




Universitat Autònoma de Barcelona

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  [http://cat.creativecommons.org/?page\\_id=184](http://cat.creativecommons.org/?page_id=184)

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

**WARNING.** The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>

**TESIS DOCTORAL**  
MANUSCRITO ORIGINAL

**“Epidemiología y Manejo Quirúrgico  
actual de los traumatismos  
vertebromedulares en Tanzania”**



Trabajo realizado para optar al Grado de Doctor por:  
***Andreas Leidinger***

Directores:  
Cristian De Quintana Schmidt  
Xavier León Vintró

**UAB**  
Universitat Autònoma  
de Barcelona

Programa de Doctorado - Cirugía y Ciencias Morfológicas.  
Departament de Cirurgia  
Barcelona 2020







**Director 1: CRISTIAN DE QUINTANA SCHMIDT,**  
**Director 2 / Tutor: XAVIER LEÓN VINTRÓ ,**

Certifican,

Que la tesis titulada: "Epidemiología y Manejo Quirúrgico actual de los traumatismos vertebromedulares en Tanzania", de la que es autor el licenciado Andreas Leidinger ha sido realizada bajo nuestra dirección y está en condiciones de ser presentada para lectura y defensa delante del Tribunal correspondiente para la obtención del grado de Doctor.

Barcelona, 01 de abril de 2020

---

Cristian de Quintana Schmidt

---

Xavier León Vintró



**Universitat Autònoma  
de Barcelona**

**Departament de Cirurgia  
Barcelona 2020**



Para mi padre, Roland Leidinger Ayllón





*"El conocimiento no es una vasija que se llena, sino un fuego que se enciende".*

**Plutarco, historiador romano (46-120 AD)**

*"Me gustaría transmitir lo que fue África. Nunca experimenté nada así. África tiene su propia personalidad (...)  
África era dinámica, era agresiva, estaba al acecho."*

**Ryszard Kapuscinski, reportero y fotógrafo polaco (1932-2007 AD)**



# AGRADECIMIENTOS

A **Marina Costa González**, por su apoyo y compañía durante la fase de recogida de datos en Tanzania y por haber sido inspiración durante la confección de este manuscrito. Pammoja milele.

A **mis padres y hermanas**, por enseñarme como establecer objetivos valiosos en la vida. A **César y Tilly Guzmán-Barrón**, gracias a quienes ejerzo la Medicina Humana.

Al **Dr. Alberto Trelles Polo y la Borda**, por despertar mi interés en el campo de la Neurocirugía. A mi primer jefe de departamento, el **Dr. Joan Molet Teixidó**, por haber infundido en mí la pasión por la Neurocirugía.

A mis directores de tesis, **Dr. Cristian de Quintana** y al **Dr. Xavier León Vintró**, por su dirección durante todo el proceso de investigación doctoral. Al **Dr. Roger Härtl** (Weill Cornell Medicine) y al **Dr. José Piquer** (Fundación NED) por avivar y orientar mis inquietudes en África. Al **Dr. Hamisi K. Shabani**, director neuroquirúrgico del Instituto Ortopédico Muhimbili, por todo cuanto que aprendí de él. A quienes participaron en la recolección de datos y elaboración del artículo científico: **Eliana E Kim, Raphael Greving, Dr. Rodrigo Navarro-Ramirez, Gulce Askin, Dr. Nicephorus Rutabasibwa, Dr. Kiloloma Othman, Dr. Laurent Lemer, Dr. Japhet Ngarageza**.

A quienes participaron incansablemente en el manejo médico y quirúrgico de estos pacientes. A mis residentes quirúrgicos en el Instituto Ortopédico Muhimbili: **Dr. Ken Kumwenda** (Malawi), **Dr. Benedict Austard, Dr. Brian Singa, Dr. John Stephen Mwambo, Dr. Salim Msuya, Dr. Happiness Rabel**.

Gracias a la **Comunidad Africana de Neurocirujanos**, por su labor incansable. A la **World Federation of Neurosurgical Surgeons (WFNS)** y al presidente **Dr. Mahmood Qreshi**, por su fe en este proyecto. Al **Dr. Guillermo Montes**, por enseñarme África por primera vez. Al **Dr. Josep Cabiol** y al **Dr. Bartolomé Fiol** por el apoyo brindado durante la investigación doctoral. A **Miguel Ángel Díaz Herrera**, por su invaluable ayuda con el análisis estadístico de la tesis.

A **Stephanie Leidinger**, por su participación con el arte y encuadernación del manuscrito final.



El autor del presente trabajo doctoral no tiene conflictos ni intereses financieros previa o posterior a la publicación y sustentación frente a tribunal de este manuscrito.



# ABREVIACIONES

ASIA	American Spine Injury Association
AVM	Accidente vehículo-motor
DBS	Departamento de Bienestar Social
DE	Departamento de Emergencias
EUR	Euros (divisa)
HNM	Hospital Nacional Muhimbili
KCMC	Kilimanjaro Christian Medical Center
km.	kilómetro
IC	Intervalo de confianza
IQ	Intervención quirúrgica
IQR	Rango intercuartílico
ISS	Injury Severity Score
LVCP	Ligamento vertebral común posterior
mmHg	milímetros de mercurio
MOI	Muhimbili Orthopaedic Institute
NEDI	Instituto Neurocirugía Educación y Desarrollo
NHIF	Fondo Nacional de Seguro de Salud
NN	Nivel neurológico
NNT	Número necesario para tratar
NSCISC	National Spinal Cord Injury Statistical Center
ONG	Organización no Gubernamental
OMS	Organización Mundial de la Salud
OR	Odds ratio
PIB	Producto interno bruto
PVD	País en vías de desarrollo
RA	Riesgo absoluto
RAR	Reducción absoluta del riesgo
RM	Resonancia magnética
RR	Riesgo relativo
SD	Desviación estándar
SHSCI	Shriners Hospital Spinal Cord Injury
TA	Tensión arterial
TC	Tomografía computarizada
TVM	Traumatismo vertebromedular
TZS	Chelín tanzano
UCI	Unidad de Cuidados Intensivos
USD	Dólares americanos (divisa)



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>20</b>
1.1. Epidemiología de los traumatismos vertebromedulares en el mundo	21
1.2. Epidemiología del traumatismo vertebromedular en África subsahariana	24
1.2.1. Calidad de información disponible	25
1.2.2. Demografía del TVM en África subsahariana	27
1.3. Situación actual del manejo del paciente politraumático y el tratamiento vertebro medular en Tanzania	30
1.3.1. Politraumatismos en Tanzania	30
1.3.2. Neurocirugía en Tanzania	31
1.4. Objetivo de la cirugía global	33
1.5. Principales elementos en el manejo adecuado del traumatismo vertebromedular.	35
1.5.1. Transporte de pacientes afectos de TVM	35
1.5.2. Disponibilidad de herramientas diagnósticas	39
1.5.3. El valor de la cirugía precoz	41
1.5.4. Rehabilitación en el TVM	42
<b>2. HIPÓTESIS DE TRABAJO</b>	<b>44</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>46</b>
3.1. Objetivos Principales	47
3.2. Objetivos Secundarios	47
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>48</b>
4.1. Tipo de estudio	49
4.2. Selección de pacientes	49
4.2.1. Criterios de inclusión	49
4.2.2. Criterios de exclusión	49
4.3. Sitio de estudio y logística	50
4.3.1. Infraestructura general	50
4.3.2. Financiación de pacientes	53
4.3.3. Implantes quirúrgicos	54

4.4. Recolección de datos	54
4.5. Variables recogidas	54
4.5.1. Variables epidemiológicas a estudio	54
4.5.2. Variables clínicas y quirúrgicas a estudio	55
4.5.2.1. <i>American Spine Injury Association (ASIA) Injury Score</i>	55
4.5.2.2. Clasificación de Severidad de Lesión ( <i>Injury Severity Score</i> )	56
4.5.3. Variables radiológicas	57
4.5.4. Variables quirúrgicas	58
4.5.5. Variables financieras	58
4.6. Recodificación y tratamiento de variables	59
4.7. Análisis estadístico	60
4.8. Consideraciones éticas	60
4.9. Manejo de la base de datos	61
4.10. Presupuesto	61
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>62</b>
5.1. Resultados de la muestra	63
5.2. Resultados poblacionales	63
5.2.1. Edad y género	63
5.3. Resultados epidemiológicos	63
5.3.1. Mecanismo de lesión	63
5.4. Resultados pre-hospitalarios	64
5.4.1. Transporte al hospital	64
5.4.2. Distancia	64
5.4.3. Duración del traslado	66
5.4.4. Financiación	67
5.5. Resultados clínicos	67
5.5.1. Características de la lesión	67
5.6. Variables radiológicas	72
5.7. Variables quirúrgicas	74
5.7.1. Descripción de los procedimientos realizados	75
5.7.2. Tiempo hasta la cirugía	78
5.7.3. Retrasos	82
5.8. Diferencia en la puntuación ASIA	83
5.8.1. Efectos de la cirugía en el pronóstico del TVM	84
5.8.1.1 Comparación de subgrupos	85

5.8.1.2. Análisis multivariante	86
5.9. Mortalidad	89
5.10. Protocolo hospitalario y estancia	92
5.10.1. Estancia hospitalaria	92
5.10.3. Complicaciones	94
5.10.2. Manejo médico de los pacientes durante la hospitalización.	94
5.10.4. Fisioterapia y Rehabilitación	96
5.11. Resultados sobre costos	97
5.11.1. Indicadores económicos en Tanzania en el periodo 2017-2019	97
5.11.2. Costos sanitarios asociados al TVM	97
<b>6. DISCUSIÓN</b>	<b>98</b>
6.1. Sobre la epidemiología del traumatismo vertebromedular	99
6.1.1. Estudios de incidencia	101
6.2. Estándares de cuidado en el Instituto Ortopédico Muhimbili	102
6.2.1. Ingreso al Departamento de Emergencias	102
6.2.2. Salas de hospitalización	103
6.2.3. Departamento de Bienestar Social	104
6.2.4. Pacientes críticos e ingreso en la UCI	104
6.3. Análisis de los tiempos totales	105
6.3.1. Tiempos prehospitalarios	105
6.3.2. Tiempo hasta la cirugía	107
6.4. Cirugía	110
6.4.1. Indicación quirúrgica	110
6.4.2. Técnica operatoria	111
6.5. Factores que influyen en la evolución del puntaje ASIA	112
6.5.1. ASIA al ingreso	112
6.5.2. Nivel de la lesión	113
6.5.3. Distancia desde el sitio del trauma	113
6.5.4. Clasificación radiológica de la AO Spine	113
6.5.5. Cirugía	114
6.5.5. Financiación pública o privada	114
6.6. Mortalidad	115
6.6.1. Cirugía y reducción de la mortalidad	116
6.7. Costos	117
6.8. Sobre la necesidad de protocolos: Neuroimagen	118

6.8.1. Despistaje cervical	119
6.8.2. Despistaje toracolumbar	119
6.8.3. Selección de imagen diagnóstica	119
6.9. Sobre la necesidad de protocolos: Decisión quirúrgica	122
6.10. Valor de estudio	123
6.11. Limitaciones del estudio	123
<b>7. RECOMENDACIONES</b>	<b>125</b>
7.1. Recomendaciones pre-hospitalarias	126
7.2. Recomendaciones logísticas	127
7.3. Recomendaciones de criterio clínico	128
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>133</b>
<b>9. DIFUSIÓN CIENTÍFICA</b>	<b>135</b>
Publicaciones indexadas	136
Comunicación en congresos	136
<b>10. APÉNDICES</b>	<b>137</b>
<b>11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>176</b>
<b>12. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS</b>	<b>187</b>



# INTRODUCCIÓN

- 1.1. EPIDEMIOLOGÍA DE LOS TRAUMATISMOS VERTEBROMEDULARES EN EL MUNDO  
EPIDEMIOLOGÍA DEL TRAUMATISMO VERTEBROMEDULAR EN ÁFRICA
- 1.2. SUBSAHARIANA  
SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DEL PACIENTE POLITRAUMÁTICO Y EL
- 1.3. TRATAMIENTO VERTEBRO MEDULAR EN TANZANIA
- 1.4. OBJETIVO DE LA CIRUGÍA GLOBAL
- 1.5. PRINCIPALES ELEMENTOS EN EL MANEJO ADECUADO DEL TRAUMATISMO VERTEBROMEDULAR.

## 1.1. EPIDEMIOLOGÍA DE LOS TRAUMATISMOS VERTEBROMEDULARES EN EL MUNDO

La epidemiología de los traumatismos vertebromedulares (TVM) ha sido extensamente estudiada en los países desarrollados durante los últimos 40 años.<sup>1</sup> Desde la década de 1970, en países desarrollados, diversas bases de datos multicéntricas han recogido datos extraídos de registros hospitalarios de pacientes afectados de TVM a nivel nacional con la finalidad de obtener resultados extrapolables a la población. En la actualidad los Estados Unidos de América, Canadá y Australia cuentan con sistemas de registro universales a partir de los que se extraen cifras que reflejan la epidemiología del TVM en dichos países.<sup>2-4</sup>

Concretamente, en los Estados Unidos la *National Spinal Cord Injury Statistical Center* (NSCISC)<sup>5</sup> y la *Shriners Hospital Spinal Cord Injury* (SHSCI) son las bases de datos más amplias y estudiadas. La lectura de ambas bases de datos ha sido utilizada para describir las características del TVM en dicho país y representan el intento más destacado de estudio epidemiológico del traumatismo vertebromedular a nivel mundial. Ambas bases de datos tienen muestras grandes, diversidad geográfica y un amplio rango de información longitudinal por lo que permiten describir el perfil epidemiológico de los TVM.

Estos sistemas de registro universal, de recolección de datos y de reporte de casos son enormemente fiables para determinar la prevalencia e incidencia del TVM en un país concreto.<sup>6,7</sup> También permiten elaborar predicciones sobre la tendencia epidemiológica en el futuro.<sup>5</sup> Por ejemplo, DeVivo et al analizó la NSCISC en un intento por describir la tendencia de los traumatismos vertebromedulares en los países desarrollados, y sus hallazgos sugieren que en un futuro los TVM serán menos frecuentes en los países desarrollados.<sup>1</sup> Asimismo, gracias al mejor manejo de complicaciones y secuelas, es esperable que los pacientes con lesiones medulares altas presenten sobrevividas más prolongadas, por lo que representarán un porcentaje más alto dentro de la población de pacientes discapacitados por TVM.<sup>1,5</sup>

Desgraciadamente, son pocos los países que cuentan con información suficientemente fiable para elaborar conclusiones y predecir las tendencias epidemiológicas del TVM a escala mundial.<sup>8</sup> Pese a ello, las diversas recomendaciones de práctica clínica que han sido derivadas del análisis en países desarrollados sirve actualmente de guía aceptada a nivel mundial.<sup>1,9,10</sup>

En los países en vías de desarrollo, los estudios globales sobre la epidemiología del TVM suelen condenser la información recogida por estudios pequeños y regionales. Dichos estudios globales pueden

fácilmente subestimar la realidad local de los traumatismos vertebromedulares en regiones del Mundo carentes de estudios locales de alta calidad estadística.<sup>11</sup> Dicho sesgo está habitualmente asociado a la muerte de pacientes antes de llegar al hospital, al mal registro hospitalario de ingresos o a la poca potencia metodológica de los estudios en cuestión.<sup>8</sup>

Solo hace falta observar la **Figura 1** con detenimiento para descubrir grandes regiones del Mundo sin datos fiables.<sup>12</sup> Además, la revisión sistemática de literatura suele ser dificultosa por el uso de metodologías de estudio variadas.<sup>13</sup> En la mayoría de estos estudios locales falta información que permita valorar la validez externa del estudio en cuestión. Además, la mayoría de los estudios regionales no aportan datos prehospitalarios ni señalan sobre la existencia de otros centros en la región donde se trate quirúrgicamente a estos pacientes, por lo que el cálculo de la incidencia anual a escala poblacional en un país en vías de desarrollo queda completamente imposibilitado. Finalmente, en la mayoría de estos estudios locales la recolección de datos es realizada por personal no entrenado específicamente.<sup>1,14,15</sup> En este escenario, el estudio de cifras globales a partir de datos obtenidos regionalmente se debe conducir con prudencia, ya que el uso de diversas herramientas de colección de datos y distintas fechas de publicación disminuye la calidad de la información, la validez externa y dificulta la generalización de conclusiones.<sup>16</sup>

Sin embargo, en la actualidad estos estudios brindan la única aproximación epidemiológica existente al traumatismo vertebromedular en países en vías de desarrollo. Estudios epidemiológicos a gran escala deberían ser conducidos en los países en vías de desarrollo para valorar la incidencia, prevalencia y etiología de los TVM. Además, dichos estudios deberían estandarizar el reporte de sus resultados para que la condensación de datos pueda servir para obtener conclusiones regionales y continentales con mayor facilidad.<sup>8,17</sup>

Dicho esto, ¿qué sabemos realmente sobre el traumatismo vertebromedular en el Mundo? Pese a las predicciones de DeVivo,<sup>5</sup> los estudios y revisiones a escala global continúan señalando que la incidencia del TVM va en aumento<sup>11</sup> y que la población joven es la más expuesta a sufrir de TVMs.<sup>14,15</sup> Así lo indican dos metaanálisis conducidos por Cripps et al y Rahimi-Movaghar et al.<sup>8,15</sup> En el segundo estudio, la edad media de los pacientes afectados de TVM fue de 32,4 años y el grupo etario más frecuentemente afectado fue el comprendido entre 20-30 años, aunque las diversas clasificaciones etarias utilizadas por los estudios revisados dificultan la elaboración de conclusiones más precisas. Además, según Cripps et al, el porcentaje de hombres afectados suele superar el 66% en los estudios conducidos en países en vías de desarrollo, siendo Zimbabwe el país donde se ha documentado la proporción hombre:mujer más alta del Mundo (12,4:1).<sup>18</sup>

La distribución de los nuevos casos de TVM en el mundo dista de ser homogénea, presumiblemente

siendo más prevalente en países en vías de desarrollo que en países desarrollados.<sup>11,16</sup> La incidencia anual del TVM en países en vías de desarrollo varía entre 2,1 (Arabia Saudí)<sup>15</sup> y 130,7 (Bulgaria)<sup>19</sup> por millón de habitantes. Mientras que, en países desarrollados, la incidencia anual oscila en torno a 12,1-57,0<sup>8</sup> casos por millón.<sup>20</sup> Es difícil determinar cuánto de dicho amplio rango es real, o bien un subproducto estadístico de los diferentes estudios.

Respecto a la etiología del TVM, un comunicado de la Organización Mundial de la Salud señaló que cada año más del 90% de los accidentes por vehículos a motor (AVM) ocurrían en países en vías de desarrollo.<sup>21</sup> Los reportes en dichos países señalan con frecuencia a los accidentes por vehículos a motor (AVM) como la causa más frecuente de TVM.<sup>2,11</sup> También las caídas fueron identificadas como la etiología en el 34,9% de los casos.<sup>15</sup> En general, AVMs y caídas son las dos causas más prevalentes de TVM en las series mundiales, salvo en Sudáfrica, Botswana y Brasil, donde los únicos tres reportes publicados señalan que la violencia es la causa más prevalente.<sup>22-24</sup>

Es interesante señalar cómo ciertos factores locales pueden afectar la validez de estas conclusiones globales cuando son llevadas a subpoblaciones específicas. Por ejemplo, pese a las descripciones africanas previas, un estudio conducido en el Estado Platea de Nigeria demostró que la causa más frecuente de TVM en dicha región es el colapso de túneles mineros: una realidad muy particular de esta región rica en recursos minerales.<sup>25</sup>



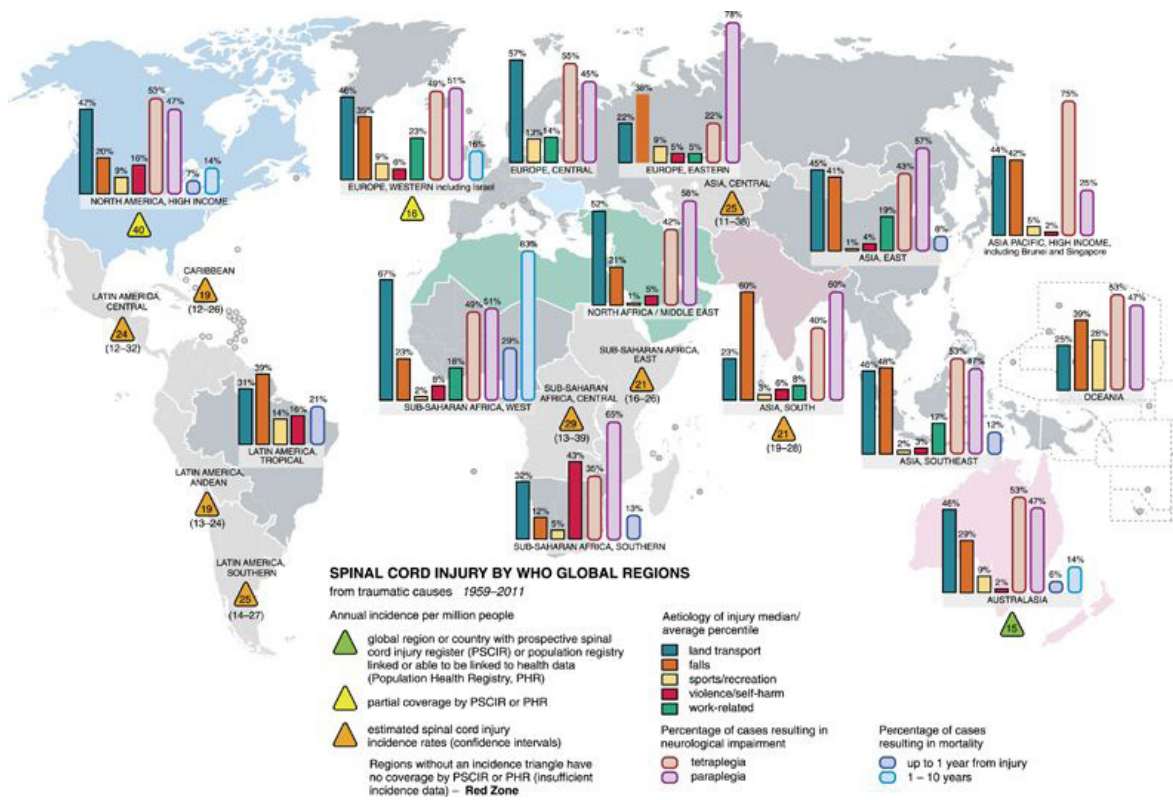


Figura 1. Mapa global de las causas de TVM según la OMS (1959-2008).<sup>12</sup>

## 1.2. EPIDEMIOLOGÍA DEL TRAUMATISMO VERTEBROMEDULAR EN ÁFRICA SUBSAHARIANA

La compleja realidad contemporánea del África subsahariana<sup>26</sup> se caracteriza por problemas políticos, sociales y económicos, y esto hace que la planificación, la metodología y los recursos para obtener información relevante sobre los TVM sean habitualmente inadecuados.<sup>27</sup> Los estudios epidemiológicos publicados hasta la actualidad son insuficientes y muy pocos estudios describen los pormenores de la realidad en el manejo clínico y quirúrgico del traumatismo vertebromedular.<sup>28</sup>

Los países del África subsahariana han experimentado en las últimas décadas un creciente número de traumatismos.<sup>11,29</sup> Esta "epidemia de trauma"<sup>29,30</sup> responde parcialmente a cambios socioeconómicos a lo largo y ancho de la región, como el crecimiento financiero sostenido, el aumento exponencial de la población y la no renovación de infraestructura vial obsoleta.<sup>31</sup> Dichos fenómenos han motivado, por ejemplo, el aumento de la tasa de violencia en zonas urbanas marginales, la necesidad de desplazamientos interurbanos largos y el aumento del número de vehículos circulantes.<sup>8,31</sup> En 2030, los traumatismos y la discapacidad que ocasionan serán la principal causa de morbilidad en el continente africano, superando a las enfermedades transmisibles y las enfermedades metabólicas crónicas.<sup>14</sup>

Respecto a la infraestructura y seguridad vial, según un reporte del Sector de Transportes del Banco Mundial, en Tanzania solo el 44% de las carreteras se encuentran en estado bueno/aceptable.<sup>32</sup> Además, la ausencia de leyes y estrategias que refuerzan la difusión de información y la prevención de los accidentes vehículo-motor (AVM) contribuyen también al aumento de la incidencia de TVM en estos países. Por ejemplo, un estudio conducido en 2013 entrevistó a 250 conductores de camión en Tanzania y relevó que el 40% de ellos había sufrido accidentes en el pasado. Muchos mencionaron tener que conducir períodos de 10,6-24,0 horas sin descanso y solo el 40% de vehículos tenía cinturón de seguridad.<sup>33</sup> Las estrategias para mitigar dichos accidentes deberían incluir: educación a los conductores, habilitación de autopistas e inspección frecuente de vehículos.

Frente a dicha situación, la búsqueda de un soporte teórico del tema a estudio nos obliga a realizar una detallada revisión de la literatura científica disponible en África subsahariana así como a describir la disponibilidad de recursos humanos, tecnológicos y económicos en la actualidad, contrastando la realidad de las prácticas sanitarias africanas actuales con las recomendaciones más aceptadas internacionalmente.

Según un estudio, conducido por Moshi et al, la incidencia anual estimada para el TVM en la región del Kilimanjaro (al norte de Tanzania), fue de 26 individuos por millón.<sup>34</sup>

### 1.2.1. Calidad de información disponible

En la literatura actual (hasta diciembre del 2019), existen 15 estudios indexados que describen la epidemiología sobre el TVM en África subsahariana que hayan sido publicados después del año 2000. Dichos estudios hacen referencia únicamente a Sudáfrica y otros 7 países en toda África subsahariana. Las variables recolectadas en dichos estudios permiten, en todos los casos, un acercamiento descriptivo a la epidemiología básica del TVM en África, pero ninguno describe todos los componentes prehospitalarios, hospitalarios y de seguimiento que hacen falta para entender la situación real del manejo de los TVM en África subsahariana.

De todos los estudios publicados, solo dos estudian el resultado quirúrgico de los pacientes intervenidos.<sup>35,36</sup> Un 30% de los estudios publicados no hace uso de instrumentos validados durante la medición de variables clínicas (como pueden ser la escala de la *American Spinal Injury Association* o la escala de Frankel) y se limitan al estudio de variables dicotómicas ("paraplejía: si o no."; "tetraplejía: si o no."). De los dos estudios que valoran la adquisición de pruebas radiológicas, solo un estudio<sup>37</sup> hace uso de instrumentos validados en la medición de variables radiológicas (la clasificación de fracturas vertebrales de la AO Spine).

Solo dos estudios han sido conducidos en África del Este.<sup>34,38</sup> Ambos autores describen la experiencia en la región Moshi-Kilimanjaro, al noroeste de Tanzania. En dicha región opera el *Kilimanjaro Christian Medical Center (KCMC)*, un centro hospitalario de financiación privada que ha descrito, en dos ocasiones, la epidemiología de los TVM.

El primer estudio, publicado en 2017 por Moshi et al, concluye que deberían idearse planes de prevención a las caídas de altura pues representaron el 48,8% de los enfermos estudiados. También destaca la alta prevalencia de úlceras de presión, las complicaciones respiratorias, la elevadísima mortalidad hospitalaria, y la carencia de sillas de ruedas y ortesis como los principales conflictos a resolver para el adecuado manejo médico del TVM.<sup>34</sup> No se menciona el manejo quirúrgico del TVM.

En el segundo estudio, publicado en 2019 por Bellet et al, solo se estudiaron las lesiones cervicales y concluye que el trauma cervical afecta principalmente a hombres jóvenes de clase socioeconómica baja y que presenta alta mortalidad (35,2%).<sup>39</sup>



**Figura 2.** Mapa de África señalando los países donde se han publicado estudios indexados sobre la epidemiología y/o manejo del TVM desde el año 2000 hasta la actualidad. De norte a sur: Níger, Sierra Leona, Ghana, Nigeria, Etiopía, Tanzania, Botswana y Sudáfrica.

Todos estos estudios conducidos en África subsahariana después del año 2000 se resumen en orden cronológico en la **Tabla 1**, la cual detalla las variables recolectadas por los estudios publicados, así como el número muestral de cada uno de ellos.

Autor	Año	País	n	Variables Recolectadas					
				Clinicas	Radiológicas	Infraestructura quirúrgica	Resultados quirúrgicos	Complicaciones	Seguimiento
<b>PAÍSES DE ÁFRICA DEL ESTE (SUDÁN DEL SUR, UGANDA, RUANDA, BURUNDI, KENYA Y TANZANIA)</b>									
Moshi et al <sup>32</sup>	2017	Tanzania	288	-	NO	NO	NO	SI	NO
Rashid et al <sup>36</sup>	2017	Tanzania	125	ASIA	NO	NO	NO	NO	NO
<b>PAÍSES DE ÁFRICA SUBSAHARIANA</b>									
Lofvenmark et al <sup>37</sup>	2017	Botswana	39	ASIA, esfínteres	NO	NO	NO	SI	NO
Ojo et al <sup>33</sup>	2017	Nigeria	35	NN, Frankel	NO	SI	SI	SI	NO
Biluts et al <sup>35</sup>	2016	Etiopia	385	NN, ASIA	NO	NO	NO	SI	NO
Debebe et al	2016	Etiopia	88	NN, ASIA	NO	NO	NO	SI	NO
Ametefe et al <sup>39</sup>	2016	Ghana	185	NN, ASIA	SI	NO	NO	SI	NO
Joseph et al <sup>40</sup>	2015	Sudáfrica	147	NN, ASIA	NO	NO	NO	NO	NO
Sothmann et al <sup>41</sup>	2015	Sudáfrica	2042	NN, ASIA	NO	NO	NO	SI	NO
Lehre et al <sup>42</sup>	2015	Etiopia	146	ASIA	NO	NO	SI	SI	SI
Nwankwo et al <sup>43</sup>	2013	Nigeria	85	NN, ASIA	NO	NO	NO	SI	NO
Kawu AA et al <sup>44</sup>	2012	Nigeria	202	NN, Frankel	SI	NO	NO	NO	NO
Emejulu JK et al <sup>45</sup>	2009	Nigeria	62	NN	NO	NO	NO	SI	NO
Obalum et al <sup>46</sup>	2008	Nigeria Nor-Este	468	ASIA, NN	NO	NO	NO	SI	NO
Olasode et al <sup>47</sup>	2006	Nigeria	71	Paraplejia	NO	NO	NO	NO	NO
Umaru et al	2005	Niger	36	NN	NO	NO	NO	SI	NO
Gosselin et al	2005	Sierra Leona	24	NN	NO	NO	NO	NO	SI
Ngwadinigwe et al	2004	Niger	104	NN	NO	NO	NO	SI	SI
Solagberu et al	2002	Nigeria	39	NN	NO	NO	NO	SI	NO

NN= nivel neurológico (cervical, torácico, lumbar); ASIA= uso de la escala ASIA; n= número muestral.

Tabla 1. Revisión de literatura sobre los traumatismos vertebromedulares en África (periodo 2000-2019).

## 1.2.2. Demografía del TVM en África subsahariana

Pese a la dudosa validez externa de los estudios africanos y a las diversas metodologías empleadas, ciertas conclusiones son comunes a todos los estudios y por ello, se pueden intentar extrapolar a la población africana en general.

Indudablemente, la población más afectada por TVM en África está compuesta por hombres jóvenes en edad productiva. Todos los estudios revisados así lo señalan y los pacientes suelen presentar edades medias de 26-40 años.<sup>38,43</sup> Así pues, la frecuencia de pacientes hombres supera el 68,6% en todos los estudios, y en algunos reportes alcanza el 96%.<sup>43</sup> En un estudio llevado a cabo en Tanzania, la mayoría de individuos (68,1%) tuvo edades entre 16-45 años.<sup>38</sup>

El efecto que esto tiene sobre la población económicamente activa es drástico y explica que el TVM afecte tanto aumentando el gasto sanitario nacional como frenando el crecimiento económico del país.<sup>27,51</sup> Las **Figuras 3 y 4** sintetizan la edad media y proporción de hombres en los diversos estudios previos disponibles. Las barras de color distinto representan estudios conducidos en Tanzania.

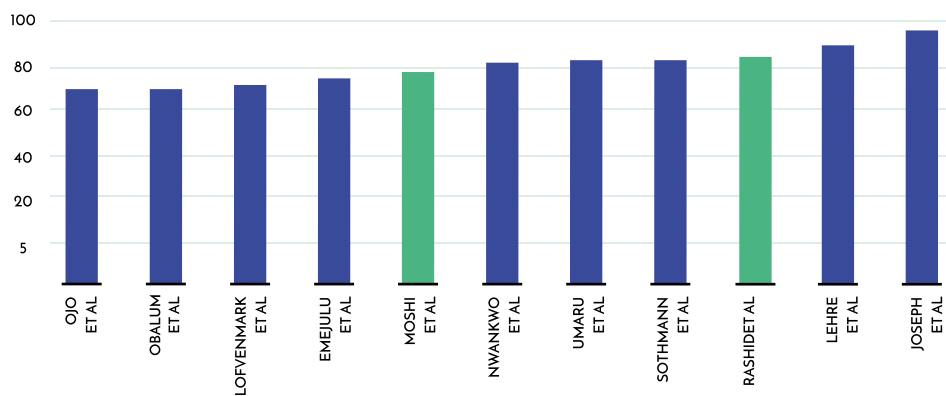


Figura 3. Porcentaje de hombres afectados de TVM en el África subsahariana.

