



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E  
INVESTIGACIÓN**

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL.  
DELEGACIÓN ESTADO DE MÉXICO PONIENTE  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN  
SALUD.

**UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD HOSPITAL  
DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA “LOMAS VERDES”**

**“Correlación del compromiso neurológico y  
trayectoria del proyectil en lesiones vertebrales  
por arma de fuego”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO EN:

**ESPECIALISTA  
EN:  
ORTOPEDIA**

PRESENTA:

**Dr. Juan Ignacio  
Mandujano Sánchez**

ASESOR

Dr. Luis Muñiz Luna

Naucalpan de Juarez, Estado de México , 02 de  
Septiembre 2022





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **INSTITUCIONES PARTICIPANTES**

Hospital de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes”  
del Instituto Mexicano del Seguro Social

Universidad Nacional Autónoma de México

### **Participantes del protocolo**

Juan Ignacio Mandujano Sánchez  
Matrícula 97163115  
dr.juanmandujanos@gmail.com

Dr. Luis Muñiz Luna  
Matrícula: 11584076  
luismuniz99@yahoo.com.mx

## **FIRMAS**

---

**Dra Francisca Vazquez Alonso**

Directora de Educación e Investigación en Salud

---

**Dr Daniel Luna Pizarro**

Jefe de División en Investigación Médica

---

**Dr. Luis Muñiz Luna**

Asesor

---

**Dr Juan Ignacio Mandujano Sánchez**

Tesista

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	5
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	6
1.1 Generalidades de Heridas por proyectil de arma de fuego en columna .....	6
2. Clasificaciones existentes lesiones por columna por proyectil de arma de fuego .....	8
<b>ANTECEDENTES</b> .....	14
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	15
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	16
<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	17
HIPÓTESIS .....	17
<b>OBJETIVOS</b> .....	18
<b>MATERIAL, PACIENTES Y MÉTODOS</b> .....	19
VI.1 Lugar donde se realiza el estudio: .....	19
VI.2 Diseño y tipo de estudio.....	19
VI.4 Criterios de selección: .....	20
<b>DESCRIPCIÓN DE VARIABLES</b> .....	21
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y RESULTADOS</b> .....	23
<b>DISCUSIÓN</b> .....	27
<b>CONCLUSIONES</b> .....	28
<b>MONITOREO DEL ESTUDIO</b> .....	29
<b>FACTIBILIDAD</b> .....	30
<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b> .....	31
<b>REFERENCIAS</b> .....	32
<b>ANEXO I: CONSIDERACIONES ÉTICAS APLICABLES AL ESTUDIO</b> .....	35
<b>ANEXO II: AVISO DE PRIVACIDAD PARA USO DE DATOS PERSONALES EN ESTE ESTUDIO</b> .....	36
<b>ANEXO III CARTA DE EXCEPCIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO</b> .....	37
<b>ANEXO IV: GRÁFICAS DE RESULTADOS</b> .....	38
<b>ANEXO V: HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> .....	41

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

HPAF: herida por proyectil de arma de fuego

GATA: Gulhane Military Medical Academy

SCI: Spinal Cord Injury

PAF: Proyectil de arma de Fuego

ASIA: American Spinal Injury Association

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Generalidades de Heridas por proyectil de arma de fuego en columna**

Las heridas por proyectil de arma de fuego son causa importante de mortalidad y morbilidad en la población, principalmente en menores de 45 años de edad. Las heridas por proyectil de arma de fuego en columna representan aproximadamente entre 13-17% de los casos de trauma espinal en la actualidad <sup>(1-3)</sup>. Las lesiones por PAF son la segunda causa de lesión de médula espinal, solo por detrás de los accidentes automovilísticos en los Estados Unidos de América <sup>(4)</sup>.

Se pueden dividir las heridas por PAF según el segmento de la columna vertebral afectado siendo el segmento torácico el más frecuentemente afectado con un 50% de los casos, seguido de la región lumbosacra en un 30% de los casos y un 20% en la región cervical de acuerdo a la literatura internacional <sup>(4,5)</sup>.

La incidencia de lesión medular va relacionada con el segmento de la columna vertebral afectado y esto depende de la anatomía de esta. En la región cervical se cuenta con una reserva espinal mayor en comparación con la región torácica teniendo así una menor probabilidad de lesiones medulares si el proyectil pasa por el foramen vertebral. En la región lumbar comienza la cauda equina por lo que una lesión que cruce el foramen vertebral no causa una lesión discapacitante mayor.

El mecanismo de lesión, la energía y tipo de proyectil, órganos primarios lesionados juegan un papel importante en el pronóstico y tratamiento del paciente <sup>(6)</sup>. El tipo de proyectil determina el tipo de lesión y la capacidad de lesionar estructuras vitales, por lo

tanto estos se pueden clasificar en aquellos fragmentos o esquirlas que van a < de 300 metros por segundo donde se incluyen esquirlas de granadas, proyectiles de baja velocidad que son aquellos que van a una velocidad de entre 300-600 metros por segundo y proyectiles de alta velocidad (600-900 metros por segundo) <sup>(7,8)</sup>.

Otra variante encontrada en la literatura es la distancia la cual el proyectil fue disparado. Esta distancia se puede clasificar en en 4 zonas. El primer grupo incluye aquellos que estan a <500 m donde el proyectil va a una gran velocidad causando lesión de tejidos blandos y óseos importante. El segundo grupo es una distancia de disparo de entre 500 a 1000 metros donde el proyectil pasa por el cuerpo de la vértebra, y cruza la pars compacta y esponjosa. El tercer grupo son aquellos disparados de una distancia entre 1000 a 1500 metros , a esta distancia la velocidad del proyectil se ve reducida importantemente lo que ocasiona que este se aloje en el cuerpo vertebral causando una pequeña fractura en este. Por último tenemos aquellos proyectiles disparados desde una distancia mayor a 1500 metros los cuales por lo general causan contusiones simples <sup>(7)</sup>.

Dentro de las lesiones asociadas a las HPAF encontramos las lesiones de víscera abdominal como la más frecuente con un 24% de incidencia seguido del hemo neumotórax en un 20% y de las lesiones vasculares en un 15%. La complicación más común a largo plazo reportada en la literatura es la vejiga neurogénica seguida de infección de vías urinarias y dolor crónico <sup>(9-11)</sup>.

