> 75 years	4	44.4	5	55.6	
ASIA	A	19	15.7	102	84.3	< 0.01
	B	1	7.1	13	92.9	
	C	11	29.7	26	70.3	
	D	2	3.6	54	96.4	
	E	0	0.0	7	100	
Level of injury	Cervical	22	17.5	104	82.5	< 0.01
	Thoracic	11	11.7	83	88.3	
	Lumbar	0	0	35	100	

The observed reduction in the incidence rate and tendency toward older mean age may be accounted for by changes in the aetiology of spinal cord injury and demographic changes. Up until the year 2000, spinal cord injuries mainly affected young subjects between 20 and 40 years old who had suffered traffic accidents. Improved campaigns to prevent traffic accidents along with improvements in roads and car safety devices, such as airbags, and the inclusion of safety belts in the rear seats have improved road safety. In Spain, the dissuasive measures adopted between 2005 and 2008, including the system of driver's license points, speed cameras, controls for blood alcohol and more severe traffic sanctions, have been very important. These measures reduced morbidity and mortality on the road by 55% [2]. This study confirmed these results, and spinal cord injuries due to traffic accidents decreased from 44.8% in 2001–05 to 25.6% in 2011–15. Preventive and restrictive strategies in other countries, such as the Netherlands [5], Switzerland [17] or the Nordic Countries, have also reduced road mortality [8, 9, 14, 18]. Additionally, an increased life expectancy associated with a generalized aging population was observed in our environment. By the beginning of this study (2001), the mean age in the populations in Spain was 39.5 years, while in 2015, it was 43.2 years [19]. In our study, during the first period (2001–5), patients older than 65 years

old accounted for 7.7% of the total spinal cord injuries, while in the last period (2011–15), they accounted for 25%. Such an increase in the mean age resulted in an increase in the number of spinal cord injuries caused by falls, and falls became the main cause of spinal cord injury, as in our study and in other studies in most developed countries [1, 5, 12, 14, 17, 20].

Along the same lines, the decrease in road accidents in the younger population explains the decrease in the number of fractures. Falls in the elderly are usually low-impact, but these patients are vulnerable to spinal cord injuries due to osteoporosis, a narrow cervical spinal canal, sensory deterioration and adverse effects from medication. For the same reason, the number of surgeries decreased in the last period. As the number of fractures decreased, the number of surgeries decreased, similar to what occurred in various reviews [11, 18].

Despite a higher equality between men and women in current society, the male/female ratio of spinal cord injury did not change substantially throughout the study but remained at approximately 80% for men, in agreement with other studies [8, 9]. However, this study and other studies have reported a slight increase in the proportion of women. This finding could be due to the fact that the male and female proportions of falls are very similar. On the one hand, the difference in the incidence rates between both sexes could be due to the less frequent participation of women in risky activities; on the other hand, it could be due to the fact that when they participate, women usually do so in a safer manner [20, 21].

Regarding the level of injury, the observed predominance of cervical spinal cord injuries increased throughout our study, in agreement with other reports in the literature [5, 8, 9, 14, 17]. When the neurological level was related to age, cervical injuries were predominant in all age groups except for patients 31–45 years old, in whom thoracic injuries predominated (35.3% vs. 41.2%). Globally, 69.9% of thoracic injuries occurred in subjects younger than 45 years old, while cervical injuries showed two incidence peaks among subjects 15–30 years and subjects older than 60 years (67.3% of all injuries), in agreement with other studies [5, 8, 11, 14, 17]. Lenehan et al. also related the level of injury and the age with the type of injury and observed that most of thoracic and lumbar injuries occurred in younger subjects due to high-impact events. Women were affected by high, incomplete, low-impact cervical injuries, and older men suffered from low-impact cervical injuries [11]. As in our study, the related literature shows a per-period tendency toward an increased number of cervical injuries, where the frequency of higher injuries rises and that of lower injuries decreases [11]. In an extensive study from 1935 to 2008, DeVivo et al. reported that C1-C4 injuries increased from 12.3% to 27.2%, while C5-C8 injuries decreased from 35.9% to 29% [12]. This fact resulted in a growing proportion of ventilator-dependent patients upon discharge, a finding that we also observed in our unit. This increase in the survival of patients with high cervical injuries is mainly due to improvements in patient care at the accident site, more effective coordination between emergency care services, early surgery and better care during the first hours after injury.

In our series, complete injuries were mainly associated with traffic accidents, falls from high places and diving injuries, while incomplete injuries were associated with falls in older people. Despite the increased frequency of incomplete cervical spinal cord injuries associated with the elderly population, which is in agreement with recent studies [5, 8, 9, 11, 14, 17, 21], in our series, a significant number of complete thoracic spinal cord injuries also occurred. This, together with the reduction in the number of lumbar spinal cord injuries, which are usually incomplete, is responsible for the fact that complete spinal injuries predominated in our study. This reality has meant that the expected functional improvement in patients due to the increase in incomplete cervical spinal cord lesions did not occur in our population.

Regarding spinal cord injury severity, we observed a prevalence of ASIA A (52.1%) followed by ASIA D injuries, a finding that was in agreement with other series, such as those in the USA (48.7%) [12] or Italy (54.7%) [22].

The destination upon discharge also changed. Patients in the first period, who were generally younger, usually returned to their place of residence, either their own home, their marital home or their parental home. In recent years, the fact that patients were generally older resulted in a higher proportion of patients who were transferred to chronic health centres after discharge. This was especially frequent in patients with cervical level injuries and in patients whose neurological injuries resulted in poorer functionality. This result is in agreement with a study by Koskinen et al. who observed that 80% of patients younger than 60 years old returned home, while 45.8% of patients older than 60 years old were transferred to hospitals for chronic diseases [23]. Anzai et al. reported that the most important determining factors for which a patient was transferred to a chronic hospital were as follows: age, high cervical level injury, previous poor health status, living alone before the injury, scarce social support, not being employed at the time of injury and not receiving compensation for the injury [24].

The mortality rate in our series was low (2.27%) and was related to older age, higher cervical levels of injury and poor functionality, as in other studies [11, 25].

It seems evident that campaigns for the prevention of spinal cord injury, which have until recently focused on preventing traffic accidents, should take a wider approach and include falls, especially in the older population. Chen

et al. observed that most of the falls among older adults occurred at home as a consequence of slipping or stumbling on the same level or down the stairs. Advanced age is usually associated with balance disorders, loss of strength, fragility and osteoporosis, all of which facilitate the deterioration of bone mass and reduce stability, thus increasing the risk of a fall [26]. Different prevention strategies are found in the literature and are based on the following: a) enhancing the subject's physical status, focusing on strength, balance, coordination and gait re-education; b) enhancing safety at home by providing suitable night illumination, removing structural barriers, avoiding slippery or movable surfaces such as carpets, providing handrails and chair backs and seeking advice on necessary adaptations; c) reducing medication as much as possible and paying attention to the adverse side effects of medication, especially those of psychoactive drugs; d) providing regular medical examinations with special attention to blood pressure, sight, hearing and balance; e) following a healthy diet with moderate alcohol intake; f) supplementing vitamin D; and finally, g) wearing suitable shoes (closed and non-slippery) and orthopaedic aids [27–29].

The limitations of this study include the fact that we could not access patients with spinal cord injuries who died before being admitted to hospital. Sabre et al. observed that 53% of patients died before arriving to the hospital [30], and Dryden et al. observed that the incidence rate was 20% higher when these patients were included [31]. Moreover, patients with injuries that were so mild that they were not transferred from other islands were not included in our count. A third group of patients not included in the sample was patients younger than 15 years of age because paediatric spinal cord patients are rare in Spain and are not regularly attended to in our unit because it is integrated in an adult hospital. All of these factors could have contributed to an underestimation of the incidence of acute spinal cord injury.

The categorization of the study into three periods of time could also be considered another limitation because it provides less precise data on the trends of the different variables studied.

Conclusions

The rise in the number of falls among the older population, as well as the reduction in traffic accidents, decreased the incidence of traumatic spinal cord injury in our environment. There is a growing trend of traumatic spinal cord injuries, which are often cervical and incomplete, produced by falls. This new reality led us to reformulate the functional objectives planned for these patients upon admission to rehabilitation specialized units, to plan their destination upon discharge in advance and to promote campaigns for the prevention of spinal cord injury in people of advanced age.

Abbreviations

ASIA: American spinal injury association; ICD: International classification of diseases

Acknowledgements

Not applicable.

Funding

The authors declare there has not been any funding for this research.

Availability of data and materials

The dataset supporting the conclusions of this article is included within the article.

Authors' contributions

EBB conceived and designed the study, acquired and analysed the data, interpreted the results, wrote the first draft of the manuscript, and revised it on the basis of comments from the other authors; and JLMS, CAS, JSE and MSH contributed substantially to the data acquisition, data analysis, and interpretation. All the authors revised the draft manuscript for important intellectual content and approved the final version.

Authors' information

JLMS is president of the Spanish Spinal Cord Society.
EBB is vice president of the Spanish Spinal Cord Society.

Ethics approval and consent to participate

Not applicable.

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Author details

[1]Unit of Spinal Cord Injury, Rehabilitation Service of the University Insular Hospital of Gran Canaria, Avenida Maritima S/N, 350016 Las Palmas de Gran Canaria, Spain. [2]University Institute for Biomedical and Health Research, Osteoporosis and Mineral Metabolism Research Group, University of Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain.