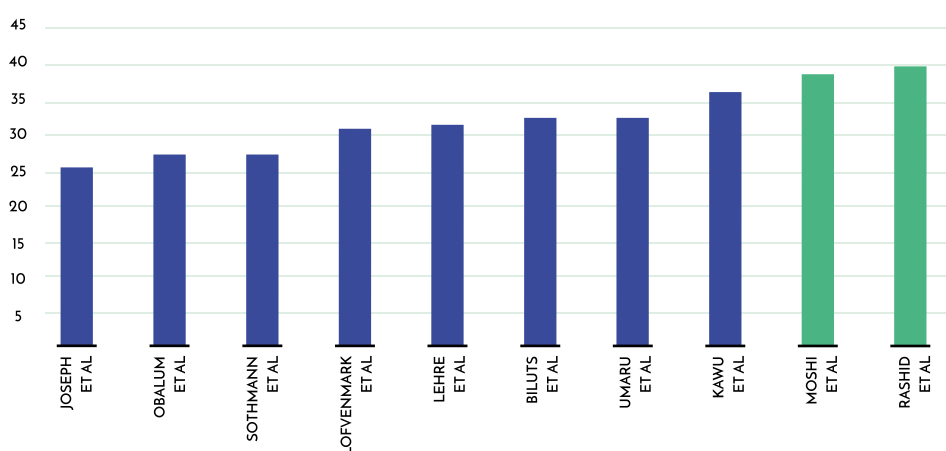
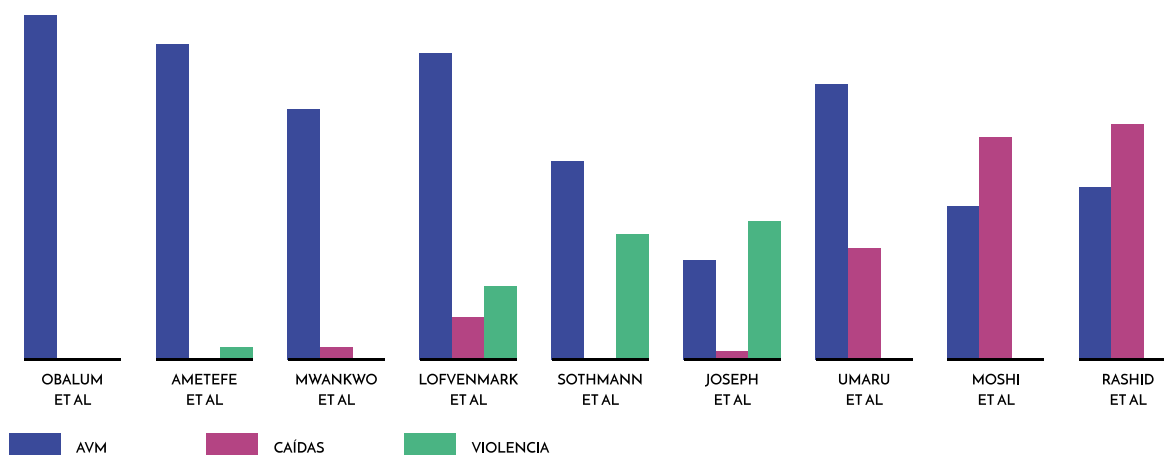


Figura 4. Edad media de pacientes afectados de TVM en África subsahariana.

El reporte actual del África subsahariana no apunta consistentemente hacia un único mecanismo de lesión para los TVM. Diferentes regiones reportan etiologías diferentes. Los dos estudios previamente conducidos en Tanzania señalan que las caídas son la causa más frecuente de TVM con 48,8% y 52% de la casuística, respectivamente.<sup>34,38</sup> La mayoría de casos se tratan de caídas desde árboles, para la recolección de cocos, anacardos o meringa (frutos regionales).<sup>52</sup> En cambio, en países de África Occidental como Nigeria y Ghana, los AVM son indudablemente la principal causa de TVM, alcanzando cifras hasta del 77,4%.<sup>37,49</sup>

Por otro lado, en los países de África del Sur, como Sudáfrica y Botswana, desde hace muchos años, la violencia es la causa más significativa de TVM. Con cifras que alcanzan el 30%,<sup>30,53</sup> los traumatismos vertebromedulares asociados a la violencia parecen tener una preferencia aún más marcada por individuos masculinos jóvenes, ostentando la edad media más baja de todos los estudios revisados (26 y 28 años, respectivamente)<sup>44,53</sup> y la mayor proporción masculina (84% y 96%)<sup>44,53</sup>. Respecto a la violencia y el TVM, Draulans concluye que "el mejor manejo del TVM en Sudáfrica requiere el cambio radical de los comportamientos colectivos que desembocan en violencia urbana".<sup>31</sup>



*Figura 5. Mecanismo de lesión en pacientes afectados de TVM en África subsahariana. Se pueden observar algunos patrones de lesión. En África del Sur, la violencia (verde) es un factor destacado, mientras que en África del Este lo son las caídas (rosa) y en África Occidental los AVM (azul).*

Otro de los parámetros clínicos en los que la mayoría de los estudios africanos coincide es en las altas tasas de mortalidad del TVM. Es importante recordar que la aproximación a valores reales y extrapolables a la población de cada país es poco fiable dada la localidad regional de los datos recogidos en la mayoría de los estudios disponibles.<sup>54</sup> En ese sentido, algunos autores conjeturan que la mortalidad real del TVM en África sub sahariana podría ser mayor que la reportada por los estudios.<sup>26</sup> Según los estudios revisados, la mortalidad entre pacientes afectados de TVM que acuden al hospital varía entre 8,6% y 34,1%.<sup>41,47</sup>

Como menciona Ojo et al al destacar las limitaciones en el estudio de pacientes que sufren TVM en el contexto de politraumatismos graves en Nigeria: "es probable que muchos pacientes con fracturas cervicales y lesión neurológica completa fallezcan antes de llegar al hospital".<sup>35</sup> Y como concluye Olatode et al, los "pacientes con lesiones cervicales y cuadriparexia son quienes están más en riesgo de fallecer".<sup>50</sup>

Además de la elevada mortalidad en los primeros días después del traumatismo, los pacientes afectados de TVM en países en vías de desarrollo presentan hasta 40 veces más posibilidades de morir en los primeros 3 años desde el TVM que los pacientes afectados en países desarrollados.<sup>55</sup>

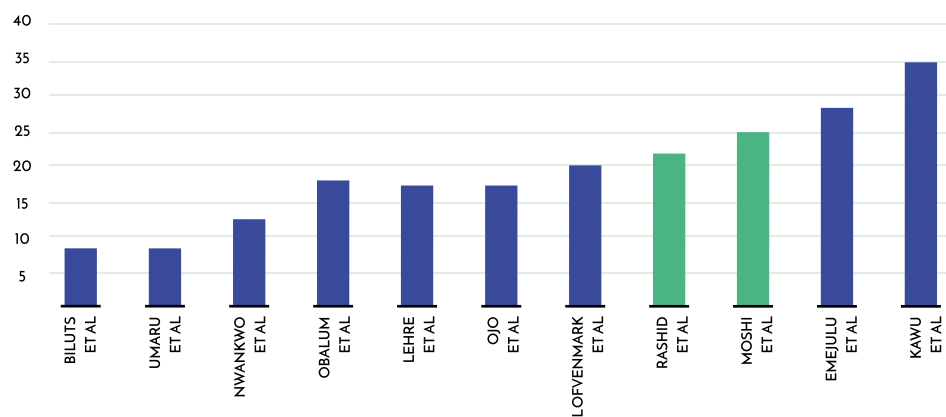


Figura 6. Mortalidad del TVM en África subsahariana. Las barras de color distinto representan estudios conducidos en Tanzania.

### 1.3. SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DEL PACIENTE POLITRAUMÁTICO Y EL TRATAMIENTO VERTEBRO MEDULAR EN TANZANIA

#### 1.3.1. Politraumatismos en Tanzania

La República Unida de Tanzania es un país de África del Este con una población estimada de 55 millones de personas y es el vigesimoquinto país más pobre del Mundo.<sup>56</sup>

En 2012 se realizó el estudio TECCSS (*Tanzania Emergency Care Capacity Site Survey*) con la finalidad de determinar el número de centros preparados para el manejo del trauma en el país.<sup>57</sup> Se determinó que solo 11 hospitales tenían capacidad de atención de emergencia con médico de guardia las 24 horas del día. Según dicho estudio, el 9,7% de los pacientes admitidos presentó traumatismo de algún tipo de los cuales 44,7% fueron asociados a accidentes de vehículo a motor (AVM). Los dos diagnósticos principales fueron: herida abierta y fractura ósea (59% de todos los traumatismos). De los pacientes recogidos por dicho estudio, el 6,3% requirió cirugía urgente y dos tercios de estos fueron referidos a hospitales de mayor capacidad. Ningún estudio se ha publicado describiendo la capacidad de manejo del paciente politraumático en Tanzania.<sup>57</sup>

Estimamos que Tanzania cuenta con 3 centros hospitalarios con capacidad de atender pacientes politraumáticos.<sup>58</sup> En primer lugar, el Instituto Ortopédico Muhimbili (Dar es Salaam), único del país con Unidad de Cuidados Intensivos disponible. En segundo lugar, el hospital de Bugando (Mwanza) y finalmente el *Kilimanjaro Christian Medical Center* (Moshi).

En el Instituto Ortopédico Muhimbili, el tratamiento del paciente politraumático se realiza en el De-

partamento de Emergencia donde los especialistas son llamados mediante interconsultas según sean requeridos. El hospital ofrece servicios de UCI, quirófano de emergencia 24/7 y soporte ventilatorio. Según un estudio, la mayoría de los pacientes traumáticos que llegan a MOI provienen de otros hospitales regionales más pequeños y llegan más de 24 horas después del accidente. Además la mayoría de pacientes admitidos no había recibido estabilización inicial según las guías recomendadas de la OMS.<sup>59</sup>

Así pues, la tasa de mortalidad entre los pacientes que sufren accidentes lejos de los tres centros hospitalarios es incalculablemente elevada.

### 1.3.2. Neurocirugía en Tanzania

A principios de 2018, Tanzania contaba con 9 neurocirujanos dispuestos en 4 hospitales en todo el país. La distribución de estos era: Hospital Bugando, Mwanza (1 neurocirujano); Kilimanjaro Christian Medical Center, Moshi (1 neurocirujano); Instituto *Neurocirugía, Educación y Desarrollo*, Zanzíbar (1 neurocirujano); y el Instituto Ortopédico Muhimbili, Dar es Salaam (6 neurocirujanos). Todos dichos especialistas fueron formados en programas de residencia en el extranjero. Los primeros neurocirujanos formados en Tanzania completaron el entrenamiento en MOI a mediados del año 2019, y fueron destinados en Dodoma y Arusha.

El Instituto Ortopédico Muhimbili (MOI) es el único centro neuroquirúrgico del país donde residentes reciben entrenamiento formal y donde se realiza el manejo urgente 24/7 de los TVM por un servicio neuroquirúrgico.<sup>60</sup> El resto de centros de Salud del país carecen de neurocirujano de guardia o carecen de la experiencia clínica en valoración de enfermos afectados de TVM, por lo que su referencia a MOI es la única opción para recibir tratamiento quirúrgico de estos pacientes, motivando traslados de distancias que pueden superar los 1200km.<sup>60</sup>





Figura 8. Mapa de Tanzania representando la localización de los 4 centros neuroquirúrgicos del país.

Así como en muchos países en vías de desarrollo, en Tanzania el tratamiento de los politraumatismos y del traumatismo vertebromedular suele imponer una presión económica familiar difícil de manejar. El ingreso familiar medio mensual en Tanzania es de aproximadamente 10-25 USD semanales.<sup>61</sup> Las comunidades del paciente afecto suelen contribuir económicamente para aligerar la carga financiera que vive el paciente afectado durante su estancia en el hospital, pero los pacientes nativos de regiones distantes se encuentran aislados de sus comunidades, por lo que la presión económica recae exclusivamente en la familia nuclear del paciente.<sup>62</sup> Dichos traslados a gran distancia tienen un gran impacto en el paciente y la familia afectados, desvinculando a dichos individuos de sus comunidades y de sus fuentes de ingresos.<sup>60</sup>

Además, la baja difusión de seguros privados obliga a las familias afectadas a buscar atención en los hospitales nacionales, los cuales suelen tener una rigurosa política de "pago-por-adelantado". La constante intervención de los servicios sociales ayuda a los pacientes con dificultades económicas a obtener subsidios para recibir el tratamiento necesario, pero es a la vez un complejo proceso burocrático que retrasa el ingreso al hospital, la adquisición de pruebas de imagen y la cirugía.<sup>60,63</sup>

## 1.4. OBJETIVO DE LA CIRUGÍA GLOBAL

Con el inicio del siglo XXI nace la Cirugía Global<sup>64</sup>, un esfuerzo por homogenizar la distribución de servicios quirúrgicos entre los países desarrollados y aquellos en vías de desarrollo. Actualmente, aún se discuten las vías a través de las que la Cirugía Global debería actuar para mejorar la distribución de servicios quirúrgicos en el Mundo.<sup>27,51,65,66</sup>

En enero de 2014, el presidente del Banco Mundial, el Dr. Jim Yong Kim exhortó a la comunidad médica global a compartir “la visión y estrategia para la equidad mundial respecto al acceso a cuidados quirúrgicos”, señalando que la cirugía es “una parte indispensable e indivisible de la Medicina Global”.<sup>61</sup>

El reporte *Global Surgery 2030* es el primer reporte de la Comisión Lancet para la Cirugía Global.<sup>66</sup> En dicha publicación se describen los objetivos quirúrgicos y anestesiológicos para las diferentes regiones del Mundo, y cómo el desarrollo de dichos objetivos tendrá un impacto positivo en el desarrollo social y económico de las poblaciones en cuestión. *Global Surgery 2030* ha generado cohesión entre distintos grupos sanitarios alrededor del Mundo, y actualmente más que nunca, existe una red de profesionales enfocados en superar los desafíos propuestos por la Comisión Lancet y el Banco Mundial.<sup>67</sup>

Según la OMS, las enfermedades quirúrgicas representan el 30% de la carga sanitaria mundial. El mensaje de la Comisión Lancet es tenebroso: actualmente, 1,5 billones de personas carecen de acceso seguro y económicamente viable a la cirugía y anestesia.<sup>62</sup> Esta cifra representa el 25% de la población del Mundo. De acuerdo con el reporte de la OMS, se necesitan 143 millones de intervenciones quirúrgicas adicionales cada año para salvar vidas y prevenir la discapacidad.<sup>9</sup> Puntualmente en África del Este, la situación actual demanda que se realicen 17'555'748 procedimientos quirúrgicos anuales adicionales para cubrir la demanda existente.

Adicionalmente, la cirugía en países en vías de desarrollo es muy costosa para los individuos. Según el Banco Mundial, anualmente 3,33 millones de individuos sufren de gastos sanitarios catastróficos al intentar pagar por una cirugía.<sup>16,62</sup> Sin embargo, a niveles nacionales y regionales, invertir en Cirugía Global es un gasto posible para la mayoría de los países, salva vidas y promueve el crecimiento económico nacional-regional.

El primer objetivo propuesto por la Comisión Lancet es que todos los países aumenten sus servicios quirúrgicos hasta 20 cirujanos por 100 000 habitantes para el año 2030.

El plan de desarrollo paulatino de los servicios quirúrgicos en países en vías de desarrollo contempla:<sup>66</sup>

- Que a nivel Mundial hace falta entrenar 1,27 millones de proveedores de salud. Más de la mitad con habilidades quirúrgicas.
- Que el entrenamiento de dichos proveedores de salud no requiere obligatoriamente de la construcción de centros de entrenamiento. Tanto el sector privado como el sector ONG suelen tener los recursos adecuados para entrenar especialistas en la realidad local de cada país. Un ejemplo de eso es la ONG Smile Train ([www.smiletrain.org](http://www.smiletrain.org)).
- Que los proyectos nacionales gubernamentales deben disponer de dichos proveedores de salud de manera descentralizada. Un ejemplo de esto es el entrenamiento que ofrece el Colegio de Cirujanos de Africa del Este, Centro y Sur (COSECSA), donde el candidato a residente debe haber completado años de servicio rural y su plaza futura reside en su centro rural de origen, ayudando a la descentralización del servicio quirúrgico.
- Que los proyectos nacionales gubernamentales deben incluir las necesidades específicas de cada país. Un ejemplo de esto es la fundación CURE ([www.cure.org](http://www.cure.org)), basada en Uganda y Zambia dedicada al tratamiento de la hidrocefalia pediátrica, altamente prevalente en dichos países.
- Que la colaboración entre países es de suma importancia. En primer lugar, la colaboración entre países vecinos, con similares ingresos y fuerzas sanitarias. En segundo lugar, la colaboración con países desarrollados. La visión de desarrollo del autor de esta tesis se recoge en el artículo "*The challenges and opportunities of global neurosurgery in East Africa: the Neurosurgery, Education and Development model*", adjunto a esta tesis en el **Apéndice 6**.
- Que el desarrollo sanitario de un país en vías de desarrollo debe ser entendido como una inversión social. Aun así, se requiere financiación inicial y se recomiendan tres vías para ello: la movilización de recursos domésticos (p.ej. impuestos, impuestos sobre el alcohol, tabaco, azúcar, industria extranjera); relocalizaciones intersectoriales (p.ej. la eliminación de los subsidios al combustible para vehículos sanitarios); y las contribuciones externas (p.ej. mecanismos financieros innovadores como los billetes aéreos solidarios, los subsidios por enfermedad etc.)

Aún más, según el reporte Lancet, la adquisición de información local sobre las necesidades quirúrgicas de los pacientes es el primer paso para la planificación nacional y la protocolización hospitalaria en aras de menguar el déficit existente de servicios quirúrgicos urgentes.<sup>67</sup>

## 1.5. PRINCIPALES ELEMENTOS EN EL MANEJO ADECUADO DEL TRAUMATISMO VERTEBROMEDULAR.

El consenso actual para el correcto manejo de las lesiones medulares traumáticas incluye: traslado prehospitalario precoz,<sup>10,68,69</sup> disponibilidad de herramientas diagnósticas,<sup>70-72</sup> cirugía precoz<sup>35,73,74</sup> y programas de rehabilitación integrales que permitan una correcta reinserción social.<sup>4-6</sup>

### 1.5.1. Transporte de pacientes afectados de TVM

El transporte de los pacientes afectados de TVM debe ser eficiente, rápido y cuidadoso desde el sitio del accidente al hospital más cercano con la capacidad de tratar integralmente a estos enfermos.<sup>69</sup> El manejo prehospitalario del TVM incluye la resucitación inicial, inmovilización y transporte temprano del paciente. Las demoras en el transporte (y la calidad del mismo) están asociadas con resultados neurológicos menos favorables, hospitalización prolongada y aumento de los costos asociados a la Salud.<sup>75</sup> El modo de transporte elegido depende en gran medida de las circunstancias clínicas del paciente, pero también de las distancias al centro hospitalario de referencia. En ese sentido, en Tanzania hace falta una red de centros hospitalarios y operarios de transporte de enfermos críticos para garantizar la correcta evacuación de todos los pacientes afectados de TVM a hospitales con las herramientas diagnósticas y terapéuticas necesarias.<sup>59,76</sup> La mayoría de protocolos de atención prehospitalaria del paciente politraumático existen únicamente dentro de las grandes ciudades.

Esto supone un riesgo elevado para ciertas subpoblaciones. Por ejemplo, los pacientes con lesiones cervicales suelen necesitar soporte ventilatorio precoz, el cual rara vez está disponible durante el traslado.<sup>77</sup> La mortalidad de pacientes politraumáticos hemodinámicamente inestables o con necesidad de soporte ventilatorio en el sitio del accidente es casi del 100% en Tanzania.<sup>76</sup>

En Tanzania no existe un sistema universal de transporte de pacientes, por lo que las condiciones del traslado muchas veces representan un riesgo sanitario para pacientes inestables o con lesiones neurológicas incompletas.<sup>68</sup> Un estudio conducido en MOI por Boniface et al (2013) demostró que más del 90% de los pacientes traumáticos graves son transportados al hospital mediante vehículos privados pertenecientes al paciente o su familia.<sup>78</sup>

En otros países en vías de desarrollo, la realidad es similar.<sup>79</sup> Un estudio conducido en Nigeria estudió el transporte de 168 pacientes afectados de TVM. En dicho estudio, el 67,9% de los pacientes fueron llevados al hospital transcurridas las primeras 24 horas posteriores al traumatismo.<sup>59,76</sup> El 58,3% de los pacientes fue transportado en vehículos familiares, y el 75% fue referido inicialmente a un hospital periférico sin infraestructura adecuada para el manejo agudo del TVM. La falta de entrenamiento en

el manejo del TVM generó retrasos en la referencia de estos pacientes a los centros capaces de ofrecer tratamiento adecuado. En este estudio, el análisis multivariante ajustado para edad, género y modalidad de transporte encontró que la presentación posterior a las 24 horas (OR=5,48, 95% IC=3,20-16,42) y la consulta a múltiples hospitales (OR= 7,94, 95% IC= 1,89-33,43) estaban asociadas con aumento de la mortalidad a las 6 semanas de admisión.<sup>10</sup> Otros estudios, conducidos en Ghana<sup>80</sup> y Kenya<sup>29</sup> señalaron que el método de transporte más empleado por pacientes afectados de TVM es el transporte público urbano (autobuses, taxis, dala-dalas, matatus, bajajis, etcétera...).



A



B



**Figura 7.** Diversos medios de transporte utilizados en África del Este: (A) bajaji, (B) dala-dala y (C) matatu. Según un estudio realizado en Kenia (2002), este es el medio de transporte elegido para el 54,3% de pacientes afectados de TVM.<sup>29</sup>

Mejorar el manejo prehospitalario y reducir los tiempos de traslado de los pacientes afectados de TVM es una prioridad para los sistemas sanitarios de los países en vías de desarrollo. La Comisión Lancet regula que es necesario un enfoque multidisciplinar que incluya la Educación Vial de la población general, la regulación del número de vehículos circulantes, la condición de las autopistas y el mejoramiento general de la seguridad vial.<sup>61</sup> Además, es necesaria una red infraestructural que permita el traslado eficiente y seguro de estos pacientes en el menor tiempo posible.

	Descripción del estudio	Clase de evidencia	Conclusiones	
Estudio	Crandall et al. Archives of Surgery (2010)	Revisión retrospectiva de pacientes traumáticos que fueron trasladados a otro hospital versus los que no.	III	Pese a que la mayoría de los traslados tardaron más de dos horas, los pacientes críticos recibieron tratamiento antes de las 2 horas. Los datos sugieren que en este sistema (Canadá), los pacientes trasladados luego de dos horas se pueden permitir el retraso sin consecuencias negativas.
	Bagnal et al. Cochrane Database (2008)	Responder la pregunta: ¿Los pacientes afectos de TVM inmediatamente referidos a centros especializados evolucionan mejor que los demás?	III	La evidencia actual de este estudio no permite aseverar que los pacientes trasladados inmediatamente evolucionen más favorablemente. Hacen falta más estudios.
	Bernhardt et al. Resuscitation (2005)	Revisión del manejo prehospitalario de pacientes afectos de TVM	III	Restricción del movimiento y extracción cuidadosa del paciente son de máxima importancia para el pronóstico de los pacientes con lesiones cervicales.
	Tator et al. Surgical Neurology (1993)	Comparación entre 201 pacientes afectos de TVM en una UCI versus 352 pacientes afectos de TVM en planta.	III	La inmovilización precoz, resuscitación y manejo en UCI se asocia a lesiones medulares más leves.
	Armitage et al. BMJ (1990) Boyd et al.	Reporte de 4 casos que sufrieron deterioro respiratorio durante traslado aéreo.	III	El aire en los aviones es más húmedo. Quizás hace falta tomar medidas para optimizar humedad y función pulmonar durante traslados.
	Journal of Trauma (1989)	Cohorte prospectiva para determinar efectividad del traslado aéreo de pacientes traumáticos desde zonas rurales.	III	Pacientes traumáticos graves evolucionan mejor al ser transportados en helicóptero que por tierra en ambulancia.
	Tator et al. Canadian Journal of Surgery (1984)	Revisión retrospectiva de las innovaciones en el Sunnybrook Medical Center en Toronto. El hospital redujo drásticamente mortalidad y morbilidad en el periodo (1974-1979)	III	Los pacientes afectos de TVM habían sido trasladados precozmente a la Unidad especializada de atención de TVM, mejorando su pronóstico considerablemente.
	Hachen et al. Journal of Trauma (1977)	188 pacientes tratados de TVM en una UCI. Manejo agresivo de la hipotensión y función respiratoria.	III	Se redujo la morbimortalidad con el traslado precoz, y el tratamiento agresivo de la hipotensión arterial.
	Zach et al. Paraplegia (1976)	117 pacientes tratados de TVM en Suiza. Manejo agresivo de tensión arterial y volumen.	III	El pronóstico neurológico mejoró con el tratamiento médico agresivo. Menores tiempos de traslado se asociaron a mejor pronóstico.
	Hachen et al. Paraplegia (1974)	Revisión retrospectiva del traslado de pacientes afectos de TVM en Suiza. Reducción de la mortalidad a cero.	III	La mortalidad del TVM se reduce drásticamente con un sistema bien coordinado de transporte medicalizado aéreo a centros de especialización en el manejo del TVM.

Tabla 2. Recomendaciones basadas en evidencia para el traslado de pacientes afectos de TVM.<sup>75</sup>

## 1.5.2. Disponibilidad de herramientas diagnósticas

La disponibilidad de herramientas de diagnóstico por imagen es esencial para el correcto manejo médico-quirúrgico de los TVM. Más aún, la toma de decisiones sistematizada a través de un protocolo radiológico asegura la minimización de lesiones ocultas en el momento de la cirugía y facilita el proceso de toma de decisiones durante la admisión del paciente.<sup>72</sup> Las guías disponibles más conocidas, han sido publicadas en países desarrollados.<sup>70,72,82</sup> En la búsqueda bibliográfica para este estudio no se encontraron guías o recomendaciones escritas para ningún país en vías de desarrollo (PVD).

La preferencia de una técnica de imagen sobre la otra debe estar fundada en diversidad de criterios como: nivel de la lesión, capacidad de traslado del paciente, estabilidad hemodinámica del paciente y sospecha de compromiso de disco o partes blandas (herniación traumática, ruptura de ligamento común anterior...) entre otros.<sup>83</sup> En ese sentido ciertos autores recomiendan la RM en el estudio de cambios espondilóticos, lesión ligamentosa, protrusión discal traumática y compresión medular traumática. También es útil en la identificación de subluxaciones sutiles en el plano sagital.<sup>70</sup>

Por otro lado, la TC sigue siendo el método de elección para el estudio morfológico de fracturas vertebrales y del desplazamiento de fragmentos.<sup>83</sup>

En los países desarrollados, se suele indicar el uso de TC y RM combinado ya que ambas técnicas de imagen brindan información distinta y complementaria.<sup>72</sup> La multiplicidad de factores a considerar dificulta la elaboración de protocolos de diagnóstico radiológico simples, aplicables a todos los pacientes.

Por otro lado, la aplicación de guías rígidas en países en vías de desarrollo es complicada. Muchas de estas recomendaciones asumen que tanto la radiografía simple, la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) están disponibles 24/7 en el hospital de referencia por lo cual, la reproductibilidad de dicho protocolo en países en vías de desarrollo no siempre está garantizada debido a la falta de ciertos equipos, desperfectos de hardware o de circuitos seguros para los pacientes afectados.<sup>72</sup>

Indudablemente, sería ideal establecer protocolos locales específicos para cada institución, sin embargo llevarlo a cabo en países en vías de desarrollo es una tarea muy compleja:

- Muchos hospitales en países en vías de desarrollo no disponen los medios para adquirir neuroimágenes en pacientes inestables: ventiladores no portátiles, materiales ferromagnéticos no compatibles con la adquisición de RM, carencia de fuente portátil de oxígeno...



- Las imágenes por tomografía axial computarizada (CT) están disponibles en solo 3 ciudades de Tanzania: Dar es Salaam, Moshi y Mwanza.<sup>84</sup>
- Las imágenes por resonancia magnética (RM) solo están disponible en Dar es Salaam. Ninguna otra ciudad del país cuenta con equipo para resonancia magnética.
- Los hospitales de recursos limitados pueden ser incapaces de reparar equipamiento averiado durante prolongados períodos de tiempo. Los técnicos de electromedicina en el Instituto Ortopédico Muhimbili no cuentan con entrenamiento ni reciben recambio o repuestos de las casas comerciales (Siemens®, Phillips®, Karl Storz®...). En cambio, reparan los desperfectos mediante enmiendas provisionales de menor calidad. Por ejemplo, el proveedor de Karl Storz® para MOI tiene oficinas en Johannesburgo, Sudáfrica y suele tardar al menos 2 semanas en acudir a MOI a hacer el diagnóstico de electromedicina en los equipos.

En países sin cobertura sanitaria universal (como suelen ser la mayoría de países en vías de desarrollo), la capacidad financiera de las familias afectadas es un gran impedimento para poder estandarizar el uso de un protocolo radiológico único para todos los pacientes.<sup>63</sup>

Así, los cirujanos muchas veces se ven obligados a elegir una prueba diagnóstica sobre la otra debido a las limitaciones económicas y estructurales existentes, sin poder considerar que es lo más recomendable para el paciente según la evidencia disponible. De esta manera, muchos esfuerzos para protocolizar la adquisición de neuroimágenes en pacientes afectados de TVM acaban por gestar una laxa serie de recomendaciones más que un verdadero protocolo clínico.<sup>71,83</sup>

La compleja anatomía vertebral y la heterogeneidad de las fracturas vertebrales es otro de los factores que dificultan la sistematización del diagnóstico radiológico de estos enfermos.<sup>71</sup> En ese aspecto, la *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen* (AO), a través de su sección dedicada, AO Spine, formuló una clasificación universal para las fracturas vertebrales.<sup>85,86</sup> Dicha clasificación ha ganado rápida aceptación por cirujanos de columna en el Mundo.<sup>87</sup> Diversos autores han estudiado la relación entre la clasificación AO de fracturas vertebrales y el pronóstico neurológico o el momento quirúrgico ideal sin resultados estadísticamente significativos.<sup>88-91</sup>

Así pues, en la actualidad la Clasificación AO no busca orientar en el tratamiento o pronóstico de los enfermos. Como menciona AO Spine "se trata de una herramienta sencilla e intuitiva de estandarizar el lenguaje médico al referirse a pacientes afectados de TVM en un campo tan heterogéneo cómo demuestra ser la anatomía radiológica de las fracturas vertebrales".<sup>90</sup> Sin embargo, desde un punto de vista práctico, en un entorno de recursos limitados como Tanzania, una clasificación que no tenga

consecuencias en el manejo del paciente pierde utilidad y es relegada como herramienta de comunicación científica.

### 1.5.3. El valor de la cirugía precoz

En la actualidad, el paradigma propone que la cirugía precoz del TVM (estabilización y descompresión de los niveles fracturados) es la medida terapéutica más efectiva para mejorar el pronóstico neurológico de los pacientes afectados. Muchas investigaciones sugieren que la descompresión quirúrgica precoz disminuye los mecanismos de lesión neurológica secundaria y mejora el pronóstico neurológico del paciente.<sup>92</sup> El estudio de Fehlings et al (STASCIC TRIAL) en 2012 demostró que la cirugía en las primeras 24 horas de lesiones traumáticas cervicales se asocia con mejoría neurológica con más frecuencia que aquellos pacientes que son tratados de forma conservadora o intervenidos a posteriori.<sup>86,93</sup> Los mismos resultados no han sido descritos en lesiones toracolumbares, donde aún queda por elucidar el efecto real del tratamiento quirúrgico sobre el resultado neurológico.<sup>94</sup>

De cualquier manera, la definición exacta de *precoz* está sujeta aún a la interpretación de los autores. Algunos estudios han sugerido que la descompresión quirúrgica y fusión espinal en las primeras 72 horas posteriores al trauma es el procedimiento crítico para mejorar los resultados neurológicos.<sup>74,89</sup> Otros autores proponen que la cirugía debe ser realizada en las primeras 48 horas después del traumatismo.<sup>95</sup> Finalmente, el *Spine Study Trauma Group* define cirugía precoz, cómo aquella practicada en las primeras 24 horas tras el traumatismo.<sup>74</sup> Una revisión de la literatura relevante<sup>95</sup> conducida en 2018 por Croce et al revisó más de 20 estudios referentes al tema: 9 estudios definieron "cirugía precoz" en las primeras 24 horas; 8 estudios utilizaron las primeras 72 horas y hasta 4 días en otros estudios.<sup>96-98</sup> Algunos estudios descriptivos en países en vías de desarrollo han reportado resultados positivos en pacientes que recibieron cirugía posterior a los 7 días del traumatismo<sup>58</sup>

El estudio de Du et al sugiere que el paradigma de cirugía precoz es solo efectivo en pacientes con fracturas vertebrales AO Spine tipo A y F1-3, mientras que el pronóstico neurológico en fracturas tipo B y C no se modificó a pesar de recibir cirugía en las primeras 24 horas.<sup>99</sup> Desglosar a estos pacientes según la escala AO Spine resulta en multiplicidad de subgrupos pequeños y un análisis entre grupos no homogéneos, por lo que, al no haber ejecutado un estudio multivariante, la potencia de las conclusiones es cuestionable. En lo que sí coincidimos con este estudio, y otros similares, es que el "tiempo hasta la cirugía" es solo uno de los factores responsables de la evolución neurológica favorable y que la decisión quirúrgica debe ser individualizada, especialmente en un entorno de recursos limitados como Tanzania.<sup>100</sup>

Por el contrario, algunos modelos han hallado relaciones de proporcionalidad inversa entre la fuerza

de este supuesto efecto neuroprotector de la cirugía precoz con el tiempo transcurrido entre la fractura y la descompresión quirúrgica.<sup>73</sup> Los detractores de la cirugía precoz han expresado su preocupación por la posible lesión medular yatrógena durante la cirugía precoz y defienden que la cirugía diferida minimiza la potencial existencia de lesiones secundarias.<sup>96</sup> En ese sentido, el estudio publicado por Tanaka et al, donde se condensan datos extraídos de la Base de Datos Nacional de Japón (2019) concluye que no existió diferencia del pronóstico neurológico en función del tiempo hasta la cirugía.<sup>101</sup>

Finalmente, es importante mencionar que algunos autores apuntan que el valor de la cirugía precoz trasciende del pronóstico neurológico. De hecho, eliminando el pronóstico neurológico como variable principal, la cirugía precoz ofrece beneficios en muchos otros aspectos.<sup>102</sup> Bone et al. compararon la estabilización vertebral precoz (primeras 24 horas) con la fusión vertebral diferida, y concluyeron que la incidencia de complicaciones pulmonares y accidentes tromboembólicos estaban consistentemente reducidas en el primer grupo.<sup>103</sup> En otros estudios, la estancia hospitalaria y el periodo de dependencia a la ventilación mecánica invasiva también fueron reducidos en el grupo que recibió cirugía precoz.<sup>96,101,103</sup> Además, la cirugía precoz permite estabilidad vertebral temprana y consecuente movilización precoz e inicio acelerado de la rehabilitación, actuando como efecto protector frente a úlceras de presión.<sup>19,63</sup> O'Boynick et al (2014) reveló en un análisis de costos conducido en los Estados Unidos, que en los países desarrollados la estabilización vertebral precoz podía reducir los costos de hospitalización en pacientes afectados de TVM hasta en 80 000 dólares americanos por paciente (USD).<sup>36</sup>

En un entorno de recursos limitados, como Tanzania, donde estandarizar la cirugía precoz no es posible, el paciente debe ser cuidadosamente seleccionado. Reducir el tiempo a la cirugía debe ser un objetivo principal, no solo por sus probables efectos positivos sobre la función neurológica, sino para reducir complicaciones médicas, acortar la estancia hospitalaria y reducir costos de hospitalización.