## **2. Clasificaciones existentes lesiones por columna por proyectil de arma de fuego**

Existen distintas clasificaciones que se han usado a lo largo de la historia en donde clasifican las heridas por proyectil de arma de fuego de acuerdo a su trayectoria, de acuerdo a la estabilidad de la columna posterior a la lesión o agrupando una serie de ítems que incluye el compromiso neurológico, la estabilidad ósea, la trayectoria del proyectil, las lesiones asociadas y la localización de la lesión <sup>(1,12)</sup>.

Una de las escalas más utilizadas en la actualidad es la propuesta por el Gulhane Military Academy en Turquía la cual clasifica en 4 grupos a este tipo de lesiones de acuerdo a la trayectoria del proyectil en la columna vertebral <sup>(1,13)</sup>.

### **GTA SMI:**

1. Trayectoria anteroposterior
2. Trayectoria tangencial en relación al canal espinal (oblicua)
3. Trayectoria de “lado a lado”, el proyectil pasa por ambas facetas, pedículos. Se considera lesión retroperitoneal
4. Tangencial a la columna, trayectoria oblicua, el proyectil pasa cerca de la columna espinal, apófisis transversas o apófisis espinosa. Canal medular, facetas, pedículos y láminas intactas. Dentro de este grupo se clasifican las lesiones aisladas del canal vertebral que ocasiona oclusión de arteria vertebral.

La segunda clasificación utilizada es la clasificación de NOPAL descrita en el 2000 por Alejandro Steverlynck y colaboradores en Buenos Aires Argentina. Esta agrupa 5 ítems entre los cuales se encuentra la presencia o no de compromiso neurológico, la estabilidad ósea de la columna posterior a la lesión, la trayectoria del proyectil, la presencia o no de lesiones asociadas y la región de la columna vertebral involucrada.

N (compromiso neurológico) O (estabilidad ósea) P (incidencia del impacto del proyectil) A (lesiones asociadas) L (localización anatómica en la columna vertebral)

Ítem	Criterio	Puntuación
N	Asintomático	0
	Radicular	1
	Medular	2
O	Estable	0
	Inestable	1
P	Tangencial no penetrante	0
	Tangencial penetrante	1
	Penetrante	2
	Transfixiante	3
A	Ninguna	0
	Miembros	1
	Abdomen	2
	Torax	3
	Cuello	4
	Cabeza	5
L	Cervical	0
	Toracico	1
	Lumbar	2
	Sacroccóigea	3

## **Manejo del paciente**

A su llegada al servicio de urgencias todo paciente con sospecha de HPAF en columna debe de ser ingresado a la unidad de reanimación e iniciar protocolo ATLS (Advanced Trauma Life Support) que consiste en una revisión primaria y una secundaria.

Se debe de enfocar la evaluación inicial en las lesiones que pongan en peligro la vida <sup>(14)</sup>.

### **Revisión primaria:**

Evalúa de una forma rápida y precisa las funciones vitales y se procede de inmediato al tratamiento de cualquier lesión que amenace la vida. Se debe de aplicar la mnemotecnia A, B, C, D, E y comprende:

- A. Vía Aérea con control de la columna cervical.
- B. Respiración y Ventilación.
- C. Circulación con control de la hemorragia.
- D. Daño neurológico.
- E. Exposición del paciente con prevención de la hipotermia.

Cuando está completa la Revisión Primaria, iniciada la resucitación y los parámetros del ABCDE se encuentran controlados, se comienza la Revisión Secundaria.

La Revisión Secundaria comprende cuatro aspectos:

- A. Reevaluación frecuente del ABCDE.
- B. Anamnesis.
- C. Examen físico.**
- D. Estudios diagnósticos.**

Se debe sospechar una lesión de la columna cervical hasta no demostrar lo contrario. En la revisión secundaria se debe de realizar una exploración física detallada para descartar alguna lesión neurológica relacionada al proyectil de arma de fuego.

Es necesario documentar el o los orificios de entrada y salida del proyectil de arma de fuego para valorar la posibilidad de lesiones secundarias ocultas como son la perforación intestinal que pudieran ocasionar complicaciones a corto, mediano y largo plazo <sup>(14)</sup>.

Para esta exploración física es ampliamente utilizada la escala de la American Spinal Injury Association (ASIA) la cual clasifica al paciente de acorde a los hallazgos en la exploración física de la siguiente manera:

**GRADO A** Ausencia de función motora y sensitiva que se extiende hasta los segmentos sacros S4-S5.

**GRADO B** Preservación de la función sensitiva por debajo del nivel neurológico de la lesión que se extiende hasta los segmentos sacros S4-S5 y con ausencia de función motora.

- GRADO C** Preservación de la función motora por debajo del nivel neurológico y más de la mitad de los músculos llave por debajo del nivel neurológico tienen un balance muscular menor de 3.
- GRADO D** Preservación de la función motora por debajo del nivel neurológico y más de la mitad de los músculos llave por debajo del nivel neurológico tienen un balance muscular de 3 o más.
- GRADO E** Las funciones sensitiva y motora son normales.

Una vez realizada una detallada exploración física y anamnesis se realizarán los estudios de imagen necesarios con base a los hallazgos obtenidos en la exploración física <sup>(5)</sup>. En un paciente con sospecha de lesión por arma de fuego en columna vertebral si el paciente se encuentra estable es necesario realizar una serie ósea traumática con enfoque en la columna vertebral que consiste en proyecciones anteroposterior, lateral y en la columna cervical una proyección de odontoides. Las radiografías en caso de confirmar una lesión en la columna vertebral por PAF se debe de realizar una tomografía computarizada para determinar la trayectoria del proyectil así como posibles lesiones secundarias a órganos y tejidos blandos como son las lesiones en región torácica, abdominal y pélvica <sup>(15)</sup>. La tomografía computarizada simple es el estudio de elección para estas lesiones, ya que permite determinar las características de la fractura y localización del proyectil y demuestra claramente la trayectoria, la dispersión de la imagen y artefactos de retención

de fragmentos metálicos, una de las desventajas es que se puede considerar problemático pero en general no oculta líneas de fractura de manera significativa utilizando técnicas modernas y de pequeños cortes en las áreas de interés, las imágenes transversas usualmente son apropiadas para realizar un diagnóstico adecuado.