Received: 23 November 2017 Accepted: 21 March 2018
Published online: 05 April 2018

References

1. Van den Berg M, Castellote JM, Mahillo-Fernandez I, de Pedro J. Incidence of traumatic spinal cord injury in Aragon, Spain (1972-2008). J Neurotrauma. 2011;28:469–77.
2. Perez K, Novoa AM, Santamarina-Rubio E, Narvaez Y, Arrufat V, Borrell C. Incidence trends of traumatic spinal cord injury and traumatic brain injury in Spain, 2000-2009. Accid Anal Prev. 2012;46:37–44.
3. Jakob W, Wirz M, Van Hedel HJ, Dietz V. Difficulty of elderly SCI subjects to translate motor recovery -"body function"- into activity of daily living. J Neurotrauma. 2009;26:2037–44.
4. DeVivo MJ, Kartus PL, Rutt RD, Stover SL, Fine PR. The influence of age at time of spinal cord injury on rehabilitation outcome. Arch Neurol. 1990;47:687–91.
5. Nijendijk JH, Post MW, Van Asbeck FW. Epidemiology of traumatic spinal cord injuries in the Netherlands in 2010. Spinal Cord. 2014;52:258–63.
6. Instituto Canario de Estadística (ISTAC). Available at: http://www.gobiernodecanarias.org/istac/temas_estadisticos/demografia/poblacion/cifraspadronales/E30245A.html. Accessed 2 June 2017.
7. Kirshblum SC, Burns SP, Biering-Sorensen F, Donovan W, Graves DE, Jha A. International standards for neurological classification of spinal cord injury (revised 2011). J Spinal Cord Med. 2011;34:535–46.

8. Bjornshave NB, Mikkelsen EM, Hansen RM, Thygesen M, Hagen EM. Incidence of traumatic spinal cord injury in Denmark, 1990–2012: a hospital-based study. Spinal Cord. 2015;53:436–40.
9. Ahoniemi E, Alaranta H, Hokkinen EM, Valtonen K, Kautiainen H. Incidence of traumatic spinal cord injuries in Finland over a 30-year period. Spinal Cord. 2008;46:781–4.
10. Warren S, Moore M, Johnson MS. Traumatic head and spinal cord injuries in Alaska (1991–1993). Alaska Med. 1995;37:11–9.
11. Lenehan B, Street J, Kwon BK, Noonan V, Zhang H, Fisher CG. The epidemiology of traumatic spinal cord injury in British Columbia, Canada. Spine (Phila Pa 1976). 2012;37:321–9.
12. DeVivo MJ. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: trends and future implications. Spinal Cord. 2012;50:365–72.
13. Pickett GE, Campos-Benitez M, Keller JL, Duggal N. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Canada. Spine (Phila Pa 1976). 2006;31:799–805.
14. Knutsdottir S, Thorisdottir H, Sigvaldason K, Jonsson H Jr, Bjornsson A, Ingvarsson P. Epidemiology of traumatic spinal cord injuries in Iceland from 1975 to 2009. Spinal Cord. 2012;50:123–6.
15. Thompson C, Mutch J, Parent S, Mac-Thiong JM. The changing demographics of traumatic spinal cord injury: an 11-year study of 831 patients. J Spinal Cord Med. 2015;38:214–23.
16. Jain NB, Ayers GD, Peterson EN, Harris MB, Morse L, O'Connor KC. Traumatic spinal cord injury in the United States, 1993–2012. JAMA. 2015;313:2236–43.
17. Chamberlain JD, Deriaz O, Hund-Georgiadis M, Meier S, Scheel-Sailer A, Schubert M. Epidemiology and contemporary risk profile of traumatic spinal cord injury in Switzerland. Top Spinal Cord Inj Rehabil. 2015;21:333–44.
18. Hagen EM, Eide GE, Rekand T, Gilhus NE, Gronning M. A 50 year-follow-up of the incidende of traumatic spinal cord injuries in Wetern Norway. Spinal Cord. 2010;48:313–8.
19. Instituto Nacional de Estadística. Revisión del Padrón municipal 2007. Población por edad (año a año) y sexo. Available at: http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177012&menu=ultiDatos&idp=1254734710990. Accessed 25 Aug 2017.
20. Couris CM, Guilcher SJ, Munce SE, Fung K, Craven BC, Verrier M, Jaglal SB. Characteristics of adults with incident traumatic spinal cord injury in Ontario. Canada Spinal. 2010;48:39–44.
21. Jackson AB, Dijkers M, DeVivo MJ, Poczatek RB. A Demographic profile of new traumatic spinal cord injuries: change and stability over 30 years. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85:1740–8.
22. Celani MG, Spizzichino L, Ricci S, Zampolini M, Franceschini M. Retrospective study group on SCI. Spinal cord injury in Italy: a multicenter retrospective study. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82:589–96.
23. Koskinen EA, Alen M, Väärälä EM, Rellman J, Kallinen M, Vainionpää A. Centralized spinal cord unit care in Finland: unveiling the hidden incidence of traumatic injuries. Spinal Cord. 2014;52:779–84.
24. Anzai K, Young J, McCallum J, Miller B, Jongbloed L. Factors influencing discharge location following high lesion spinal cord injury rehabilitation in British Columbia, Canada. Spinal Cord. 2006;44:11–8.
25. Majdan M, Plancikova D, Nemcovska E, Krajcovicova L, Brazinova A, Rusnak M. Mortality due to traumatic spinl cord injury in Europe: a cross-sectional and pooled analysis of population-wide data from 22 countries. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2017;25:64. https://doi.org/10.1186/s13049-017-0410-0.
26. Chen Y, Tang Y, Allen V, De Vivo MJ. Aging and spinal cord injury: external causes of injury and implications for prevention. Top Spinal Cord Inj Rehabil. 2015;21:218–26.
27. Alaranta H, Luoto S, Konttinen YT. Traumatic spinal cord injury as a complication to ankylosing spondylitis. An extended report. Clin Exp Rheumatol. 2002;20:66–8.
28. Panel on Prevention of Falls in Older Persons, American Geriatrics Society and British Geriatrics Society. Summary of the updated American Geriatrics Society/British geriatrics society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. J Am Geriatr Soc. 2011;59:148–57.
29. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Lamb SE, Gates S, Cumming R. Interventions for preventing falls in older people living in the community. Cochrane Database Syst Rev. 2009;2:CD007146.
30. Sabre L, Remmer S, Adams A, Vali M, Rekand T, Asser T. Impact of fatal cases on the epidemiology of traumatic spinal cord injury in Estonia. Eur J Neurol. 2014;22:768–72.
31. Dryden DM, Saunders LD, Rowe BH, May LA, Yiannakoulias N, Svenson LW. The epidemiology of traumatic spinal cord injury in Alberta. Canada. Can J Neurol Sci. 2013;30:113–21.

Submit your next manuscript to BioMed Central and we will help you at every step:

- We accept pre-submission inquiries
- Our selector tool helps you to find the most relevant journal
- We provide round the clock customer support
- Convenient online submission
- Thorough peer review
- Inclusion in PubMed and all major indexing services
- Maximum visibility for your research

Submit your manuscript at
www.biomedcentral.com/submit

BioMed Central

4.3. PUBLICACIÓN 3

Spinal cord injuries from diving accidents in the Canary Islands

Bárbara-Bataller E, Méndez-Suárez JL, Alemán-Sánchez C, Sánchez-Enríquez J, Sosa-Henríquez M. ***Neurocirugía. 2017;28:183-189. Doi: 10.1016/j.neucir.2017.01.005.***

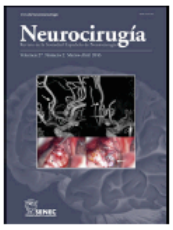
Author's Personal Copy

NEUROCIRUGIA. 2017;28(4):183–189

SENEC
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NEUROCIRUGÍA

NEUROCIRUGÍA

www.elsevier.es/neurocirugia



Clinical Research

Spinal cord injuries resulting from diving accidents in the Canary Islands☆

Enrique Bárbara-Bataller[a,*], *José Luis Méndez-Suárez*[a], *Carolina Alemán-Sánchez*[a], *Jesús Sánchez-Enríquez*[a], *Manuel Sosa-Henríquez*[b]

[a] *Spinal Cord Injury Unit, Rehabilitation Department, Hospital Universitario Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain*
[b] *University Institute of Biomedical and Health Research, Osteoporosis and Mineral Metabolism Research Group, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain*

ARTICLE INFO

Article history:
Received 27 October 2016
Accepted 20 January 2017
Available online 8 July 2017

Keywords:
Spinal cord injury
Cervical trauma
Diving accident
Spinal fracture
Prevention

ABSTRACT

Objective: Diving accidents is one of the leading causes of spinal cord injury after falls and car accidents. The objective of this study was to determine the epidemiological and clinical characteristics of these patients in our setting to better prevent these injuries.
Material and methods: We performed a retrospective, descriptive study of patients who have suffered from a traumatic spinal cord injury after a diving accident in the Canary Islands, Spain from 2000 to 2014. These patients were admitted to the Spinal Cord Unit of Hospital Universitario Insular de Gran Canaria.
Results: Of the 264 patients admitted to our unit for acute traumatic spinal cord injury, 23 (8.7%) cases were due to diving. Grouping the patients into 5 years periods, 56% of the injuries occurred in 2000–2005, 17% in 2006–2010 and 26% in 2011–2014. All patients were male, with a mean age of 29 years. Approximately 65% were under 30 years. A total of 22/23 patients had a fracture and injury most commonly occurred to the C5 vertebra. Burst fractures were the most common. A total of 86% of cases underwent surgery. All the spinal cord injuries were cervical, with C6 being the neurological level most often affected. A total of 65% of spinal cord injuries were complete injuries.
Conclusions: Spinal cord injury secondary to diving accidents is the third leading cause of traumatic spinal cord injury in our setting. It affects young males and the most common clinical presentation is a complete cervical spinal cord injury. Given the irreversible nature of the injury, prevention, aimed mainly at young people, is of great importance.
© 2017 Sociedad Española de Neurocirugía. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

☆ Please cite this article as: Bárbara-Bataller E, Méndez-Suárez JL, Alemán-Sánchez C, Sánchez-Enríquez J, Sosa-Henríquez M. Lesión medular secundaria a zambullida en Canarias. Neurocirugía. 2017;28:183–189.