#### 1.5.4. Rehabilitación en el TVM

Pocas estrategias y recursos están disponibles para la creciente población de sobrevivientes al TVM con discapacidad en Tanzania.<sup>104</sup> La elevada tasa de discapacidad neurológica irrecuperable tendrá un grave impacto en el futuro laboral, económico y social del individuo afectado y de su sociedad.<sup>81</sup> Muchos supervivientes vuelven a sus regiones de origen y la falta de seguimiento especializado, el mal manejo de las complicaciones y necesidades hace que la tasa de comorbilidades en estos pacientes siga siendo hasta 40 veces más alta que en pacientes en condiciones clínicas similares en países desarrollados.<sup>6,105</sup>

En esta última sección de la Introducción, **1.5. "Principales componentes para el manejo del TVM"** hemos planteado que el transporte de enfermos afectados de TVM en Tanzania es por lo general inadecuado.

cuado y tardío. En segundo lugar, hemos establecido que el adecuado diagnóstico de las fracturas vertebrales es muchas veces complicado por falta de herramientas de diagnóstico por la imagen y finalmente, que el paradigma vigente en países desarrollados de cirugía precoz es un estándar poco realista en el escenario de un país en vías de desarrollo.

El **objetivo** de la presente disertación doctoral es contribuir con el esfuerzo de la Cirugía Global por desarrollar la Neurocirugía en África del Este y busca responder a la ausencia de datos regionales, edificando recomendaciones y protocolos basados en datos locales para mejorar el manejo quirúrgico de estos enfermos, optimizando resultados y reduciendo la tasa de discapacidad asociadas al TVM. En esa dirección, buscamos describir la situación actual del manejo quirúrgico del TVM en Tanzania y especulamos que, pese a las deplorables condiciones actuales, la cirugía tiene un efecto positivo en estos pacientes. Además, creemos que el retraso en el transporte no es el único factor responsable de que estos pacientes reciban tratamiento quirúrgico tardío.



# HIPÓTESIS DE TRABAJO

"El tratamiento quirúrgico tardío del traumatismo vertebromedular tiene un impacto positivo en el pronóstico neurológico y mortalidad en los pacientes con lesión medular incompleta".

"El tiempo de traslado hasta el centro hospitalario no es el principal responsable del tiempo total de demora hasta el tratamiento quirúrgico de los traumatismos vertebromedulares".

# 3

## OBJETIVOS

- 3.1. OBJETIVO PRINCIPAL
- 3.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

### 3.1. OBJETIVOS PRINCIPALES

1. Valorar la utilidad del manejo quirúrgico tardío en los traumatismos vertebromedulares en Tanzania.
2. Estudiar los factores asociados al retraso en el tratamiento quirúrgico de los traumatismos vertebromedulares, incluida la distancia y el tiempo hasta el hospital.
3. Elaborar una metodología para mejorar el manejo de los pacientes con traumatismos vertebromedulares en un país en vías de desarrollo.

### 3.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

1. Describir las características demográficas de los traumatismos vertebromedulares en un único centro de referencia de un país en vías de desarrollo en África del Este (Tanzania).
2. Analizar los factores asociados con la mejoría del puntaje ASIA al alta.
3. Reportar la mortalidad de los traumatismos vertebromedulares por grupos y las complicaciones más frecuentes.
4. Analizar los factores asociados a la mortalidad de los pacientes afectados de traumatismos vertebromedulares.



# 4

## MATERIAL Y MÉTODOS

- 4.1. TIPO DE ESTUDIO
- 4.2. SELECCIÓN DE PACIENTES
- 4.3. SITIO DE ESTUDIO Y LOGÍSTICA
- 4.4. RECOLECCIÓN DE DATOS
- 4.5. VARIABLES RECOGIDAS
- 4.6. RECODIFICACIÓN Y TRATAMIENTO DE VARIABLES
- 4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO
- 4.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS
- 4.9. MANEJO DE LA BASE DE DATOS
- 4.10. PRESUPUESTO

## 4.1. TIPO DE ESTUDIO

La presente tesis doctoral fue diseñada como un estudio prospectivo de los pacientes ingresados en el Instituto Ortopédico Muhimbili (MOI) con historia de traumatismo vertebromedular que presenten neuroimagen compatible con fractura vertebral o clínica neurológica durante la admisión hospitalaria.

La recolección de datos inició en julio 2017 y se concluyó en marzo de 2019.

## 4.2. SELECCIÓN DE PACIENTES

### 4.2.1. Criterios de inclusión

Pacientes con historia de traumatismo vertebromedular de menos de 15 días que fueran ingresados en el Instituto Ortopédico Muhimbili y que presenten imagen compatible con fractura vertebral en la radiografía simple y/o clínica neurológica asociada.

### 4.2.2. Criterios de exclusión

- Pacientes con historia de TVM de hasta 15 días de evolución en el momento del ingreso hospitalario.
- Pacientes con fracturas vertebrales de origen no traumático (fracturas de estrés, fracturas patológicas, fracturas oncológicas).
- Fracturas vertebrales de charnela craneocervical (luxación atlantoaxoidea, fracturas en condilos occipitales, C1 [atlas], C2 [axis] y apófisis odontoides).
- Pacientes menores a 17 años.
- Pacientes gestantes.
- Pacientes que deciden no participar del estudio.

## 4.3. SITIO DE ESTUDIO Y LOGÍSTICA

### 4.3.1. Infraestructura general

El Instituto Ortopédico Muhimbili (MOI) está ubicado en Dar es Salaam, Tanzania, dentro del perímetro del Hospital Nacional Muhimbili (HNM). Es el centro de referencia principal para manejo de TVM y el único hospital donde el tratamiento quirúrgico del TVM está disponible 24/7 en Tanzania. El MOI cuenta con médicos especialistas en neurocirugía, ortopedia, anestesiología y rehabilitación. El personal médico consiste en 7 neurocirujanos, 10 cirujanos ortopédicos y aproximadamente 15 residentes, 10 "registrarios" (médico no especialista; normalmente primeros dos a cuatro años tras haber obtenido el Grado de Medicina) y estudiantes de medicina. El personal médico de MOI está dividido en dos equipos (Neurocirugía y Traumatología). Ambos equipos tratan quirúrgicamente el TVM. Sin embargo, ambos equipos trabajan independientemente el uno del otro, sin estandarización de conceptos y protocolos respecto al manejo del TVM.

El MOI está equipado con aproximadamente 300 camas. De ellas, más de 240 camas son de hospitalización popular (dispuestas en 8 plantas de hospitalización), 30 camas de hospitalización privada, 16 camas en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y 10 camas en el Departamento de Emergencias (DE).

Las ocho Salas de Hospitalización albergan 30 pacientes cada una y suelen estar al máximo de ocupación. La sobreocupación de Salas de Hospitalización es frecuente y se disponen camillas o colchones adicionales para alojar a dichos enfermos. Por lo general, no se niega la admisión ni se refiere a otros centros por sobreocupación. Cada sala cuenta con 3 enfermeras y diversos estudiantes. El responsable médico de cada Sala es un "registrario". El equipo neuroquirúrgico pasa visita una vez a la semana. El resto de los días, los problemas clínicos, complicaciones y altas son responsabilidad del "registrario".

La UCI cuenta con 16 camas de paciente crítico, 6 ventiladores y 12 monitores cardíacos. La UCI es visitada por intensivistas diariamente, pero el manejo y monitorización de los pacientes recae en los anestesiólogos de la Unidad Quirúrgica y los "registrarios" programados. La rotación de "registrarios" por la UCI es mensual. La monitorización invasiva de presión arterial no está disponible. El uso de vías centrales está relegado a casos muy específicos y no hay sensores de presión intracraneal disponibles.

MOI dispone de equipamiento para la adquisición de neuroimágenes diagnósticas limitado. Sin embargo, el Hospital Nacional Muhimbili (HNM) posee una máquina de tomografía (CT) y otra de Resonancia Magnética (RM), por lo que los pacientes hemodinámicamente estables en MOI pueden ser trasladados a las instalaciones vecinas para dichas adquisiciones.



*Figura 9.* Ambulancia urbana aparcada en la puerta de ingreso al Departamento de Emergencias de MOI. Estas ambulancias operan exclusivamente en el área metropolitana de Dar es Salaam.



*Figura 10.* El único tomógrafo disponible en la Unidad de Radiología del Hospital Nacional Muhimbili es utilizado por los pacientes afectados de TVM que consultan en este hospital.



*Figura 11.* Quirófano Número 3. Éste es uno de los cinco quirófanos disponibles en el Instituto Ortopédico Muhimbili (MOI).



**Figura 12.** Set de instrumental quirúrgica. Caja "Brain/Spine Trauma". Véase trépano manual y cucharillas y laminotomos.



**Figura 13.** Sala de Hospitalización para pacientes públicos, post-renovación. Cada Sala está compuesta por tres módulos similares a este y aloja unos 15-20 pacientes. Cada módulo cuenta con una enfermera responsable



**Figura 14.** Paciente ingresado en UCI. Nótese el uso de ventiladores mecánicos de última generación y el dispositivo "improvisado" para la nutrición enteral del paciente.

### 4.3.2. Financiación de pacientes

La mayoría de las pacientes que buscaron atención en MOI eran considerados pacientes públicos y fueron admitidos en las camas populares. Estos pacientes debían pagar por adelantado cualquier gasto médico que pudiera surgir durante la hospitalización. El Departamento de Bienestar Social subvencionó parcialmente los gastos de ciertos pacientes, pero dicha financiación especial fue tramitada por los familiares luego de que los médicos solicitaran los exámenes prequirúrgicos necesarios. El mismo sistema de pago por adelantado afectó a los pacientes que necesitaron cirugía urgente.

Sin embargo, un pequeño número de pacientes se benefició de una de dos modalidades de seguro de Salud: (1) el Fondo Nacional de Seguros de Salud (NHIF, por sus siglas en inglés *National Health Insurance Fund*), el cual asegura a trabajadores del gobierno y cubre todos los gastos asociados al ingreso, la cirugía y la rehabilitación de los pacientes por una tarifa plana a pagar en el momento de la hospitalización y (2) la cobertura por subsidio de ciertas aseguradoras privadas.

Finalmente, algunos pacientes fueron considerados "privados" dado que amortizaron todos los costos derivados de la estancia hospitalaria y pagaron cargos adicionales por ser hospitalizados en camas privadas, en habitaciones individuales y con servicios de restauración de mayor calidad.

### 4.3.3. Implantes quirúrgicos

Los implantes quirúrgicos disponibles en MOI fueron proporcionados por tres casas comerciales: Medtronic®, Sharma® y Johnson&Johnson®. Sin embargo, las unidades en depósito son escasas y el suministro es irregular por lo que en ocasiones los familiares del paciente deben comprar dichos implantes directamente de los proveedores o esperar que las casas comerciales tengan disponibilidad de unidades.

## 4.4. RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se realizó utilizando un cuestionario específico que se anexó en la historia clínica impresa de cada paciente y fue completado según el paciente circulase por el Departamento de Emergencia, la Sala de Hospitalización, la Unidad Quirúrgica y al momento del alta del hospital. Tres "registrarios" fueron formados para poder realizar las valoraciones necesarias para recolectar la información clínica de los pacientes y fueron capacitados para completar la escala ASIA. El investigador principal supervisó la recolección de datos.

El **Apéndice 1** contiene el cuestionario clínico anexado a la historia clínica de cada paciente. El **Apéndice 2** contiene la escala ASIA, utilizada en cada paciente al ingreso y al alta.

## 4.5. VARIABLES RECOGIDAS

Las siguientes variables fueron recolectadas durante el estudio:

### 4.5.1. Variables epidemiológicas a estudio

En el momento de admisión del paciente al DE se recolectaron las siguientes variables epidemiológicas: edad, sexo, ocupación, antecedentes personales destacables, mecanismo del accidente, tiempos de traslado al hospital regional, tiempo de traslado al hospital de referencia (MOI) y distancia hasta el centro de referencia (en kilómetros).

La distancia desde el hospital regional hasta el centro de referencia fue medida utilizando la herramienta de medir distancias de Google Maps® (algoritmo de búsqueda: ruta más corta).

Los tiempos de traslado fueron calculados por los pacientes o sus familiares y se midieron en horas, aproximando a la unidad.



**Figura 15.** Mapa vial de Tanzania (2017). Las principales vías de acceso al interior del país están dibujadas. Nótese la posición geográfica excéntrica de Dar es Salaam respecto a regiones occidentales y australes de Tanzania. Por ejemplo, la distancia desde Kigoma, a orillas del Lago Tanganika (vía Tabora-Dodoma-Morogoro) es 1236km y el traslado completo hasta Dar es Salaam tarda unas 20-22 horas ininterrumpidas.

## 4.5.2. Variables clínicas y quirúrgicas a estudio

En el momento de admisión se realizó una valoración neurológica inicial del paciente. Se recolectaron las siguientes variables: segmento afectado (cervical, cervicotorácico, torácico, toracolumbar y lumbar), nivel sensitivo (sí/no; numérico), presencia de reflejos espinales y bulbocavernoso (sí/no), puntaje ASIA (descrito a continuación; consultar **Apéndice 2**), lesión completa o incompleta, presencia de herida abierta (sí/no). En pacientes con múltiples comorbilidades se registró la presencia de otras lesiones y la necesidad de cirugía abdominal o torácica. Para ello se utilizó la Clasificación de Severidad de Lesión (ISS, de sus siglas en inglés: *Injury Severity Score*).

### 4.5.2.1. American Spine Injury Association (ASIA) Injury Score

La ASIA Injury Score es probablemente la escala más utilizada a nivel mundial para la valoración neu-



rológica inicial del paciente afecto de TVM. La **Tabla 3** explica la clasificación ASIA según sus cinco grados de puntuación. Esta escala fue utilizada con todos los pacientes en el momento de admisión y al alta. La comparación entre el ASIA al ingreso y al alta en grupos quirúrgico versus no quirúrgico determinará si existen diferencias entre los grupos quirúrgico y no quirúrgico.

		Definición
Grado	A	<b>Lesión completa.</b> Ausencia de función motora y sensitiva que se extiende hasta los segmentos sacros S4-S5.
	B	<b>Lesión incompleta.</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.
	C	<b>Lesión incompleta.</b> 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.
	D	<b>Lesión incompleta.</b> 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.
	E	<b>Normal.</b> Las funciones sensitiva y motora son normales.

**Tabla 3.** Clasificación ASIA del TVM.

#### 4.5.2.2. Clasificación de Severidad de Lesión (*Injury Severity Score*)

La *Injury Severity Score* (ISS) es una escala anatómica que provee un puntaje que representa la severidad de lesión en pacientes con lesiones múltiples. Cada área corporal lesionada recibe un puntaje abreviado (AIS), asociado a una de las seis áreas corporales. Cada área recibe un puntaje de 0-6 (donde 1=menor; 2=moderado; 3=grave; 4= muy grave; 5= crítico; 6= máximo/intratable).

Las tres regiones anatómicas con mayor puntaje son consideradas y la suma del cuadrado de las tres es el puntaje ISS final. Así ( $ISS = A^2 + B^2 + C^2$ ), donde A, B y C son los puntajes AIS más altos para cada paciente.

El puntaje ISS toma valores de 0-75. Si alguna región corporal es puntuada 6 (lesión catastrófica), el ISS final es automáticamente 75. El ISS se correlaciona linealmente con la mortalidad, morbilidad, estancia hospitalaria y otros índices de severidad. Su limitación es la inespecificidad de la herramienta, no siendo útil como herramienta de triaje, pero sí como predictor de pronóstico. La **Tabla 4** contiene un ejemplo de puntuación ISS.

		Descripción de la lesión	AIS	AIS <sup>2</sup>
Región	Cabeza y cuello	Contusión cerebral	3	9
	Cara	No lesión	0	
	Tórax	Volet costal	4	16
	Abdomen	Contusión hepática leve	2	
	Extremidades	Ruptura esplénica	5	25
	Externo	Fractura de fémur	3	
	ISS	No lesión.	0	
				50

**Tabla 4.** Ejemplo del cálculo del ISS en paciente politraumático.

También se recolectaron variables respecto al uso precoz de corticoides (sí/no), a la monitorización de la tensión arterial (TA) al ingreso (sí/no; numérico), el uso de chaleco-halo en lesiones cervicales (sí/no).

Durante la hospitalización de los pacientes se recolectó la presencia de complicaciones. Las úlceras de presión fueron clasificadas utilizando la *National Pressure Ulcer Advisor Panel (NPUAP) Pressure Injury Staging System*.<sup>106</sup>

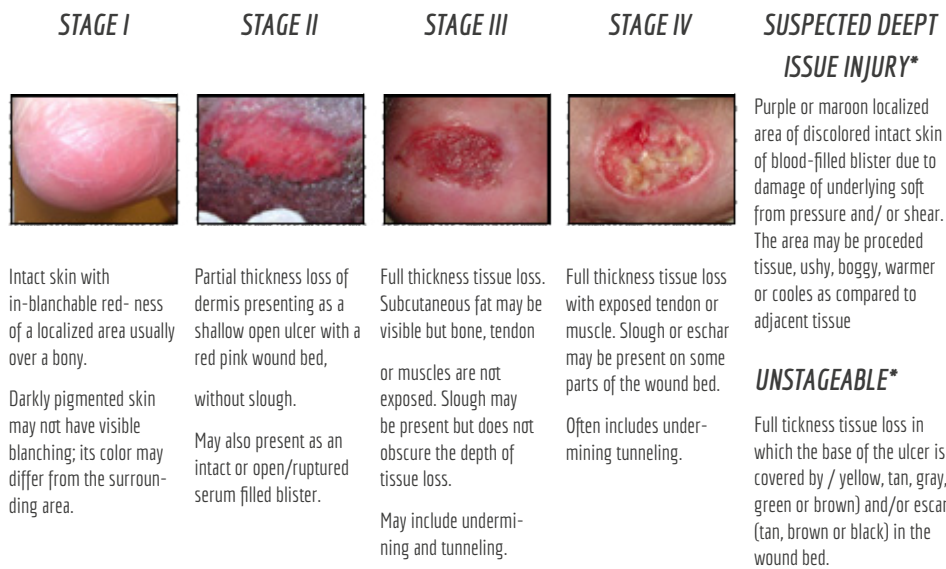


Figura 16. Clasificación Internacional de Úlceras de Presión del National Pressure Ulcer Advisor Panel (NPUAP)

### 4.5.3. Variables radiológicas

Se recolectaron datos referentes a pruebas diagnósticas: tipo de prueba realizada (Radiografía, TC o RM), precio de la(s) prueba(s), tiempo desde la indicación hasta la realización de la prueba. Todas las radiografías fueron evaluadas por los neurocirujanos locales y cirujanos ortopédicos locales. Para la clasificación de la morfología de las fracturas, se utilizó la Clasificación AO Spine de Fracturas Vertebrales, adjunta en el **Apéndice 3**. Los resultados fueron contrastados y revisados por el equipo de Neurorradiología del Hospital Presbiteriano de Weill-Cornell, Nueva York (a través de un convenio de cooperación entre MOI y dicha Institución).

Durante la hospitalización del paciente, el resto de las pruebas diagnósticas practicadas fueron registradas de manera similar.

#### 4.5.4. Variables quirúrgicas

Se recolectaron las siguientes variables: tiempo desde el ingreso hasta la cirugía, equipo médico (neurorurujano versus ortopedas), cirugía realizada, uso de microscopio (sí/no), uso de arco fluoroscópico (sí/no), tipo de cirugía, niveles fusionados (numérico), consumo de tornillos (numérico), barras (numérico) y cajas (numérico), tiempo quirúrgico (minutos) y presencia de complicaciones quirúrgicas (sí/no).

Además, estudiamos la existencia de retrasos. Definimos "retraso" (sí/no), presente en aquellos pacientes programados para cirugía quienes en última instancia fueron reprogramados para un segundo día. Para ello recogimos las siguientes variables: fecha programada de la intervención, fecha real de la intervención, motivo del retraso ("sin retraso", "inestabilidad hemodinámica del paciente", "problemas de horario", "problemas técnicos" como fallos de equipo o desperfectos con el ventilador mecánico, "solvencia", "falta de instrumentación").

En los pacientes que presentaron infección de herida quirúrgica se recolectó el tipo de manejo médico según las tres siguientes categorías: (1) antibióticos empíricos, (2) antibióticos por antibiograma, (3) antibióticos y desbridamiento quirúrgico.

#### 4.5.5. Variables financieras

Todas las variables económicas que requiriesen valor de divisa fueron colectadas en chelines tanzanos (TZS). Se registró el costo medio de hospitalización individualizada, costo de instrumentación y acto quirúrgico individualizado. También se recolectó el número total de días de hospitalización, el grado de incapacidad según grado ASIA al alta, el costo del diagnóstico por imágenes y el salario medio mensual de cada paciente.

En todos los pacientes se registró la modalidad de financiación (pública/privada). Para finalidades de este estudio, los pacientes beneficiarios de cualquier tipo de seguro fueron considerados como "privados", bajo el concepto de que, en estos pacientes, la incapacidad de pagar algún cargo no conllevará a demoras o retrasos.

Finalmente, el costo de los implantes quirúrgicos, el costo estimado de las pruebas de imagen prequirúrgicas y el precio de la hospitalización total fueron recolectados.

## 4.6. RECODIFICACIÓN Y TRATAMIENTO DE VARIABLES

Para estudiar el efecto de la cirugía en la evolución neurológica de los sujetos de estudio se comparó el **grado ASIA** al ingreso y al alta y se registró la presencia de cambios favorables.<sup>42,64</sup> Así pues, un paciente con ASIA A al ingreso y ASIA C al alta presentó una diferencia favorable de grado ASIA de -2.

Para dicho análisis, los pacientes fueron reagrupados según el grado ASIA al ingreso en dos grupos. El primer grupo contuvo pacientes con grado ASIA A (lesión neurológica completa) y el segundo grupo contuvo pacientes con grado ASIA B, C o D (lesión neurológica incompleta) [ASIA B-D, en el texto]. Los pacientes con ASIA E (neurológicamente intactos) fueron excluidos del análisis de subgrupos pues dada la naturaleza de la escala ASIA, ninguno podía presentar diferencias favorables. El estudio de los resultados quirúrgicos, mortalidad y tiempo hasta la cirugía fue hecho entre estos dos grupos: ASIA A y ASIA B-D.

Para el estudio multivariante entre diferencia de grado ASIA y su asociación con el tratamiento quirúrgico se recodificó la variable continua **edad** en dos grupos: >25 años y <25 años. También se recodificó el **nivel de la lesión** en: cervical, torácico y lumbar. En la categoría previa "cervicotorácico", las fracturas de C7 fueron contabilizadas como cervicales y las fracturas de T1 como torácicas. En la categoría previa "toracolumbar", las fracturas T12 fueron contabilizadas como torácicas y las L1 como lumbares.

Para el estudio de la variable **distancia hasta MOI**, la distancia total en kilómetros (km) fue recodificada para cada paciente en los siguientes intervalos: 0-100km; 100-500km; 500-1000km y 1000+km. Esto permitió considerar a los pacientes que provenían de menos de 100 km como pacientes "metropolitanos", frente al resto de enfermos que consideramos "rurales".

Para calcular los **costos** asociados con la hospitalización contactamos al Departamento de Gestión y Contabilidad de MOI. Obtuvimos un listado de costos de cada ítem, en función del estatus público/privado y consideramos las escasas exoneraciones en pacientes de recursos limitados, otorgadas por el Departamento de Bienestar Social de MOI.

Agrupamos los costos en las siguientes categorías: imágenes prequirúrgicas (inclusivo de admisión hospitalaria, manejo del paciente en el DE y medicación en el DE), costo quirúrgico (inclusivo de reserva de quirófano y materiales quirúrgicos), material quirúrgico (inclusivo únicamente del costo derivado de la instrumentación quirúrgica [tornillos, cajas, barras]), imágenes postquirúrgicas y hospitalización total (inclusivo del coste de la cama [UCI o planta por separado], analíticas en días alternos, medicación utilizada y ortesis). La lista completa de costos y precios se encuentra disponible en el **Apéndice 4**.

## 4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de datos se realizó utilizando el programa SPSS Statistics Macintosh, versión 25 (IBM Corp, Armonk, NY) y R Versión 3.3.1 (*R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*).

El estudio **univariante** de las variables continuas se describió con las siguientes medidas de tendencia e impacto: media y mediana. Como medida de dispersión se utilizaron la desviación estándar (SD) y el rango intercuartílico (IQR).

Para variables cualitativas/discretas se utilizaron frecuencias y porcentajes (%). Se comprobó la normalidad de la distribución de las muestras mediante el estadístico de Kolmogorov-Smirnoff.

En el estudio **bivariante**, para analizar la asociación entre variables continuas y cualitativas de dos categorías se utilizó el test estadístico t de Student o U de Mann-Whitney en función de la distribución de las muestras.

Para analizar las variables continuas y cualitativas de más de dos categorías se utilizó el estadístico ANOVA o Kruskal Wallis en función de la normalidad de la muestra. Para la interpretación post hoc de estos análisis se utilizaron los tests de Tukey y Bonferroni en caso de ANOVA y U de Man Whitney en caso de Kruskal Wallis.

Para el estudio de las variables cualitativas/discretas se utilizó el chi cuadrado y su variante test exacto de Fisher para variables dicotómicas. La fuerza de asociación entre estas variables se calculó con el coeficiente V de Cramer.

Para el estudio de la variable "tiempo hasta cirugía" se utilizaron curvas de supervivencia de Kaplan Meier.

Para el **análisis multivariante** de los resultados primarios [diferencia de puntaje ASIA (sí/no) versus cirugía (sí/no)] se realizó regresión logística.

## 4.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente proyecto de investigación fue aprobado por el Comité de Ética de Weill-Cornell University, Nueva York (Weill Cornell Medical College IRB. 1304013806R004) y por el Comité de Ética de Muhimbili University of Health and Allied Sciences (MUHAS, Tanzania) el día 18 de agosto del 2018.

Todos los pacientes firmaron un consentimiento informado conforme se mostraron de acuerdo con participar en este estudio. El **Apéndice 5** contiene el consentimiento informado empleado para este estudio. Los pacientes que decidieron revocar sus consentimientos fueron excluidos del estudio y sus datos no fueron procesados. Este estudio descriptivo fue realizado de acuerdo con los estándares éticos establecidos por la Declaración de Helsinki de 1994 y sus posteriores revisiones.<sup>107</sup>

## 4.9. MANEJO DE LA BASE DE DATOS

La información recolectada de los cuestionarios clínicos y formularios ASIA fue vertida en una base de datos (Office Excel v.8) por el investigador principal. Los controles de calidad de datos fueron realizados mediante análisis estadísticos periódicos y monitorización semanal de los datos.

## 4.10. PRESUPUESTO

El primer año del presente proyecto doctoral fue patrocinado por una beca internacional del Tanzania Neurosurgery Group y un grado de "Fellowship in Global Neurosurgery 2017-2018" otorgado por la Universidad Weil-Cornell Brain and Spine Center, Nueva York-USA y por el Instituto NED, Valencia-España. Durante dicho año el investigador principal realizó trabajo de campo como: establecimiento de base de datos y sistema de recogida, recolección de datos, supervisión de residentes, control de calidad de datos mediante análisis estadísticos periódicos, publicación y comunicación de resultados (Ver sección 9: **Difusión Científica**).

# 5

## RESULTADOS

- 5.1. RESULTADOS DE LA MUESTRA
- 5.2. RESULTADOS POBLACIONALES
- 5.3. RESULTADOS EPIDEMIOLÓGICOS
- 5.4. RESULTADOS PRE-HOSPITALARIOS
- 5.5. RESULTADOS CLÍNICOS
- 5.6. VARIABLES RADIOLÓGICAS
- 5.7. VARIABLES QUIRÚRGICAS
- 5.8. DIFERENCIA EN LA PUNTUACIÓN ASIA
- 5.9. MORTALIDAD
- 5.10. PROTOCOLO HOSPITALARIO Y ESTANCIA
- 5.11. RESULTADOS SOBRE COSTOS

## 5.1. RESULTADOS DE LA MUESTRA

Desde Octubre 2017 hasta Enero 2019 se recogieron datos de un total de 300 pacientes afectados de TVM en el Instituto Ortopédico Muhimbili, Dar es Salaam - Tanzania. De dichos pacientes, 37 fueron retirados del análisis por presentar datos incompletos para el análisis primario de este estudio. Los restantes 263 pacientes fueron analizados estadísticamente.

## 5.2. RESULTADOS POBLACIONALES

### 5.2.1. Edad y género

De la muestra estudiada, 218 pacientes fueron hombres (82,9%) y 45 mujeres (17,1%). La edad media de la muestra fue de  $35 \pm 12$  (SD 95%) años. La distribución etaria y de género por grupos se muestra en la **Figura 17**. Destaca como más afectado el grupo de pacientes hombres comprendidos entre los 25 y 55 años (72,1%).

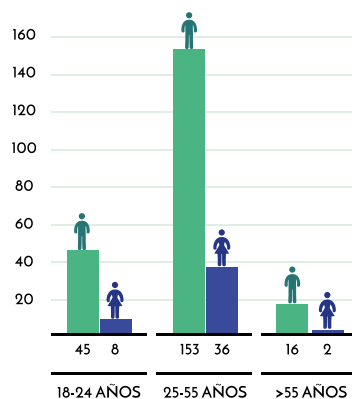


Figura 17. Edad de la muestra por grupos y género.

## 5.3. RESULTADOS EPIDEMIOLÓGICOS

### 5.3.1. Mecanismo de lesión

El principal mecanismo de acción registrado fueron los accidentes de tráfico (AVM) en 115 pacientes (43,8%), seguido de caídas (>3 metros) en 60 pacientes (22,8%), traumatismo por contusión en 32 (12,2%), caídas (<3 metros) en 25 (9,5%), peatones en 20 (7,6%) y otros.



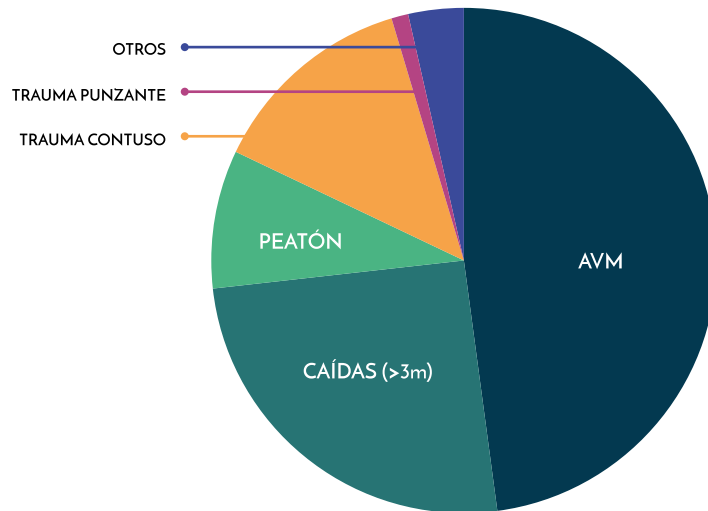


Figura 18. Pacientes clasificados según mecanismo de lesión.

## 5.4. RESULTADOS PRE-HOSPITALARIOS

### 5.4.1. Transporte al hospital

Solo el 14,4% (n=38) de los pacientes recogidos fueron transportados a MOI en una ambulancia. Los demás pacientes fueron transportados al hospital por sus familias de manera particular. Cabe destacar que los 38 pacientes que fueron transportados en ambulancia provenían todos del área metropolitana de Dar es Salaam. La tabla espinal fue utilizada en algún momento del traslado en el 9,12% (n=24) de los pacientes.

### 5.4.2. Distancia

Se calculó que 128 (48,7%) pacientes provenían del área metropolitana de Dar es Salaam (aproximadamente en un radio de <100km de distancia del hospital, según estimaciones previas)<sup>58</sup> y 135 pacientes (51,3%) provenían de otras regiones más distantes. La distancia media recorrida fue de 274 km (SD= ±327,58 km), mediana 86 (IQR= 444,0). El 27,7% de los pacientes (n=73) recorrió más de 500km de distancia hasta el hospital.

La **Figura 19** muestra el recuento de pacientes según distancia de traslado. Los traslados más largos fueron 3 pacientes referidos desde la región de Bukoba en el noroeste del país (a unos 1320 km de Dar es Salaam).

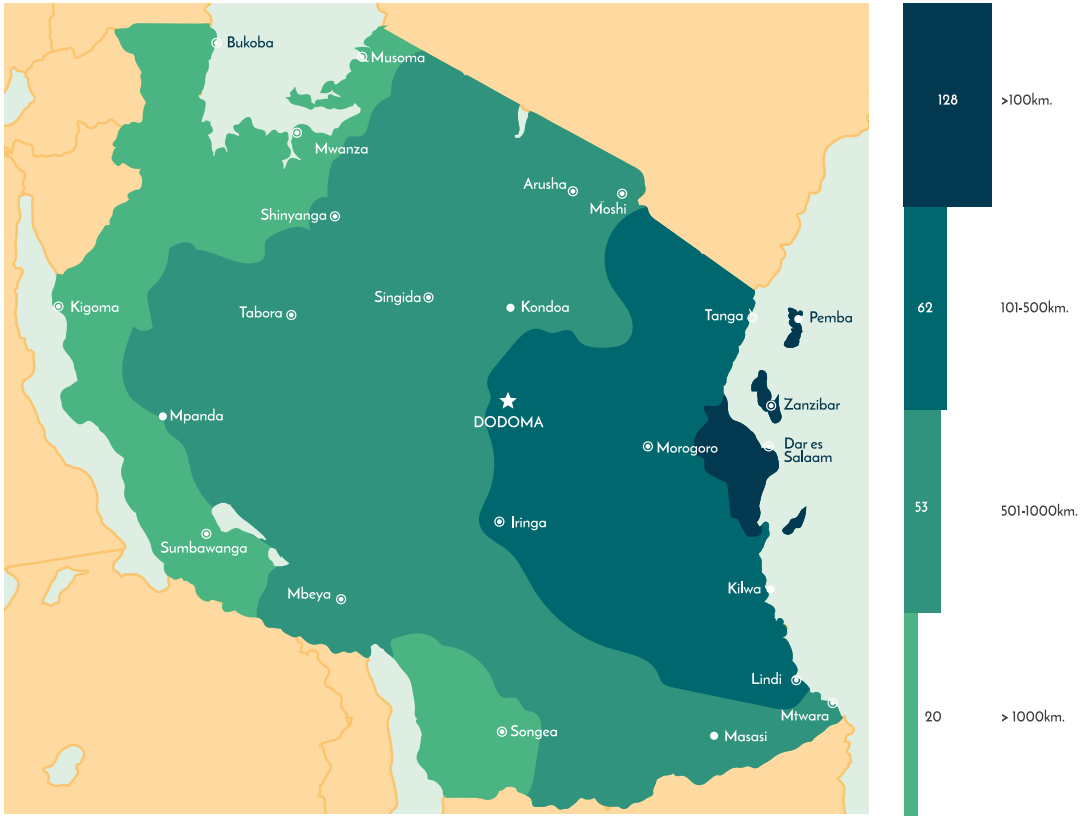


Figura 19. Recuento de pacientes según distancia del traslado.