Todo paciente con HPAF en la columna debe de ser manejado con antibioticoterapia profiláctica de 48-72 h en pacientes sin lesión de víscera hueca y de 7 a 14 días en pacientes con perforación intestinal <sup>(14)</sup>. y evaluar la necesidad de aplicación de toxoide tetánico dependiendo del estado de vacunación del paciente <sup>(11,16,17)</sup>. El riesgo de infección aumenta si se presenta perforación de alguna víscera hueca.

## ANTECEDENTES

En la literatura internacional encontramos una prevalencia similar de las heridas por PAF en la columna vértebra a la encontrada en este estudio. La columna torácica es la región más frecuentemente afectada reportándose en la literatura internacional hasta en un 45% seguida de la región lumbar en un 30% y por último la región cervical en un 25% (1,3,14,18-20).

El déficit neurológico a raíz de estas lesiones se debe de tomar en cuenta al momento de la evaluación secundaria del paciente en el área de urgencias <sup>(20)</sup>. Se cree que el daño medular es el resultado de tres factores; impacto directo de la bala, el efecto de conmoción del impacto de la bala y cavitaciones temporales. Las heridas de bala en la columna vertebral de civiles son ligeramente diferentes porque generalmente son causadas por armas de fuego de baja velocidad que causan daños principalmente por un efecto de masa directo como resultado de su bajo impulso <sup>(1)</sup>.

En una revisión sistemática realizada en 2013 por Sidhu G y colaboradores reportaron una incidencia de lesión medular completa en un rango de entre 13% al 78% y de lesiones incompletas del 16% al 87% <sup>(1)</sup>.

La trayectoria del proyectil de arma de fuego influye en la probabilidad de presentar una lesión medular completa o no. En 2008 Duz y colaboradores reportaron una mayor incidencia de lesión medular completa (ASIA A y B) en trayectorias tipo Ib y III de acuerdo con la clasificación de GATA-SM. Los pacientes con trayectorias tipo Ia y IV presentaron lesiones medulares incompletas o nulas (ASIA D o E) <sup>(7)</sup>.

## **JUSTIFICACIÓN**

Las heridas por proyectil de arma de fuego son causa importante de mortalidad y morbilidad en la población, principalmente en menores de 45 años de edad. Las heridas por proyectil de arma de fuego en columna representan aproximadamente entre 13-17% de los casos de trauma espinal en la actualidad con alto grado de discapacidad.

La lesión neurológica depende de la trayectoria que tiene el proyectil en relación con la médula espinal y la lesión de esta última. No existe una correlación actualmente entre la trayectoria del proyectil de las heridas por PAF con el estado neurológico del paciente.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las heridas por proyectil de arma de fuego en la columna representan una causa importante de morbi-mortalidad en la población, sin embargo no existe actualmente un estudio en nuestra población mexicana que correlacione el estado neurológico del paciente posterior a la lesión con la trayectoria del proyectil. Consideramos que es de suma importancia encontrar una correlación debido a que nos ayudaría en el área de urgencias a un manejo más integral y sospechar lesiones más serias que pudieran cambiar el pronóstico del paciente a corto y mediano plazo.

Las lesiones de la columna por PAF pueden llegar a generar una gran discapacidad en el paciente. Esto va a depender del sitio donde se localicen en la columna vertebral y la trayectoria del proyectil en relación con la médula. Estos dos factores van a influir en el estado neurológico de los pacientes el cual podemos valorarlo de manera objetiva mediante distintas escalas como la de ASIA. El identificar la trayectoria del proyectil de las PAF nos permite determinar dependiendo el segmento de la columna afectada la lesión neurológica que puede presentar el paciente lo cual nos ayudará en la toma de decisiones para el manejo de los pacientes.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la correlación entre el compromiso neurológico y la trayectoria del proyectil en lesiones vertebrales causadas por arma de fuego?

## **HIPÓTESIS**

- **H0:** La proporción de lesión medular completa para los 4 tipos de trayectoria de proyectil de arma de fuego es mayor o igual al 50%.
- **H1:** La proporción de lesión medular completa para los 4 tipos de trayectoria de proyectil de arma de fuego es menor al 50%.

## **OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar y correlacionar la función neurológica con la trayectoria del proyectil en las heridas por arma de fuego en la columna vertebral

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- I. Examinar la la prevalencia de HPAF en la columna vertebral por segmento afectado de la columna vertebral
- II. Valorar el estado neurológico de las lesiones por PAF en cada segmento de la columna vertebral de acuerdo a la trayectoria del proyectil clasificada por GATA SM
- III. Determinar si la proporción de lesión medular completa (ASIA A) es mayor al 50% englobando las 4 trayectorias de proyectil de arma de fuego

## **MATERIAL, PACIENTES Y MÉTODOS**

### **VI.1 Lugar donde se realiza el estudio:**

El estudio se lleva a cabo en el Hospital de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes” del Instituto Mexicano del Seguro Social

### **VI.2 Diseño y tipo de estudio**

Se trata de un estudio descriptivo de serie de casos clínicos, retrospectivo, en donde incluiremos a pacientes con heridas por proyectil de arma de fuego en la columna vertebral diagnosticados por tomografía simple que llegaron al hospital de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes” del Instituto Mexicano del Seguro Social en el período de Julio 2019 a Julio 2021

**Población de Estudio:** Pacientes con herida por proyectil de arma de fuego en columna vertebral en el hospital de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes” del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Se valoró la trayectoria del proyectil de arma de fuego mediante la clasificación de GATA SM la cual se clasificó mediante cortes axiales de tomografía simple computarizada encontrada en el expediente clínico electrónico del Hospital de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes”

Se obtuvo el estado neurológico del paciente de la nota de ingreso a urgencias encontrada en el expediente clínico electrónico del paciente. Esta se midió mediante la escala de ASIA.

## **VI.4 Criterios de selección:**

### **VI.4.1 Criterios de inclusión:**

- Pacientes del hospital de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes” del Instituto Mexicano del Seguro Social.
- Pacientes con diagnóstico por imagen encontrada en el expediente clínico electrónico del Hospital (tomografía simple ) de herida por proyectil de arma de fuego en columna vertebral en el período de julio 2019 a julio 2021.

### **Criterios de no inclusión:**

- Pacientes con herida por proyectil de arma de fuego sin lesión en columna vertebral

### **VI.4.2 Criterios de exclusión:**

- Pacientes con herida por proyectil de arma de fuego en línea media que fallecieron antes de realizar el diagnóstico por imagen de lesión en columna vertebral.