* *Corresponding author.*
E-mail address: ebb31604@hotmail.com (E. Bárbara-Bataller).

2529-8496/© 2017 Sociedad Española de Neurocirugía. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Author's Personal Copy

NEUROCIRUGIA. 2017;28(4):183–189

Lesión medular secundaria a zambullida en Canarias

Palabras clave:
Lesión medular
Trauma cervical
Zambullida
Fractura vertebral
Prevención

RESUMEN

Objetivo: La zambullida es una de las principales causas de lesión medular, tras las caídas y los accidentes de tráfico. El objetivo de este estudio es conocer las características epidemiológicas y clínicas de estos pacientes en nuestro medio para realizar una mejor prevención.

Material y métodos: Se ha realizado un estudio descriptivo retrospectivo de los pacientes que han sufrido una lesión medular de origen traumático tras una zambullida en la comunidad autónoma canaria desde el 2000 hasta el 2014 y que ingresaron en la Unidad de Lesionados Medulares del Hospital Universitario Insular de Gran Canaria.

Resultados: De los 264 pacientes que ingresaron en nuestra unidad por una lesión medular traumática aguda, 23 (8,7%) fueron por una zambullida. Si se agrupan los pacientes por quinquenios, entre el 2000 y el 2005 se produjeron el 56% de las lesiones, entre el 2006 y el 2010 el 17% y entre el 2011 y el 2014 el 26%. Todos los pacientes eran varones, con una media de edad de 29 años. El 65% eran menores de 30 años. Veintidós de 23 pacientes sufrieron una fractura vertebral C5—el nivel vertebral más afectado—y la fractura aplastamiento fue la más prevalente. El 86% fueron intervenidos quirúrgicamente. Todas las lesiones medulares fueron cervicales, siendo C6 el nivel neurológico afectado con más frecuencia. El 65% presentaban una lesión medular completa.

Conclusiones: Las lesiones medulares tras una zambullida son la tercera causa de lesión medular traumática en nuestro medio. Afecta a varones jóvenes, y la presentación clínica más frecuente es una lesión medular cervical completa. Dado el carácter irreversible de la lesión, es de gran importancia la prevención, dirigida principalmente a la población juvenil.

© 2017 Sociedad Española de Neurocirugía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Introduction

Traumatic spinal cord injuries caused by diving usually cause severe cervical spinal cord injury in previously healthy subjects. This injury results in significant disability, with an emotional and economic cost for the patient, the family, the medical setting and society in general, making treatment of these injuries a primary objective for the healthcare systems in our field. Given the irreversible nature of this type of neurological injury, efforts must be focussed on injury prevention.[1–5]

After falls and road traffic accidents, diving is one of the most common causes of traumatic spinal cord injury in our setting.[6,7] Numerous studies have found spinal cord injury due to diving to be prevalent among young male patients, who typically suffer trauma to the cervical spine, usually leading to complete tetraplegia.[1,2,8–11]

Thanks to its geography and mild climate all year round, the Canary Islands are a top tourist destination. A significant proportion of the recreational activities offered on the islands revolves around the sea or swimming pools, resulting in accidents of varying severity. Most accidents cause mild traumatic injury of the extremities or minor head injuries. On occasions, the impact affects the cervical spine due to compression or hyperflexion, resulting in more serious injury. These injuries are usually caused by reckless behaviour, a lack of familiarity with the environment and misjudging the depth of the water, and alcohol or drug consumption.[12]

The purpose of this study was to ascertain and analyse the risk factors associated with this type of injury and their clinical characteristics in order to design suitable prevention campaigns in our setting. In this light, a retrospective review of cases that occurred in the autonomous community of the Canary Islands was conducted.

Material and methods

Study population

A retrospective, descriptive study was conducted of all patients who had suffered a traumatic spinal cord injury due to diving in the Canary Islands and who were admitted to a specialised unit. According to the Canary Islands' Statistics Institute, the population of the Canary Islands was 1,716,276 people in 2000 (study start) and 2,100,306 people in 2014 (study end).[13] The Spinal Cord Injury Unit at the Hospital Universitario Insular de Gran Canaria has been a regional spinal cord injury referral centre for the entire Canary Islands since November 2000. Once a patient is diagnosed with a spinal cord injury at any of the islands' hospitals, they are transferred to this specialised unit.

Standard management of cervical spinal trauma

If cervical spinal trauma is suspected, the neck is immobilised with a rigid cervical collar at the scene of the accident. Full

Author's Personal Copy

in-line spinal immobilisation using head blocks is carried out and the patient is transported to hospital by ambulance. At the emergency room, X-rays and a CT scan are performed prior to removing the cervical collar. Magnetic resonance imaging (MRI) is indicated for all neurological injuries, whether spinal or otherwise. Patients with an unstable cervical spine injury and an incomplete spinal cord injury undergo surgery in the first 24 h, while for patients with an unstable cervical spine injury and a complete spinal cord injury, surgery is not urgent. An anterior surgical approach is usually adopted, although this depends on the surgical team. Once the patient has been stabilised, they are referred to a spinal cord injury specialist unit.

Inclusion and exclusion criteria

All patients who were admitted to the Spinal Cord Injury Unit for an acute traumatic spinal cord injury due to diving on the Canary Islands from 1 November 2000 to 31 December 2014 were included. Patients who died before being admitted to our unit, patients admitted for spinal cord injuries of other causes, readmissions and patients under the age of 14 years were excluded.

Source of information

The information was obtained from the hospital database and the patients' medical records during the admission and follow-up period, and the patient or their family members were contacted when necessary.

Variables

Several types of variable were collected:

- Epidemiological variables: gender, age, date injury sustained, marital status, place of residence, employment status and medical history.
- Injury-related variables: type of diving, vertebral fracture level, type of vertebral fracture, surgery performed, neurological level of injury at discharge, type of injury at discharge, neurological classification (complete tetraplegia, incomplete tetraplegia, complete paraplegia, incomplete paraplegia), classification of the injury according to the American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale[14] at discharge and spinal cord syndrome.

Results

Incidence

Of the 264 patients admitted for a traumatic spinal cord injury, 23 (8.7%) were caused by a diving accident. Grouping patients in terms of when the injury occurred, 56% of all injuries took place between 2000 and 2005, 17% between 2006 and 2010 and 26% between 2011 and 2014 (Fig. 1). All the patients were male and the average age was 29 years, with a range of 15–59 years (Table 1). 34.7% of the patients were tourists and the rest were residents of the Canary Islands. 80% of the patients were single, 63% of which lived with their parents, while the rest lived alone. 20% lived with their partner. In terms of occupation, 35.3% were students, 41% were in employment and 23.5% were unemployed. Although injuries were reported throughout the year, more injuries occurred in August (30.4%) than any other month, followed by March (13%), July (13%) and November (13%). Injuries also occurred on every day of the week, but more so on a Friday (39%) than any other day (Table 1). In terms of medical history, daily alcohol abuse was recorded in two patients (8.7%), while six patients (26.1%) regularly took drugs. Apart from one case of dyslipidaemia and another of hypothyroidism, the remaining patients had no past medical history of interest.

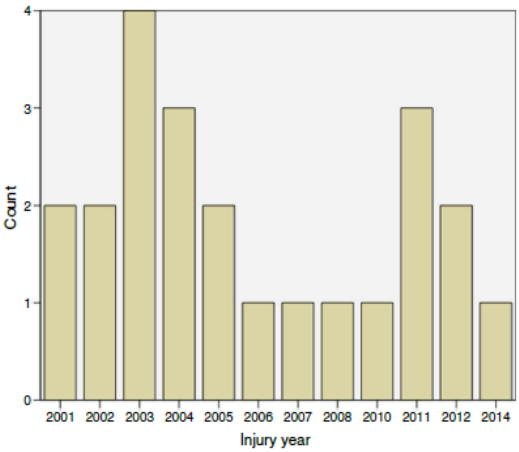


Fig. 1 – Number of cases per year.

Type of diving

Ten patients (43.5%) were injured after diving into the sea from a height without sufficient water depth, nine patients (39.1%) after jumping into the water from the beach and four patients (17.4%) after diving into a swimming pool without sufficient water depth (Table 1).

Spinal injury characteristics

The C5 vertebra was the most commonly fractured (60.9%), followed by the C4 and C6 (13% each). According to the radiological data, 13 patients (56.5%) experienced a burst fracture, five patients (21.7%) fracture-dislocation and three patients (13%) a compression fracture (Table 1). The fracture was stable in one case and no vertebral fracture was identified in another. By comparing the type of fracture with the vertebral level, it can be seen that burst and compression fractures predominantly occurred in the C5 cervical vertebra, while subluxations tended to occur in the C6 vertebra. It should be noted that our patients did not experience concomitant fractures at other levels or other severe injuries. 90% of patients (19/21)

Author's Personal Copy

Table 1 – Characteristics of the patients.