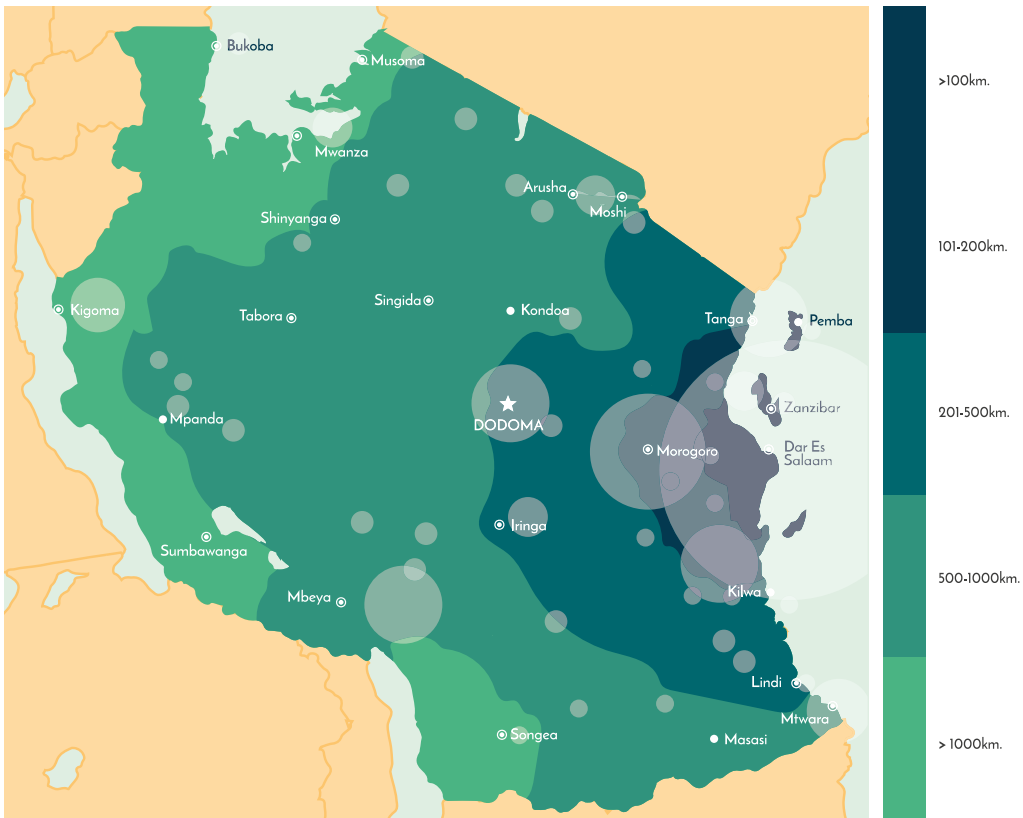


Figura 20. Lugar de lesión de los pacientes.

Analizando ambos subgrupos (pacientes metropolitanos y pacientes rurales), las muestras resultan homogéneas sin diferencias estadísticas significativas en las variables: género, edad, mecanismo de lesión y nivel de lesión (prueba U de Mann-Whitney para muestras no paramétricas). La única variable en la que hubo una diferencia estadísticamente significativa fue la duración del traslado hasta el hospital (prueba U de Mann-Whitney para muestras no paramétrica;  $p \leq 0,001$ ).

### 5.4.3. Duración del traslado

La duración promedio de traslado fue de  $5,9 \pm 11,68$  días (mediana: 2,0 IQR: 5). El traslado en el subgrupo de pacientes metropolitanos tardó una media de  $3,04 \pm 8,24$  días, mientras que en el grupo de pacientes rurales fue de  $8,73 \pm 3,64$  días (prueba de U de Mann-Whitney  $p \leq 0,01$ ).

La mayoría de los pacientes rurales (82,4%) acudió inicialmente a un hospital regional y posteriormente a nuestro centro. El tiempo de traslado a dichos hospitales fue de  $0,8 \pm 2,1$  días. Posteriormente, el tiempo de traslado de dichos hospitales a nuestro centro fue de  $7,93 \pm 13,75$  días. Este segundo tiempo, representa aproximadamente el 90% del tiempo total de traslado desde el momento del TVM hasta la llegada del paciente a nuestro centro ( $p \leq 0,01$ ).

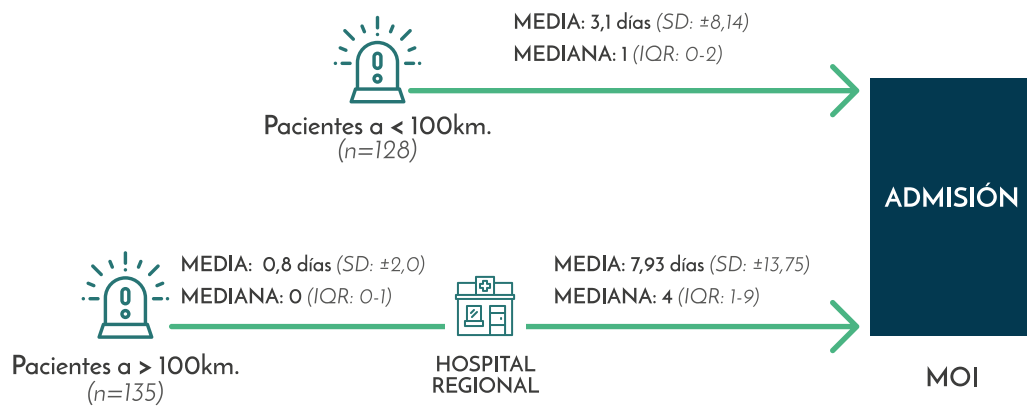


Figura 21. Resumen de los tiempos de traslado a MOI. Los tiempos son expresados en media y mediana, con medidas de dispersión respectivas. (SD: desviación estándar; IQR: rango intercuartílico)

	Metropolitano (n=128)					No metropolitano (n=135)				
	X	DS	Med.	P25	P75	X	DS	Med.	P25	P75
Tiempo al 1er Hospital	1.34	6.31	0.00	0.00	0.00	0.80	2.01	0.00	0.00	1.00
Del 1er hospital a MOI	1.66	5.24	0.00	0.00	1.00	7.93	13.75	4.00	1.00	9.00
Tiempo total a MOI	3.01	8.24	1.00	0.00	2.00	8.73	13.64	5.00	2.00	11.00

Donde x=media / DS= desviación estándar / Med=mediana.

Leyenda: X=media; DS= desviación estándar; Med=mediana; P25=percentil 25; P75= percentil 75.

Tabla 5. Síntesis de los tiempos de traslado, según subgrupos: metropolitano (<100km) versus rural (>100km).

#### 5.4.4. Financiación

El 86,3% de los pacientes (n=227) no contaba con seguro de salud y afrontaron el 100% de los costes de la hospitalización, pagando al contado y por adelantado. Solo 32 de estos se beneficiaron de subvenciones parciales por parte del Departamento de Bienestar de MOI, recibiendo coberturas parciales, usualmente del 12-70% del coste total según ítems.

El 13,7% restante disponía de cobertura sanitaria (según modelos ya explicados en la sección 4: "Metodología").

### 5.5. RESULTADOS CLÍNICOS

A su llegada a DE, los pacientes afectados de TVM fueron valorados por médicos residentes en el 100% de los casos. La historia clínica neurológica (filiación, anamnesis, exploración física general, exploración neurológica del TVM, nivel sensitivo, reflejos osteotendinosos, signos de afectación medular y estadificación con la escala de ASIA) se realizó en el 100% de los pacientes ingresados en el estudio por "registrarios".

En total, 27 pacientes (10,2% del total), fueron admitidos en la UCI. Los motivos de ingreso fueron: inestabilidad hemodinámica (8 pacientes) de los que 4 recibieron cirugía exploratoria toracoabdominal urgente, y necesidad de ventilación mecánica (19 pacientes).

Los pacientes admitidos en la UCI tuvieron una puntuación promedio del ISS de  $14 \pm 30$  versus un promedio de  $2 \pm 8$  de la población general. Los pacientes no admitidos en la UCI (n=236) fueron hospitalizados en las salas comunes.

#### 5.5.1. Características de la lesión

El 39,5% de los pacientes presentaron lesiones cervicales, 27% en el segmento torácico, 20,9% en el segmento lumbar, 1,5% en segmento cervicotorácico y el 9,1% en segmento toracolumbar.

Estudiando subgrupos, es destacable la prevalencia de lesionados cervicales en pacientes víctimas de AVM. Un total de 53 (12,3%) pacientes admitidos en este estudio cumplían ambas características.

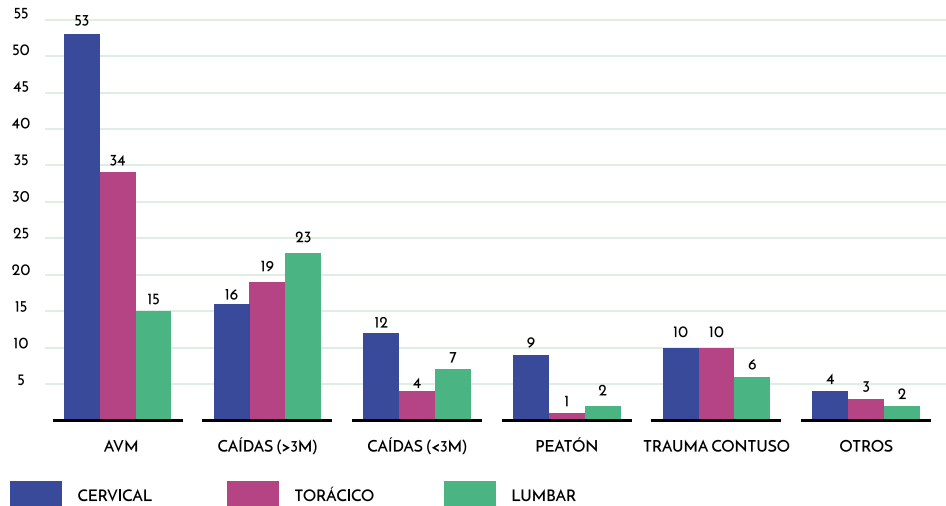


Figura 22. Pacientes clasificados por mecanismo de lesión y segmento vertebral afectado.

A su llegada al DE, 129 pacientes presentaban lesiones neurológicas completas (49,2%) y 133 (50,8%) lesiones neurológicas incompletas. La distribución según la clasificación ASIA se encuentra expuesta en la **Figura 23**.

Entre los pacientes admitidos en la UCI, la proporción de lesiones completas fue de 70%, superior a la reportada en pacientes en sala de hospitalización (46,8%) ( $p \leq 0,01$ ).

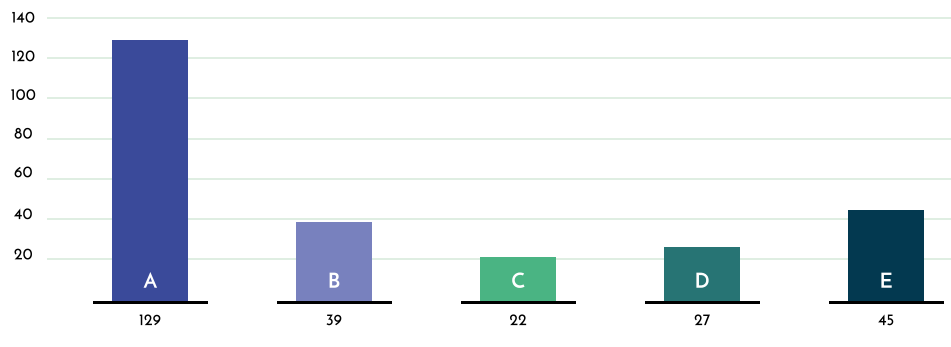


Figura 23. Pacientes clasificados según puntaje ASIA durante el ingreso hospitalario.

Es destacable detallar la distribución del puntaje ASIA según los diversos mecanismos de acción. Pese a no contar con significancia estadística, la lesión neurológica completa fue más prevalente en pacientes afectados de AVM's y caídas (>3m).

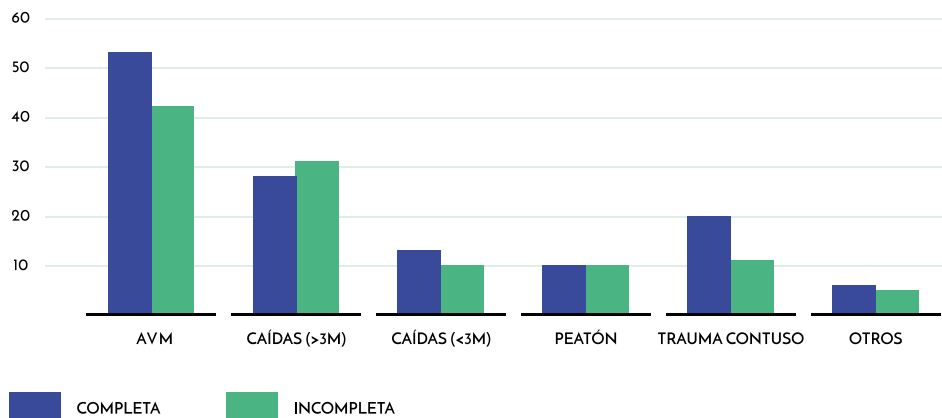


Figura 24. Pacientes clasificados según lesión neurológica completa/incompleta y mecanismo de lesión.

Las lesiones cervicales fueron más frecuentemente ingresadas en la UCI que lesiones en otros segmentos ( $p \leq 0,01$ ) como muestra el **Figura 25**. Entre los pacientes admitidos en la UCI, la proporción de lesiones completas fue de 70%, estadísticamente superior a la reportada en pacientes en sala de hospitalización (46,8%) ( $p \leq 0,01$ ). Ver **Figura 26**.

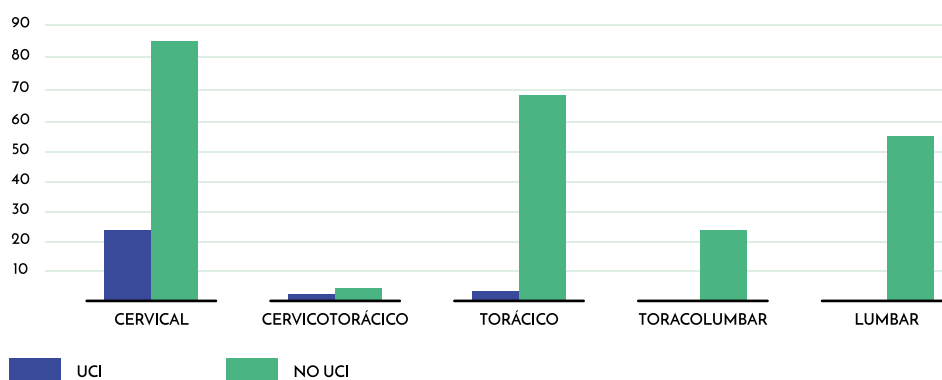


Figura 25. Pacientes según nivel de lesión e ingreso a UCI (sí/no).

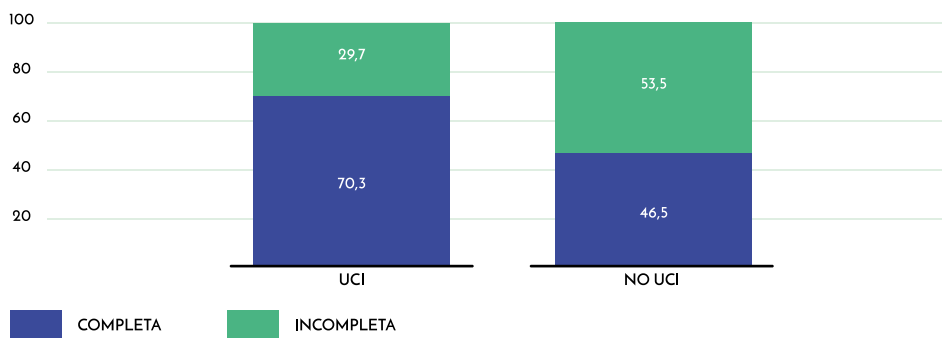


Figura 26. Lesión completa/incompleta según ingreso a UCI (sí/no).

	Recuento	% del N de columna	X	DS	Mediana	P25	P75
Género	Hombre	218	82.9%				
	Mujer	45	17.1%				
Edad	Privado/Público?			35	12	34	43
		36	13.7%				
Mecanismo de lesión	Público	227	86.3%				
	AVM	73	27.8%				
	Motocicleta	42	16.0%				
	Pedón	20	7.6%				
	Caidas<3m	60	22.8%				
	Caidas>3m	25	9.5%				
	Trauma contuso	32	12.2%				
	Trauma penetrante	2	0.8%				
	Otro	9	3.4%				
	Transporte	218	82.9%				
		36	14.4%				
Tabla espinal	Ambulancia	2	0.8%				
	Bus	1	0.4%				
	Privado	4	1.5%				
	Taxi	226	85.9%				
Grado ASIA (ingreso)	Si	24	9.1%				
	No	13	4.9%				
	A	129	49.2%				
	B	39	14.9%				
	C	22	8.4%				
Nivel de la lesión	D	27	10.3%				
	E	45	17.2%				
		5	1.9%				
	Cervical	104	39.5%				
	Torácico	71	27.0%				
Cervicotorácico	Lumbar	55	20.9%				
		4	1.5%				
	Toracolumbar	24	9.1%				

Tabla 6. Síntesis de las características demográficas principales de la muestra.

	Ingreso en UCI										
	SI					NO					
	Recuento	% de IN de fila	Media	Mediana	Desviación estándar	Recuento	% de IN de fila	Media	Mediana	Desviación estándar	
Privado/Público?	5	18.5%				31	13.1%				
Público	22	81.5%	3.6	3.7	1.4	205	86.9%	3.5	3.4		1.2
Edad											
Genero	25	92.6%				193	81.8%				
Mujer	2	7.4%				43	18.2%				
Mecanismo de lesión	10	37.0%				63	26.7%				
Motocicleta	5	18.5%				37	15.7%				
Pedatón	1	3.7%				19	8.1%				
Caidas > 3m	6	22.2%				54	22.9%				
Caidas < 3m	1	3.7%				24	10.2%				
Trauma contuso	3	11.1%				29	12.3%				
Trauma penetrante	0	0.0%				2	0.8%				
Otro	1	3.7%				8	3.4%				
Nivel de lesión	2	7.4%				3	1.3%				
Cervical	22	81.5%				82	34.7%				
Torácico	2	7.4%				69	29.2%				
Lumbar	0	0.0%				55	23.3%				
Cervicotorácico	1	3.7%				3	1.3%				
Toracolumbar	0	0.0%				24	10.2%				
Injury Severity Score (O75)			1.4	0	3.0			2	0		9
Cirugía (sí/no)	14	51.9%				101	42.8%				
Días hasta cirugía	13	48.1%				135	57.2%				
Monitorización de presión arterial	4	14.8%	12.86	11.00	11.73	24	10.2%	30.49	24.50		23.87
Esteroides	23	85.2%				211	89.4%				
Lesión neurológica al ingreso	1	3.7%				2	0.8%				
ASIA al ingreso	0	0.0%				2	0.8%				
Completa	26	96.3%				231	97.9%				
Incompleta	19	70.4%				110	46.8%				
A	8	29.6%				125	53.2%				
B	19	70.4%				110	46.8%				
C	4	14.8%				35	14.9%				
D	0	0.0%				22	9.4%				
E	2	7.4%				25	10.6%				
Mortalidad	2	7.4%				43	18.3%				
NO	11	42.3%				220	94.0%				
SI	15	57.7%				14	6.0%				

Tabla 7. Síntesis de la subpoblación ingresada en la UCI



## 5.6. VARIABLES RADIOLÓGICAS

Los pacientes fueron valorados radiológicamente mediante: radiografías simples, tomografía (TC) y resonancia magnética (RM). El 75,3% de los pacientes (n=198) recibieron estudio con radiografías simples, el 30,8% recibieron CT y el 66,5% recibieron RM. El recuento global está expresado en las **Figuras 27 y 28**.

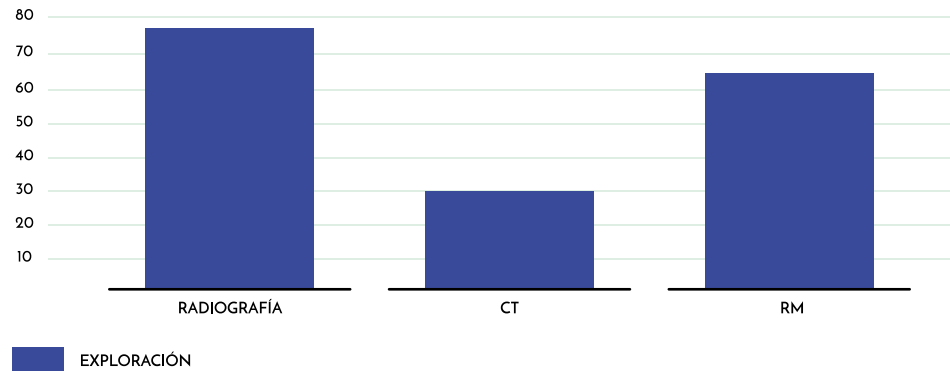


Figura 27. Recuento de exploraciones radiológicas.

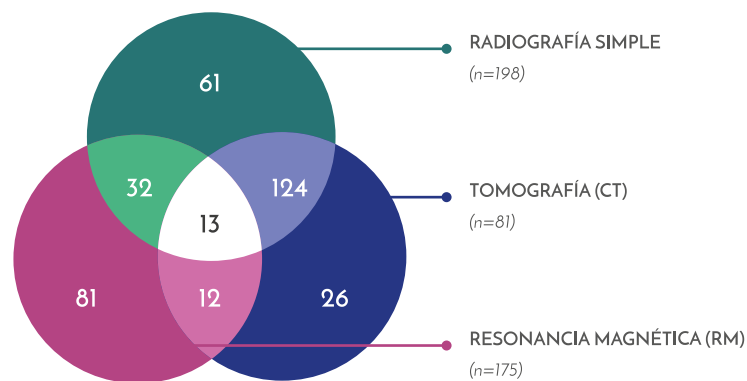


Figura 28. Diagrama de Venn. Recuento y combinaciones de exploraciones radiológicas.

La **Tabla 8** recoge a todos los pacientes del estudio según la clasificación de la AO Spine para fracturas vertebrales. A nivel cervical el segmento más frecuentemente afectado fue el comprendido entre C4-C6 (80,5%) y predominaron las fracturas tipo C (fractura inestable con desplazamiento) en un 22,1%. También el 23% de los pacientes presentó subluxación facetaria (F1 o F2).

A nivel toracolumbar, el 45,2% de fracturas se concentraron en la zona de transición toracolumbar (T10-L1).

	A				B			C		F		TOTAL
	Fracturas por compresión				Fractura con ruptura de banda anterior o posterior			Fractura inestable con desplazamiento		Subluxación facetaria		
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	F1	F2			
C3	3	2	1					7			15	
C4	2	5		2	3			5	8	3	28	
C5	6	4	4		3	1	4	4	3	4	27	
C6	4	5	2		7			6	5		29	
C7								1	1		2	
<b>TOTAL</b>	9	18	7	2	13	1	4	23	17	7	104	
	A				B			C		TOTAL		
	Fracturas por compresión				Fractura con ruptura de banda anterior o posterior			Fractura inestable con desplazamiento				
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3					
T1		2									2	
T2	1	1	1		1						4	
T3	3	2		1		1					7	
T4		4	4		3		1				12	
T5	6	2			4	2					14	
T6	5	6		2	1						14	
T7	2	5									7	
T8	3	3	3	5	2	1	1				16	
T9	2	3	2								7	
T10	1	5		1		1	1				9	
T11	4	4	5		3	1	1		1		18	
T12	6	10	4	1	3	2	2				28	
L1	3	4	5		2	2	2		5		21	
L2			1	2					2		5	
L3	5	4	1		2	1	1		4		17	
L4	2	4	4	1	1				2		12	
L5	3	3	4		2	4					15	
<b>TOTAL</b>	46	59	34	13	24	15	3		14		208	

Tabla 8. Clasificación de las fracturas registradas según la escala AO Spine para fracturas vertebrales traumáticas.

## 5.7. VARIABLES QUIRÚRGICAS

120 pacientes (46,7%) fueron tratados quirúrgicamente. Los demás pacientes fueron hospitalizados y tratados de manera conservadora.

Recibieron cirugía el 48,8% (n= 63) de pacientes con lesiones completas (ASIA A) y el 42,5% (n=57) de pacientes con lesiones incompletas (ASIA B-E).

Ambos subgrupos (completo/incompleto) fueron contrastados demostrando que no habían diferencias estadísticamente significativas. Ninguna variable estudiada (género, edad, mecanismo de lesión, grado ASIA al ingreso, distancia hasta MOI, lesión completa/incompleta, financiación pública/privada) predijo positivamente que el paciente fuera a recibir tratamiento quirúrgico (análisis de chi-cuadrado y test de Kruskall-Wallis).

Como se aprecia en la **Tabla 9**, las lesiones que más frecuentemente recibieron tratamiento quirúrgico fueron las toracolumbares (62,5%), seguidas de las lesiones torácicas (54,9%), cervicotorácicas (50%) y lumbares (49,1%). Las lesiones cervicales fueron las que recibieron tratamiento quirúrgico en menor proporción (33,7%), siendo estadísticamente significativo ( $p=0,041$ ; V de Cramer 0,210).

		Cirugía			
		SI	NO	TOTAL	
Nivel de lesión	Cervical	Recuento	2	3	5
		Recuento	35	69	104
		Recuento esperado	47.5	56.5	104.0
	Torácico	% dentro de Nivel de lesión	33.7%	66.3%	100.0%
		Recuento	39	32	71
		Recuento esperado	32.4	38.6	71.0
	Lumbar	% dentro de Nivel de lesión	54.9%	45.1%	100.0%
		Recuento	27	28	55
		Recuento esperado	25.1	29.9	55.0
	Cervicotorácico	% dentro de Nivel de lesión	49.1%	50.9%	100.0%
		Recuento	2	2	4
		Recuento esperado	1.8	2.2	4.0
	Toracolumbar	% dentro de Nivel de lesión	50.0%	50.0%	100.0%
		Recuento	15	9	24
		Recuento esperado	11.0	13.0	24.0
	TOTAL	% dentro de Nivel de lesión	62.5%	37.5%	100.0%
		Recuento	120	143	263
		Recuento esperado	120.0	143.0	263.0

Tabla 9. Cirugía (sí/no) según nivel de la lesión.

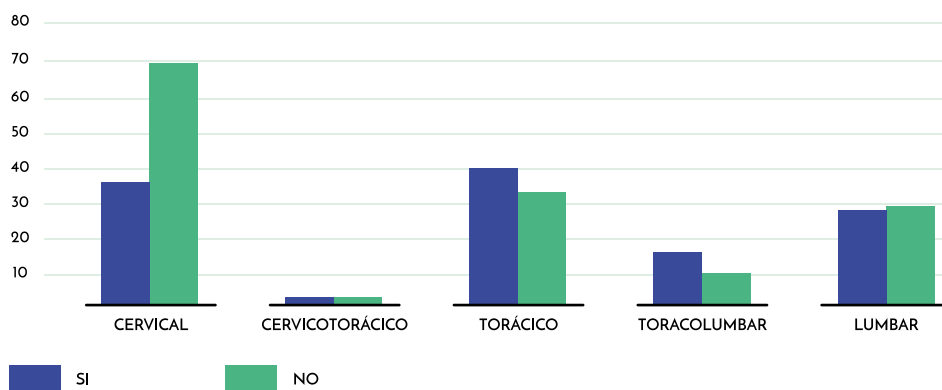


Figura 29. Indicación quirúrgica según nivel de la lesión.

			Recuento	% del N de subcategoría (sí/no)	
ASIA al ingreso	A	¿Recibió cirugía?	SI	63	48.8%
			NO	66	51.2%
	B	¿Recibió cirugía?	SI	22	56.4%
			NO	17	43.6%
	C	¿Recibió cirugía?	SI	9	40.9%
			NO	13	59.1%
	D	¿Recibió cirugía?	SI	13	48.1%
			NO	14	51.9%
	E	¿Recibió cirugía?	SI	13	28.9%
			NO	32	71.1%

Tabla 10. Indicación quirúrgica según grado ASIA.

El 48,8% de los pacientes con puntuación ASIA A al ingreso fueron tratados quirúrgicamente. El 50,0% de los pacientes con puntuación ASIA B, C o D fueron tratados quirúrgicamente. La diferencia entre estos grupos no fue estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ). En el subgrupo de pacientes ASIA E, quienes no presentaron afección neurológica al ingreso, recibieron cirugía el 28,9% siendo estadísticamente inferior a los demás pacientes ( $p = 0,023$ ).

### 5.7.1. Descripción de los procedimientos realizados

El 37,3% de los pacientes estudiados recibió cirugía (ver **Figura 29**). Estos pacientes recibieron cirugía descompresiva del nivel afecto, añadiendo una laminectomía descompresiva de los niveles adyacentes más la revisión macro-quirúrgica del canal raquídeo en busca de fragmentos óseos o de disco extruído que pudieran agravar la compresión sobre las estructuras nerviosas. Por otro lado, el 78,3% de los pacientes recibió estabilización posterior mediante artrodesis instrumentada con un abordaje posterior, transpedicular bilateral y el uso de barras de titanio. En todos los casos (100%), los niveles fusionados fueron el nivel afectado, un nivel hacia craneal y un nivel hacia caudal. En 12 pacientes, la instrumentación fue utilizada con técnica unilateral.

		Cirugía									
		SI				NO					
		Media	Desviación estándar	Mediana	Recuento	% del N de fila	Media	Desviación estándar	Mediana	Recuento	% del N de fila
Edad		34	12	32	97	80.8%	37	12	36	121	84.6%
Género					23	19.2%				22	15.4%
Privado/Público?					20	16.7%				16	11.2%
Mecanismo de lesión					100	83.3%				127	88.8%
	AVM				35	29.2%				38	26.6%
	Motocicleta				16	13.3%				26	18.2%
	Peatón				11	9.2%				9	6.3%
	Caidas>3m				29	24.2%				31	21.7%
	Caidas<3m				7	5.8%				18	12.6%
	Trauma contuso				19	15.8%				13	9.1%
	Trauma penetrante				0	0.0%				2	1.4%
	Otro				3	2.5%				6	4.2%
Nivel de lesión					2					3	
	Cervical				35					69	
	Torácico				39					32	
	Lumbar				27					28	
	Cervicotorácico				2					2	
	Toracolumbar				15					9	
Lesión neurológica al ingreso					63					66	
	Completa				57					76	
	Incompleta				6					6	
ASIA al ingreso					63	52.5%				66	46.5%
	A				22	47.5%				17	53.5%
	B				9	52.5%				13	46.5%
	C				13	18.3%				14	12.0%
	D				13	7.5%				32	9.2%
	E				24	10.8%				20	9.9%
Diferencia del ASIA					96	10.8%				122	22.5%
	NO				14	20.0%				13	14.1%
UCI					106	80.0%				130	85.9%
Días de hospitalización		37	19	34			28	23	22		

Tabla 11. Síntesis de subpoblaciones quirúrgica y no quirúrgica.

A nivel cervical, se realizaron 31 procedimientos. La técnica preferida fue el abordaje anterior (70,9%) y la estabilización se realizó con placa anterior y sustituto óseo autólogo (obtenido durante la intervención en la cresta iliaca derecha 100% de los casos). Se realizó una reducción cerrada en un paciente crítico. En las horas posteriores al procedimiento, el paciente presentó deterioro neurológico y falleció.

El tratamiento de los segmentos torácico y lumbar fue predominantemente por vía posterior (68,5% del total de procedimientos). La técnica utilizada más frecuentemente fue la artrodesis transpedicular bilateral. El uso de laminectomía descompresiva fue reservado para aquellos pacientes (n=32) que presentasen neuroimagen compatible con ocupación del canal raquídeo por elementos vertebrales anteriores (extrusión traumática del disco, fragmentos de cuerpo vertebral, conminución de elementos vertebrales posteriores...).

El uso de cerclajes fue excepcional y se utilizó en dos pacientes. En ambos casos, la elección del cirujano se fundamentó en la falta de recursos de ambos pacientes.

La radioscopia intraoperatoria estuvo disponible para el 85,3% de los procedimientos.

No se utilizó el motor neumático ni el microscópico quirúrgico en ninguna cirugía.

La profilaxis antibiótica se realizó en todos los pacientes con una única dosis de ceftriaxona de 2gr por vía endovenosa. No se registraron alergias a los betalactámicos.

La **Tabla 12** recoge el recuento de procedimientos quirúrgicos realizados.

		Procedimiento realizado						TOTAL
		Laminectomía	Fusión		Dissectomía	Corpectomía	Reducción cerrada	
			Tornillos	Cerclaje				
Nivel de lesión	Cervical	1	14	2	11	11	1	31
	Cervicotorácico		1		1			2
	Torácico	12	38					38
	Toracolumbar	8	13	2				15
	Lumbar	12	28					29
	Casos Perdidos							5
	<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>94</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>120</b>

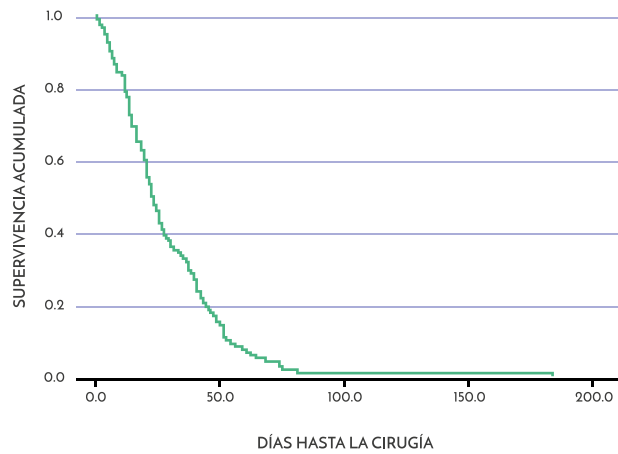
**Tabla 12.** Recuento de procedimientos quirúrgicos realizados.

## 5.7.2. Tiempo hasta la cirugía

Entre los 120 pacientes que recibieron cirugía, el tiempo medio de espera hasta la intervención fue de  $28,4 \pm 2,1$  días. Ningún paciente se operó en los primeros 7 días después de la admisión.

Tiempo hasta cirugía para pacientes con lesiones neurológicas incompletas (ASIA B-E) fue de  $30,6 \pm 21,1$  días (mediana = 22,5). El tiempo hasta la cirugía en pacientes con lesiones completas fue de  $24,9 \pm 16,8$  días (mediana = 23,0). No hubo diferencias significativas.

Se expresó el tiempo hasta cirugía mediante curvas de supervivencia de Kaplan-Meier, donde los supervivientes son los pacientes cuando reciben cirugía, censurando valores superiores a 100 días. La **Figura 30** muestra la supervivencia acumulada de todos los pacientes que recibieron cirugía.