## **VI.5 Cálculo de tamaño muestral**

- Muestreo por conveniencia en pacientes con heridas por proyectil de arma de fuego en columna ingresados al hospital de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes” del Instituto Mexicano del Seguro Social en un periodo de 2 años.
- Un total de 50 pacientes que cumplían con los criterios de inclusión de este estudio representaron la muestra.

# DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

## Variables dependientes:

- **Compromiso neurológico:**
  - Se refiere a la función anormal de un área del cuerpo. Esta función se debe a una lesión del cerebro, la médula espinal, los músculos o los nervios. El compromiso neurológico de las lesiones en la columna vertebral se define como la alteración parcial o completa de la función motora, sensitiva o ambas por debajo del nivel medular lesionado. Para valorarlo se utiliza la escala de ASIA de la American Spinal Cord Injury Association
- Definición Conceptual: Estado neurológico del paciente por debajo de la lesión
- Tipo de variable: cualitativa nominal
- Instrumento de medición: Escala de ASIA , exploración física neurología
- Unidad de medida: Grado de lesión neurológico
- Escala de medición: Nominal

## Variables independientes:

- **Trayectoria del proyectil de arma de fuego: variable tipo cualitativa nominal**
  - Se define como la dirección que presenta el proyectil de arma de fuego en relación al canal medular. Es valorada por la escala propuesta por el Gulhane Military Academy en Turquía la cual clasifica en 4 grupos a este tipo de lesiones de acuerdo a la trayectoria del proyectil en la columna vertebral las cuales se describen a continuación:
    - GATA I Trayectoria anteroposterior

- GATA II Trayectoria tangencial en relación al canal espinal (oblicua)
  - GATA III Trayectoria de “lado a lado”, el proyectil pasa por ambas facetas, pedículos. Se considera lesión retroperitoneal
  - GATA IV Tangencial a la columna, trayectoria oblicua
- 
- Definición Conceptual: Trayectoria del proyectil en relación con la médula espinal
  - Tipo de variable: cualitativa nominal
  - Instrumento de medición: Cortes axiales de tomografía axial simple de la columna vertebral
  - Unidad de medida: Dirección de la trayectoria del proyectil
  - Escala de medición: Nominal

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y RESULTADOS

Este protocolo al tratarse de un estudio descriptivo se realizaron medidas simples de tendencia central como media de edad, prevalencia entre sexos, prevalencia del tipo de trayectoria del proyectil por segmento de la columna vertebral, frecuencia de lesión neurológica completa (ASIA) por segmento de la columna vertebral y por tipo de trayectoria del proyectil de acuerdo a la escala de GATA SM.

Debido a la cantidad reducida de datos se procedió a hacer un análisis de la proporción de pacientes que presentan lesión medular completa (ASIA A) englobando las 4 trayectorias del proyectil de arma de fuego de acuerdo a la clasificación de GATA SM.

Esto se llevó a cabo mediante una prueba de hipótesis unilateral para una proporción utilizando el estadístico de prueba “Z”

### Pruebas de Hipótesis para una proporción (muestra grande)

- Estadístico de prueba para todas las pruebas

$$z = \frac{X - np_0}{\sqrt{np_0(1-p_0)}}$$

- Se debe de cumplir que  $np_0 \geq 5$  y  $n(1-p_0) \geq 5$

- Prueba Unilateral:

- B)  $H_0: p \geq p_0$  vs  $H_1: p < p_0$ .

- Se rechaza  $H_0$  si  $z < -z_\alpha$

- p-valor: DISTR.NORM.ESTAND.N(Z,1)

- Rechazar  $H_0$  si **p-valor** <  $\alpha$ .

## RESULTADOS

Se desea determinar si la proporción de personas con un diagnóstico lesión medular completa (ASIA A) para los 4 tipos de trayectoria de proyectil es mayor o igual al 50%. En una muestra aleatoria de 50 personas, 26 cuenta con el diagnóstico ASIA A. Se usó un nivel de significancia del 5%.

<b>n =</b>	50			
<b>x =</b>	26			
<b>p0 =</b>	0.5	<b>Hipótesis</b>		
<b>α =</b>	0.05	H0: $p \geq 0.5$	vs	H1: $p < 0.5$

<b>Se calcula el estadístico z</b>		<b>Se calcula el valor crítico de z de <math>\alpha</math></b>	
z =	0.283	-z de 0.1 =	-1.644853627

<b>Se aplican los criterios de rechazo</b>		<b>Cálculo del p-valor</b>	
z < -z de $\alpha$ =	No Rechazar H0	p-valor =	0.611351295

<b>Se aplica el criterio de rechazo</b>	
p-valor < $\alpha$	No Rechazar H0

Con un nivel de significancia del 5%, La proporción de personas que cuentan con un diagnóstico ASIA A para los 4 tipos de trayectoria de proyectil es por lo menos el 50%

- Se analizaron 50 pacientes de los cuales 41 eran masculinos y 9 eran femeninos
- El promedio de edad fue de 32.66 años.
- De los 50 pacientes 10 (20%) pacientes presentaron lesiones en la columna cervical, 23 (46%) en la columna torácica, 15 (30%) en la columna lumbar y 2 (4%) presentaron lesiones multinivel.
- De los 50 pacientes estudiados 7 (14%) presentaron una trayectoria tipo I de acuerdo a GATA SM, 16 (32%) una tipo II, 21 (42%) una tipo III y 6 (12%) una tipo IV.
- Del total de la población estudiada 26 (52%) pacientes presentaron grado A de acuerdo a la escala de ASIA, 3 (6%) se encontraban en ASIA B, 4 (8%) en ASIA C, 7 (14%) en ASIA D y 10 (20%) en ASIA E.
- De los pacientes en ASIA A, 2 (7.6%) presentaron una trayectoria tipo I de acuerdo a la escala de GATA SM, 9 (34%) trayectoria tipo II, 15 (57%) trayectoria tipo III y ninguno una trayectoria tipo IV
- De los pacientes en ASIA B , ninguno presentó una trayectoria tipo I de acuerdo a la escala de GATA SM, 2 (67%) trayectoria tipo II, 1 (33%) trayectoria tipo III y 0 una trayectoria tipo IV
- De los pacientes en ASIA C , ninguno presentó una trayectoria tipo I de acuerdo a la escala de GATA SM, 2 (50%) trayectoria tipo II, 1 (25%) trayectoria tipo III y 1 (25%) una trayectoria tipo IV
- De los pacientes en ASIA D , 4 (57%) presentó una trayectoria tipo I de acuerdo a la escala de GATA SM, 1 (14.4%) trayectoria tipo II, 0 trayectoria tipo III y 2 (28.6%) una trayectoria tipo IV