No.	Gender	Age	Year	Month	Day	Dive	Fx	N Fx	Type Fx	S	NL	Type I	ASIA	Incomplete syndrome
1	M	42	2012	8	5	Open sea	Yes	C5	Burst	Yes	C6	C	A	
2	M	23	2003	8	7	Open sea	Yes	C5	Burst	Yes	C4	C	A	
3	M	59	2004	4	5	Open sea	No	No Fx	No fracture	No	C5	I	B	Anterior spinal artery syndrome
4	M	16	2005	7	5	Open sea	Yes	C5	Burst	No	C6	I	B	Central cord syndrome
5	M	19	2010	10	2	Swimming pool	Yes	C5	Burst	Yes	C5	C	A	
6	M	40	2003	8	4	Open sea	Yes	C6	Dislocation	Yes	C6	C	A	
7	M	20	2011	8	5	Open sea	Yes	C5	Burst	Yes	C4	C	A	
8	M	36	2003	3	4	Beach	Yes	C5	Burst	Yes	C6	C	A	
9	M	35	2003	8	2	Open sea	Yes	C7	Dislocation	Yes	C6	C	A	
10	M	30	2004	11	2	Swimming pool	Yes	C5	Burst	Yes	C7	I	D	
11	M	17	2002	11	5	Beach	Yes	C6	Burst	Yes	C6	C	A	
12	M	15	2012	2	1	Beach	Yes	C5	Dislocation	Yes	C5	I	D	Brown-Séquard syndrome
13	M	25	2007	8	5	Beach	Yes	C4	Burst	Yes	C4	I	B	Anterior spinal artery syndrome
14	M	50	2014	3	7	Beach	Yes	C4	Dislocation	Yes	C4	I	D	Central cord syndrome
15	M	24	2011	11	5	Beach	Yes	C5	Burst	Yes	C5	I	A	
16	M	29	2001	6	3	Beach	Yes	C5	Wedge	No	C5	I	B	Anterior spinal artery syndrome
17	M	15	2001	8	3	Beach	Yes	C5	Not unstable	No	C5	I	D	Central cord syndrome
18	M	30	2005	3	1	Open sea	Yes	C5	Burst	Yes	C7	C	A	
19	M	17	2004	6	4	Open sea	Yes	C5	Burst	Yes	C6	C	A	
20	M	31	2006	7	5	Beach	Yes	C6	Dislocation	Yes	C6	C	A	
21	M	27	2002	7	4	Swimming pool	Yes	C4	Burst	Yes	C4	C	A	
22	M	27	2008	9	5	Swimming pool	Yes	C7	Wedge	Yes	C8	C	A	
23	M	41	2011	10	7	Open sea	Yes	C5	Wedge	Yes	C4	C	A	

C: complete; Fx: fracture; Fx L: fracture level; I: incomplete; NL: neurological level; No Fx: no fracture; S: surgery; Type Fx: type of fracture; Type I: type of injury.

with unstable fractures underwent surgery, and in all cases the anterior approach was adopted.

Neurological injury

The predominant neurological level of injury was C6 (34.8%), followed by C4 and C5 (26.1%) each. Fifteen patients had complete tetraplegia and eight patients incomplete tetraplegia (Table 1). According to the ASIA Impairment Scale, 15 patients presented with complete sensory-motor spinal cord injury (ASIA A), four patients with preserved sensory but not motor function (ASIA B) and four patients with an incomplete motor and sensory spinal cord injury (ASIA D). Of the incomplete spinal cord injuries, the patients with ASIA B had anterior spinal artery syndrome. Three of the patients with ASIA D injuries presented with central cord syndrome and the other with Brown-Séquard syndrome (Table 1). By correlating the type of fracture with neurological injury, it can be seen that burst fractures (76%) have the worst prognosis of all neurological injuries, while spinal dislocations (40%) offer the best prognosis.

Discussion

Diving is one of the main causes of recreational spinal cord injury in our setting. Its prevalence from country to country is extremely variable, accounting for 1.3% of all traumatic spinal cord injuries in Japan, 4% In Norway, 4.7% in the USA, 5.6% in Italy, 6% in Denmark and Quebec, 7.7% in Germany, 10% in Australia, 18.2% in Turkey, 21% in Poland and 23.5% in Russia.[6,7,9,15–22] In our series it accounted for 8.7%. This variability can be explained by the geographical area where the injuries occur. 17.4% of the injuries in our study took place in swimming pools and 82.6% in the sea, similar to figures for the south-east coast of France.[12] In contrast, swimming pool injuries account for 49% of injuries in Quebec and all injuries in the French Pyrenees.[1,17]

The majority of patients are male between 10 and 30 years of age.[1,2,9,10,18] In our sample, all patients were male with an average age of 29 years. Other studies, such as that conducted by Blanksby et al.,[19] have found a high incidence of children aged from 10 to 14 years. Although alcohol and drug consumption are indicated as risk factors for spinal cord injuries caused by diving in other studies, blood alcohol content and blood toxins were not tested in any of our patients at the time of the injury, and just one patient admitted to being under the influence of alcohol when diving into a swimming pool.[1,12,23] As for the other patients, two admitted daily alcohol abuse and six routinely took drugs (four patients took soft drugs and two patients took hard drugs).

Most studies have found that the majority of spinal cord injuries due to diving occur at the weekend and during the summer. This is partially consistent with our study, which found that 30.4% of injuries occurred in August.[9,12,16] In the Canary Islands, as well as in other regions of the tropics, the climate is mild throughout the year, enticing both locals and tourists alike. This explains why water sports, and therefore exposure to spinal cord injury, covers a much broader timespan. This is an important aspect to consider when it comes to designing prevention campaigns for this type of injury, which

Author's Personal Copy

should be publicised over a longer period of time and not just during the summer months.

As most studies report, this type of injury tends to occur in younger patients who do not usually have any past medical history of interest, which was also true of our sample.[9,23,24]

As a tourist destination, it should be noted that 34.7% (8/23) of the patients in our series were not island residents. This finding is consistent with other published studies, which have found that the rate of water sport-related injury in tourists is usually significant in coastal tourist destinations, sometimes exceeding the injury rate of the locals.[25–27] In our study, 10 injuries were caused by diving into the sea from a height at which the depth of the water was not sufficient to cushion the impact, and in nine cases, injury was caused by diving into the sea from the beach itself. All patients were unaware of the actual depth of the sea. This was also attributed to the daily tides, which are unfamiliar to many tourists who visit the islands. This information should be provided to the millions of visitors who come to the islands every year.[28]

As with the sea, an ignorance of the depth of the swimming pool and reckless behaviour are risk factors for spinal cord injury. In 1997, DeVivo and Sekar[11] found that 44% of severe spinal cord injuries occurred during the patient's first visit to the swimming pool and 28% during the first dive.

Most fractures occur between the fifth and seventh cervical vertebrae, which are the most mobile.[2,9,10,29] Consistent with this series, our study found that 60.9% of fractures occurred in the C5 vertebra. The different mechanisms of diving-related injury are determined by the position of the head and neck (extension, flexion, rotation or neutral position of the cervical spine) at the moment of impact with the bottom. As an individual dives into the water, they accelerate and come to a sudden stop as they impact on the bottom, which indirectly causes injury to the cervical spine. The severity of the trauma and the type of fracture will depend on the angle and velocity of the impact, the degree of flexion or extension of the spinal column and the weight of the individual.[12] The experience and alertness of the individual could have a considerable effect on these factors. Alcohol and drug use could affect the individual's alertness or capabilities.[30] Burst fractures were the most commonly sustained injury in our series (56.5%). This is consistent with the literature, which reports a predominance of vertical compression fractures.[2,3,12,21,31,32] Other authors, such as Aito et al.[9] and Kewalramani and Krauss,[30] found a higher incidence of compression fractures (61% and 80%, respectively). The five cases of fracture-dislocation and the three cases of compression fracture in our series are indicative of a severe flexion-extension mechanism as the head impacted the bottom. Unlike other studies, no patient in our series presented with other concomitant injuries of note and vertebral fracture was the only injury.[1,9,10,23]

By correlating the type of fracture with the neurological injury, it was found that compression fractures and burst fractures had the worst prognosis (ASIA A and ASIA B). This is due to the compression of the anterior portion of the spinal cord caused by the retropulsion of the subsequently displaced vertebral body fragment.[9,12,16] This explains why, as with other series, complete spinal cord injuries (ASIA A) are the most prevalent, while anterior spinal artery syndrome, which affects the anterior two-thirds of the spinal cord and behaves like a complete motor and incomplete sensory injury, is prevalent in incomplete lesions.[5,9,18,23] In contrast, spinal cord injuries without bone fracture or with a stable fracture offer the best prognosis for neurological recovery.[3,9]

The most prevalent neurological level was C6 (34.8%), which is also consistent with the literature.[9] The C5 and C6 spinal segments are particularly prone to injury, both because of the increased cervical mobility of these segments with less protection provided by bone structures and soft tissues, as well as the minimal flexibility of the spinal cord at this level in the relatively narrow spinal canal.[24]

Spinal cord injury caused by diving can be prevented and its incidence can be reduced. As this type of injury affects young people, most studies agree on the need to focus prevention strategies on education and raising awareness of the dangers of negligence and reckless behaviour when diving.[1,3,10,31] Many patients are unaware of this type of lesion and its risks and very few have ever received any kind of information about it.[17,31] The following good practices are essential when diving: do not dive under the effects of alcohol; do not dive in unknown waters; throw something into the water before diving if you are not aware of its depth; do not dive head-first unless the depth of the water is at least twice your height; stretch your arms out in front of you before diving into the water to protect your head and neck; and minimise the water entry angle to reduce the depth of the dive.[18,33,34] In Australia, prevention strategies include static warning signs, informative posters and radio and television adverts, which have helped reduce the number of accidents. The German television advertising campaign and the US and Canadian Think First Campaign have helped raise people's awareness of the dangers of diving.[18,35] The Slovenian National Health Protection Institute has launched a prevention programme called 'Do Not Jump into the Unknown', split into the following areas: (a) short-term prevention campaign leading up to the summer season comprising informative posters, distribution of leaflets, informative programmes on safe practices, educational videos, the publication of articles, radio and television debates and pre-summer information campaigns for schools; and (b) a long-term programme to educate physical education teachers and healthcare professionals, and the education of school children as part of physical education classes and swimming courses.[36]