Medias y medianas para el tiempo de supervivencia							
Media <sup>a</sup>				Mediana			
Estimación	Error estándar	Intervalo de confianza de 95%		Estimación	Error estándar	Intervalo de confianza de 95%	
		Límite inferior	Límite superior			Límite inferior	Límite superior
28.433	2.141	24.237	32.629	22.000	1.826	18.422	25.578

a. La estimación está limitada al tiempo de supervivencia más largo, si está censurado.

Los pacientes que reciben cirugía fueron tratados como no supervivientes. Se observa que ningún paciente recibió cirugía en los primeros 7 días posteriores al ingreso hospitalario.

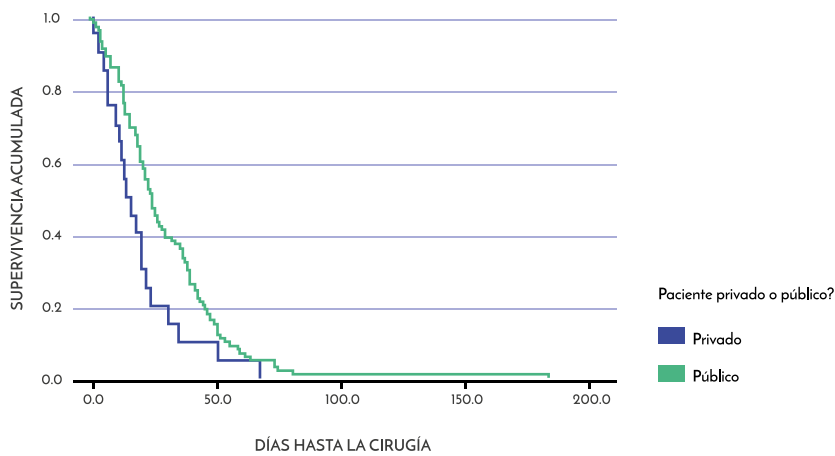
**Figura 30.** Tiempo hasta cirugía expresado como una función de supervivencia de Kaplan-Meier.

Se realizó en análisis bivariente entre "tiempo hasta cirugía" y variables epidemiológicas en busca de variables que influyeran positiva o negativamente en reducir el tiempo quirúrgico. Se halló que reducían el tiempo hasta la cirugía únicamente el estatus público/privado del paciente ( $p=0,018$ ) y el ingreso en UCI ( $p \leq 0,01$ ).

Recibieron cirugía 18 pacientes privados y 97 públicos. De dichos grupos, los pacientes privados tardaron una media de 19,4 días en recibir tratamiento quirúrgico (SD= 16,5) y los pacientes públicos 30,2 días (SD=24,2) (prueba U de Mann-Whitney; p=0,04). Se demostró que ambos subgrupos tenían distribuciones de supervivencia distintas (prueba de igualdad de distribuciones Log Rank de Mantel-Cox; Sig 0,023). Dichos hallazgos se recogen en la **Tabla 13** y **Figura 31** y **32**.

		Días	Sig.
Tiempos hasta IQ	Privados	Media	19,4
		Mediana	15,0
		Desviación estándar	16,5
	Públicos	Media	30,2
		Mediana	25,0
		Desviación estándar	24,2
			0.04

**Tabla 13.** Tiempo hasta la intervención según estatus privado/público.



		Medias y medianas para el tiempo de supervivencia							
		Media <sup>a</sup>				Mediana			
		Estimación	Error estándar	Intervalo de confianza de 95%		Estimación	Error estándar	Intervalo de confianza de 95%	
				Limite inferior	Limite superior			Limite inferior	Limite superior
Privado / Público	Privado	19.400	3.695	12.159	26.641	14.000	3.354	7.426	20.574
	Público	30.240	2.427	25.483	34.997	25.000	1.996	21.087	28.913
	Global	28.433	2.141	24.237	32.629	22.000	1.826	18.422	25.578

a. La estimación está limitada al tiempo de supervivencia más largo, si está censurado.

**Figura 31.** Tiempo hasta cirugía expresado como una función de supervivencia de Kaplan-Meier en pacientes públicos y privados.



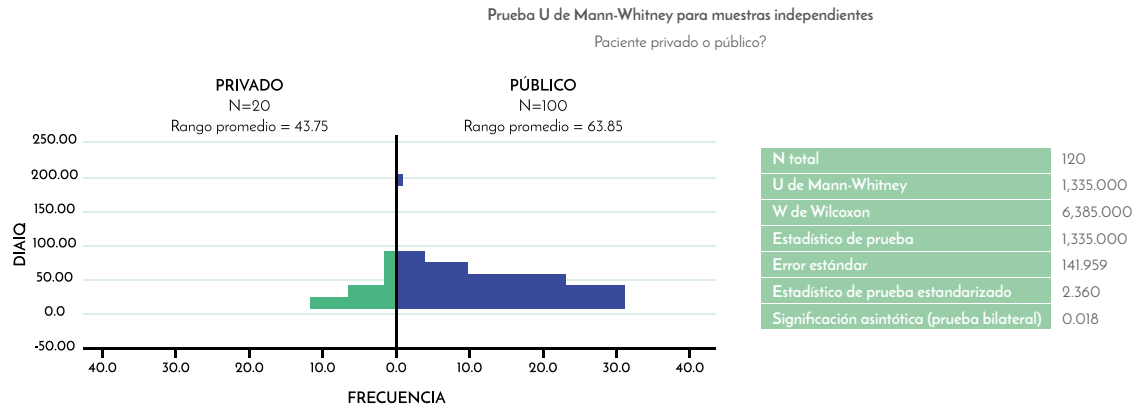


Figura 32. Prueba U de Mann-Whitney para tiempo quirúrgico según variable privado/público.

El segundo factor asociado a menor tiempo hasta la cirugía fue el ingreso en la UCI. Los pacientes ingresados en la UCI que recibieron cirugía fueron operados en un promedio 18,5 días antes que la población general (media UCI: 12,8 ± 11,7; media no-UCI: 30,4 ± 23,4)

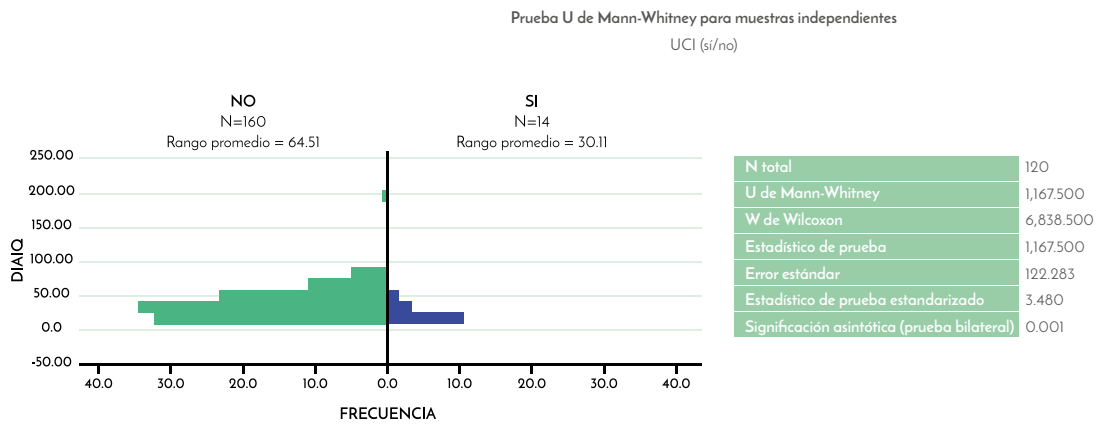
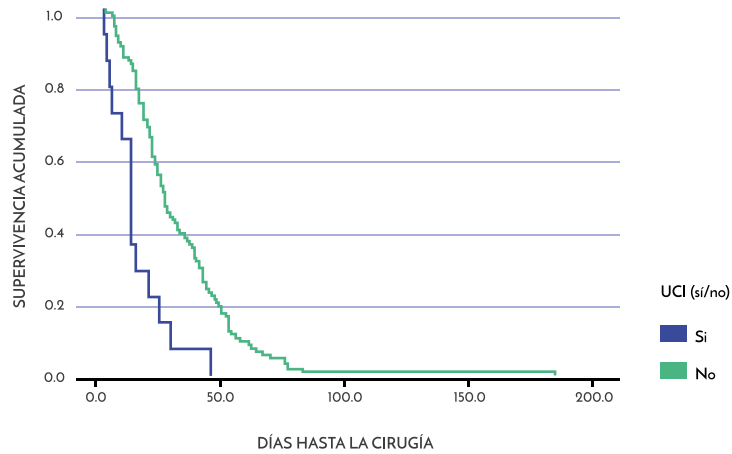


Figura 33. Prueba U de Mann-Whitney para tiempo quirúrgico según variable Ingreso en UCI (si/no).



		Medias y medianas para el tiempo de supervivencia							
		Media <sup>a</sup>				Mediana			
		Estimación	Error estándar	Intervalo de confianza de 95%		Estimación	Error estándar	Intervalo de confianza de 95%	
				Límite inferior	Límite superior			Límite inferior	Límite superior
UCI (sí/no)	Privado	12.857	3.134	6.714	19.000	11.000	1.793	7.486	14.514
	Público	30.491	2.318	25.947	35.034	24.000	1.839	20.397	27.603
	Global	28.433	2.141	24.237	32.629	22.000	1.826	18.422	21.578

Figura 34. Curvas de supervivencia de Kaplan-Meier para pacientes que reciben cirugía, según si recibieron ingreso en UCI o no.

Finalmente, cómo señala la **Tabla 14**, se operaron 92 pacientes hombres y 23 mujeres. La diferencia de medias y medianas no fue significativa entre ambos géneros. Se decidió incluir en este manuscrito los histogramas de la relación entre el género y el tiempo hasta la cirugía pues creemos que representa una tendencia que discutiremos posteriormente (**Figura 35**).

		Tiempo hasta IQ	
		Estadístico (días)	Error estándar (días)
Género	Hombre	Media	28,8
		Mediana	22,0
		Desviación estándar	25,1
	Mujer	Media	26,6
		Mediana	25,0
		Desviación estándar	14,6

Tabla 14. Tiempo hasta la cirugía para hombres y mujeres.

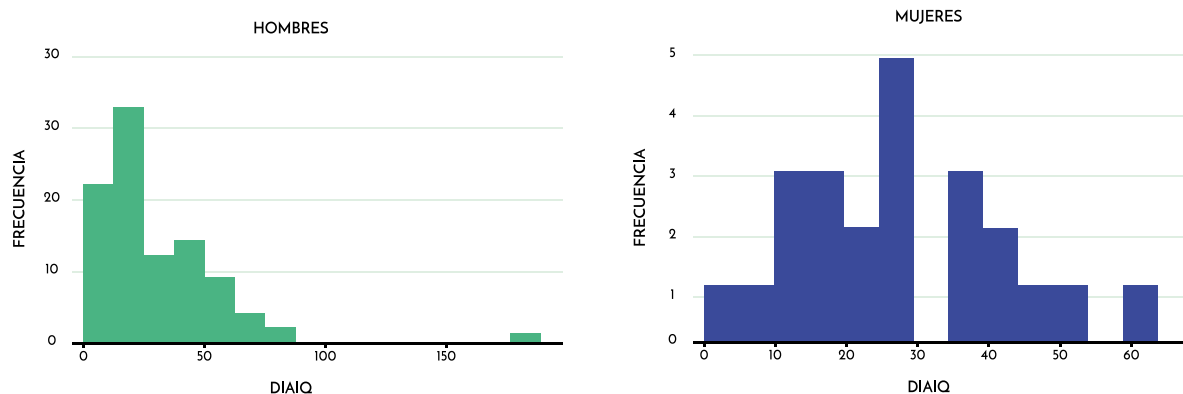


Figura 35. Tiempo hasta la cirugía para hombres y mujeres.

		Sig.
Variable	Público/Privado	0.018*
	Ingreso en UCI	0.001*
	Mecanismo de lesión	NS
	Grado ASIA al ingreso	NS
	Lesión neurológica completa/incompleta	NS
	Adquisición del RM	NS

Tabla 15. Variables asociadas a menor tiempo de espera para cirugía (análisis bivariante).

### 5.7.3. Retrasos

En 18 pacientes se registraron retrasos -según nuestra definición (ver **Variables Quirúrgicas** en la Sección 4: **Metodología**) para la intervención quirúrgica (15%). Los principales motivos de retraso fueron la insolvencia del paciente (12,5%) y los problemas con el horario quirúrgico (5%) (uso del quirófano para la práctica de alguna otra cirugía urgente y la consecuente reprogramación del paciente afecto de TVM para fecha posterior).

El tiempo medio hasta cirugía en pacientes con retraso fue de  $40,8 \pm 7$  días. Esto es 1,55 veces el tiempo promedio de toda la serie (26,2 días). La **Figura 36** representa el total de pacientes operados y los motivos más frecuentes de retraso quirúrgico.

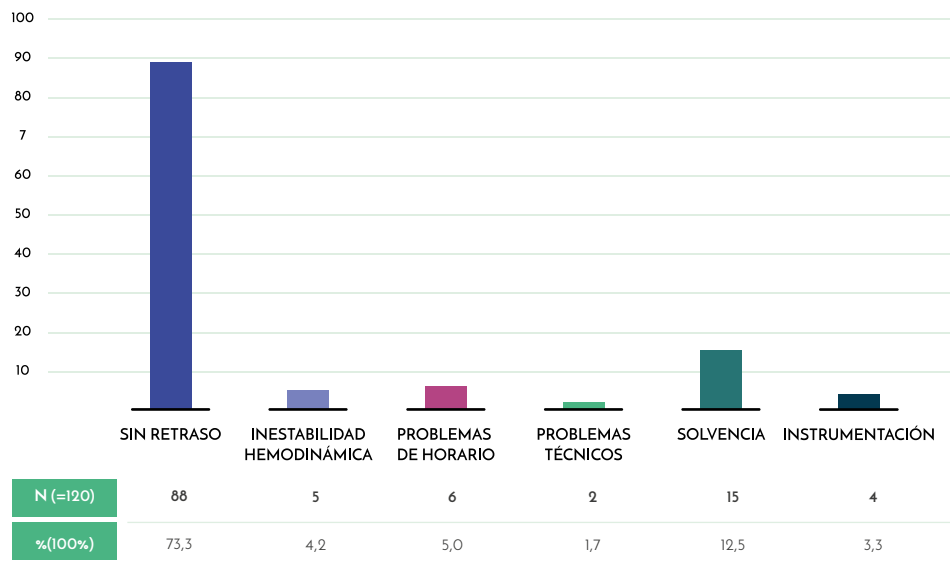


Figura 36. Motivo de retraso en la programación quirúrgica.

## 5.8. DIFERENCIA EN LA PUNTUACIÓN ASIA

Un total de 44 pacientes (16,7%) presentaron mejoría de la puntuación ASIA al momento del alta hospitalaria de toda la población estudiada.

Un 21,9% de los pacientes que provenían del área metropolitana (<100km de distancia de MOI y región ciudad de Dar es Salaam) presentaron mejoría, mientras que aquellos que provenían de áreas rurales (>100km) mejoraron solo el 11,9% de los casos ( $p=0,032$ ).

Los pacientes con lesiones neurológicas incompletas (ASIA B-D) mejoraron en el 29,55% de los casos (26/88), siendo significativamente mejor al compararlo con las lesiones completas (ASIA A) ( $p\leq 0,01$ ).

Las lesiones grado ASIA A al ingreso mostraron mejoría clínica en el 14,0% de los casos, siendo así las menos propensas a presentar cambio favorable de la condición neurológica entre la serie ( $p\leq 0,001$ ). De forma aislada, las lesiones grado ASIA C presentaron mejoría en el 31,8% de los casos, siendo así las que mejor pronóstico tienen en la serie, independientemente de otras variables ( $p=0,02$ ).

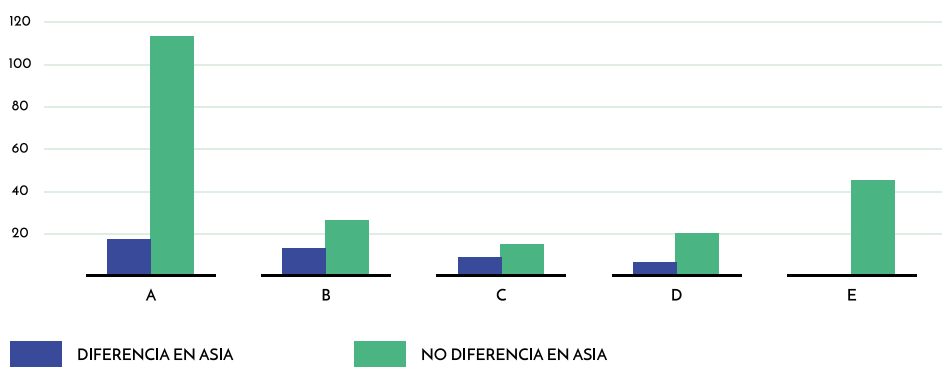


Figura 37. Diferencia en ASIA, según puntuación de ASIA al ingreso.

		Diferencia en ASIA			
		Si		No	
		Recuento	% del N de fila	Recuento	% del N de fila
Puntuaje ASIA	A	18	13,9%	111	86,1%
	B-C-D	26	29,5%	62	70,5%
	A	18	13,9%	111	86,1%
	B	12	30,7%	27	69,5%
	C	7	31,8%	15	68,2%
	D	7	25,9%	20	74,1%
	E	0	0,0%	45	100,0%

Tabla 16. Mejoría de la puntuación ASIA al alta según ASIA al ingreso en todos los pacientes.

De toda la serie de pacientes, 5 pacientes presentaron deterioro de la puntuación ASIA durante el ingreso. De estos, 4 pacientes presentaron lesiones neurológicas ASIA B al ingreso y 1 paciente presentó lesión ASIA C. Dos pacientes recibieron cirugía. En ellos, el deterioro neurológico ocurrió previo a la intervención quirúrgica.

La **Tabla 17** recoge detalles clínicos sobre los pacientes de evolución neurológica desfavorable.

	Nro BD	Género	Edad (años)	Origen (distancia en kilómetros)	Nivel Lesión Clasificación AOSpine	Cirugía	ASIA ingreso	ASIA alta	Mortalidad	Detalles
1	23	M	24	Mafinga (561)	Nivel C4 - Fractura A4+F	No	B	A	Si	Paciente inestable ISS 27. Necesidad de ventilación mecánica. Fallece al 3er día de ingreso en la UCI por broncoaspiración y fallo respiratorio.
2	45	M	54	Singida (674)	L3 - Fractura A2	Si	B	A	No	Paciente recibe estabilización L2-L4 en el 28vo día. Deterioro preoperatorio sin recuperación postoperatoria. Alta a domicilio.
3	112	M	27	Bukoba (1393)	Nivel C5 -Fractura C con disrupción de LVCP y hematoma medular cervical	No	C	A	Si	Paciente inestable ISS 18. Necesidad de ventilación mecánica. Fallece al 6to día de ingreso en la UCI por broncoaspiración y fallo respiratorio.
4	193	M	45	Lindi (485)	Nivel L3 - Fractura A3	Si	B	A	Si	Paciente ingresado en la UCI. Con lesión abdominal asociada. Recibe laparotomía exploratoria en el día 2. Recibe estabilización vertebral L2-L3-L4 en el día 10. Fallece al 16vo día por fallo de sutura intestinal y peritonitis.
5	203	M	34	Morogoro (185)	Nivel C5 - Fractura C.	No	B	A	Si	Necesidad de ventilación mecánica. Fallece al 7mo día de ingreso en la UCI durante adquisición de RM.

NroBD= Número en la base de datos; M=masculino; F=femenino; AVM= accidente vehículo motor; LVCP= ligamento vertebral común posterior

**Tabla 17.** Casos con evolución desfavorable.

La única otra variable asociada significativamente a mejoría en el puntaje ASIA fue el nivel de lesión torácico y lumbar ( $p=0,01$ ).

No encontramos relación estadísticamente significativa entre la mejoría del puntaje ASIA y el género del paciente, el mecanismo de lesión, el estatus privado/público ( $p=0,576$ ), recibir cirugía ( $p=0,202$ ), el tiempo de traslado ( $p=0,27$ ) y el ingreso en UCI (sí/no).

### 5.8.1. Efectos de la cirugía en el pronóstico del TVM

En el presente estudio, recibir cirugía, como variable aislada no tiene relación con la presencia de mejoría del puntaje ASIA al alta ( $p=0,202$ ).

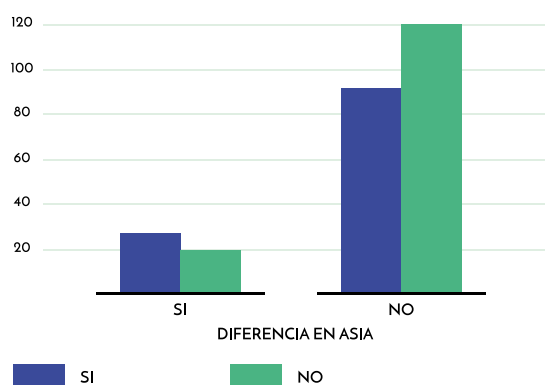
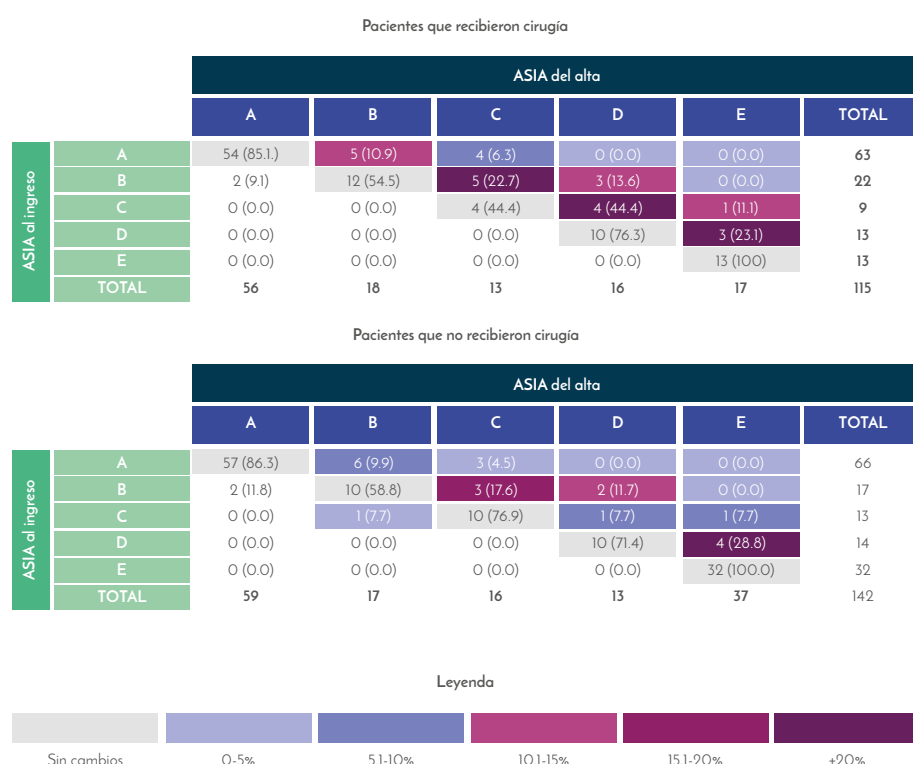


Figura 38. Mejoría del puntaje ASIA según la variable cirugía (sí/no).



La presente Figura muestra la evolución del grado ASIA desde el ingreso hasta el alta hospitalaria de los pacientes estudiados. El recuadro A B incluye todos los pacientes que recibieron cirugía y el recuadro B incluye todos los pacientes que no recibieron cirugía. Cada casilla incluye el número total y porcentual (entre paréntesis) de pacientes que evolucionaron de acuerdo a lo señalado. La línea diagonal gris representa a todos los pacientes cuyo puntaje ASIA permaneció inalterado. Para facilitar la lectura, se ha utilizado una leyenda por colores según el porcentaje de individuos que presentó mejoría del puntaje ASIA dentro de cada categoría.

Figura 39. Evolución de la puntuación ASIA en la población estudiada, subpoblación quirúrgica y subpoblación no quirúrgica.

### 5.8.1.1 Comparación de subgrupos

Restringiendo los pacientes clasificados como ASIA E, el estudio de subgrupos se realizó entre el grupo quirúrgico (n=120; 13 pacientes ASIA E excluidos) y el grupo no quirúrgico (n=143; 33 pacientes ASIA E excluidos).

Subgrupos	Quirúrgico	N	Puntaje ASIA			Subgrupo a estudio (n) (descartando lesiones ASIS E)
			A	B-D	E	
	Quirúrgico	120	120	44	13	107
	No quirúrgico	143	143	44	33	110

Tabla 18. Tabla de contingencia. Construcción de subgrupos quirúrgico y no quirúrgico para análisis estadístico.

En cada subgrupo se estudió la evolución del puntaje ASIA según los pacientes presentasen lesiones completas (ASIA A) o incompletas (ASIA B-D). En el subgrupo que recibió cirugía, el 34,1% de los pacientes con lesiones incompletas presentó mejoría neurológica frente al 14,3% de los pacientes con lesiones completas ( $p=0,019$ ). En el subgrupo que no recibió cirugía, las diferencias en puntaje ASIA entre pacientes con lesiones completas e incompletas no fue estadísticamente significativo.

				Recuento	% del N de fila	
¿Recibió cirugía?	SI	ASIA B-C-D	¿Cambio positivo en ASIA?	SI	15	34.1%
				NO	29	65.9%
		ASIA A	¿Cambio positivo en ASIA?	SI	9	14.3%
				NO	54	85.7%
	NO	ASIA B-C-D	¿Cambio positivo en ASIA?	SI	11	25.0%
				NO	33	75.0%
		ASIA A	¿Cambio positivo en ASIA?	SI	9	13.6%
				NO	57	86.4%

Tabla 19. Mejoría del puntaje ASIA según grado ASIA al ingreso y Cirugía (sí/no).

### 5.8.1.2. Análisis multivariante

Se realizó un análisis multivariante de regresión logística para las variables "diferencia en ASIA (sí/no)" contrastando las siguientes variables: edad, género, mecanismo de lesión, nivel de lesión, grado ASIA al ingreso, cirugía (sí/no), status público/privado, tiempo desde TVM hasta el ingreso, tiempo hasta la cirugía e Ingreso en UCI (sí/no).

El modelo multivariante final mostró como variables significativamente asociadas con mejoría del puntaje ASIA al alta fueron la siguientes:

- 1. El nivel de la lesión.** Las lesiones cervicales se asocian a menor frecuencia de mejoría en el puntaje ASIA. Las lesiones lumbares tienen un OR 13 respecto a la cervical de mejorar se opere o no ( $p=0,004$ ) y las lesiones torácicas tienen OR 2,5 respecto a la cervical de mejorar se opere o no ( $p=0,073$ ).
- 2. El grado ASIA al ingreso (agrupado).** Las lesiones grado ASIA B-D estuvieron asociadas a mejoría del puntaje ASIA, al compararlas con las lesiones ASIA A.

Variable a estudio	Parámetro	Modelos simples			Modelos ajustados*			Modelo multivariante		
		OR	IC 95%	p-valor	OR	IC 95%	p-valor	OR	IC 95%	p-valor
Edad	<25 años	1								
	>25 años	1.085	0.512-2.999	0.831						NS
Género	Hombre	1								
	Mujer	1.525	0.628-3.728	0.351						NS
Mecanismo	AVM	0.855	0.091-8.068	0.891	0.800	0.087-7.396	0.844			
	Motocicleta	0.867	0.085-8.848	0.904	0.841	0.086-8.247	0.882			
	Peatón	1.300	0.095-17.726	0.844	1.345	0.102-17.658	0.822			NS
	Caidas>3mts	0.529	0.057-4.932	0.576	0.448	0.050-4.032	0.474			
	Caidas<3mts	0.760	0.072-8.067	0.820	0.564	0.055-5.759	0.629			
	Trauma contuso	0.960	0.091-10.010	0.973	0.778	0.077-7.848	0.831			
Nivel de lesión	Cervical	1						0.869-23.119		
	Torácico	0.946	0.469-1.915	0.882	0.946	0.468-1.911	0.876	4.481	2.316-90.067	0.073
	Lumbar	6.215	1.737-22.236	0.005	6.183	1.726-22.156	0.005	14.443		0.004
Grado ASIA	A	1							1.313-11.589	
	B-C-D	2.586	1.315-5.087	0.06	2.609	1.320-5.157	0.06	3.901		NS
Cirugía (sí/no)	SI	1								NS
	NO	1.301	0.670-2.528	0.437	1.505	0.783-2.892	0.220			
Status	Público	1								NS
	Privado	1.299	0.516-3.269	0.579	0.772	0.309-1.926	0.579			
Tiempo hasta el ingreso	días	1.030	0.983-1.080	0.214	1.026	0.981-1.073	0.257			0.946-1.001
	Tiempo hasta la cirugía	0.974	0.951-0.997	0.027	0.987	0.9700-1.004	0.141	0.973		NS
Ingreso en UCI (sí/no)	SI	1								
	NO	1.280	0.478-3.424	0.623	1.490	0.561-3.957	0.424			

\*Ajustados para edad y género; NS= no significativo.

Tabla 20. Análisis multivariante.



	Mortalidad									
	NO					SI				
	Recuento	% de N de fila	Media	Mediana	Desviación estándar	Recuento	% de N de fila	Media	Mediana	Desviación estándar
Privado/Público?	30	88.25%				4	11.8%			
Público	201	88.9%				25	11.1%			
Edad										
<26	56	90.3%		34	12	6	9.7%	37	38	13
>25	174	88.3%				23	11.7%			
Género										
Hombre	192	89.3%				23	10.7%			
Mujer	39	86.7%				6	13.3%			
Tiempo hasta MOI			6.46	3.00	12.28			1.52	1.00	1.96
Nivel de lesión										
cervical	80	75.5%				26	24.5%			
torácico	70	98.5%				1	1.5%			
lumbar	77	98.7%				1	1.3%			
Cervicotorácico	0	0.0%				0	0.0%			
Toracolumbar	0	0.0%				0	0.0%			
Injury Severity Score (0-75)			1	0	3			17	0	31
¿Recibió cirugía?										
SI	113	94.9%				6	5.04%			
NO	118	83.6%				23	16.3%			
Días hasta la IQ										
Puntaje ASIA (agrupado)			29.51	25.00	23.38			4.33	2.50	4.89
B-C-D	83	95.4%				4	4.59%			
A	104	80.6%				25	19.37%			
Puntaje ASIA										
A	104	80.6%				25	19.37%			
B	35	89.7%				4	10.25%			
C	22	100.0%				0	0.0%			
D	26	100.0%				0	0.0%			
E	44	100.0%				0	0.0%			
UCI (sí/no)										
SI	11	42.3%				15	57.6%			
NO	220	94.1%				14	5.88%			
Revisar porcentajes										
Distancia										
Metropolitano	106	85.1%				19	14.9%			
Rural	123	92.5%				10	7.5%			
Distancia										
Metropolitano	108	85.0%				19	14.9%			
<500km.	57	91.9%				5	8.06%			
501-1000km.	48	92.3%				4	7.69%			
>1000km.	18	94.7%				1	5.26%			

Tabla 21. Tabla de síntesis sobre mortalidad de los pacientes.

## 5.9. MORTALIDAD

La mortalidad global fue del 11,0%. En el presente estudio, se caracteriza claramente el prototipo de paciente que fallece de TVM: la puntuación ISS promedio de los pacientes fallecidos fue  $17 \pm 31$  frente a un ISS de  $1 \pm 3$  en los supervivientes. El 89,7% de los fallecimientos se trató de lesiones cervicales; el 86,2% de los pacientes fallecidos presentó lesiones neurológicas ASIA A y el 51,7% de los mismos estuvo ingresado en la UCI.

Fallecieron el 25,5% de los pacientes con lesiones cervicales ( $p \leq 0,01$ ; V de Cramer 0,38).

		Mortalidad			
		NO	SI	TOTAL	
Nivel de lesión	Cervical	Recuento	76	26	102
		Recuento esperado	90.8	11.2	102.0
		% dentro de Nivel de lesión	74.5%	25.5%	100.0%
	Torácico	Recuento	70	1	71
		Recuento esperado	63.2	7.8	71.0
		% dentro de Nivel de lesión	98.6%	1.4%	100.0%
Lumbar	Recuento	54	0	54	
	Recuento esperado	48.1	5.9	54.0	
	% dentro de Nivel de lesión	100.0%	0.0%	100.0%	
Cervicotorácico	Recuento	4	0	4	
	Recuento esperado	3.6	.4	4.0	
	% dentro de Nivel de lesión	100.0%	0.0%	100.0%	
Toracolumbar	Recuento	23	1	24	
	Recuento esperado	21.4	2.6	24.0	
	% dentro de Nivel de lesión	95.8%	4.2%	100.0%	
TOTAL		Recuento	227	28	255
		% dentro de Nivel de lesión	89.0%	11.0%	100.0%

Tabla 22. Mortalidad según nivel de lesión.

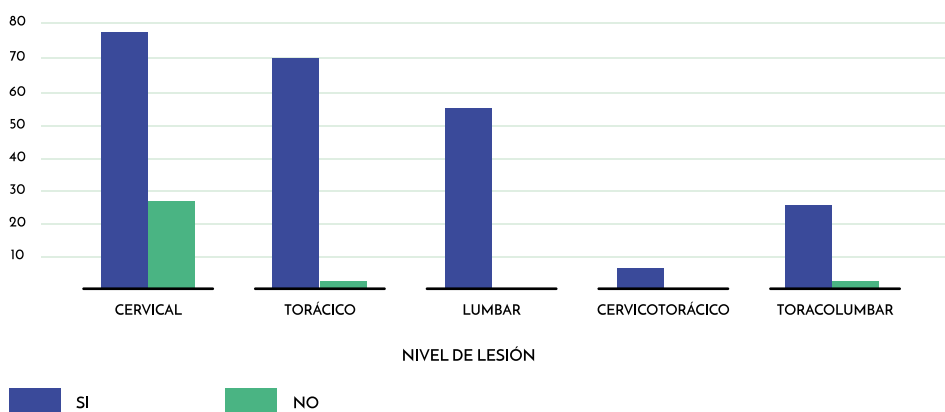


Figura 40. Mortalidad según nivel de lesión.

La mortalidad en los pacientes que recibieron cirugía fue del 5% ( $n=6$ ) y entre los pacientes que no recibieron cirugía fue de 16,1% ( $n= 23$ ) ( $p=0,04$ ).

En el análisis bivariante los factores asociados con mayor mortalidad fueron: lesión cervical ( $p \leq 0,01$ ; V de Cramer 0,38), lesión neurológica ASIA A ( $p = 0,002$ ) e ingreso en la UCI ( $p \leq 0,01$ ; V de Cramer 0,4).