- De los pacientes en ASIA E , 2 (20%) presentó una trayectoria tipo I de acuerdo a la escala de GATA SM, 2 (20%) trayectoria tipo II, 3 (30%) trayectoria tipo III y 3 (30%) una trayectoria tipo IV
- De los 10 pacientes que presentaron lesiones en la región cervical, 6 (60%) se encontraban en ASIA A, 0 en ASIA B, 1 (10%) en ASIA C y 2 (20%) en ASIA D y 1 (10%) en ASIA E
- De los 23 pacientes que presentaron lesiones en la región torácica, 18 (78.5%) se encontraban en ASIA A, 1 (4.3%) en ASIA B, 2 (8.6%) en ASIA C y 0 en ASIA D y 2 (8.6%) en ASIA E
- De los 15 pacientes que presentaron lesiones en la región lumbar , 2 (13.33%) se encontraba en ASIA A, 2 (13.33%) en ASIA B, 1 (6.7%) en ASIA C y 4 (26.7%) en ASIA D y 6 (40%) en ASIA E
- De los 7 pacientes con trayectoria tipo I de acuerdo a GATA SM 2 (28.6%) se encontraban en región cervical y 5 (72.4%) en región lumbar
- De los 16 pacientes con trayectoria tipo II de acuerdo a GATA SM 5 (31.25%) se encontraban en región cervical, 6 (37.5%) en región torácica , 3 (18.75%) en región lumbar y 2 (12.5%) en multinivel.
- De los 16 pacientes con trayectoria tipo III de acuerdo a GATA SM 0 se encontraban en región cervical, 12 (75%) en región torácica y 4 (25%) en región lumbar.
- De los 11 pacientes con trayectoria tipo IV de acuerdo a GATA SM 3 (27.2%) se encontraban en región cervical, 5 (45.45%) en región torácica y 3 (27.2%) en región lumbar.

## DISCUSIÓN

Las HPAF en columna son causa importante de mortalidad y morbilidad en la población, representan aproximadamente entre 13-17% de los casos de trauma espinal en la actualidad (1-3). Son la segunda causa de lesión de médula espinal, solo por detrás de los accidentes automovilísticos (4).

Las lesiones por PAF en columna se presentan con mayor frecuencia en pacientes mejores de 45 años. En este estudio se observó un promedio de 32.66 años siendo el género masculino el más prevalente.

En una revisión sistemática realizada en 2013 por Sidhu G y colaboradores reportaron una incidencia de lesión medular completa en un rango de entre 13% al 78%(1). En nuestro estudio se observó una incidencia de lesión medular completa (ASIA A) en el 52% de los pacientes que presentaron HPAF en columna vertebral.

La trayectoria del proyectil de arma de fuego influye en la probabilidad de presentar una lesión medular completa. En 2008 Duz y colaboradores reportaron una mayor incidencia de lesión medular completa (ASIA A y B) en trayectorias tipo Ib y III de acuerdo con la clasificación de GATA-SM. Los pacientes con trayectorias tipo Ia y IV presentaron lesiones medulares incompletas o nulas (ASIA D o E) (7). En la población estudiada en este trabajo se obtuvo una mayor incidencia en lesiones medulares completas (ASIA A) en pacientes que presentaron una trayectoria tipo III con un 57% del total de los pacientes en ASIA A.

## CONCLUSIONES

El estado neurológico del paciente que presenta una herida por proyectil de arma de fuego en la columna dependerá de la trayectoria del proyectil en relación con la médula espinal y el segmento de la columna afectado.

El segmento torácico es el segmento con mayor incidencia en lesiones por PAF en la columna vertebral y el segmento con mayor incidencia en lesiones que causaron lesión medular completa.

La trayectoria tipo III de acuerdo a la clasificación de GATA SMI presentó la mayor porcentaje de pacientes con lesión medular completa.

La trayectoria tipo IV al ser una lesión tangencial que no cruza el canal medular presentó el menor número de pacientes con lesión medular. Ninguno de estos pacientes presentó lesión medular completa.

La trayectoria del proyectil se correlaciona con el estado neurológico del paciente y el segmento de la columna vertebral afectado

Para poder realizar un análisis individual de la proporción del estado neurológico en relación a cada trayectoria del proyectil es necesario contar con una mayor muestra de cada tipo de trayectoria la cual puede ampliarse en futuros proyectos.

.

## **MONITOREO DEL ESTUDIO**

Se llevó a cabo en el Hospital de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes” del Instituto Mexicano del Seguro Social mediante la recolección de datos del expediente clínico electrónico de los pacientes que cumplían los criterios de inclusión previamente descritos.

Los autores se hacen responsables del correcto uso y manejo de datos personales obtenidos del expediente clínico electrónico de los pacientes con HPAF en columna vertebral del período de Julio 2019 a Julio 2021.

.

## **RECURSOS HUMANOS Y FINANCIEROS**

No se utilizaron recursos financieros en este estudio, no se obtuvo incentivo económico alguno durante la realización de este estudio.

## **FACTIBILIDAD**

### **Propósitos de la investigación:**

Verificar si existe una relación entre la trayectoria del PAF de acuerdo clasificación GATA SM y el estado neurológico del paciente de acuerdo al ASIA score en un hospital de tercer nivel de trauma.

### **Recursos:**

Uso de recursos digitales mediante el uso del expediente clínico electrónico para la obtención de datos de pacientes que cumplan con los criterios de inclusión antes mencionado.

### **Medios disponibles:**

Expediente clínico electrónico del Hospital de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes” del Instituto Mexicano del Seguro Social, registros de pacientes que cumplan los criterios de inclusión antes mencionados proporcionados por el servicio de Columna del hospital.

### **Tiempo:**

El tiempo empleado en este proyecto se utilizó para la obtención de datos de pacientes que cumplan los criterios de inclusión antes mencionados, el análisis de estos datos así como la búsqueda bibliográfica de lo existente en relación a este tema en la bibliografía nacional e internacional.