In terms of swimming pool safety, DeVivo et al.[3] found that most spinal cord injuries occurred in shallow pools lacking signs indicating the depth of the water or warning signs, without a lifeguard or first-aider and sometimes without sufficient lighting. The authors propose a prevention programme aimed at schools and institutions to raise awareness of the risks and the safety precautions to be adopted in the swimming pool. They emphasise the need to familiarise oneself with the swimming pool and to know its depth, to adopt a good diving technique, not to consume alcohol, not to dive at night or in poor lighting and to always dive with a partner. Swimming pool owners are responsible for the facility and

Author's Personal Copy

must provide a safer environment by ensuring a life guard or first-aider is always on duty, installing appropriate depth indicators and warning signs when the swimming pool is not deep enough for diving and providing appropriate lighting in order to dive safely. In Denmark, trampolines have been banned in school swimming pools since 1981.[7]

Consistent with other publications, we recommend focusing on prevention campaigns at the start of the summer season. In temperate climates, such as that of the Canary Islands, education campaigns should be run throughout the year and should specifically target domestic and foreign tourists who visit the Canary Islands and are not familiar with its beaches.

This study has certain limitations: One limitation is the different inclusion criteria compared to other studies. This study excluded patients who died immediately after the diving accident, or those who died on their way to hospital or in the first few days of sustaining the injury before being admitted to our specialised unit. Furthermore, mild neurological injuries sustained on the other islands of the autonomous community who were not transferred owing to their good prognosis (ASIA D and ASIA E) were also not included. These two groups of patients may have helped to underestimate the true incidence of these injuries, and may have amplified the severity of spinal cord injuries caused by diving.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

REFERENCES

1. Borius PY, Gouader I, Bousquet P, Draper L, Roux FE. Cervical spine injuries resulting from diving accidents in swimming pools: outcome of 34 patients. Eur Spine J. 2010;19:552–7.
2. Chang SK, Tominaga GT, Wong JH, Weldon EJ, Kaan KT. Risk factors for water sports-related cervical spine injuries. J Trauma. 2006;60:1041–6.
3. DeVivo MJ, Chen Y, Mennemeyer ST, Deutsch A. Costs of care following spinal cord injury. Top Spinal Cord Inj Rehabil. 2011;16:1–9.
4. Fawcett JW, Curt A, Steeves JD, Coleman WP, Tuszynski MH, Lammertse D, et al. Guidelines for the conduct of clinical trials for spinal cord injury as developed by the ICCP panel: spontaneous recovery after spinal cord injury statistical power needed for therapeutic clinical trials. Spinal Cord. 2007;45:190–205.
5. Tator CH, Edmonds VE, New ML. Diving: a frequent and potentially preventable cause of spinal cord injury. CMA J. 1981;124:1323–4.
6. Fredo HL, Mutaba Rizvi SS, Lied B, Ronning P, Helseth E. The epidemiology of traumatic cervical spine fractures: a prospective population study from Norway. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2012;20:1–7.
7. Biering-Sorensen F, Pedersen V, Clausen S. Epidemiology of spinal cord lesions in Denmark. Paraplegia. 1990;28:105–18.
8. Amorim EC, Vetter H, Mascarenhas LB, Gomes EG, Carvalho JB, Gomes JF. Spine trauma due to diving: main features and short-term neurological outcome. Spinal Cord. 2011;49:206–10.
9. Aito S, D'Andrea M, Werhagen L. Spinal cord injuries due to diving accidents. Spinal Cord. 2005;48:109–16.
10. Korres DS, Benetos IS, Themistocleous GS, Mavrogenis AF, Nikolakakos L, Liantis PT. Diving injuries of the cervical spine in amateur divers. Spine J. 2006;6:44–9.
11. DeVivo MJ, Sekar P. Prevention of spinal cord injuries that occur in swimming pools. Spinal Cord. 1997;35:509–15.
12. Chan-Seng E, Perrin FE, Segnarbieux F, Lonjon N. Cervical spine injuries from diving accident: a 10 year retrospective descriptive study on 64 patients. Orthop Traumatol Surg Res. 2013;99:607–13.
13. Instituto Canario de Estadística (ISTAC) [consulted 5 Sep 2016]. Available in: http://www.gobiernodecanarias.org/istac/jaxi-istac/tabla.do?uripx=urn:uuid:6d95a395-59f2-4758-b443-4b7bbf8dffb2&uripub=urn:uuid:91f7270e-800f-464c-8221-35fafb96d0eb.
14. American Spinal Injury Association: International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury, revised 2011; Atlanta, GA.
15. Shingu H. A nationwide epidemiological survey of spinal cord injuries in Japan from January 1990 to December 1992. Paraplegia. 1995;33:183–8.
16. Chen Y, Tang Y, Vogel LC, DeVivo MJ. Causes of spinal cord injury. Top Spinal Cord Inj Rehabil. 2013;19:1–8.
17. Barss P, Djerrari H, Leduc BE. Risks factors and prevention for spinal cord injury from diving in swimming pools and natural sites in Quebec, Canada: a 44 year study. Accid Anal Prev. 2008;40:787–97.
18. Schmitt H, Gerner HJ. Paralysis from sport and diving accidents. Clin J Sport. 2001;11:17–22.
19. Blanksby BA, Wearne FK, Elliott BC, Blitvich JD. Aetiology and occurrence of diving injuries. A review of diving safety. Sports Med. 1997;36:349–51.
20. Güzelküçük Ü, Kesikburun S, Demir Y. Demographic and clinical characteristics of patients with traumatic cervical spinal cord injury: a Turkish hospital-based study. Spinal Cord. 2015;53:441–5.
21. Kiwerski JE. Traumatic lesions of the lower cervical spine in Poland. Eur Spine J. 1993;2:42–5.
22. Silberstein B, Ravinovich S. Epidemiology of spinal cord injuries in Novosibirk, Russia. Paraplegia. 1995;33:322–5.
23. Bailes JE, Herman JM, Quigley MR. Diving injuries of the cervical spine. Surg Neurol. 1990;34:155–9.
24. Steinbruck K, Paeslack V. Analysis of 139 spinal cord injuries due to accidents in water sports. Paraplegia. 1980;18:86–93.
25. Hargarten SW, Baker TD, Guptill K. Overseas fatalities of United States citizen travellers: an analysis of deaths related to international travel. Ann Emerg Med. 1991;20:622–6.
26. McInnes R, Williamson LM, Morrison A. Unintentional injury during foreign travel: a review. J Travel Med. 2002;6:297–307.
27. Tapadinhas F. Children submersion accidents in the East of Algarve. Child Health Magazine. 2006;28:19–29.
28. Turismo de Canarias [consulted 6 Sep 2016]. Available in: http://www.turismodecanarias.com/promoturturismocanarias/wp-content/uploads/2016/08/Llegada-de-turistas-a-Canarias-según-mercados-A97-15.pdf
29. Kluger Y, Jarotsz D, Paul DB, Towsend RN, Diamond DL. Diving injuries: a preventable catastrophe. J Trauma. 1994;36:349–51.
30. Kewalramani LS, Krauss JF. Acute spinal cord lesions from diving—epidemiological and clinical features. West J Med. 1977;126:353–61.
31. Damjan H, Turk PR. Prevention of spinal injuries from diving in Slovenia. Paraplegia. 1995;33:246–9.
32. Burke DC. Spinal cord injuries from water sports. Med J Aust. 1972;2:1190–4.
33. Haddon W. Energy damage and the ten countermeasure strategies. J Trauma. 1973;13:321–31.
34. Perrine MW, Mundt JC, Weiner RI. When alcohol and water don't mix: diving under the influence. J Stud Alcohol. 1994;7:517–24.

Author's Personal Copy

35. Blivitch JD, McElroy GK, Blanksby BA, Douglas GA. Characteristics of low risk and high risk dives in Young adults: risk reduction in spinal cord injury. Spinal Cord. 1999;37:553–9.

36. Bhide V, Edmonds VE, Tator Ch. Prevention of spinal cord injuries caused by diving: evaluation of the distribution and usage of a diving safety video in high schools. Inj Prev. 2000;6:154–6.

5 RESUMEN DE LOS RESULTADOS

5. RESUMEN DE LOS RESULTADOS

5.1. PUBLICACIÓN 1

Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Gran Canaria

Bárbara-Bataller E, Méndez-Suárez JL, Alemán-Sánchez C, Ramírez-Lorenzo T, Sosa-Henríquez M. ***Neurocirugía. 2017;28:15-21. Doi: 10.1016/j.neucir.2016.08.002.***

Se ha realizado un estudio descriptivo retrospectivo de todos los pacientes que han sufrido una lesión medular de origen traumático en la isla de Gran Canaria y que han ingresado en una unidad especializada desde el año 2000 al 2014. Para describir la tendencia de esta población se han establecido tres periodos de tiempo según el año de la lesión: 2000-2005, 2006-2010 y 2011-2014.