Los factores asociados con menor mortalidad fueron: recibir cirugía ( $p = 0,04$ ), presencia de diferencia en ASIA al alta ( $p = 0,001$ ); UCI ( $p = 0,001$ ) V de Cramer 0,4.

		Mortalidad			
		NO	SI	TOTAL	
Cirugía (sí/no)	Sí	Recuento	113	6	119
		Recuento esperado	105.7	13.3	119.0
		% dentro de 'cirugía (sí/no)'	95.0%	5.0%	100.0%
	No	Recuento	118	23	141
		Recuento esperado	125.3	15.7	141.0
		% dentro de 'cirugía (sí/no)'	83.7%	16.3%	100.0%
	TOTAL	Recuento	231	29	260
		% del total	88.8%	11.2%	100.0%

Tabla 23. Mortalidad según cirugía (sí/no).

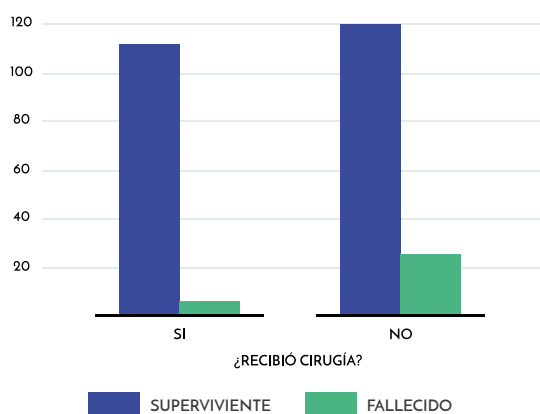


Figura 41. Mortalidad según cirugía (sí/no).

		Mortalidad			
		NO	SI	TOTAL	
Puntaje ASIA (agrupados)	B-C-D	Recuento	83	4	87
		Recuento esperado	75.3	11.7	87.0
		% dentro de AIS B-C-D grade	95.4%	4.6%	100.0%
		% dentro de ¿SUPERVIVENCIA?	44.4%	13.8%	40.3%
	A	Recuento	104	25	129
		Recuento esperado	111.7	17.3	129.0
		% dentro de AIS B-C-D grade	80.6%	19.4%	100.0%
		% dentro de ¿SUPERVIVENCIA?	55.6%	86.2%	59.7%
	TOTAL	Recuento	187	29	216
		Recuento esperado	187.0	29.0	216.0
		% dentro de AIS B-C-D grade	86.6%	13.4%	100.0%
		% dentro de ¿SUPERVIVENCIA?	100.0%	100.0%	100.0%
% del total		86.6%	13.4%	100.0%	

Tabla 24 Mortalidad según grado ASIA al ingreso (agrupado).

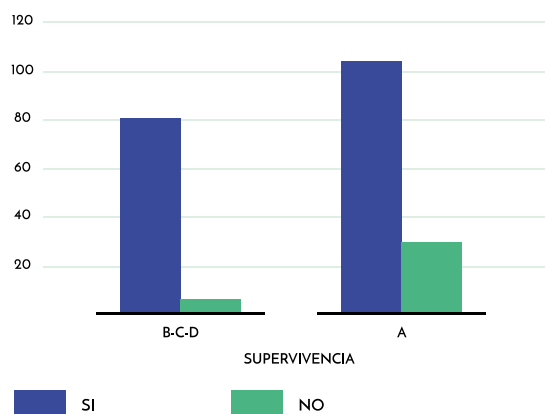


Figura 42. Mortalidad según grado ASIA al ingreso (agrupado).

		Mortalidad			
		NO	SI	TOTAL	
UCI (sí/no)	SI	Recuento	11	15	26
		Recuento esperado	23.1	2.9	26.0
		% dentro de UCI (Sí/no)	42.3%	57.7%	100.0%
		% dentro de ¿SUPERVIVENCIA?	4.8%	51.7%	10.0%
		% del total	4.2%	5.8%	10.0%
	NO	Recuento	220	14	234
		Recuento esperado	207.9	26.1	234.0
		% dentro de UCI (Sí/no)	94.0%	6.0%	100.0%
		% dentro de ¿SUPERVIVENCIA?	95.2%	48.3%	90.0%
		% del total	84.6%	5.4%	90.0%
	TOTAL	Recuento	231	29	260
		Recuento esperado	231.0	29.0	260.0
		% dentro de UCI (Sí/no)	88.8%	11.2%	100.0%
		% dentro de ¿SUPERVIVENCIA?	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	88.8%	11.2%	100.0%

Tabla 25. Mortalidad según ingreso en la UCI (sí/no).

El estatus público/privado, la edad y el género de los pacientes no estuvieron relacionados estadísticamente con mayor o menor mortalidad.

Una posible tendencia fue observada entre aquellos pacientes que provenían de distancias superiores a 100km, quienes fallecieron en el 7,5% (10/133) frente al 14,7% (19/127) en los pacientes del área metropolitana de Dar es Salaam, sin significancia estadística ( $p=0,57$ ).

## 5.10. PROTOCOLO HOSPITALARIO Y ESTANCIA

### 5.10.1. Estancia hospitalaria

La estancia hospitalaria media fue de  $31,8 \pm 21,45$  días en general. Para los pacientes del subgrupo quirúrgico fue de  $36,81 \pm 19,33$  días y para los pacientes del subgrupo no quirúrgico fue de  $28 \pm 27,2$  días, siendo estadísticamente significativo ( $p=0,001$ ).

	Cirugía						Sig.
	SI			NO			
	Media	Mediana	Desviación estándar	Media	Mediana	Desviación estándar	
Días Totales	36.81	34.00	19.33	27.99	22.00	23.43	0.001
Días UCI	0.83	.00	3.39	0.46	0.00	1.94	0.292
Días Planta	35.95	32.00	19.70	27.24	22.00	23.23	0.002

**Tabla 26.** Estancia hospitalaria total, días de UCI y días de planta en subgrupos quirúrgico y no quirúrgico.

Los pacientes privados estuvieron hospitalizados una media de  $28,34 \pm 14,52$  días y los pacientes públicos  $31,3 \pm 38,7$  días, no siendo significativas las diferencias.

Los pacientes ingresados en la UCI, estuvieron hospitalizados una media de  $21,20 \pm 17,75$  días versus  $33,16 \pm 22,20$  días ( $p=0,001$ ).

	UCI						Sig.
	SI			NO			
	Media	Mediana	Desviación estándar	Media	Mediana	Desviación estándar	
Días Totales	21.20	14.00	17.75	33.16	28.00	22.20	0,01
Días UCI	6.35	4.00	6.18	0.00	0.00	.000	0,00
Días Planta	15.79	11.00	16.86	32.81	28.00	21.97	0,00

**Tabla 27.** Estancia hospitalaria total, días de UCI y días de planta en subgrupos UCI y no UCI.

Los pacientes que ingresaron en UCI y sobrevivieron tuvieron estancias hospitalarias similares a aquellos pacientes que no estuvieron ingresados en UCI y sobrevivieron. Los pacientes con estancia más corta fueron los ingresos en la UCI.

Se buscaron otros factores asociados a reducción o aumento de la estancia hospitalaria.

	Duración total de la hospitalización					
	Recuento	Media	Mediana	Desviación estándar	Sig.	
Edad	<26	62	32.66	25.00	23.53	NS
	>25	200	31.70	27.00	21.65	
Género	Hombre	218	32.62	27.00	22.87	NS
	Mujer	45	29.02	25.50	17.52	
Paciente público o privado?	Privado	36	28.82	25.00	21.38	NS
	Público	227	32.49	28.00	22.17	
Mecanismo de lesión	AVM	73	31.62	28.00	19.63	NS
	Motocicleta	42	25.07	23.00	18.65	
	Peatón	20	24.95	23.50	14.31	
	Caidas>3m	60	40.02	35.00	28.95	
	Caidas<3m	25	27.16	23.00	19.88	
	Trauma contuso	32	36.60	35.50	18.93	
	Trauma penetrante	2	26.00	26.00	11.31	
	Otro	9	29.22	28.00	18.65	
Nivel de lesión COD	Cervical	108	26.70	22.00	20.30	0,046
	Torácico	71	38.81	34.50	25.06	
	Lumbar	79	33.63	28.00	20.03	
RM (sí/no)	Sí	124	34.81	28.50	20.44	0,05
	No	138	29.44	25.00	23.24	
Cirugía (sí/no)	Sí	120	36.81	34.00	19.33	0,001
	No	143	27.99	22.00	23.43	
Lesión neurológica	Completa	129	34.77	31.00	24.40	0,047
	Incompleta	133	29.31	25.00	19.23	
Grado ASIA COD	B-C-D	88	31.91	26.00	21.38	NS
	A	129	34.77	31.00	24.40	
Grado ASIA	A	129	34.77	31.00	24.40	NS
	B	39	32.03	26.00	21.66	
	C	22	31.05	27.00	18.69	
	D	27	32.46	25.50	23.77	
	E	45	24.18	23.50	12.77	
UCI (sí/no)	Sí	27	21.20	14.00	17.75	0,001
	No	236	33.16	28.00	22.20	
¿Supervivencia?	Sí	231	34.52	30.00	21.87	0,001
	No	29	11.55	10.00	9.68	

Tabla 28. Síntesis de la estancia hospitalaria en función de variables a estudio.

Las lesiones cervicales fueron hospitalizadas con una mediana de 22 días, frente a 34,5 días las lesiones torácicas y 28 días las lesiones lumbares ( $p=0,046$ ). Los análisis post hoc de Bonferroni y Tukey explican las diferencias específicas: el paciente lesionado cervical se quedó menos días respecto al lesionado torácico; el cual se queda más tiempo respecto a la cervical.

Aquellos pacientes que recibieron estudio por RM tuvieron estancias hospitalarias más prolongadas ( $p=0,05$ ).

Los pacientes presentando lesiones neurológicas completas (ASIA A) tuvieron hospitalizaciones más prolongadas que los pacientes con lesiones incompletas, independientemente de que recibieran cirugía ( $p=0,047$ ).

### 5.10.2. Manejo médico de los pacientes durante la hospitalización.

Durante el ingreso en MOI, se registró diariamente la presión arterial de los enfermos en el 14,3% de los pacientes ingresados en la UCI y en el 9,8% de los pacientes ingresados en planta.

		Monitorización diaria de TA			
		SI		NO	
		Recuento	% del N de fila	Recuento	% del N de fila
UCI	Si	4	14.8%	23	85.2%
	No	24	10.2%	211	89.7%

**Tabla 29.** Monitorización de tensión arterial (TA) en subgrupos UCI y no UCI.

El uso de corticoides en el manejo del enfermo con TVM fue indicado en 0,0% de los pacientes ingresados en la UCI y en el 0,9% de los pacientes ingresados en planta ( $n=2$ ). Ambos pacientes se trataban de fracturas estables tipo AO Spine A1 sin compromiso del canal raquídeo ASIA E.

Se realizaron imágenes de control post quirúrgico en e 29,9% ( $n=35$ ) del los pacientes que recibieron cirugía. En todos los casos se trató de radiografías lumbares simples en decúbito.

### 5.10.3. Complicaciones

Se registraron 2 casos de infección de herida quirúrgica. Ambos pacientes fueron manejados con antibioticoterapia empírica (ceftriaxona 2gr/8horas). Solo un paciente requirió revisión y limpieza de herida quirúrgica sin extracción del material de artrodesis y falleció al cabo de 12 días con el diagnóstico clínico de sepsis.

Se registraron 49 casos de úlceras de presión. La incidencia de úlceras de presión no estuvo estadísticamente asociada a recibir tratamiento quirúrgico.

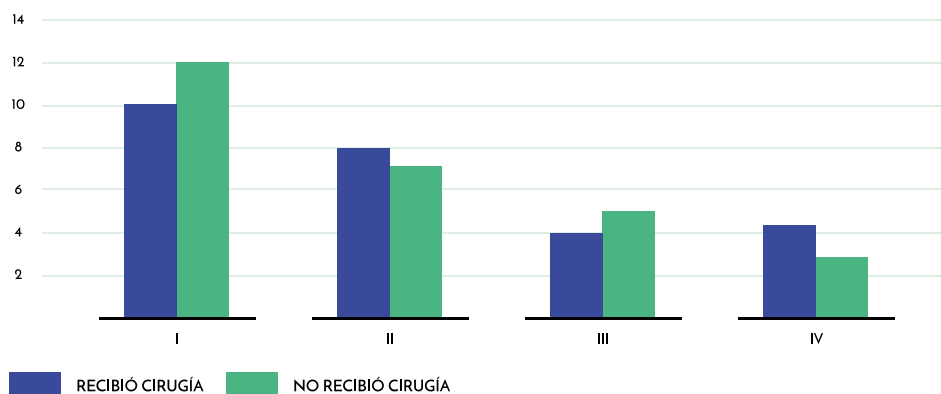
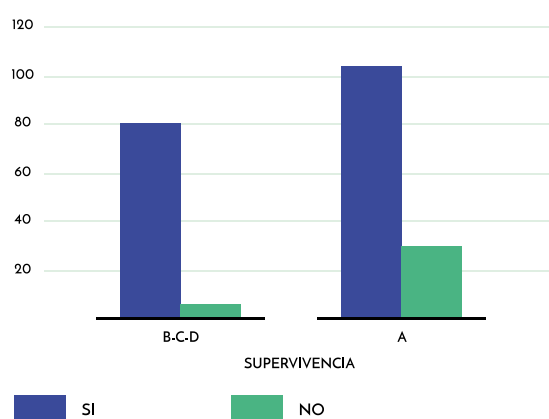


Figura 43. Úlcera de presión según clasificación NPUAP en subgrupos quirúrgico y no quirúrgico.



		UCI				Sig.
		SI		NO		
		Recuento	% del N de columna	Recuento	% del N de columna	
Monitorización TA	Si	4	14.8%	24	10.2%	NS
	No	23	85.2%	211	89.8%	
Uso de corticoides	Si	0	0.0%	2	0.9%	NS
	No	27	100.0%	233	99.1%	
Infección de herida	Si	0	0.0%	2	1.2%	NS
	No	24	100.0%	162	98.8%	
Úlcera de presión	Si	4	15.4%	45	19.3%	NS
	No	22	84.6%	188	80.7%	

Tabla 30. Manejo hospitalario en pacientes según UCI (sí/no).



		Cirugía				Sig.
		SI		NO		
		Recuento	% del N de columna	Recuento	% del N de columna	
Monitorización TA	Si	13	10.9%	15	10.5%	NS
	No	106	89.1%	128	89.5%	
Uso de corticoides	Si	1	0.8%	1	0.7%	NS
	No	118	99.2%	142	99.3%	
Infección de herida	Si	2	1.8%	0	0.0%	0,001
	No	110	98.2%	76	100.0%	
Úlcera de presión	Si	24	20.2%	25	17.9%	NS
	No	95	79.8%	115	82.1%	

NS= no significativo.

Tabla 31. Manejo hospitalario de pacientes según cirugía (sí/no).

#### 5.10.4. Fisioterapia y Rehabilitación

En total 174 (66,16%) pacientes realizaron fisioterapia durante el ingreso en MOI.

Los pacientes con lesiones neurológicas completas recibieron movilización pasiva de extremidades diariamente. En estos pacientes, los cambios posturales fueron responsabilidad de los familiares.

Los pacientes con lesiones neurológicas incompletas, que toleraban la sedestación hicieron fisioterapia activa en barras paralelas y en barras de pared escaladas.

Algunos pacientes utilizaron caminadores de aluminio para entrenar la marcha.

Por subgrupos, el 85% de los pacientes quirúrgicos realizó fisioterapia versus el 53,71% de los pacientes no quirúrgicos ( $p=0,02$ ).

Los pacientes no utilizaron ortesis propia alguna durante la rehabilitación.

		Cirugía									
		SI					NO				
		Recuento	% del N de columna	Media	Mediana	Desviación estándar	Recuento	% del N de columna	Media	Mediana	Desviación estándar
¿Fisioterapia?	Si	102	92.7%				72	53.7%			
	No	8	7.2%				62	46.7%			
Tiempo hasta el inicio de fisioterapia (días)				32.19	26.00	28.25			24.28	20.00	21.30

Tabla 32. Realización y fecha de inicio de fisioterapia en grupos quirúrgico y no quirúrgico.

Los pacientes quirúrgicos empezaron fisioterapia en promedio a los  $32,1 \pm 28,25$  días de haber ingresado. Los pacientes no quirúrgicos comenzaron fisioterapia en promedio a los  $24,2 \pm 21,30$  días de

haber ingresado ( $p=0,023$ ). El estudio de medianas revela que los pacientes no quirúrgicos comenzaron fisioterapia 6 días antes que los pacientes que sí recibieron tratamiento quirúrgico.

## 5.11. RESULTADOS SOBRE COSTOS

### 5.11.1. Indicadores económicos en Tanzania en el periodo 2017-2019

Durante el periodo 2017-2019, Tanzania tiene una población de 50,4 millones de habitantes. Actualmente en Tanzania existen 2'3 millones de empleados (según el Censo Laboral de la República de Tanzania).<sup>108</sup>

El gobierno de la República de Tanzania reportó una tasa de desempleo del 10% y desempleo juvenil del 13,5%. La media de ingreso mensual individual en Tanzania es de 100,4 euros y el ingreso medio familiar de 259,75 euros/mes.<sup>109</sup>

### 5.11.2. Costos sanitarios asociados al TVM

Los pacientes que recibieron cirugía pagaron una media de 952,04 euros en gastos asociados al ingreso, casi tres veces más que los pacientes que fueron tratados de manera conservadora.

Entre los pacientes quirúrgicos, las variables económicas más cara fueron los implantes quirúrgicos. Para estos pacientes, el gasto en implantes quirúrgicos significó aproximadamente el 48% del gasto total.

	Cirugía					
	SI			NO		
	Media	Mediana	Desviación estándar	Media	Mediana	Desviación estándar
IMÁGENES PREQUIRÚRGICAS Radiografías, TC, RM.	88,21	92,64	30,01	82,15	92,64	33,80
COSTO QUIRÚRGICO Reserva de quirófano, personal, material quirúrgico	160,39	78,84	194,41	0,00	0,00	0,00
MATERIAL QUIRÚRGICO Implantes, tornillos y barras	459,09	480,93	263,42	0,00	0,00	0,00
IMÁGENES POSTQUIRÚRGICAS Radiografías, TC, RM	5,74	0,00	10,61	0,00	0,00	0,00
TOTAL Incluidos: días de hospitalización, laboratorio, fármacos, ortesis	952,04	768,70	622,53	323,33	273,97	218,24

Tabla 33. Resumen de costos registrados durante la hospitalización, en euros.

# 6

## DISCUSIÓN

- 6.1. SOBRE LA EPIDEMIOLOGÍA DEL TRAUMATISMO VERTEBROMEDULAR
- 6.2. ESTÁNDARES DE CUIDADO EN EL INSTITUTO ORTOPÉDICO MUHIMBILI
- 6.3. TIEMPOS TOTALES
- 6.4. CIRUGÍA
- 6.5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EVOLUCIÓN DEL PUNTAJE ASIA
- 6.6. MORTALIDAD
- 6.7. COSTOS
- 6.8. SOBRE LA NECESIDAD DE PROTOCOLOS: NEUROIMAGEN
- 6.9. SOBRE LA NECESIDAD DE PROTOCOLOS: DECISIÓN QUIRÚRGICA
- 6.10. RECOMENDACIONES
- 6.11. FORTALEZAS
- 6.12. LIMITACIONES

El traumatismo vertebromedular es una creciente causa de discapacidad en el Mundo, especialmente en países en vías de desarrollo.<sup>30</sup> Afecta predominantemente adultos jóvenes en edad productiva en países en vías de desarrollo, a veces conllevando a discapacidad para el resto de la vida así como carga social y económica en las familias y comunidades cercanas a los individuos afectados.

El tratamiento médico quirúrgico y la rehabilitación del traumatismo vertebromedular es costoso, consume abundantes recursos materiales, humanos y administrativos; requiere una considerable infraestructura sanitaria, cirujanos con entrenamiento quirúrgico apropiado y experiencia. En muchos casos, los pacientes en países en vías de desarrollo no pueden permitirse el costo del tratamiento quirúrgico o la rehabilitación.<sup>10</sup> Además, la infraestructura sanitaria y hospitalaria en dichos países suele ser escasa y deficiente, generando un volumen de casos muy alto y tratamiento tardío y sub-óptimo.

Finalmente, la mayoría de los países en vías de desarrollo carece de información fiable respecto al estado actual de los recursos disponibles ni respecto al manejo del traumatismo vertebromedular. Esto resulta especialmente alarmante en África del Este.<sup>8,12</sup>

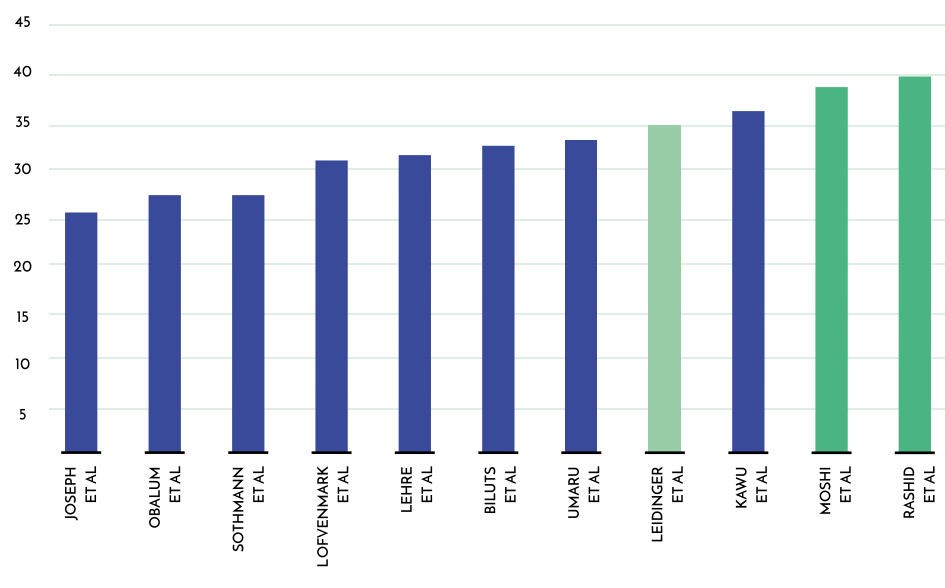
Desde 2014, el Banco Mundial y la Comisión Lancet por la Cirugía Global a través de su reporte "Global Surgery 2030" exhortan a la comunidad médica mundial a idear estrategias para la homogenización del acceso y calidad de los servicios quirúrgicos en países en vías de desarrollo.<sup>65,67</sup> En uno de sus reportes, la Comisión destaca que la investigación y la recolección de datos juegan un importante papel en el diseño de nuevas estrategias para el desarrollo de la cirugía en África del Este.<sup>27</sup> Sin embargo, hasta finales del año 2017 solo existían 3 publicaciones en revistas indexadas que intentasen estudiar el traumatismo vertebromedular en África del Este.

El objetivo de la presente disertación doctoral es contribuir con el intenso esfuerzo global por desarrollar la Neurocirugía en África del Este y busca responder a la ausencia de datos regionales, fomentar la edificación local de nuevas recomendaciones y protocolos para mejorar el manejo de estos enfermos, optimizando resultados y reduciendo la tasa de discapacidad habitualmente asociadas.

## 6.1. SOBRE LA EPIDEMIOLOGÍA DEL TRAUMATISMO VERTEBROMEDULAR

Estudiamos 263 pacientes afectados de traumatismos vertebromedulares ingresados en el Instituto Ortopédico Muhimbili entre 2017 y 2019. El análisis de las características demográficas y epidemiológicas

mostró que los pacientes más afectados son varones jóvenes. De hecho, el 58,2% de todos los pacientes recogidos fueron varones entre 25-55 años. Estudios previos han descrito esta tendencia masculina anteriormente alcanzando representación de hasta el 96% en algunas series.<sup>31,35,36,41,43,47,49,111</sup>



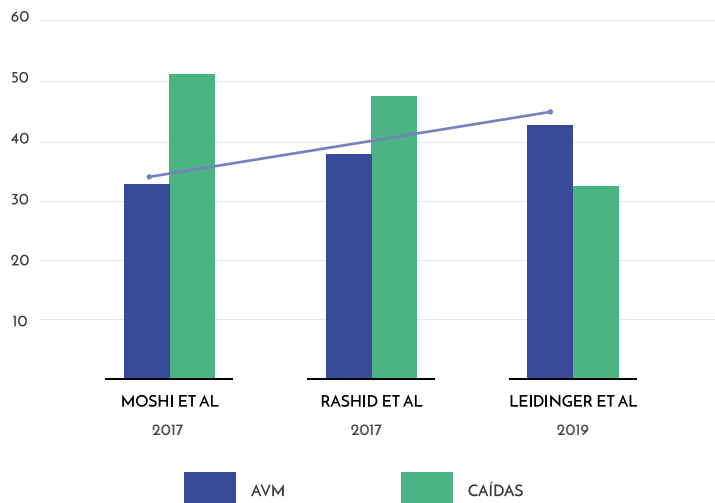
**Figura 44.** La edad media de los pacientes afectados fue de  $35 \pm 12$  (SD 95%). Los estudios realizados previamente en Tanzania posicionaban a los tanzanos como los afectados de TVM más añosos de la región.<sup>34,38</sup> Una explicación plausible para este hallazgo es la relación que puedan tener la violencia como mecanismo de acción con la afección de poblaciones más jóvenes. En los estudios de Joseph, Sothmann y Lofvenmark (con edades medias significativamente menores), la violencia causó el 16-30% de TVMs (ver **Figura 5**).<sup>43,44,111</sup>

Históricamente en Tanzania, las caídas han sido la causa más frecuente de TVM. Un reporte de Karanga<sup>60</sup> en 1986 reportó que "el 75% de los pacientes con fracturas espinales había caído de algún árbol". En Tanzania se practica ampliamente la agricultura de subsistencia y es sabido que la recolección de madera y cocos es parte cotidiana de la vida de muchos tanzanos, especialmente en la costa. Esta es una actividad desarrollada principalmente por niños y hombres jóvenes.<sup>112,113</sup> En un intento por aislar este grupo específico de pacientes decidimos separar la categoría "caídas" en dos variables: "caídas > 3mts" (n=60) y "caídas < 3mts" (n=25). De los 60 pacientes (22,8%) que cayeron más de 3 metros, 52 cayeron recolectando cocos. Este hallazgo, que refleja características socioeconómicas propias de la región ha sido descrito por otros autores estudiando otras zonas subtropicales del Mundo.<sup>114</sup>

Nuestro estudio es el primero publicado en la literatura donde los AVM son la causa más prevalente de traumatismo vertebromedular en Tanzania. Tras revisar las dos publicaciones previas, creemos que los estudios conducidos en los últimos años en Tanzania podrían estar reflejando la tendencia regional al aumento del trauma asociado a AVMs en los países de África subsahariana.<sup>1,23,58</sup>

Es interesante evidenciar que el mecanismo de lesión más frecuente varía rápidamente en respuesta a algunos cambios socioeconómicos presentes en el África contemporánea. Un buen ejemplo es el

estudio conducido en 1998 en Nigeria, donde Nwankwo et reportó que el 40,2% de los pacientes afectados de traumatismos vertebromedulares habían caído de árboles, de manera similar a los reportes en África del Este.<sup>115</sup> Sin embargo, en un nuevo estudio (2013) evidenció que dicha casuística había sido reemplazada por un 55,5% de casos asociados a AVM, mientras que las caídas eran responsables de tan solo el 2,5% de todos los casos.<sup>46</sup> Como conjetura el autor,<sup>25,52</sup> esto quizás sea reflejo del veloz y desorganizado crecimiento económico de Nigeria en las últimas décadas.

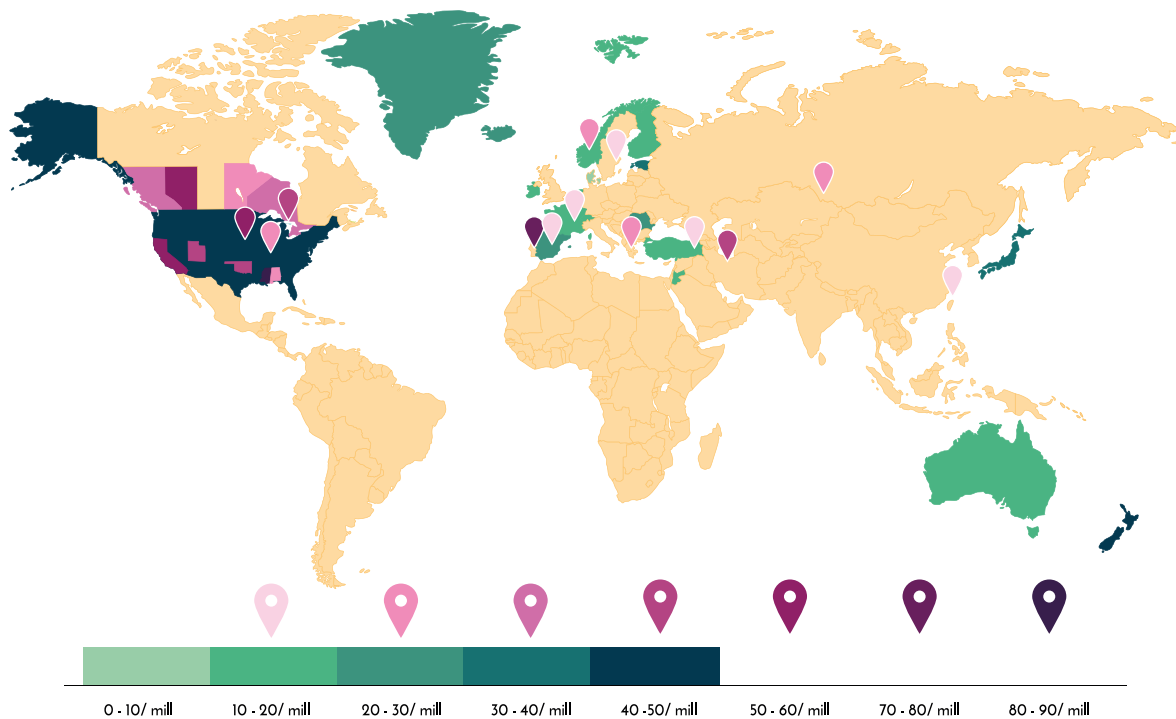


**Figura 45.** Los estudios publicados en Tanzania en los últimos años parecen señalar que los AVM son cada vez causa más frecuente de TVM. Esta premisa es el actual consenso epidemiológico sobre el trauma en los PVD.<sup>12,20,24,37</sup>

El trauma afecta pues predominantemente a la población joven y masculina de estos países en vías de desarrollo, generando morbilidad y discapacidad en la población económicamente activa. En ese sentido, un Boletín de la Organización Mundial de la Salud, publicado en 2017, menciona que la salida total o parcial de estos pacientes de la vida económicamente activa encoje el potencial de crecimiento de la economía nacional.<sup>104</sup> De la misma manera, la discapacidad generada aumenta los costos sanitarios.<sup>6</sup> Así pues, las estrategias sanitarias hacia la prevención del politrauma y el traumatismo vertebromedular deben proteger a esta población en edad laboral para reducir la incidencia y mejorar el tratamiento.<sup>6,28,66</sup>

### 6.1.1. Estudios de incidencia

La extrapolación de los datos regionales de un único centro, donde las pérdidas de pacientes son incalculables, no permite el cálculo de la prevalencia o incidencia del TVM a nivel nacional. Hasta la fecha, ningún autor ha intentado aproximarse a la incidencia anual del TVM en ningún país de África del Este<sup>12,50</sup> y los reportes regionales señalan a incidencias muy dispares. Todos los estudios de prevalencia e incidencia del traumatismo vertebromedular en el Mundo han sido realizados en países desarrollados.



**Figura 46.** Mapa señalando los países con estudios de prevalencia/incidencia del TVM. En verde, incidencias nacionales; en rosa, incidencias regionales (2014)<sup>16</sup>. Sudáfrica condujo su primer estudio de prevalencia/incidencia en 2017.<sup>40</sup>

## 6.2. ESTÁNDARES DE CUIDADO EN EL INSTITUTO ORTOPÉDICO MUHIMBILI

En la actualidad el Instituto Ortopédico Muhimbili es el único hospital en Tanzania donde los pacientes afectados de TVM pueden recibir atención 24/7. Sin embargo, el funcionamiento del hospital dista de los estándares hospitalarios de países desarrollados. El actual circuito de pacientes fue progresivamente establecido por los propios médicos tratantes en respuesta a la falta de protocolos, guías y recomendaciones propias del hospital, a los escasos materiales y herramientas y también a la modalidad de servicio mediante pago-previo.

Las siguientes son consideraciones importantes que permiten interpretar los resultados de esta tesis en el contexto local de Tanzania:

### 6.2.1. Ingreso al Departamento de Emergencias

Todos los pacientes registrados para este estudio ingresaron al Departamento de Emergencias (DE) del Instituto Ortopédico Muhimbili. Dicha unidad cuenta con 10 camas de observación y un box de Trauma Shock, para el adecuado manejo de los enfermos críticos. El ulterior es un espacio físicamente

separado del resto del Departamento de Emergencias, pero sin disponibilidad adicional de personal, protocolos de trauma, aparataje médico o fármacos.

En el Departamento de Emergencias, los pacientes son recibidos, pero no son atendidos hasta después de haber pagado. Este sistema retrasa el manejo de los pacientes que ingresan en el Departamento de Emergencias y perjudica seriamente a los pacientes críticos. Además, es causa de embotellamiento en el flujo de enfermos.

Dados los elevados volúmenes de pacientes, muchas veces los pacientes afectados de traumatismo vertebral que se encuentran hemodinámicamente estables son sistemáticamente transferidos a las salas de hospitalización ("hospitalización prematura"), mientras que las familias recaudan el dinero necesario para pagar las pruebas complementarias oportunas o los costos de la cirugía urgente, de ser el caso.

Estas estrategias improvisadas para preservar el flujo de pacientes en el Departamento de Emergencias (p. ej. refiriendo pacientes estables, pero sin valoración clínico-radiológica completa hacia las salas de hospitalización) parece ser efectiva movilizándolo a los pacientes a través del DE, pero perjudicial para la identificación de lesiones neurológicas secundarias.<sup>117</sup> Los pacientes hospitalizados "prematuramente" experimentan retrasos durante el resto de su estancia en MOI. Por ejemplo, el Departamento de Radiología del HNM suele dar más prioridad a pacientes referidos del Departamento de Emergencias que a aquellos que provienen desde la sala de hospitalización. Lo mismo podríamos decir que se aplica a la indicación quirúrgica: un paciente que ingresa por Emergencias y es estudiado inmediatamente puede recibir cirugía relativamente rápida. Pero otro paciente de características clínicas similares que fue hospitalizado "prematuramente" por insolvencia o un Departamento de Emergencias muy saturado de enfermos puede esperar semanas antes de ser operado.