### **Gastos:**

No se utilizaron recursos económicos para la realización de este estudio

# CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Objetivo	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	ago-22
Elección de tema	■												
Definición de pregunta problema	■												
Definición de hipótesis		■											
Definición de variables			■										
Revisión bibliográfica		■	■	■	■								
Redacción de Marco teórico						■	■	■					
Recolección de datos				■	■	■	■	■					
Análisis de datos									■	■			
Entrega de Resultados preliminares										■			
Conclusiones											■		
Revisión de tesis											■		
Entrega de tesis												■	
Aprobación de tesis													■

## REFERENCIAS

1. Sidhu GS, Ghag A, Prokuski V, Vaccaro AR, Radcliff KE. Civilian gunshot injuries of the spinal cord: A systematic review of the current literature. *Clinical Orthopaedics & Related Research*. 2013;471(12):3945–55.
2. Jakoi A, Iorio J, Howell R, Zampini JM. Gunshot injuries of the spine. *The Spine Journal*. 2015;15(9):2077–85.
3. Avila JM, Díaz IH. Prevalencia y Evolución Clínica de pacientes con heridas por Arma de Fuego en la columna vertebral. *Coluna/Columna*. 2013;12(1):52–6.
4. Sajid MI, Ahmad B, Mahmood SD, Darbar A. Gunshot injury to spine: An institutional experience of management and complications from a developing country. *Chinese Journal of Traumatology*. 2020;23(6):324–8.
5. Jaiswal M, Mittal RS. Concept of gunshot wound spine. *Asian Spine Journal*. 2013;7(4):359-364.
6. Lai X, Liu Y, Chen L. The effect of indirect injury to peripheral nerves on wound healing after firearm wounds. *J Trauma*. 1996 Mar;40(3):S56-9.
7. Duz B, Cansever T, Secer HI, Kahraman S, Daneyemez MK, Gonul E. Evaluation of spinal missile injuries with respect to bullet trajectory, surgical indications and timing of surgical intervention. *Spine*. 2008;33(20):E746-53.
8. de Barros-Filho TE, Cristante AF, Marcon RM, Ono A, Bilhar R. Gunshot injuries in the spine. *Spinal Cord*. 2014;52(7):504-10.
9. Escamilla JA, Ross JÁ, Atanasio JM, Martínez GC, Cisneros AG, Avila JJ. Spinal gunshot wounds: Pattern and associated lesions in civilians. *Asian Spine Journal*. 2018;12(4):648-55.

10. Velmahos G, Demetriades D. Gunshot wounds of the spine: should retained bullets be removed to prevent infection?. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*. 1994;76(2):85-87.
11. Bono CM, Heary RF. Gunshot wounds to the spine. *The Spine Journal*. 2004;4(2):230-40.
12. Gugala Z, Lindsey RW. Classification of gunshot injuries in civilians. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2003;408:65-81.
13. Kaim Khani GM, Humail SM, Hafeez K, Ahmed N. Pattern of bony injuries among civilian gunshot victims at Tertiary Care Hospital in Karachi, Pakistan. *Chinese Journal of Traumatology*. 2015;18(3):161-3.
14. Heary R, Kumar S. Treatment of civilian gunshot wounds for the spine. *Techn Orthop*. 2006;21(3):205-13.
15. Offiah C, Twigg S. Imaging assessment of penetrating craniocerebral and spinal trauma. *Clinical Radiology*. 2009;64(12):1146-57.
16. Kumar A, Pandey PN, Ghani A, Jaiswal G. Penetrating spinal injuries and their management. *Journal of Craniovertebral Junction and Spine*. 2011;2(2):57-61.
17. Waters R, Adkins R. The effects of removal of bullet fragment retained in the spinal canal. A collaborative study by the National Spinal Cord Injury Model Systems. *Spine*. 1991;16(8):934-9.
18. Botha AH, Booyesen BC, Dunn RN. Civilian gunshot wounds of the spine: A literature review. *SA Orthopaedic Journal*. 2016;15(3):13-9.

19. Azevedo-Filho H, Martins C, Carneiro-Filho G, Azevedo R, Azevedo F. Gunshot wounds to the spine: study of 246 patients. *Arq Neuro Psiquiatr*. 2001;59(3a):645-6.
20. Iqbal N, Sharif S, Hafiz M, Ullah Khan A. Gunshot spinal injury: Factors determining treatment and outcome. *World Neurosurgery*. 2018;114:e706-e712.

## **ANEXO I: CONSIDERACIONES ÉTICAS APLICABLES AL ESTUDIO**

Apegada a los principios emanados a la 18ª asamblea medica de Helsinki, Finlandia, en 1964 y de las modificaciones hechas por la propia 29ª Asamblea Medica Mundial en Somerset West, República de Sudáfrica en 1996 y por la 52ª asamblea Medica Mundial en Edimburgo, Escocia en 2000, y de acuerdo a la Ley General de Salud de México de 1997 en materia de investigación para la salud Título II, de los aspectos éticos de la investigación en los seres humanos, Capítulo I disposiciones generales, artículos 17 y 23, el presente estudio se ubicó como categoría tipo I (Investigación sin riesgo). Por otra parte, el estudio se realizará por personas calificadas, bajo la supervisión de un investigador competente, como se señala en la sección B, apéndice F de la Declaración de Helsinki (Asamblea Médica Mundial, 2000).

## **ANEXO II: AVISO DE PRIVACIDAD PARA USO DE DATOS PERSONALES EN ESTE ESTUDIO**

El Investigador principal del protocolo de Investigación, es el responsable del tratamiento de los datos personales y datos personales sensibles que se recaben con motivo de la participación en un protocolo de Investigación, mismos que serán tratados estadísticamente en materia de salud, sin que se vulnere su identidad mediante el proceso de disociación, para proteger la identificación de los mismos, de conformidad con los artículos 1, 2, 3, 8, 16, 17, 18, fracción VII del 22, 26, 27 y demás relativos de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados.

Los datos que se comparten, se encuentran protegidos, por lo que no se vulnera su identidad mediante el proceso de disociación, para proteger la identificación de los mismos. El tratamiento de los datos personales y datos personales sensibles, se realiza con fundamento en lo establecido en los artículos 1, 2 fracciones V y VI, 3, 8, 16, 17, y 18, fracción VII del 22, 26, 27 y demás relativos de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de los Sujetos Obligados.