- Durante los 15 años del periodo de estudio han ingresado en nuestra Unidad 141 pacientes con lesión medular aguda traumática producida en la isla de Gran Canaria. Por periodos, entre el 2000 y el 2005 han ingresado 66 pacientes; entre el 2005-10, 41 pacientes; y entre el 2011-14, 34 pacientes.
- La incidencia anual ajustada por edad de la lesión medular aguda traumática ha sido de 12 casos por millón de habitantes/año (c/m/a) en el

periodo de estudio. Por periodos de tiempo, la incidencia ha sido de 17,8 c/m/a entre el 2000-05, durante el segundo periodo la incidencia ha descendido a 9,7 c/m/a (2005-10) y en el tercero se ha mantenido en 9,9 c/m/a (2011-14).

- La media de edad ha sido de 43,7 (+/-18,44) años. Por periodos, se observa una clara tendencia al aumento de la edad media de los pacientes siendo de 38,8 (+/-17,42) años en el primer periodo, 42,7 (+/- 16,31) años en el segundo y 54,5 (+/-18,79) años en el tercero ($p< 0,05$).
- Por sexo, la relación hombre/mujer en el periodo estudiado ha sido de 3,8/1.
- La principal causa de lesión medular traumática ha sido la caída (48,2%) por delante del accidente de tráfico (37,6%) y la zambullida (5%). Por periodos se observa que, mientras el accidente de tráfico es la principal causa en el primer periodo, en los siguientes periodos esta causa disminuye. En cambio, la proporción de caídas asciende progresivamente en los diferentes periodos.
- Si relacionamos la edad y la etiología en cada periodo, observamos que mientras la edad media se mantiene en los accidentes de trafico, en las caídas aumenta de forma significativa en el segundo y tercer periodo ($p< 0,05$).

- Si se relaciona el sexo con la etiología, observamos que en las mujeres la caída es la principal causa de lesión medular en los tres periodos y que todas las zambullidas se produjeron en varones.
- Por nivel de la lesión medular hay un predominio de la lesión cervical (48,9%) sobre la dorsal y lumbar que se mantiene en los tres periodos. El 85% de las lesiones cervicales se encuentran entre los segmentos medulares C4-C6, siendo un 33% lesiones con nivel C4, un 24,6% C5 y un 29% C6. Por el tipo de lesión, globalmente hay un predominio de las lesiones medulares incompletas (55,3% vs 44,7%). Dentro de la clasificación de ASIA predominan las lesiones medulares ASIA A (47,7%) seguidas de las lesiones ASIA D (23,8%).
- En cuanto a las fracturas, hay una disminución progresiva del número de fracturas en los tres periodos estudiados. Si relacionamos fractura vertebral por nivel, observamos que las fracturas son más frecuentes en las lesiones medulares dorsales (92,3%), seguido de las lumbares (75%) y finalmente de las cervicales (58%). Si relacionamos fractura vertebral con la clasificación neurológica en los diferentes periodos, observamos que mientras en las paraplejias incompletas hay un porcentaje alto de fracturas (77,1%), en las 43 tetraplejias incompletas sólo el 39,5% tienen una fractura vertebral.

- Globalmente hay una disminución del número de intervenciones quirúrgicas que se relaciona directamente con el número de fracturas vertebrales. De las 103 lesiones medulares con fractura vertebral han sido intervenidas quirúrgicamente el 93,2% , un porcentaje que se mantiene en los diferentes periodos (94%-90,6%-95,2%). Si relacionamos intervención quirúrgica con nivel neurológico observamos que mientras se intervienen el 86,5% de las lesiones medulares dorsales, de las lesiones medulares cervicales se intervienen el 59,4% ($p<0,05$).

5.2. PUBLICACIÓN 2

Change in the profile of traumatic spinal cord injury over 15 years in Spain

Bárbara-Bataller E, Méndez-Suárez JL, Alemán-Sánchez C, Sánchez-Enríquez J, Sosa-Henríquez M. ***Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2018;26:27. Doi: 10.1186/s13049-018-0491-4.***

Se ha realizado un estudio descriptivo retrospectivo de todos los pacientes que han sufrido una lesión medular de origen traumático en la Comunidad Canaria y que han ingresado en una unidad especializada desde el año 2001 al 2015. Para describir la tendencia de esta población se han establecido tres periodos de tiempo según el año de la lesión: 2001-2005, 2006-2010 y 2011-2015.

- Durante los 15 años del periodo de estudio han ingresado en nuestra Unidad 282 pacientes con lesión medular aguda traumática en la Comunidad Canaria. Por periodos, entre el 2001 y el 2005 han ingresado 116 pacientes; entre el 2006-10, 76 pacientes; y entre el 2011-15, 90 pacientes.
- La incidencia anual ajustada por edad de la lesión medular aguda traumática en Canarias ha sido de 9,3 casos por millón de habitantes/año (c/m/a) en el periodo de estudio. Por periodos de tiempo, la incidencia ha

sido de 13 casos entre el 2001-05, durante el segundo periodo la incidencia ha descendido a 7,5 c/m/a (2006-10) y en el tercero ha sido de 8,5 c/m/a (2011-15).

- La media de edad global ha sido de 42,8 (+/-17,91) años. Por periodos, se observa una clara tendencia al aumento de la edad media de los pacientes siendo de 38 (+/-17,02) años en el primer periodo, 42(+/-15,80) años en el segundo y 48 (+/-19,29) años en el tercero ($p< 0,05$). Por periodos, en el primer periodo los menores de 30 años representan el 36.2% de todos los pacientes y los mayores de 60 años el 13.7%; y en el tercer periodo representan el 22,2% y el 35,2% respectivamente ($p<0,05$).
- Por sexo, la relación hombre/mujer en el periodo estudiado ha sido de 4/1.
- La principal causa de lesión medular aguda traumática ha sido la caída (44%) por delante del accidente de tráfico (36,5%) y la zambullida (8,9%). Si relacionamos la edad y la etiología en cada periodo, observamos que mientras la edad media se mantiene en los accidentes de tráfico, en las caídas la edad aumenta de forma significativa en el segundo y tercer periodo ($p<0,05$).
- Si se relaciona el sexo con la etiología, podemos observar que en las mujeres la principal causa de lesión medular en los tres periodos es la caída, la incidencia es mayor en los hombres respecto a las mujeres en

todas las etiologías excepto en los intentos de autolisis (1/1,4), y en nuestra serie, todas las zambullidas se producen en varones.

- Por nivel de la lesión hay un predominio de la lesión cervical (50,9%) sobre la dorsal y lumbar, que se mantiene en los tres periodos. El mayor porcentaje de lesiones se encuentra entre los segmentos medulares C4-C6 (45,5%).
- Si relacionamos la etiología con el nivel observamos que en los accidentes de tráfico el porcentaje de lesiones cervicales y dorsales es similar (45,6% y 49,5%% respectivamente), en las caídas la relación es de 50% y 32,3%, y en las zambullidas todas las lesiones son cervicales.
- Si relacionamos edad con niveles, el 69,9% de los mayores de 60 años tienen una lesión cervical, mientras que el 70,7% de los 31-45 años son lesiones dorso-lumbares ($p<0,05$).
- Por el tipo de lesión, existe el mismo número de lesiones medulares completas que incompletas. Si relacionamos el tipo de lesión con la edad observamos que en los menores de 30 años predominan las lesiones completas (54,9%), mientras que en los mayores de 60 años el 58,9% de los casos son lesiones medulares incompletas.
- Atendiendo a la clasificación de discapacidad de ASIA, predominan las lesiones medulares ASIA A (52,1%) seguidas de las lesiones ASIA D (23,8%).

- Combinando el tipo de lesión (completa o incompleta) con el nivel neurológico (tetraplejia y paraplejia) se definen 4 grupos: tetraplejia completa, tetraplejia incompleta, paraplejia completa y paraplejia incompleta. Globalmente el grupo más prevalente es la tetraplejia incompleta (29,8%). Mientras el porcentaje de las tetraplejias aumenta levemente con un mayor predominio de las lesiones incompletas, llama la atención un aumento de las paraplejias completas en el tercer periodo.
- Si relacionamos etiología con la clasificación neurológica observamos que los accidentes tráfico se asocian principalmente a paraplejias completas (37%), en las caídas predominan las tetraplejias incompletas (32,7%), y el 65,2% de las zambullidas son tetraplejias completas ($p<0,05$).
- El 74,1% de los pacientes ingresados que son dados de alta hospitalaria vuelven a su vivienda habitual. Por periodos llama la atención el incremento del porcentaje de pacientes que son derivados a una residencia o un centro socio-sanitario y que se relaciona con el incremento de la edad media de nuestros pacientes. De hecho, el 37% de los pacientes mayores de 60 años son derivados a un centro concertado ($p<0,05$).
- Si relacionamos la clasificación de la ASIA con el destino al alta, los grados menos funcionales son los que se derivan con más frecuencia a residencias o centros: el 16,4% de los ASIA A, el 7,1% de los ASIA B y el 31,4% de los ASIA C ($p<0,05$).

- Cuando relacionamos el nivel con el destino al alta, las lesiones cervicales son las que se derivan con mayor frecuencia a residencias ($p<0.05$).

5.3. PUBLICACIÓN 3

Spinal cord injuries from diving accidents in the Canary Islands

Bárbara-Bataller E, Méndez-Suárez JL, Alemán-Sánchez C, Sánchez-Enríquez J, Sosa-Henríquez M. *Neurocirugía. 2017;28:183-189. Doi: 10.1016/j.neucir.2017.01.005.*

Se ha realizado un estudio descriptivo retrospectivo de todos los pacientes que han sufrido una lesión medular de origen traumático por zambullida en la Comunidad Canaria y que han ingresado en una unidad especializada desde el 2000 hasta el 2014.