## 6.2.2. Salas de hospitalización

En las salas de hospitalización, los pacientes son habitualmente evaluados por estudiantes de medicina y "registrarios". Además, son visitados semanalmente por el equipo médico tratante. Muchos de estos pacientes carecen de diagnóstico radiológico y de plan terapéutico durante varios días. En estas salas, se monitorizó la tensión arterial (TA) diariamente en solo el 10,2% de los pacientes. Los pacientes reciben analgesia si la familia puede permitírselo económicamente. No están establecidos protocolos de profilaxis antitrombótica, protección gástrica, uso de corticoides o profilaxis antibiótica en pacientes con lesiones cervicales. Tampoco existe un censo informático registro fiable de los pacientes ingresados, por lo que cada paciente ingresado en sala de hospitalización depende directamente de un estudiante/"registrario"/residente.



### 6.2.3. Departamento de Bienestar Social

El Departamento de Bienestar Social ofrece subvención parcial a las familias más necesitadas. Este recurso benefició al 5,4% de los pacientes registrados. Pese a dicha financiación, la insolencia económica familiar provoca demoras en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes desde el momento de ingreso al Departamento de Emergencias. Esto es porque la intervención del Departamento de Bienestar Social se da sólo en horarios de oficina y normalmente tarda entre 12-24 horas en ejecutar sus subvenciones (por lo que nadie es exonerado desde el Departamento de Emergencias). La necesidad de múltiples subvenciones por parte del Departamento de Bienestar Social genera un círculo burocrático difícil de navegar para las familias humildes y para los profesionales de la Salud.

### 6.2.4. Pacientes críticos e ingreso en la UCI

En los casos en los que se valora la necesidad de intubación y soporte ventilatorio el paciente es intubado por el médico intensivista quien es llamado por el equipo de guardia, posteriormente es ventilado con ambú y trasladado a la UCI donde se disponen de ventiladores mecánicos digitales.

Los pacientes admitidos en la Unidad de Cuidados Intensivos siguen un protocolo un poco modificado. Los enfermos críticos son admitidos inmediatamente y reciben soporte ventilatorio y hemodinámico de ser preciso. Algunos de estos pacientes sí recibieron cirugía urgente previamente al pago, especialmente los pacientes afectados de TVM que requirieron laparotomía, toracotomía o craneotomía.

En la UCI la tensión arterial es monitorizada en el 14,8% de los pacientes y no existen protocolos de tratamiento. La mayoría de los pacientes ingresados en la UCI fueron pacientes con lesiones cervicales completas (ASIA A). Esta subpoblación presentó medias de ISS muy altas y una tasa de mortalidad hasta 9,6 veces superior a la del resto de pacientes de la serie (57,7% frente a 6,0% en la población hospitalizada en Sala).

En ese sentido, la flexibilización del "pago-previo" en pacientes críticos parece beneficiar solo a los enfermos más críticos quienes probablemente fallecerán pese al tratamiento médico-quirúrgico disponible y no contempla a enfermos hemodinámicamente estables con lesiones incompletas que fueron ingresados en sala de hospitalización por insolencia y que, según sugiere la evidencia y el consenso internacional, podrían mejorar de clase neurológica y recuperarse con menor tasas de discapacidad si recibiesen cirugía precoz.<sup>74,102</sup>

## 6.3. ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS TOTALES

Los efectos benéficos de la cirugía precoz sobre los resultados neurológicos es un tema que continúa en constante debate, pero el consenso general actual es que la cirugía precoz es beneficiosa pues mejora el pronóstico del paciente.<sup>35,74,98,118-120</sup>

En aras de entender mejor los factores que imposibilitan la práctica de cirugía precoz en MOI, recolectamos los tiempos en días desde el momento del traumatismo hasta el acto quirúrgico. Este es el primer estudio publicado que contempla los tiempos desde el traumatismo hasta la cirugía en un país africano. En nuestros resultados, los subgrupos metropolitano (<100km de Dar es Salaam) y rural (>100km de Dar es Salaam) tuvieron distribuciones normales y fueron homogéneos (test de Kolmogorov-Smirnoff) lo que nos permite establecer ciertas comparaciones.

La **Figura 47** es una línea de tiempo en donde se muestran los tiempos totales para ciertos grupos de interés. Según nuestros resultados, desde el momento del traumatismo hasta la intervención quirúrgica, el retraso más importante en el manejo de los pacientes afectados de traumatismos vertebromedulares son los días que transcurren desde el ingreso a MOI hasta la intervención quirúrgica.

A continuación, discutiremos sobre tiempos prehospitales y hospitalarios, y sobre los factores que alargan o acortan dichos tiempos.

### 6.3.1. Tiempos prehospitales

El manejo pre-hospitalario y el traslado de pacientes fue muy heterogéneo. Pese al cuestionario detallado que respondían las familias a su ingreso al Departamento de Emergencias, algunos aspectos del manejo prehospitalario persisten complicados de elucidar para el investigador.

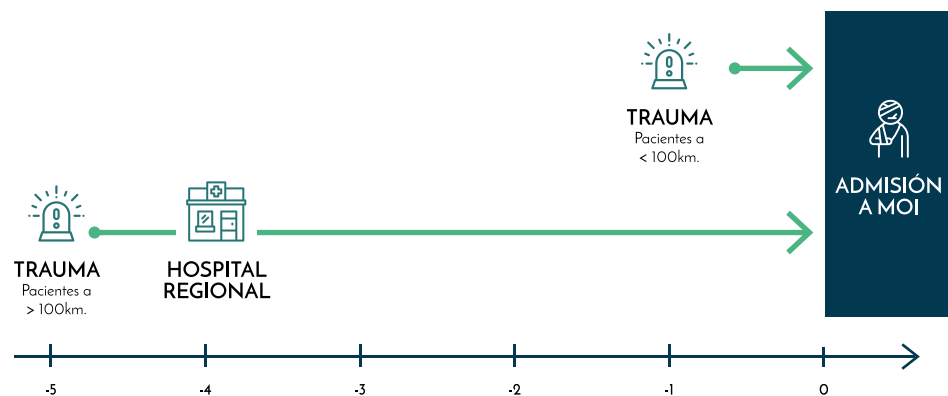
Por un lado, el autor considera que ciertos pacientes que provienen del área de Dar es Salaam (<100km) recibieron un traslado hospitalario relativamente adecuado según las recomendaciones internacionales aceptadas.<sup>121</sup> Estos pacientes tardaron una mediana de 1 día en llegar a MOI. El 29,7% de ellos fueron trasladados en ambulancia (14,4% del total) y el 19,2% fueron inmovilizados durante el traslado.

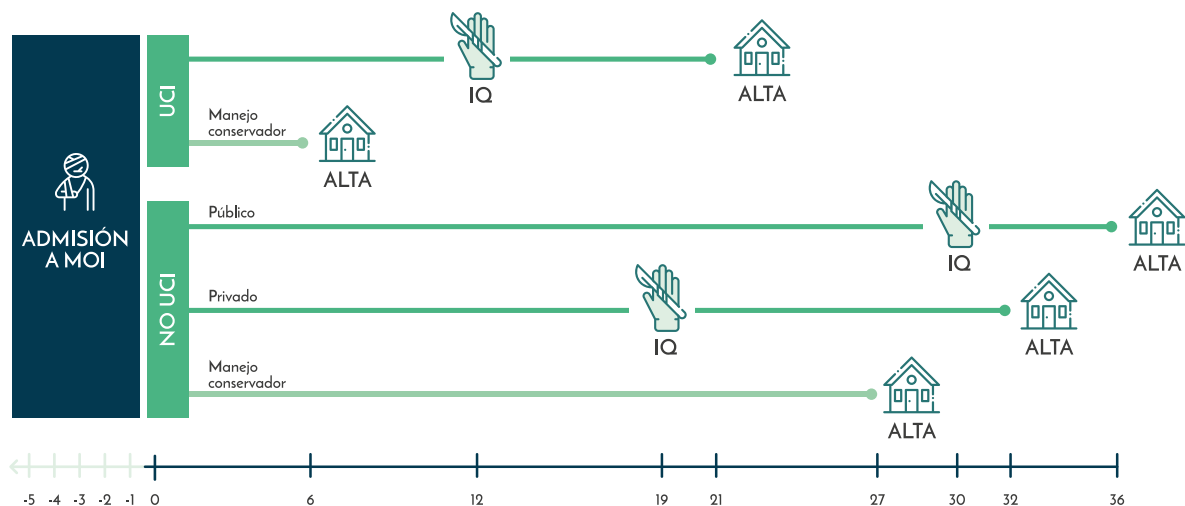
Por otro lado, los pacientes que provenían de regiones remotas tardaron significativamente más tiempo en ingresar al hospital. La mayoría de estos enfermos fueron inicialmente trasladados a hospitales regionales desde donde fueron posteriormente derivados a MOI. Dichos pacientes fueron retenidos

en los hospitales regionales una media de  $7,93 \pm 13,75$  días. A nuestro saber, ninguno de ellos requirió estabilización hemodinámica o cirugía en el hospital regional. El 23,75% de ellos llegó a MOI con radiografías de columna hechas.

El motivo de la retención en el hospital regional es desconocido, pero el investigador propone las siguientes hipótesis: (1) que los pacientes deben haber sido admitidos para estabilización y diagnóstico y sufrido los retrasos que caracterizan al sistema sanitario existente; (2) que probablemente la falta de conocimiento por parte de los médicos regionales sobre la importancia de referir precozmente a estos enfermos favorezca aún más la existencia de dicho retraso y (3) que la falta de transporte medicalizado entre regiones obligue a los pacientes a ser transportados por sus familias en transporte público o privado o una combinación de los anteriores.

Finalmente, en este estudio ningún paciente proveniente de distancias  $>100\text{km}$  presentó inestabilidad hemodinámica ni requirió soporte ventilatorio. Todos los pacientes ingresados en la UCI con inestabilidad hemodinámica y lesiones cervicales completas provinieron de la región de Dar es Salaam ( $<100\text{km}$  de distancia de MOI). Esto nos obliga a pensar que un gran número de pacientes falleció en el hospital regional o durante el traslado por falta de soporte ventilatorio, inadecuada restricción a la movilidad espinal o lesiones secundarias. Dado que ambas subpoblaciones (metropolitana y rural) fueron homogéneas, estimamos que al menos unos 45 pacientes fallecieron previa admisión en MOI por estos motivos. La cantidad de pacientes que falleció previo su llegada al hospital regional es incalculable.





En esta línea de tiempo el ingreso a MOI representa el día 0. Los tiempos prehospitalarios son expresados en días negativos. Obsérvese la retención de 4 días (mediana; IQR 1-9) que sufrieron los pacientes rurales. Después del ingreso en MOI, dos factores redujeron el tiempo hasta la cirugía. El primero fue la Hospitalización en la UCI. Los pacientes tardaron una mediana de 12 días en recibir tratamiento quirúrgico. Estos pacientes tuvieron un curso clínico tórpido con una tasa de mortalidad elevada (41,5%), a pesar de la cirugía. El otro grupo que recibió cirugía antes fueron los pacientes con seguro privado. Estos pacientes fueron operados, en promedio 11 días antes que los pacientes públicos.

Figura 47. Línea de tiempos registrados desde el traumatismo hasta el alta de los pacientes.

### 6.3.2. Tiempo hasta la cirugía

El tiempo promedio desde el ingreso hasta la cirugía fue de  $28,4 \pm 2,1$  días. De acuerdo con nuestros resultados, esta demora representa aproximadamente entre el 65-98% del tiempo total desde el traumatismo hasta la cirugía. En este sentido, en la actualidad en MOI no se practica cirugía precoz, independientemente de cuando tarden los pacientes en llegar al hospital. El investigador opina que la propuesta actual de practicar cirugía precoz es, en la mayoría de contextos de países en vías de desarrollo, aún imposibles de estandarizar.<sup>51,122</sup> La evidencia más clara en contra de la eficiencia del actual circuito de pacientes en MOI es que en este estudio ningún paciente recibió cirugía antes de la primera semana de hospitalización. El único estudio publicado en la literatura que estudió el tiempo hasta la cirugía en algún país africano fue conducido por Conradsson et al en Sudáfrica y describe una media de 9,93 días (mediana 7; IQR 0-45) hasta la cirugía.<sup>123</sup>

Respecto a los tiempos por subgrupos, en MOI no existe un protocolo establecido para la indicación quirúrgica. La misma está fuertemente influenciada por las preferencias individuales del cirujano tratante. Dichas preferencias no siempre parecieran desprenderse de recomendaciones basadas en evidencia y aceptadas internacionalmente. Ciertos factores (como la edad del paciente, los días transcurridos desde el traumatismo, el tipo de fractura y la lesión neurológica completa/completa) no son habitualmente utilizados en MOI para discriminar los pacientes que requieren cirugía preferente frente a aquellos pacientes que no.

Por ejemplo, los pacientes con lesiones neurológicas incompletas (ASIA B-E) no fueran claramente priorizados frente a otros pacientes con lesiones neurológicas completas (ASIA A). Además, nuestros resultados sugieren que son precisamente los pacientes con lesiones ASIA B-D los que se benefician más del tratamiento quirúrgico.<sup>95,118,124,125</sup> Es razonable conjeturar que dichos pacientes ASIA B-D deberían ser priorizados para recibir cirugía cuanto antes fuere posible.<sup>126</sup>

	Tiempo hasta cirugía (días)		
	Media	SD	Mediana
Paciente con lesión completa (ASIA A)	24,9	16,8	23
Paciente con lesión incompleta (ASIA B-E)	30,6	21,1	23

**Tabla 34.** Tiempo hasta cirugía según ASIA al ingreso.

En ese sentido, es probable que el principal efecto deletéreo de la ausencia de protocolo no sea realmente prolongar el tiempo hasta la cirugía sino más bien, prolongar el tiempo hasta la cirugía en aquellos pacientes con mayor potencial de recuperación (lesiones incompletas, fracturas tipo A, pacientes jóvenes...), quienes ante la falta de guías terapéuticas pasan desapercibidos ante los ojos del equipo médico en MOI.

Por otro lado, los pacientes que disfrutaron de financiación privada (seguro, mutua...) recibieron todos los tratamientos sin esperar al pago-previo. Estos pacientes recibieron neuroimágenes, diagnósticos y tratamiento quirúrgico antes que los pacientes públicos. En la **Figura 47** se observa como la mediana de pacientes privados recibió cirugía 11 días antes que la mediana de pacientes públicos.

Respecto a los retrasos, el 46,9% de los retrasos quirúrgicos fueron debidos a problemas asociados a la "solvencia" de los pacientes. Muchos de estos pacientes tenían diagnóstico e indicación quirúrgica, pero a falta del pago-previo no se programó la intervención hasta días o semanas después. El paciente con mayor retraso fue un varón de 22 años con una fractura tipo A3 en segmento lumbar, ASIA C quien recibió cirugía 183 días después del ingreso por insolvencia.

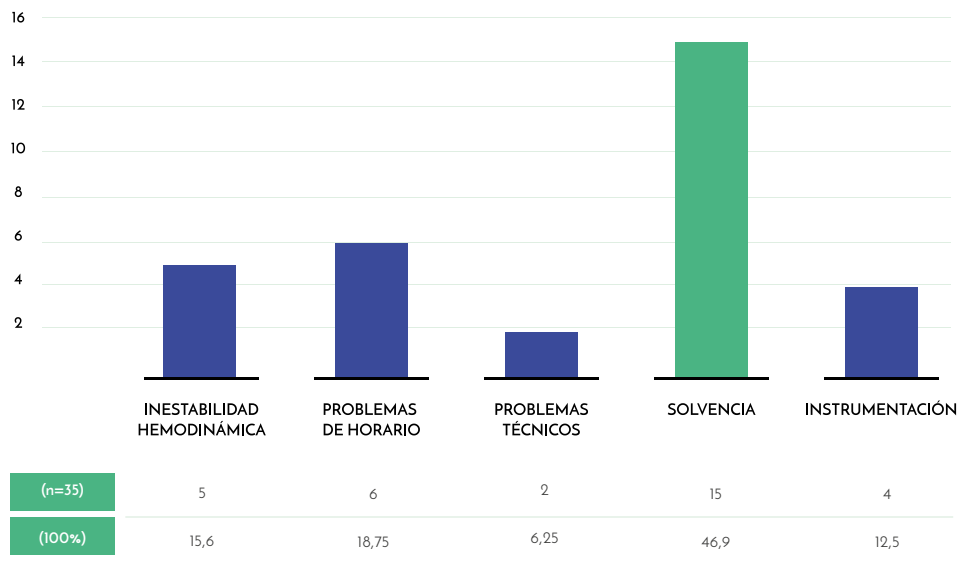


Figura 48. Motivo de retraso en la programación quirúrgica.

Respecto a los pacientes ingresados en la UCI, la interpretación de los resultados debe realizarse cuidadosamente. Estos pacientes fueron inmediatamente ingresados en la UCI, permitiéndose el pago diferido. En general, se trata de pacientes críticos con puntajes ISS significativamente superiores y necesidad de soporte ventilatorio y hemodinámico. Muchos de ellos recibieron cirugía exploratoria abdominal y/o torácica.

Si bien los pacientes ingresados en la UCI recibieron cirugía significativamente antes que los pacientes ingresados en las salas de hospitalización, la evolución neurológica en este subgrupo no fue superior a la de la población en general. De hecho, discutiremos más adelante sobre como pese a recibir cirugía antes, estos pacientes tuvieron una tasa de mortalidad y de complicaciones significativamente superiores a la población general.

Consideramos que el factor más importante en alargar el tiempo a la cirugía es la modalidad de pago-previo bajo la que opera el hospital. Evidencia adicional de que la modalidad de pago-previo es contraproducente en acortar tiempos hasta la cirugía es que (1) los únicos factores asociados con reducción del tiempo hasta la cirugía en este estudio fueron la financiación privada y el ingreso en la UCI (pacientes que fueron exonerados del pago previo) y (2) la principal causa de retrasos quirúrgicos fue la insolvencia del paciente.

En resumen, los resultados de esta tesis sugieren que los prolongados tiempos hasta cirugía reportados se deben principalmente a (1) la insolvencia de los pacientes afectados y (2) un circuito hospitalario ineficiente.

## 6.4. CIRUGÍA

### 6.4.1. Indicación quirúrgica

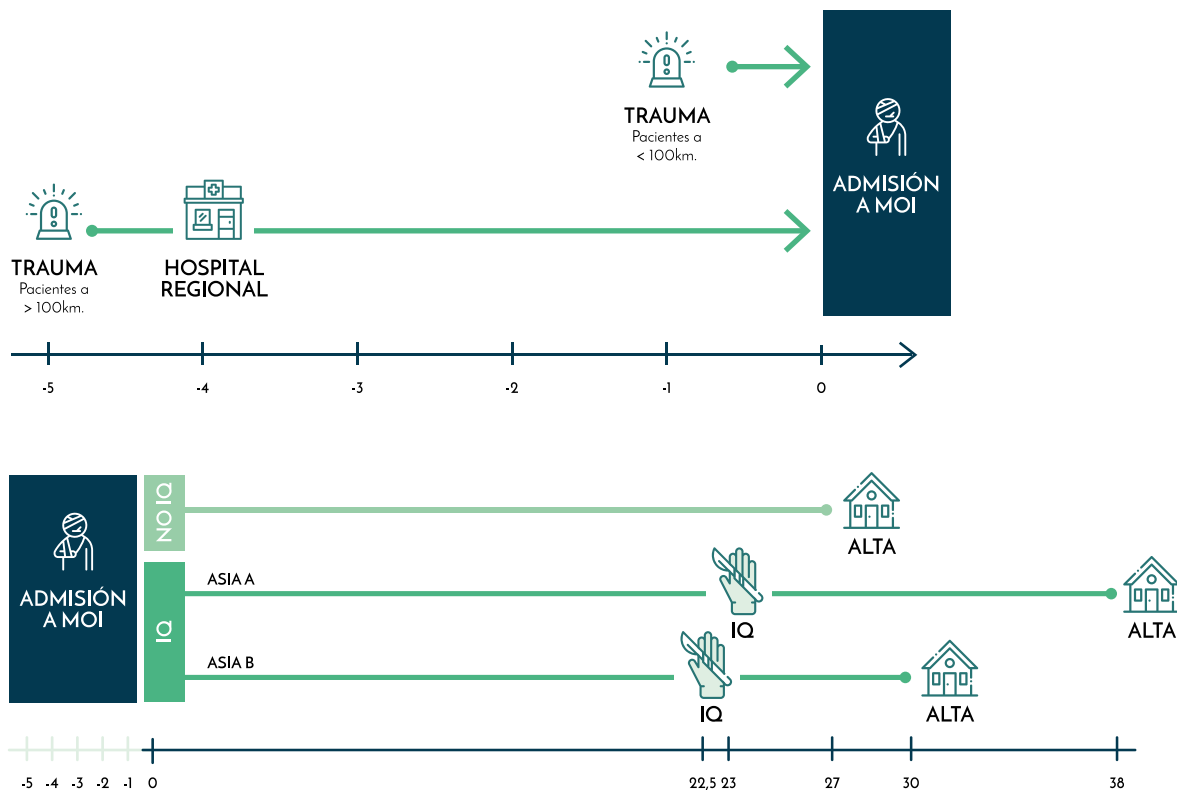
Existen ciertas variables que predicen una evolución neurológica favorable en los pacientes afectados de TVM.<sup>58,69</sup> De acuerdo a un estudio conducido en Europa, los pacientes jóvenes, con menos comorbilidades y sin otras lesiones traumáticas presentan menores tasas de mortalidad.<sup>127</sup> Es importante la identificación de dichas variables para seleccionar adecuadamente a los pacientes que recibirán tratamiento quirúrgico, especialmente en un entorno donde la práctica de la cirugía precoz no está estandarizada.

Según algunos autores, las lesiones cervicales superiores (C1-C3), lesiones neurológicas completas (ASIA A), pacientes con contusión medular hemorrágica o edema medular en >3 segmentos vertebrales presentan la tasa de mejoría más baja a los 6 meses.<sup>128</sup> Otros autores mencionan que los pacientes con lesiones cervicales incompletas por debajo de C4 pueden mejorar clínicamente hasta la recuperación completa.<sup>85</sup>

A nivel toracolumbar, se recomienda la cirugía en pacientes con fracturas inestables o en estallido o fracturas con lesiones de distracción/rotación (AO Spine B o C). También está recomendada la cirugía en pacientes con lesión completa del ligamento vertebral común posterior (LVCP).<sup>88</sup>

En este estudio recibir tratamiento quirúrgico (sí/no) fue independiente de las siguientes variables: status público/privado, edad, mecanismo de lesión, lesión completa/incompleta o grado ASIA. La no-priorización quirúrgica del enfermo con lesión incompleta fue inicialmente reportada por nuestro grupo en 2019.<sup>58</sup> En este estudio recibieron cirugía el 48,8% (n= 63) de pacientes con lesiones completas (ASIA A) y el 42,5% (n=57) de pacientes con lesiones incompletas (ASIA B-E).

Estos datos explican explícitamente la realidad local en MOI: aún en la actualidad, no existe protocolo quirúrgico establecido y la indicación quirúrgica está basada en la preferencia de los cirujanos y sus criterios de urgencia basados en experiencia personal.



En esta línea de tiempo el ingreso a MOI representa el día 0. Los tiempos prehospitalarios son expresados en días negativos. Se añaden los grupos de pacientes con lesión neurológica completa e incompleta. La diferencia del tiempo hasta la cirugía no fue estadísticamente significativa.

Figura 49. Línea de tiempos registrados desde el traumatismo hasta el alta de los pacientes.

## 6.4.2. Técnica operatoria

Las técnicas quirúrgicas, abordajes y el *armamentarium* tecnológico y protésico en MOI es limitado. Pese a ello, se provee tratamiento adecuado a muchos pacientes intervenidos. Comentaremos según segmentos vertebrales:

- El material disponible para la instrumentación cervical son tornillos de masas laterales y barras de titanio. Así pues, las **fracturas cráneo-cervicales** carecen de material protésico específico. No se disponen de barras para fusión cráneo-cervical ni de tornillos largos para estabilización atlantoaxoidea. Además, la poca familiarización con el craneostato de Mayfield, la inexistencia de las ortesis de inmovilización craneocervical y el escaso soporte médico disponible para lesiones cervicales altas dificulta globalmente el manejo de estos enfermos.
- El tratamiento de **fracturas cervicales bajas (C3-C7)**<sup>129</sup> se realiza por vía posterior con artrodesis trans-masa lateral y laminectomía descompresiva. Algunos casos han sido abordados



por vía cervical anterior. Para la sustitución de disco o cuerpo vertebral se utilizó cresta ilíaca en todos los casos. La falta de placas largas de fusión cervical anterior limita la realización de corpectomías de más de un nivel. Estos pacientes son inmovilizados con ortesis rígidas durante 1-3 meses postoperatorios. Pese a las limitaciones descritas, el tratamiento de este tipo de fracturas fue por lo general técnicamente adecuado.

- El tratamiento de las **fracturas torácicas y lumbares** se realizó siempre mediante artrodesis transpedicular y descompresión posterior. La mayoría de autores recomiendan la fusión del nivel afectado y dos segmentos hacia craneal y hacia caudal; especialmente en casos de disrupción del LVCP.<sup>130</sup> Sin embargo, en nuestro estudio siempre se fusionó la vertebra afectada y solo un segmento craneal y otro caudal. Esta cuestionable práctica fue establecida *de facto* por los cirujanos de MOI como medida necesaria para reducir costos quirúrgicos para el paciente y tiempo quirúrgico de intervención.

Los abordajes toracoscópicos anteriores y torácicos laterales (costo-transversectomía descompresiva) no están disponibles por déficits tecnológicos y de entrenamiento, respectivamente. Los abordajes lumbares anteriores y laterales para fracturas bajas tampoco son practicados habitualmente por falta de materiales quirúrgicos.

## 6.5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EVOLUCIÓN DEL PUNTAJE ASIA

En nuestro estudio se encontró que influían sobre la evolución ASIA las siguientes variables: puntaje ASIA al ingreso, nivel de la lesión, distancia desde el sitio del trauma, cirugía (sí/no) y estatus público/privado. A continuación, discutimos sobre cada una de estas.

### 6.5.1. ASIA al ingreso

De acuerdo con otros autores, en nuestro estudio los pacientes con lesiones ASIA A experimentaron escasa mejoría pese a recibir cirugía.<sup>31,35,36,124</sup> Sufrir una lesión neurológica completa predice una pobre respuesta al tratamiento quirúrgico.<sup>124,128</sup>

En nuestro estudio multivariante, las lesiones grado ASIA B-D estuvieron asociadas a mejoría del puntaje ASIA, al compararlas con las lesiones ASIA A ( $p=0,02$ ). Estos cambios son aún más acusados al comparar los subgrupos quirúrgicos. Esto nos obligó a mirar más de cerca la evolución neurológica de los pacientes operados según su puntuación ASIA al ingreso.

## 6.5.2. Nivel de la lesión

El nivel de la lesión torácica y lumbar estuvieron asociados con mejor pronóstico del ASIA al alta ( $p \leq 0,01$ ). Esto se explica por la alta prevalencia de lesiones cervicales completas que presentaban alta mortalidad y escasas esperanzas de mejoría neurológica. Estos hallazgos ya fueron descritos previamente en la literatura regional<sup>[28,111,131]</sup> y la población de enfermos con necesidad de soporte ventilatorio en África ya fue descrita por Joseph et al como un subgrupo de alto riesgo,<sup>102</sup> teniendo hasta 40 veces más posibilidades de fallecer en el primer año que pacientes similares en países desarrollados.<sup>20</sup>

## 6.5.3. Distancia desde el sitio del trauma

Los pacientes que provenían del área metropolitana presentaron significativamente mayor mejoría neurológica frente a los pacientes rurales ( $p=0,032$ ), pese a que la diferencia entre los tiempos desde el traumatismo hasta la cirugía no hayan sido significativos entre ambos grupos.

En búsqueda de otros factores que expliquen esta diferencia significativa, podríamos pensar que la longitud y condiciones del traslado de pacientes rurales hayan deteriorado el estado clínico del paciente, contribuyendo a peores evoluciones del puntaje ASIA entre pacientes rurales.

En contrapartida, es válido destacar que ningún paciente crítico con lesiones cervicales completas fue recibido en el grupo rural. Estos pacientes -únicamente en el grupo metropolitano- (ASIA A) presentaron una alta mortalidad y experimentaron escasa mejoría de la puntuación ASIA. Dichos pacientes condicionan un sesgo de selección que debería disminuir la mejoría estadística en el grupo metropolitano.

En nuestra opinión, la resolución de este planteamiento yace en reconocer que los pacientes metropolitanos con lesiones incompletas (ASIA B-D) -quienes probablemente fueron transportados bajo mejores condiciones, distancias más cortas y de menores duraciones- mejoraron de manera suficientemente significativa como para compensar por los pacientes críticos ASIA A. Los tamaños muestrales no permitieron aislar la distancia de factores de confusión en un estudio de regresión logística.

## 6.5.4. Clasificación radiológica de la AO Spine

Las fracturas tipo C (fracturas con translación y estenosis traumática del canal raquídeo) estuvieron asociadas a peor pronóstico neurológico con un RR de 5,8 a no presentar cambios favorables en el puntaje de ASIA al final del estudio ( $p=0,04$ ).

### 6.5.5. Cirugía

En nuestro estudio, el 20,0% de los pacientes que recibieron cirugía presentaron mejoría del puntaje ASIA al alta. Esta cifra es únicamente comparable con el estudio de Ojo et al, la única otra publicación que ha estudiado las tasas de recuperación neurológica postquirúrgica en África, según la cual el 25,7% de enfermos que recibieron cirugía presentaron mejoría neurológica a los tres meses de seguimiento.<sup>35</sup>

Pese a que la cirugía aislada no fue un factor asociado a la mejoría del puntaje ASIA, nuestro estudio sugiere que el tratamiento quirúrgico tardío del traumatismo vertebromedular tiene un impacto positivo en los enfermos. Existió una tendencia clara en la que los pacientes quirúrgicos mejoraron más que los tratados de manera conservadora (ver **Figura 39**). Comparando ambos grupos, el riesgo relativo (RR) de presentar cambios positivos en el puntaje ASIA fue de 1,15 para el grupo quirúrgico y de 0,83 para el grupo no quirúrgico.

Probablemente, los efectos de la cirugía -como variable aislada- sobre el puntaje ASIA quedan minimizados por el largo tiempo de espera hasta la cirugía. En el subgrupo que no recibió cirugía, las diferentes evoluciones del puntaje ASIA entre pacientes con lesiones completas e incompletas no fue estadísticamente significativo. Sin embargo, en el subgrupo que sí recibió cirugía, el 34,1% de los pacientes con lesiones incompletas presentó mejoría neurológica frente al 14,3% de los pacientes con lesiones completas ( $p=0,019$ ).

Esto sugiere nuevamente que los pacientes con lesiones neurológicas incompletas sí se benefician de la cirugía tardía. Al comparar ambos grupos (ASIA A y ASIA B-D), la cirugía demostró ser un factor protector con un odds-ratio (OR) de 3,103 en los pacientes que recibieron cirugía presentando lesiones neurológicas incompletas (ASIA B-D).

Como ejemplo, cabe destacar que habría que tratar quirúrgicamente a 154 enfermos ASIA A para que uno tenga una evolución favorable del puntaje ASIA, frente a 11 enfermos ASIA B-D. En nuestro estudio, fueron los enfermos con lesiones neurológicas incompletas (ASIA B-D) quienes más se beneficiaron de la cirugía tardía y de este postulado se desprenderá una de nuestras recomendaciones más importantes.

### 6.5.5 Financiación pública o privada

Pese que los pacientes privados fueron operados significativamente antes que los públicos, ninguno fue

operado antes de la primera semana. Esto sugiere que salvo que el tiempo hasta la cirugía se reduzca drásticamente, no se observa cambio respecto al resultado neurológico.

No encontramos relación estadística significativa entre la de mejoría del puntaje ASIA y el género del paciente, el estatus público/privado ( $p=0,579$ ), el mecanismo de lesión o el tiempo de espera hasta la cirugía ( $p=0,27$ ) y recibir cirugía ( $p=0,473$ ).

La **Tabla 35** contiene medidas del valor p para nuestras principales variables de estudio.

	Cirugía (sí/no)	Tiempo hasta IQ	Diferencia en ASIA	Mortalidad
	(bivariante)	(bivariante)	(multivariante)	(multivariante)
Cirugía (sí/no)	NS	NS	NS*	Si
Diferencia en ASIA (sí/no)	NS	NA	NA	Si
Nivel de lesión	0.041	NS	0.001	0.001
Grado ASIA	NS	NS	0.020	0.002
UCI (sí/no)	NS	0.001	NS	0.001
Público/Privado	NS	0.018	NS	NS
Edad	NS	NS	NS	NS
Lesión neurológica: completa/incompleta	NS	NS	0.001	0.002
Distancia a MOI	NS	NS	0.032	NS

NS= No significativo; NA= no aplicable; \*= resultado significativo en subgrupos

**Tabla 35.** Medidas de p-valor para variables de resultado primario y su asociación con las variables (factores) más significativas.

## 6.6. MORTALIDAD

Varios factores han sido asociados con el aumento de la mortalidad en el TVM.<sup>1,4,132</sup> Los pacientes con fracturas vertebrales sin clínica neurológica son más propensos a sufrir de broncoaspiración, tromboembolismo pulmonar por embolia grasa e infección en caso de fracturas abiertas.<sup>2</sup> Las fracturas asociadas a déficit neurológico aumentan el riesgo de encamamiento prolongado, úlceras de presión<sup>106</sup>, miopatía, tromboembolismos venosos profundos y lesiones secundarias. Finalmente, los pacientes con fracturas cervicales altas requieren soporte ventilatorio durante el traslado y pueden presentar severas alteraciones hemodinámicas, crisis disautónomas, trastornos de la deglución y disociación respiratoria, entre otras.

Según Galeiras Vázquez et al, las complicaciones respiratorias son la principal fuente de morbilidad y mortalidad en los pacientes afectados de traumatismos vertebromedulares.<sup>133</sup> Según algunos estudios, hasta 36-83% de los pacientes afectados de TVM presentarán complicaciones como atelectasias, neumonías broncoaspirativas y fallo respiratorio agudo.<sup>134,135</sup> En países desarrollados ha sido reportada la tendencia creciente a fracturas cervicales altas (C1-C4) con la consecuente dependencia de ventilación mecánica asistida.<sup>1,5</sup>

Según nuestros resultados, los factores que predicen mayor mortalidad en pacientes afectados de TVM son la lesión cervical ( $p \leq 0,01$ ), lesión neurológica ASIA A ( $p = 0,002$ ), las fracturas tipo AOSpine C ( $p = 0,04$ ) y el ingreso en la UCI ( $p \leq 0,01$ ). Estos hallazgos son respaldados por abundante literatura relevante.<sup>1,4,120</sup>

De hecho, en nuestro estudio el 89,7% de los fallecimientos se trató de lesiones cervicales; el 86,2% de los pacientes fallecidos presentó lesiones neurológicas ASIA A y el 51,7% de los mismos estuvo ingresado en la UCI. Nuevamente, se logra tipificar a la población de enfermos críticos con puntuaciones ISS altas, fracturas cervicales y lesiones neurológicas completas que provenían en su totalidad del área metropolitana.