## ANEXO III CARTA DE EXCEPCIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**



Fecha: 8 de agosto de 2022

### SOLICITUD DE EXCEPCIÓN DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación de la **UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA “LOMAS VERDES”**

que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación **“Correlación del compromiso neurológico y trayectoria del proyectil en lesiones vertebrales por arma de fuego”**, es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

- a) Estado neurológico del paciente a su llegada a urgencias de acuerdo a la escala de ASIA.
- b) Trayectoria del proyectil de arma de fuego encontrado en la tomografía axial computarizada simple de columna de acuerdo a la escala GATA SM
- c) Edad del paciente
- d) Género del paciente
- e) Segmento de la columna afectado por el proyectil de arma de fuego

### MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como modificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardar, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo **“Correlación del compromiso neurológico y trayectoria del proyectil en lesiones vertebrales por arma de fuego”** cuyo propósito es producto comprometido de tesis.

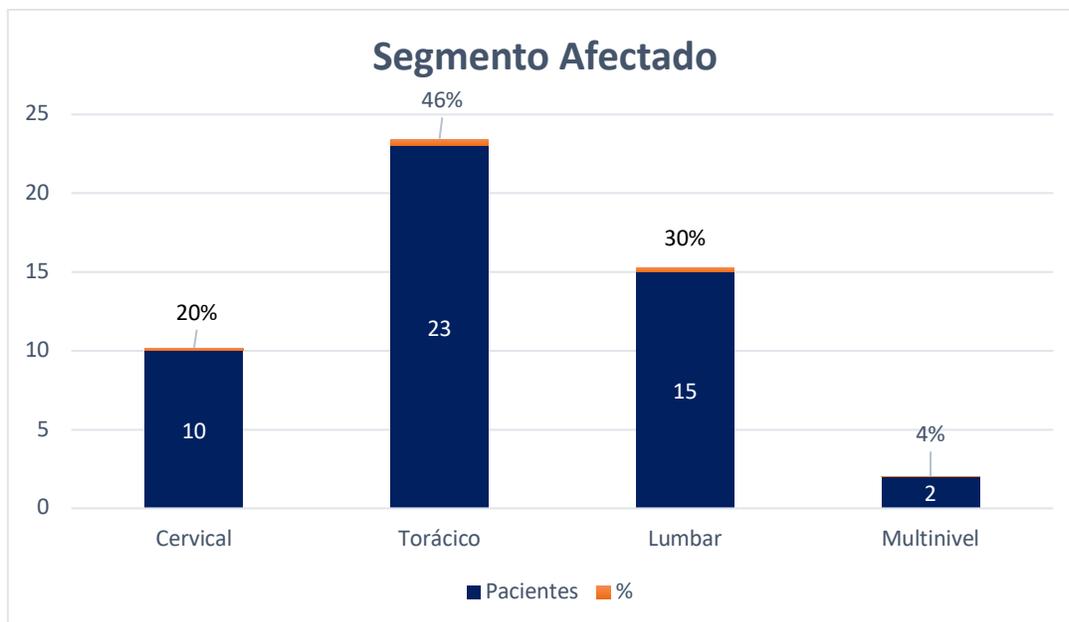
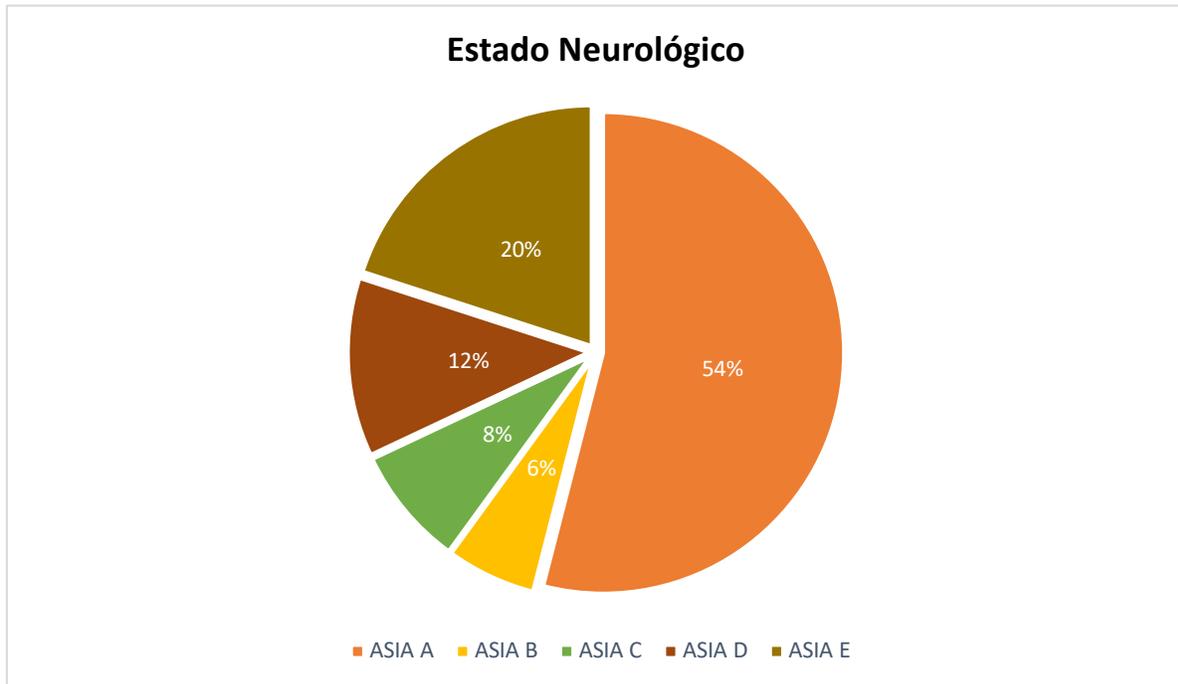
Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigentes y aplicables.