- De los 264 pacientes ingresados en la ULM Canarias por una lesión medular traumática, en 23 pacientes (8,7%) la lesión medular ha sido por una zambullida. Si se agrupan los pacientes por periodos de lesión, entre el 2000-5 se producen el 56% de las lesiones, entre el 2006-10 el 17% y entre el 2011-14 el 26%.
- Todos pacientes son varones y la media de edad ha sido de 29(+/-11,64) años con un rango 15-59 años. El 34.7% de los pacientes son turistas y el resto son residentes canarios.
- El 80% de los pacientes son solteros de los que el 63% vive con sus padres y el resto viven solos. El 20% viven con su pareja. Desde el punto de vista

laboral, el 35,3% son estudiantes, el 41% trabajan y el 23,5% ni estudian ni trabajan.

- Aunque se producen lesiones durante todo el año, las lesiones en agosto (30,4%) han predominado sobre los demás meses, seguido de marzo, julio y noviembre con un 13% de casos cada mes. Lo mismo ha sucedido con los días de la semana, aunque han ocurrido lesiones todos los días, las lesiones en viernes (39%) han predominado sobre los demás días.
- Respecto al tipo de zambullida, 10 pacientes (43,5%) se han producido la lesión al saltar al mar desde una altura sin haber suficiente profundidad, 9 pacientes (39,1%) al lanzarse al agua en la orilla de la playa y 4 pacientes (17,4%) al lanzarse a una piscina sin suficiente profundidad.
- La vértebra más frecuentemente fracturada ha sido C5 (60,9%) seguido de C4 y C6 (un 13% cada una). Según el informe radiológico en 13 casos (56,5%) se ha producido una fractura-estallido, en 5 casos (21,7%) una fractura-luxación y en 3 casos (13%) una fractura-compresión.
- Si relacionamos el tipo de fractura con el nivel vertebral observamos que las fracturas estallido y las fracturas compresión han predominado en C5, mientras que las subluxaciones lo han hecho en C6.
- De los pacientes con fracturas inestables han sido intervenidos quirúrgicamente el 90% (19/21), todos por vía anterior.

- El nivel neurológico que ha predominado al alta ha sido C6 (34,8%) seguido de C4 y C5 con un 26,1% cada uno. 15 pacientes han presentado una tetraplejia completa y 8 pacientes una tetraplejia incompleta.
- Según la escala funcional de ASIA, 19 (82,6%) pacientes han presentado una lesión medular completa motora (ASIA A y B), y 4 una lesión medular incompleta motora (ASIA D).
- Si relacionamos el tipo de fractura con el pronóstico de la lesión neurológica según el ASIA, observamos que las fracturas estallido (76%) son las que presentan peor pronóstico de lesión neurológica, mientras que las luxaciones vertebrales (40%) son la que presentan un mejor pronóstico.

6 CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

1. La incidencia de la lesión medular traumática en Gran Canaria durante el periodo 2000-2014 ha sido de 12 casos por millón de habitantes año y en toda la Comunidad Autónoma Canaria durante el periodo 2000-2015 ha sido de 9,3 c/m/a, una incidencia baja respecto a la tasa mundial.

2. Tanto en Gran Canaria como en toda la Comunidad Autónoma Canaria se ha producido un descenso significativo de la incidencia de la lesión medular a lo largo de los periodos estudiados. Este descenso ha sido debido principalmente a una disminución importante de los accidentes de tráfico y los accidentes laborales.

3. La edad media de los pacientes ha sido de 43 años en Gran Canaria y 42 en la Comunidad Autónoma Canaria, llamando la atención un aumento significativo de ésta a lo largo de los periodos del estudio.

4. En ambos estudios la causa de lesión medular traumática más frecuente ha sido la caída, seguida de los accidentes de tráfico y las zambullidas. El accidente de tráfico, que ha sido la principal causa de lesión medular

traumática en nuestro medio entre el 2000-05, ha disminuido de forma significativa en los siguientes periodos con las medidas adoptadas por la Dirección General de Tráfico entre 2005-2008.

5. Por nivel de la lesión hay un predominio de la lesión cervical sobre la lesión dorsal y lumbar, que se mantiene en los periodos de estudio. El mayor porcentaje de lesiones se encuentra entre los segmentos medulares C4-C6.

6. En ambos estudios según la Escala de ASIA han predominado las lesiones ASIA grado A seguidas de las lesiones ASIA D.

7. En el 73% de las lesiones medulares en el estudio insular y en el 76,6% en el estudio regional ha habido una fractura vertebral. Han sido intervenidas quirúrgicamente más del 90% de las fracturas en ambas series.

8. Respecto al alta hospitalaria se ha observado un incremento significativo del paciente que ha sido derivado a una residencia o un centro de crónicos. La edad avanzada, el nivel cervical y las lesiones neurológicas menos funcionales han sido los factores más determinantes.

9. Con el cambio de perfil del lesionado medular es necesario replantear las campañas de prevención que hasta no hace muchos años estaba centrada exclusivamente en los accidentes de tráfico y laborales, y que precisa de un enfoque más amplio que incluya también las caídas en la población de edad avanzada.

10. Entre el 2000-2014 se han producido en la Comunidad Autónoma Canaria 23 lesiones medulares traumáticas tras una zambullida, constituyendo el 8,7% de todas las lesiones y representando la tercera causa de lesión medular traumática en nuestro medio.

11. Todas las lesiones medulares por zambullida se han producido en varones con una media de edad de 29 años. Todos los pacientes han presentado una tetraplejia que en más de un 82% de los casos ha sido completa.

12. Más del 80% de las lesiones se han producido por lanzarse al agua desde altura sin haber suficiente profundidad o en la orilla. Este tipo de lesiones se han asociado a conductas temerarias y al desconocimiento del

entorno.

13. Las lesiones medulares por zambullida en Canarias se han producido a lo largo de todo el año, incluyendo los meses de invierno y en un 34 % de los casos los pacientes han sido turistas. Esto atribuible a que Canarias, una Comunidad eminentemente turística, presenta una climatología benigna a lo largo de todo el año.

14. En Canarias la prevención de las lesiones medulares por zambullida debería prolongarse durante todo el año y poner especial atención en el turista.

7 BIBLIOGRAFÍA

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Sekhon L, Fehlings M. Epidemiology, demographics, and pathophysiology of acute spinal cord injury. Spine 2001;26:S2-S12.
2. Rodríguez Sotillo A, Minguens Vázquez X. Lesión medular. En: Montoto Marqués A, Ferreiro Velasco ME, Rodríguez Sotillo A, Salvador de la Barrera S, editores. Lesión medular y vejiga neurógena. Valoración y rehabilitación. Ars Médica; 2005:1-26.
3. Cree A, Ching R, Mirza S. Biomechanics of spinal cord injury. En Chapman J, editor. Spinal cord injuries. Spine: State of the art reviews. 1999;13:419-33.
4. Waters RL, Sie I, Adkins RH, Yakura JS. Injury pattern effect on motor recovery after traumatic spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil. 1995;76:440-3.
5. Ferreiro ME, Álvarez D, Montoto A, Juan J. Lesiones traumáticas de la médula espinal. En: Juan J, Montoto A, Salvador S, editores. Atención inmediata de las lesiones traumáticas de la médula espinal. A Coruña: Ro-Carro, 1995:25-36.
6. Allen BL Jr, Ferguson RL, Lehman TR, O'Brien RP. A mechanistic classification of closed, indirect fractures and dislocations of the lower cervical spine. Spine. 1982;7:1-27.
7. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal Injuries. Spine. 1983;8:817-31.

8. García Fernández L, Arroyo O, Valer A, Bagó J, Ramírez G, Casamitjana J et al. Fracturas vertebrales con lesión neurológica. SCIWORA. Rehabilitación (Madr). 1998;32:387-95.
9. Gupta SK, Rajeev K, Klioska VK, Sharma BS, Paramit SN, Mathuriya SA et al. Spinal cord injury without radiographic abnormality in adults. Spinal Cord. 1997;37:726-9.
10. Schwab ME, Bartholdi D. Degeneration and regeneration of axons in the lesioned spinal cord. Physiol Rev. 1996;76:319-70.
11. Schneck CD. Anatomy, mechanics and imaging of spinal injury. En: Kirshblum S, Campagnolo DI, DeLisa JA, editors. Spinal Cord Medicine. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2000:27-68.
12. Tator CH. Hemodynamic issues and vascular factors in acute experimental spinal cord injury. J Neurotrauma. 1992;9:139-41.
13. Moriya T, Hassan AZ, Young W, Chesler M. Dynamics of extracelular calcium activity following contusion of the rat spinal cord. J Neurotrauma. 1994;11:255-63.
14. Braughler JM, Hall ED. Central nervous system trauma and stroke. I. Biochemical onsiderations for oxygen radical formation and lipid peroxidation. Free Radic Biol Med. 1989;6:289-301.
15. Bracken MB, Shepard MJ, Holford TR, Leo-Summers L, Aldrich EF, Fazl M, et al. Administration of methylprednisolone for 24 or 48 hours or tirilazad mesylate for 48 hours in the treatment of acute spinal cord injury: results of

the Third National Acute Spinal Cord Injury Randomized Controlled Trial. JAMA. 1997;277:1597-604.

16. Seidl EC. Promising pharmacological agents in the management of acute spinal cord injury. Crit Care Nurs Q. 1999;22:44-50.
17. Segal JL, Brunnemann SR. 4-Amynopyridine alters gait characteristics and enhaces locomotion in spinal cord injured humans. J Spinal Cord Med. 1998;21:200-4.
18. Amercan Spinal Injury association Standards for neurological classification of spinal injured patients. Chicago, IL: ASIA 1982.
19. Ditunno J. New spinal cord injury standards. Paraplegia. 1994;30:90-1.
20. Ditunno J, Young W, Donovan WH, Creasey G. The International standards booklet for neurological and functional classification of spinal cord injury. Paraplegia. 1994;32:70-80.
21. Maynard FM, Bracken MB, Creasey G, Ditunno JF Jr, Donovan WH, Ducker TB et al. International standards for neurological and functional classification of spinal cord injury. American Spinal Injury Association. Spinal Cord. 1997;35:266-74.
22. American Spinal Injury Association. International standards for neurological classification of spinal cord injury, revised 2002; Chicago: American Spinal Injury Association; 2002.

23. Kirshblum SC, Burns SP, Biering-Sorensen F, Donovan W, Graves DE, Jha A *et al.* International standards for neurological classification of spinal cord injury. J Spinal Cord Med. 2011;34:535-46.

24. Buchanan L, An overview: en Buchanan L, Nawoczenski D, editors. Spinal cord injury. Concepts and management approaches. Baltimore: Williams and Wilkins. 1987:3-19.

25. Tator C. Clinical manifestations of acute spinal cord injury. En Benzel E, Tator C, editors. Contemporary management of spinal cord injury. Illinois: American Association of Neurological Surgeons. 1995:15-26.

26. Ditunno JF, Flanders AE, Kirshblum SC, Graziani V, Tessler A. Predicting outcome in traumatic spinal cord injury. En: Kirshblum SC, Campagnolo D, DeLisa JE, editors. Spinal cord Medicine. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. 2002:108-22.

27. Bobby K.B. Tay, MD; Brett A. Freedman, MD; John M. Rhee. Trastornos, enfermedades y lesiones de la columna vertebral. En Skinner HB, McMahon PJ, editores. Diagnóstico y tratamiento en ortopedia. En www.accessmedicina.com Accedido el 23 de septiembre del 2018.

28. Samsa G, Patrick C, Feussner J. Long-term survival of veterans with traumatic spinal cord injury. Arch Neurol. 1993;50:911-4.

29. Miján de Castro, García Reneses J, Martínez Moreno M. Esperanza de vida en el lesionado medular. Revisión bibliográfica. Médula espinal. 1997;3:97-102.

30. New PW, Sundararajan V. Incidence of non-traumatic spinal cord injury in Victoria, Australia: a population-based study and literature review. Spinal Cord. 2008;46:406-11.

31. Mazaira J, Labanda F, Romero J, García ME, Gambarruta C, Sánchez A et al. Epidemiología de la lesión medular y otros aspectos. Rehabilitacion (Madr). 1998;32:361-497.

32. García Reneses J, Herruzo Cabrera R, Martínez Moreno M. Epidemiological study of spinal cord injury in Spain 1984-85. Paraplejia. 1991;28:180-90.

33. García Bravo AM, Méndez Suárez JL, Bárbara Bataller E, Sánchez Enríquez J, Miranda Calderín G, Álvarez González C. Epidemiología de la lesión medular en la provincia de Las Palmas. Rehabilitación (Madr). 2003;37:86-92.

34. Bjering-Sorensen F, Pedersen V, Clausen S. Epidemiology of spinal cord lesions in Denmark. Paraplejia. 1990;28:105-8.

35. Nobunaga A, Go B, Karunas R. Recent demographic and injury trends in people served by the model spinal cord injury care systems. Arch Phys Med Rehabil. 1999;80:1372-82.

36. DeVivo MJ. Epidemiology of traumatic spinal cord injury. En: KIrshblum S, Campagnolo DI, DeLisa JA, editors. Spinal Cord Medicine. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2002: 69-81.

37. Plan Estratégico Seguridad Vial 2005-2008. http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/politicas-viales/estrategico-

seguridad-vial-2005-2008/doc/estrategico_2005_2008_004.pdf Accedido el 23 de septiembre del 2016.

38. Boletín Oficial del Estado. BOE nº 298 13/12/2003. https://www.boe.es/boe/dias/2003/12/13/pdfs/A44408-44415.pdf Accedido el 23 de septiembre del 2016.

39. Pérez K, Novoa AM, Santamarina-Rubio E, Narváez Y, Arrufat V, Borrell C et al. Incidence trends of traumatic spinal cord injury and traumatic brain injury in Spain, 2000-2009. Accid Anal Prev. 2012;46:37-44.

40. Jakob W, Wirz, M, Van Hedel HJA, Dietz V. Difficulty of elderly SCI subjects to translate motor recovery -"body function"- into activity of daily living. J Neurotrauma. 2009;26:2037-44.

41. DeVivo MJ , Kartus PL, Rutt RD, Stover SL, Fine PR. The influence of age at time of spinal cord injury on rehabilitation outcome. Arch Neurol. 1990;47:687-91.

42. Nijendijk JH, Post MW, Van Asbeck FW. Epidemiology of traumatic spinal cord injuries in The Netherlands in 2010. Spinal Cord. 2014;52:258–63.

43. Fredo HL, Mutaba Rizvi SS, Lied B, Ronning P, Helseth E. The epidemiology of traumatic cervical spine fractures: a prospective population study from Norway. Scand Trauma Resusc Emerg Med. 2012;20:1-7.

44. Chan-Seng E, Perrin FE, Segnarbieux F, Lonjon N. Cervical spine injuries from diving accident: A 10 year retrospective descriptive study on 64 patients. Orthop Traumatol Surg Res. 2013;99: 607-13.

45. Amorim EC, Vetter H, Mascarenhas LB, Gomes EG, Carvalho JB, Gomes JF. Spine trauma due to diving: main features and short-term neurological outcome. Spinal Cord. 2011;49:206-10.

46. Aito S, D'Andrea M, Werhagen L. Spinal cord injuries due to diving accidents. Spinal Cord. 2005;48:109-16.

47. Korres DS, Benetos IS, Themistocleous. Diving injuries of the cervical spine in amateur divers. Spine J. 2006;6:44-9.

48. DeVivo MJ, Sekar P. Prevention of spinal cord injuries that ocur in swimming pools. Spinal Cord.1997;35:509-15.

49. Wagner W, Stolper P. Die Verletzungen der Winrbelsaule und der Rückenmarks. Verlag von Ferdinand Enke: Stuttgart, 1898; 111-25.

50. Consortium for Spinal Cord Medicine. Early acute Management in adults with spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. J Spinal Cord Med. 2008; 31:403-79.

51. Kattail D, Furlan JC, Fehlings MG. Epidemiology and clinical outcomes of acute spine trauma and spinal cord injury: experience from a specialized spine trauma center. J Trauma. 2009; 67:936-43.

52. Parent S. Barchi S, LeBreton M, Casha S, Fehlings MG. The impact of specialized centers of care for spinal cord injury on long of stay,

complications, and mortality: a systematic review of the literature. J Neurotrauma. 2011; 28:1363-70.

53. Benzel EC, Tator CH, editors. Contemporary manegement of spinal cord injury. Illinois: American Association of Neurological Surgeons, 1995.
54. Boletín Oficial de Canarias. Disponible en: www.gobiernodecanarias.org/boc/2015/070/003.htm. Accedido el 5 de julio del 2018.
55. Instituto Canario de Estadística (ISTAC). Disponible en: http://www.gobiernodecanarias.org/istac/temas_estadisticos/demografia/poblacion/cifraspadronales/E30245A.html. Accedido el 2 de junio del 2017.
56. Hagen EM, Eide GE, Rekand T, Gilhus NE, Gronning M. A 50-year follow-up of the incidence of traumatic spinal cord injuries in Western Norway. Spinal Cord. 2010;48:313-8.
57. Lee BB, Cripps RA, Fitzharris M, Wing PC. The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: update 2011, global incidence rate. Spinal Cord. 2014;52:110-6.
58. Van den Berg M, Castellote JM, Mahillo-Fernandez I, de Pedro-Cuesta J. Incidence of traumatic spinal cord injury in Aragon, Spain (1972-2008). J Neurotrauma. 2011;28:469-77.

59. Sebastiá-Alcacer V, Alcanyis-Alberola M, Giner-Pascual M, Gómez-Pajares F. Are the characteristics of the patient with spinal cord injury changing?. Spinal Cord. 2014;52:29-33.

60. Montoto-Marqués A, Ferreiro-Velasco ME, Salvador-de la Barrera S, Balboa-Barreiro V, Rodríguez-Sotillo A, Mejide-Failde R. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Galicia, Spain: trends over a 20-year period. Spinal Cord. 2017;55:588-94.

61. García-Bravo A. Características epidemiológicas de la lesión medular traumática en la provincia de Las Palmas. Apertura de la Unidad de Lesionados Medulares de Canarias y su impacto en la población afecta. Tesis Doctoral 2004. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Centro de Ciencias de la Salud. Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas.

8 ABREVIACIONES

8. ABREVIACIONES

- LM: Lesión Medular
- SCIWORA: Spinal Cord Injury Without Radiographic Abnormality
- SCIWORET: Spinal Cord Injury Without Radiographic Evidence of Trauma
- ASIA : American Spinal Injury Association
- IMSOP: International Medical Society Of Paraplegia
- ZPP: Zona de Preservación Parcial
- BOE: Boletín Oficial del Estado
- ULM: Unidad de Lesionados Medulares
- BOC: Boletín Oficial de Canarias
- ABVD: Actividades Básicas de la Vida Diaria
- CHUIMI: Complejo Hospitalario Universitario Insular-Materno Infantil de Gran Canaria
- ISTAC: Instituto Canario de Estadística