Atentamente:

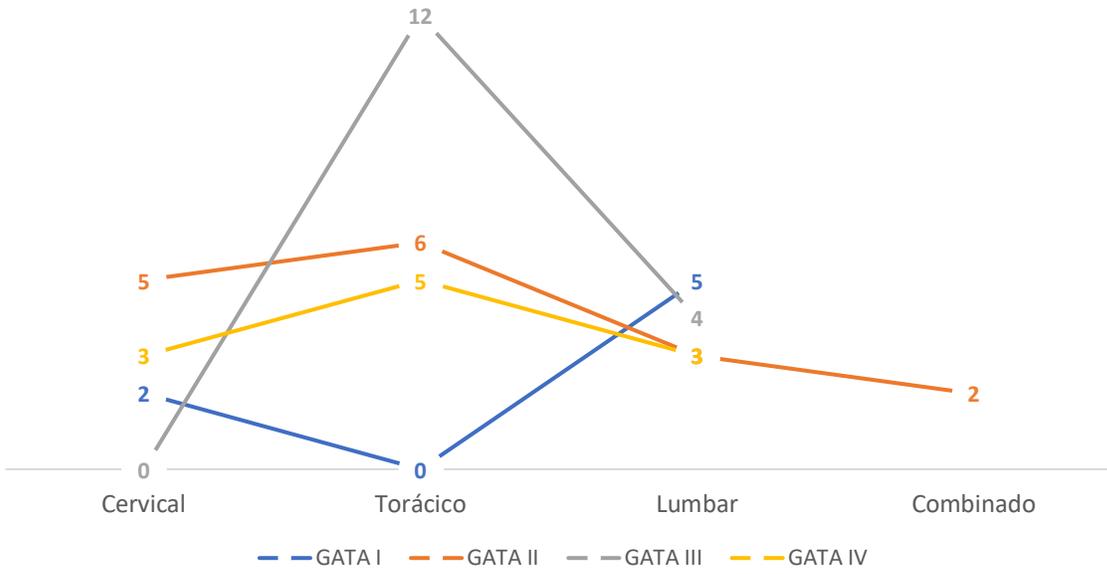
Juan Ignacio Mandujano Sánchez  
Residente de cuarto año de Ortopedia  
Investigador Responsable



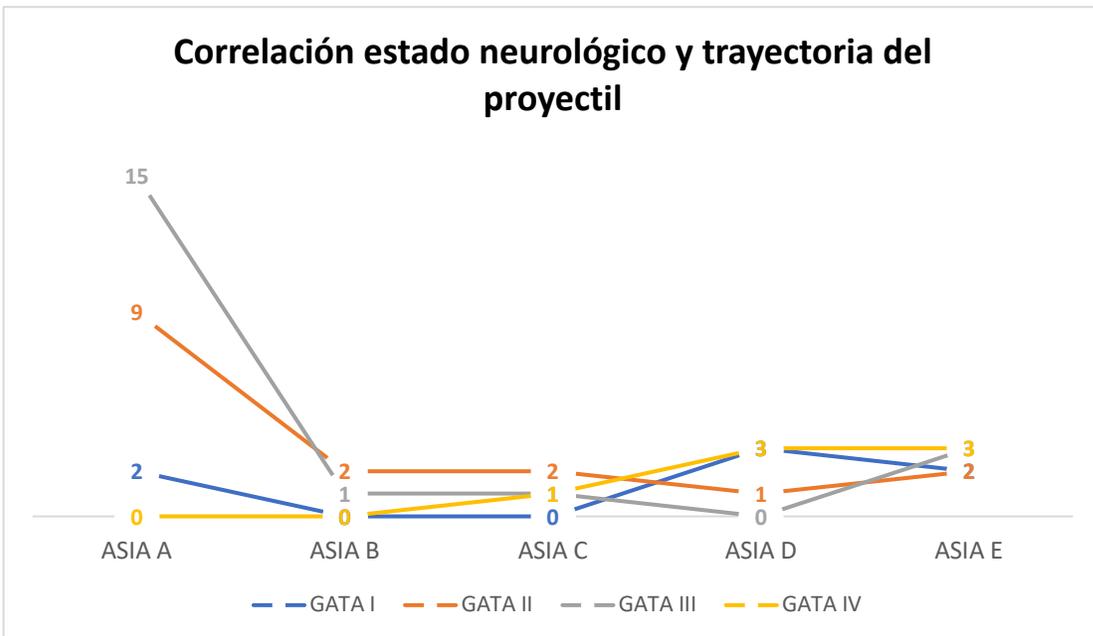
## ANEXO IV: GRÁFICAS DE RESULTADOS



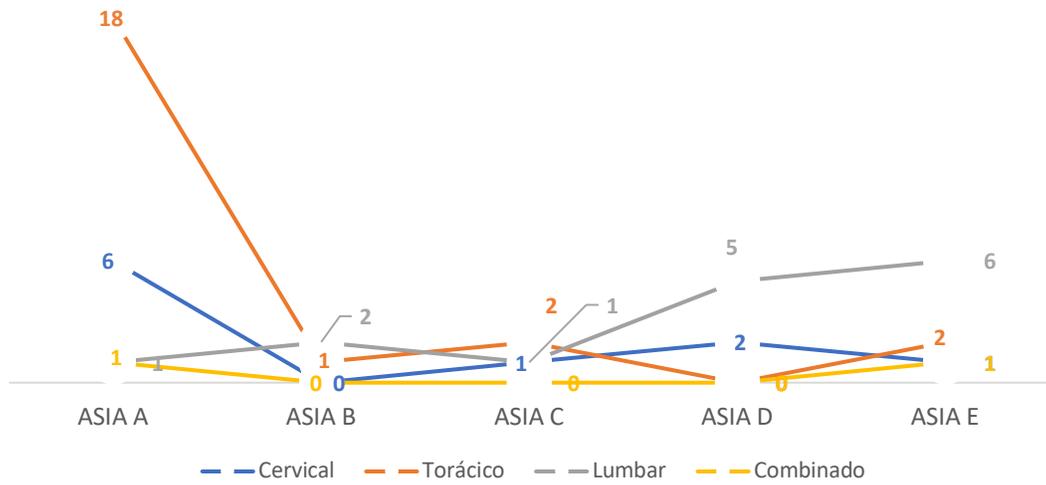
### Correlación trayectoria del proyectil y segmento afectado



### Correlación estado neurológico y trayectoria del proyectil



## Correlación estado neurológico y segmento afectado



## ANEXO V: HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#	Nombre	NSS	Afiliación	SEXO	Fecha	Diagnostico	Trayectoria del proyectil	ASIA	Región anatómica	Tratamiento	Estado neurológico	Procedimiento quirúrgico	Lesiones asociadas
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
..													