La **Tabla 36** compara la mortalidad y las diferencias en ASIA entre las poblaciones metropolitana y rural.

	Mortalidad	Diferencia en ASIA	Lesiones cervicales altas (C2-C4)	ISS media (SD)
Metropolitanos (<100km de Dar es Salaam)	14.9%	21,9%	28	4 (0-35)
Rurales (>100km de Dar es Salaam)	7.5%	11,9%	0	1 (0-5)

**Tabla 36.** Comparación de poblaciones según distancia a MOI.

Así pues, la población metropolitana presentó mayor tasa de mortalidad y mayor cambio positivo del ASIA al alta. Este hallazgo, que inicialmente parece contradictorio, se explica por la pérdida de enfermos críticos de origen rural. No se registró la causa de muerte de estos enfermos, pero alineado con el citado trabajo de Galeiras Vázquez,<sup>126</sup> el investigador especula que que el soporte ventilatorio deficiente tuvo un papel significativo en el fallecimiento de tantos pacientes en la UCI.

### 6.6.1. Cirugía y reducción de la mortalidad

En nuestro estudio, el principal factor asociado con reducción de la mortalidad fue la cirugía, actuando como factor protector con un OR 3,1. Así lo señalan también varios autores.<sup>45,99,103,120</sup> Como señalan nuestros resultados, la mortalidad en los pacientes que recibieron cirugía fue 3,22 veces menor que en los pacientes tratados de manera conservadora.

Ahora bien, la relación entre cirugía y mortalidad no es axiomática. Dadas las condiciones del sitio de estudio y la ausencia de protocolo, es probable que los grupos estén sesgados, en especial durante la selección para tratamiento quirúrgico. Por eso, en aras de establecer recomendaciones basadas en evidencia es importante matizar parte de nuestros resultados:

Por un lado, cabe mencionar que aproximadamente la mitad de pacientes fallecidos murieron en la UCI. De los pacientes fallecidos en sala de hospitalización, el 75% habían estado previamente ingresados en la UCI. Es decir, que más del 85% de los pacientes fallecidos ingresó inicialmente a la UCI. Entre los pacientes que estuvieron ingresados y fallecieron en la UCI, el 88% presentaron fracturas cervicales y el 70% de ellos presentaron lesiones ASIA A. Los pacientes con lesiones cervicales que ingresaron en la UCI fueron, sin lugar a duda, el grupo de mortalidad más elevada.

La mortalidad en este subgrupo no fue estudiada independientemente por ser los grupos muy pequeños, pero dadas las condiciones locales, la muerte de estos enfermos se debe a inestabilidad hemodinámica y fallo respiratorio agudo y ocurre tanto en aquellos pacientes que recibieron cirugía como en los que no. Hallazgos similares fueron publicados por un estudio conducido en Shangai en 2011, donde estudiaron 1163 pacientes afectados de TVM cervical. En dicha muestra, "las fracturas cervicales superiores (C1-C3) mostraron una mortalidad más alta, independientemente de haber recibido cirugía ( $p=0,00$ )".<sup>136</sup> Las fracturas cervicales se asocian a mayor mortalidad en los primeros 3 meses post-traumatismo.<sup>1</sup> Otro punto para justificar dicha alta mortalidad es que la ventilación mecánica en enfermos de TVM es compleja y requiere de recursos, frecuentemente no disponibles en las UCIs africanas.<sup>55,137</sup> Así pues, específicamente en aquellos enfermos críticos con inestabilidad hemodinámica o necesidad de ventilación invasiva la cirugía no parece reducir la mortalidad.

Por otro lado, los pacientes que ingresaron a la UCI y sobrevivieron fueron pacientes con fracturas en niveles cervicales bajos ( $n=12$ ) o toracolumbares ( $n=5$ ), en su mayoría. Los pacientes ingresados en sala de hospitalización que fallecieron presentaron también en su mayoría fracturas cervicales. De los supervivientes a la UCI, el 75% presentó lesiones incompletas ( $p\leq 0,01$ ).

Esto parece sugerir que en el contexto de éste estudio la cirugía reduce la mortalidad únicamente en pacientes con fracturas torácicas y lumbares así como en pacientes en riesgo de sufrir lesiones secundarias y progresión de la lesión neurológica.

## 6.7. COSTOS

Se han realizado 14 estudios de impacto económico en 144 países en vías de desarrollo (según la definición del Banco Mundial).<sup>9,138</sup> Según algunos de estos autores, el problema del costo sanitario en países en vías de desarrollo empieza precozmente cuando las familias muchas veces no pueden pagar ni el transporte al hospital.<sup>139</sup> La cirugía urgente en países en vías de desarrollo puede significar costos catastróficos para el individuo y la familia.<sup>9</sup> Un gasto catastrófico es aquel que represente un 30% del ingreso mensual del individuo destinado a la salud.<sup>140</sup>

Un estudio conducido en Ghana en 2003 estudió los efectos socio-económicos de lesiones traumáticas severas y discapacidad de al menos 1 mes en las familias afectadas. El 64% de las familias refirió reducción del ingreso mensual familiar y el 41% recurrió a un préstamo. Además, en más de la mitad de las familias declinó la producción agraria de subsistencia y el 41% reportó disminución de la cantidad de alimento por persona debido a la discapacidad de un individuo de la familia.<sup>68,80,141</sup> En otros países en vías de desarrollo, las estimaciones indican que el costo sanitario del traumatismo puede significar más del 97% del PIB per cápita por paciente (14 veces más que en países desarrollados).<sup>9</sup>

En Tanzania, el ingreso medio individual por semana es de aproximadamente 10-25 euros/semana.<sup>142</sup> Solo el 8% de los habitantes tienen una cuenta bancaria y hasta el 61% de los habitantes utiliza una cuenta de dinero móvil.<sup>143</sup> Dichas cuentas móviles permiten la fácil movilización de pequeñas cantidades de dinero entre dispositivos móviles y son el medio de pago preferido de los tanzanos. Son cuentas diseñadas para la microgestión diaria y no están orientadas hacia el ahorro o la inversión.<sup>144</sup>

Inesperadamente, las familias deben acumular el dinero para pagar los costos derivados de la hospitalización y cirugía, los que según nuestro estudio fueron en promedio de 952,4 euros, lo que representa entre 38,5 y 65,4 semanas de trabajo individual (para mantener los términos previos esta cantidad representa entre el 74-125% del PIB per cápita). El estudio de Nyberger et al señaló que el 65,8% de las familias tanzanas con un miembro en necesidad de cirugía se encuentran en riesgo de incurrir en gastos catastróficos. Además, el 85,5% incurrirá en gastos empobrecedores al cabo de 3 meses.<sup>145</sup>

Este devastador impacto financiero explica porque en África del Este los costos sanitarios son usualmente el factor más relevante cuando se valora el *timing* quirúrgico; cuando se pregunta qué prueba de imagen es la más adecuada, qué tratamiento o qué técnica quirúrgica es la más apropiada para el manejo de un paciente. La valoración individualizada de cada paciente obliga al cirujano a considerar en qué costos puede incurrir la familia y si, dada la condición clínica del enfermo, es una decisión socio-económicamente "rentable", pues tendrá fuerte impacto en cada individuo de la familia..

## 6.8. SOBRE LA NECESIDAD DE PROTOCOLOS: NEUROIMAGEN

Actualmente en el Instituto Ortopédico Muhimbili no existe un protocolo de diagnóstico por neuroimagen para los pacientes con traumatismos vertebromedulares. La indicación de imágenes diagnósticas es hecha por el cirujano tratante exclusivamente y los estudiantes/residentes indican pruebas de imagen según la preferencia de sus cirujanos tratantes. Disponer de un protocolo para todos los pacientes aliviaría la toma de decisiones entre los estudiantes/residentes de MOI y reduciría el tiempo hasta la cirugía.

Algunas de las recomendaciones más aceptadas en la literatura son las siguientes:

### 6.8.1. Despistaje cervical

Según el estudio NEXUS, la radiografía cervical simple se indica en todo paciente traumático salvo que cumpla los siguientes 5 criterios: ausencia de dolor cervical, no evidencia de intoxicación, adecuado nivel de conciencia, ausencia de focalidad neurológica y ausencia de lesiones que puedan enmascarar el dolor cervical.<sup>146</sup> Los detractores del NEXUS proponen una práctica liberal de radiografías cervicales a todo paciente traumático. Los autores observan que el NEXUS sólo tuvo una sensibilidad del 94,8% [95% CI: 92,1%-96,7%] detectando fracturas cervicales, especialmente en pacientes de la tercera edad y en traumas contusos.<sup>147</sup>

En MOI por lo general, se hace un uso empírico de unos criterios más permisivos que los sugeridos por el estudio NEXUS. El 75,3% de los pacientes recibió radiografía simple en el Departamento de Emergencia. No se encontró literatura regional que estudie el uso de técnicas de imagen en el manejo del trauma en África del Este con las que comparar nuestros resultados, pero creemos que la radiología simple debería practicarse liberalmente en el contexto de países en vías de desarrollo. (A esta opinión volveremos en **6.8.3. Selección de imagen diagnóstica**).

### 6.8.2. Despistaje toracolumbar

A diferencia de la columna cervical, para el despistaje toracolumbar no hay guías establecidas.<sup>148</sup> Sin embargo, se deben aplicar conceptos similares: pacientes con estados mentales confiables y ausencia de clínica neurológica o dolor pueden ser excluidos de una radiografía. Por contrapartida, pacientes que presenten dolor, trauma craneal, o mecanismo lesional de alta energía deberían recibir exploración radiológica toraco-lumbar. Además, dada la frecuencia de fracturas multinivel, algunos autores recomiendan el despistaje toracolumbar en todo paciente con sospecha de fractura cervical.<sup>149</sup>

### 6.8.3. Selección de imagen diagnóstica

Habiendo establecido los criterios iniciales para el uso de la radiología simple en pacientes con TVM es importante diseñar un estudio radiológico adecuado para reconocer fracturas inestables y el grado de compresión sobre el canal raquídeo.

En MOI, la mayoría de pacientes reciben radiología simple y RM como segunda prueba diagnóstica. Solo 13 pacientes recibieron las tres exploraciones. Según mencionan, la RM se prefiere sobre el CT



-pese al costo más elevado- porque provee información más detallada de estructuras blandas (disco, sangre, ligamentos, compresión medular...) mientras provee cierta información sobre la alineación y estructura de la columna.

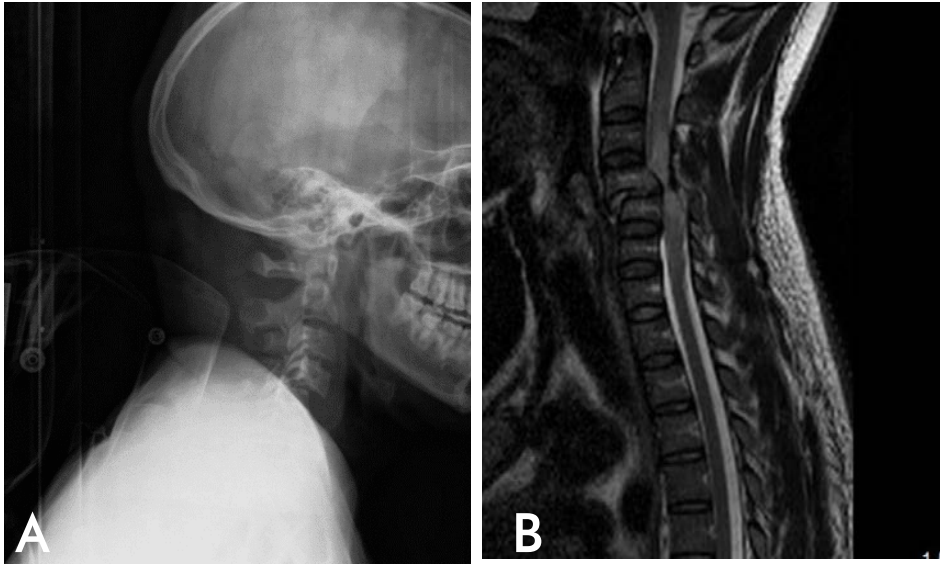
En la práctica, el cirujano se ve constantemente obligado a "gastar eficientemente" el dinero del paciente y la combinación "radiografías simples + RM" es la preferida. En MOI, la utilización del TC es secundaria a la RM, pese a que ello implique una peor caracterización de fracturas vertebrales complejas. Esta decisión ejemplifica hasta qué punto la clasificación de fracturas vertebrales AO Spine es poco útil en la práctica diaria en MOI.

En un entorno de recursos limitados se debería optimizar la radiología simple. Algunos autores sugieren que el uso de proyecciones oblicuas y transorales (para la columna cervical); y oblicuas y proyección de Swimmer (para la columna toracolumbar) podría proveer mayor información para la clasificación de las fracturas.<sup>148</sup> Quizás el uso de la TC podría reemplazarse con múltiples proyecciones radiológicas en ciertos pacientes.<sup>70</sup>

Sin embargo, la TC es considerada por muchos autores como la piedra angular de la radiología del TVM.<sup>71,130</sup> Se trata de una técnica más rápida que la radiología y la RM, y menos propensa a fallos técnicos.<sup>150</sup> En un entorno como MOI, el uso de la CT de cuerpo completo (columna toracoabdominal/pelvis) puede ser de utilidad en el diagnóstico vertebral y para el estudio de patología visceral traumática.

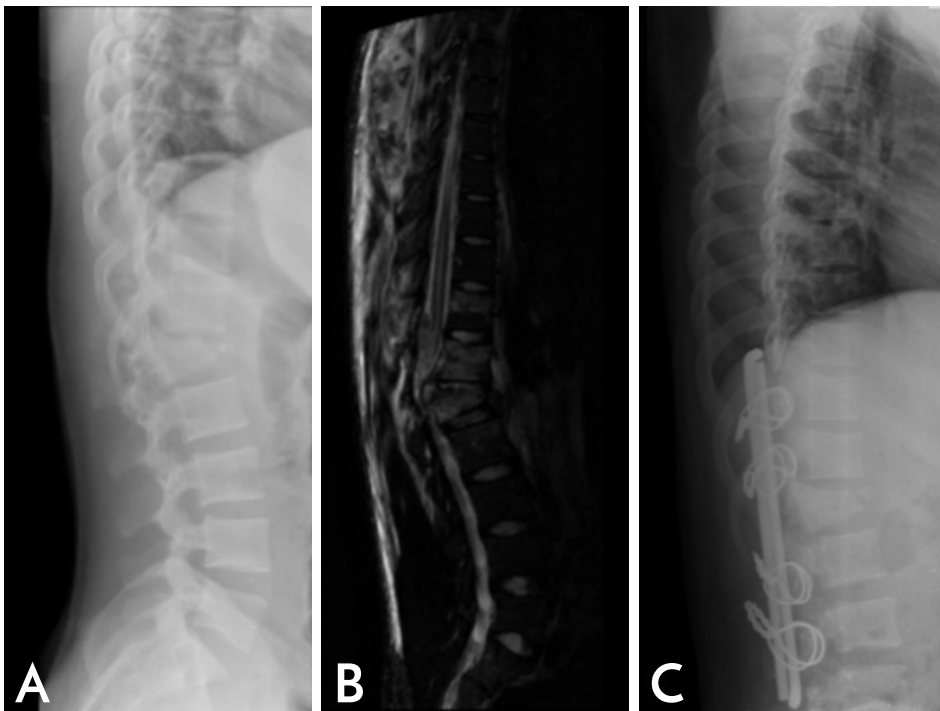
Por otro lado, el uso rutinario de la RM en el TVM es aún un tema de contienda. Ciertamente en la detección de lesiones ligamentosas, la RM es inequívoca con sensibilidades y especificidades de hasta el 91% y 100% respectivamente.<sup>151</sup> Sin embargo, la RM también tiene una alta tasa de falsos positivos en los que no se observa la lesión ligamentosa en el momento de la cirugía.<sup>71,83</sup> Otro fenómeno descrito es la existencia de una relación inversa entre la severidad de la fractura y la extensión de la lesión ligamentosa; en algunos pacientes las estructuras óseas pueden absorber gran cantidad de energía y deformarse tremendamente, reduciendo la tensión sobre estructuras blandas.

Recomendamos un protocolo que permita establecer recomendaciones para seleccionar la prueba de imagen óptima para indicar una cirugía rápidamente, intentando diagnosticar lesiones secundarias, preservando el patrimonio del paciente y reduciendo los tiempos hasta quirófano de forma segura (ver Capítulo 7: **Recomendaciones**).



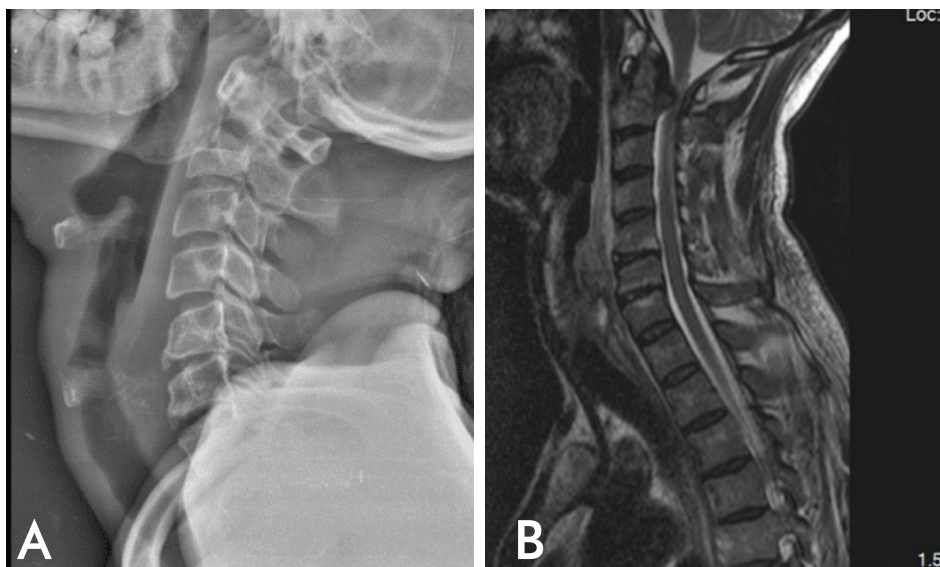
Hombre de 32 años, sufre AVM. Ingresa a MOI a las 3,5 horas del traumatismo en fallo respiratorio. A la vista no presenta signos de traumatismo, tirajes costales y rigidez cervical. La lesión neurológica es grado ASIA B, con nivel sensitivo en C4. En el estudio por radiología simple (A) se observa espondilolistesis traumática grado II-III en C4-C5 con fractura de pars interarticularis en C4-C5. Clasificación AO Spine C/F2. El estudio fue complementado con una RM (B) que muestra compresión medular extrema a nivel C4-C5 con herniación traumática y retrovulsión de C5 sobre el canal.

Figura 51. Caso Radiológico 1.



Hombre de 43 años. Sufre caída de más de tres metros de altura desde un árbol, cayendo sentado. A su llegada a MOI (4,5 horas después del traumatismo), consciente y orientado. Presenta dolor dorsal intenso y paraparesia con nivel sensitivo en D12, ASIA B. El estudio radiográfico (A) muestra una fractura por compresión AO Spine A3 asociada a una fractura de pars articularis C5-C6 y una lesión traslacional AO Spine C con retrolistesis de L1 sobre D12. La RM complementaria (B) muestra el grado extremo de compresión sobre la cola de caballo a nivel toracolumbar. La segunda radiografía (C) muestra el resultado luego de una laminectomía descompresiva y artrodesis mediante cerclajes transforaminales con alambre quirúrgico y barras de acero.

Figura 52. Caso Radiológico 2.



Hombre de 57 años es traído a MOI luego de colisión bus-motocicleta en la que el paciente era tercer pasajero de la moto. A su llegada, intubado, sedado, GCS5T. Acompañante refiere tetraplejía flácida desde el primer momento. La radiografía simple (A) muestra una correcta alineación vertebral. La clínica neurológica hace sospechosa la posible lesión de partes blandas. En la RM (B) se observa la avulsión traumática de los ligamentos atloaxoideos y el cruzado con compresión medular a nivel de C1-C2.

Figura 53. Caso Radiológico 3.

## 6.9. SOBRE LA NECESIDAD DE PROTOCOLOS: DECISIÓN QUIRÚRGICA

El tiempo hasta la cirugía y la mejoría neurológica no se relacionan aritméticamente.<sup>150</sup> A partir de cierto momento en el tiempo después de un TVM, el daño neurológico medular parece ser irrecuperable. En ese sentido, dados los tiempos extremadamente prolongados hasta la cirugía y la cantidad de factores externos que influyen sobre ellos (especialmente la solvencia y la distancia hasta el hospital); no pareciera rentable intentarlos optimizar parcialmente. Como comenta un estudio basado en datos africanos: "operar a estos pacientes el 14º día post-traumatismo o el 23º día es lo mismo de cara al pronóstico neurológico de estos pacientes".<sup>63</sup>

De hecho, en nuestro estudio, poblaciones heterogéneas que fueron operadas sistemáticamente antes (como los enfermos privados; operados en una mediana de 19 días), no presentaron mayor mejoría neurológica frente a los pacientes públicos (mediana de 30 días).

Parece recomendable protocolizar ciertos criterios de selección para la realización del acto quirúrgico en aquellos pacientes con más posibilidades de recuperación neurológica. En nuestro estudio los pacientes con lesiones neurológicas incompletas y fracturas AO Spine tipo C fueron quienes más mejoría neurológica presentaron.

Por otro lado, los pacientes con fracturas cervicales y lesiones neurológicas completas requieren un manejo complejo que actualmente no está disponible en MOI. En ese sentido, procurar operar antes a estos pacientes no necesariamente reducirá la alta mortalidad que presenta este subgrupo. Para mejorar el manejo de estos enfermos hace falta mejorar la capacidad de transporte, ingreso hospitalario y manejo médico del lesionado medular en la UCI, previo a considerar mejoras en el ámbito quirúrgico. En nuestro estudio fue el grupo que más frecuentemente recibió cirugía y también el grupo con la mortalidad más alta.

En resumen, creemos recomendable la construcción de un circuito rápido de cirugía del TVM en el que pacientes jóvenes, hemodinámicamente estables, con fracturas vertebrales (de preferencia tipo C) y lesiones neurológicas incompletas sean operados bajo subvención del DBS en las primeras 72 horas. Progresivamente, se podrá ampliar el costo de esta subvención (o diseñar progresivamente la tan necesaria modalidad de pago a posteriori) para incluir a más pacientes, y con suerte, que sea la norma en unos años.

## 6.10. VALOR DE ESTUDIO

1. Este es el primer reporte que estudia el resultado quirúrgico del TVM en África del Este. Los datos presentados en el presente manuscrito son cimiento de futuras publicaciones científicas y, con suerte, de nuevas políticas sanitarias que permitan un manejo más eficiente de estos enfermos.
2. El presente proyecto cuenta con apoyo de iniciativas internacionales (Weill-Cornell's Brain and Spine Center, Nueva York) y los resultados han sido activamente utilizados en el diseño de los protocolos hospitalarios actualmente vigentes en MOI.

## 6.11. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene ciertas limitaciones que se discuten a continuación.

1. MOI es el único centro hospitalario de Tanzania donde el tratamiento quirúrgico del TVM está disponible. El alcance del presente estudio está limitado al grupo de pacientes afectados de TVM que sobrevivió el tiempo suficiente para llegar al hospital. Por ello, resulta imposible calcular el número total de pacientes afectados de TVM en el país (estudios de prevalencia/incidencia), la mortalidad absoluta y la morbilidad absoluta.
2. Durante la recogida de datos estadísticos, los pacientes afectados de TVM eran indistinta-

mente tratados en MOI por dos equipos sanitarios: Neurocirugía y Traumatología. Muchos pacientes atendidos por traumatología no fueron notificados a los investigadores y por ende, no fueron incluidos en el presente estudio. Calculamos que el equipo de Traumatología debe haber tratado aproximadamente a 150 pacientes afectados de TVM durante el tiempo de nuestro estudio. Incluir a dichos pacientes hubiese permitido un tamaño muestral mayor que hubiese permitido extraer conclusiones más potentes al comparar subgrupos pequeños.

3. La falta de sistema informatizado hospitalario y censo electrónico de pacientes dificultó la recogida de datos durante los dos años en los que se llevó a cabo. Así pues, algunos datos fueron perdidos lo que, en ciertas comparaciones (como el análisis multivariante) limitó nuestra capacidad de obtener conclusiones significativas (ver sección 4: **Metodología**).

4. En la descripción de tiempos totales, no se recogió la fecha de adquisición de neuroimagen, dificultando nuestra comprensión sobre los motivos de retraso prequirúrgico.

5. El estudio actual cuenta con seguimiento hasta el momento del alta. Por un lado, los pacientes provenientes de ciudades remotas no pudieron viajar a Dar es Salaam para continuar controlándose con los cirujanos. Por otro lado, la mayoría de pacientes cuenta con móviles prepago y el seguimiento telefónico fue imposible. Creemos que esta limitación tiene dos consecuencias principales: por un lado, nos ha hecho infravalorar la tasa de mortalidad. Por otro, creemos que el porcentaje de pacientes que presentó un cambio favorable en el puntaje ASIA podría ser mayor con un seguimiento más apropiado.

6. La mayoría de los pacientes recogidos eran trabajadores ocasionales, sin un sueldo estable semanal y por ello sólo podemos contrastar los costes de la cirugía y hospitalización con cifras económicas generales sobre la población de Tanzania, no pudimos hacer un estudio de costo-beneficio.

# 7

## RECOMENDACIONES

Habiendo hecho el análisis de los **Resultados**, ofrecemos una lista de algunas recomendaciones prácticas basadas en la evidencia que se desprende de esta tesis doctoral. Estas recomendaciones no solo consideran (1) la estadística presentada en los **Resultados** de esta tesis, sino que son un esfuerzo por integrar los datos (2) al conocimiento práctico de los circuitos hospitalarios en el Instituto Ortopédico Muhimbili, habiendo (3) revisado la literatura pertinente sobre diferentes aspectos de la problemática sanitaria africana.

Indudablemente, el desarrollo de la salud en Tanzania requiere el cambio de ciertas políticas sanitarias así como mayor inversión en sanidad, educación sanitaria y prevención de accidentes de tráfico.

Las siguientes recomendaciones buscan ofrecer soluciones concretas para mejorar el *performance* del equipo de MOI en el contexto actual y están siendo implementadas desde 2019 a través de un acuerdo de Cooperación entre el Instituto Ortopédico Muhimbili (Tanzania) y la Weill-Cornell Medical College (Nueva York, USA), del que el autor de esta tesis actuó como becario durante el periodo 2017-2018 (*Fellowship of Global Neurosurgery*).

## 7.1. RECOMENDACIONES PRE-HOSPITALARIAS

### 1. Educación de personal sanitario en hospitales regionales.

Desconocemos el grado de experiencia sobre manejo agudo del traumatismo vertebromedular por parte del personal sanitario en los hospitales regionales, pero creemos que sería valiosa la educación en el manejo médico urgente del TVM. Creemos que contribuiría a reducir la retención experimentada por pacientes en los hospitales regionales. Proponemos la construcción de módulos educativos sencillos, enfatizando en (1) inmovilización del paciente;<sup>69</sup> (2) diagnóstico clínico del TVM<sup>152</sup> y (3) traslado precoz.<sup>10</sup>

### 2. Sistema de inmovilización.

Proveer a los hospitales regionales con el equipo básico de inmovilización de columna traumática. Se puede construir una tabla espinal e inmovilizar la cabeza con sacos de arena y cuerda trenzada plana como sugieren algunas publicaciones que estudian y recomiendan sobre la extracción de pacientes en ubicaciones remotas.<sup>153</sup>

### **3. Arnés para colectores ocasionales de frutos.**

En 2016 en Bangladesh se llevó a cabo una iniciativa en la que se aprovisionó a las personas de un entorno rural con arneses portátiles de seguridad que permitieron recolectar cocos sin peligro. Podría ponerse en marcha una iniciativa similar en Tanzania, especialmente en el área de la costa y reducir así los traumatismos asociados a caídas, tan prevalentes en el entorno de nuestro estudio.<sup>154</sup>

### **4. Educación de los ciudadanos sobre la importancia de seguridad vial.**

## **7.2. RECOMENDACIONES LOGÍSTICAS**

### **1. Conformación de una única Unidad de Cirugía de Columna.**

La existencia de dos equipos médicos dedicados parcialmente al manejo del TVM (Neurocirugía y Traumatología) dificulta la homogenización de la toma de decisiones. Recomendamos la constitución de un único equipo (compuesto por neurocirujanos y traumatólogos) con sesiones dedicadas (1) al estudio de los casos, (2) la toma de decisiones quirúrgicas y (3) la revisión académica de literatura científica.

En un segundo tiempo, creemos que es dicho grupo el encargado de elaborar las guías locales definitivas para el diagnóstico y el manejo quirúrgico del TVM.

### **2. Administración de la información de los pacientes.**

La información clínica sobre los pacientes debería almacenarse en formato digital. De momento, el uso de nuestra base de datos como censo general ha servido a los cirujanos del Instituto Ortopédico Muhimbili durante los últimos 3 años, pero creemos que aplicaciones móviles específicas podrían reemplazar la ausencia de ordenadores, censos y conexión a internet en MOI.

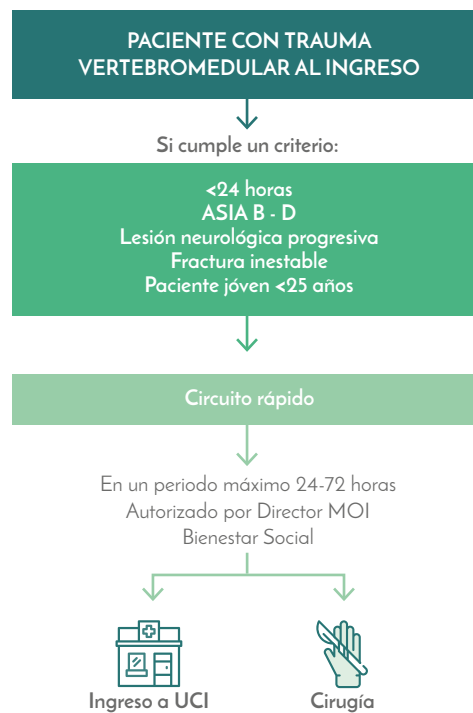
### **3. Aprovechar las ofertas de educación neuroquirúrgica internacional y aumentar la colaboración con sociedades quirúrgicas y grupos académicos dedicados a la Cirugía Global.**



## 7.3. RECOMENDACIONES DE CRITERIO CLÍNICO

### 1. Circuito rápido para pacientes con TVM incompletos.

Una vez constituida la Unidad de Columna en MOI, recomendamos la negociación con Dirección Médica y el Departamento de Bienestar Social para la creación de un circuito rápido que permita operar precozmente a aquellos pacientes afectados de TVM con fracturas inestables y lesiones neurológicas incompletas. Dicho circuito permitiría exonerar de pago o postergar el pago de la cirugía a los pacientes afectados. (ver **Figura 54**).

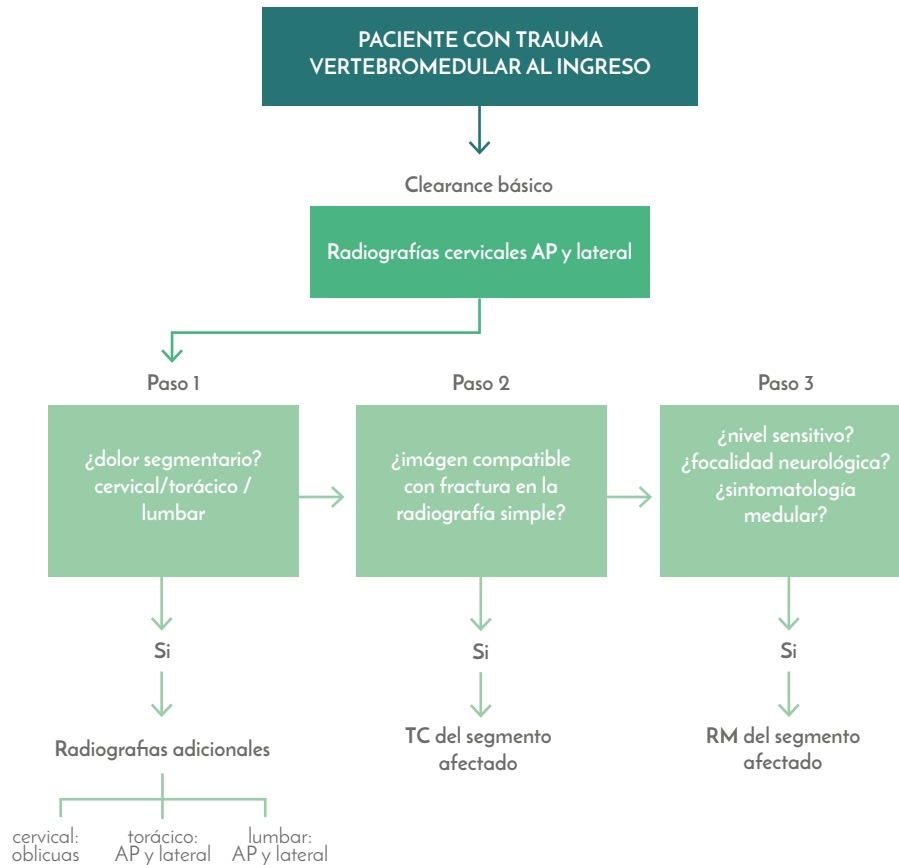


La idea del circuito rápido es reducir el tiempo hasta cirugía en aquellos pacientes que puedan beneficiarse de cirugía precoz. Se seleccionaron los criterios según estuvieran significativamente asociados con mejoría neurológica en este estudio. Aquellos pacientes candidatos de circuito rápido son valorados en el Departamento de Urgencias y notificados al Director Médico de MOI quien autoriza la subvención. A partir de allí, el paciente recibe diagnóstico radiológico y cuidados médico-quirúrgicos exento de pagos. Después del acto quirúrgico el paciente no será dado de alta hasta que haya pagado los gastos de su tratamiento.

Figura 54 Circuito rápido para pacientes con politraumatismos en MOI.

## 2. Adherencia a protocolo radiológico.

La creación de un protocolo radiológico que considere las pruebas radiológicas más pertinentes y la solvencia de los pacientes. (ver **Figura 55**).



\* Trauma toracolumbar sin focalidad neurológica se estudia solo con TC.

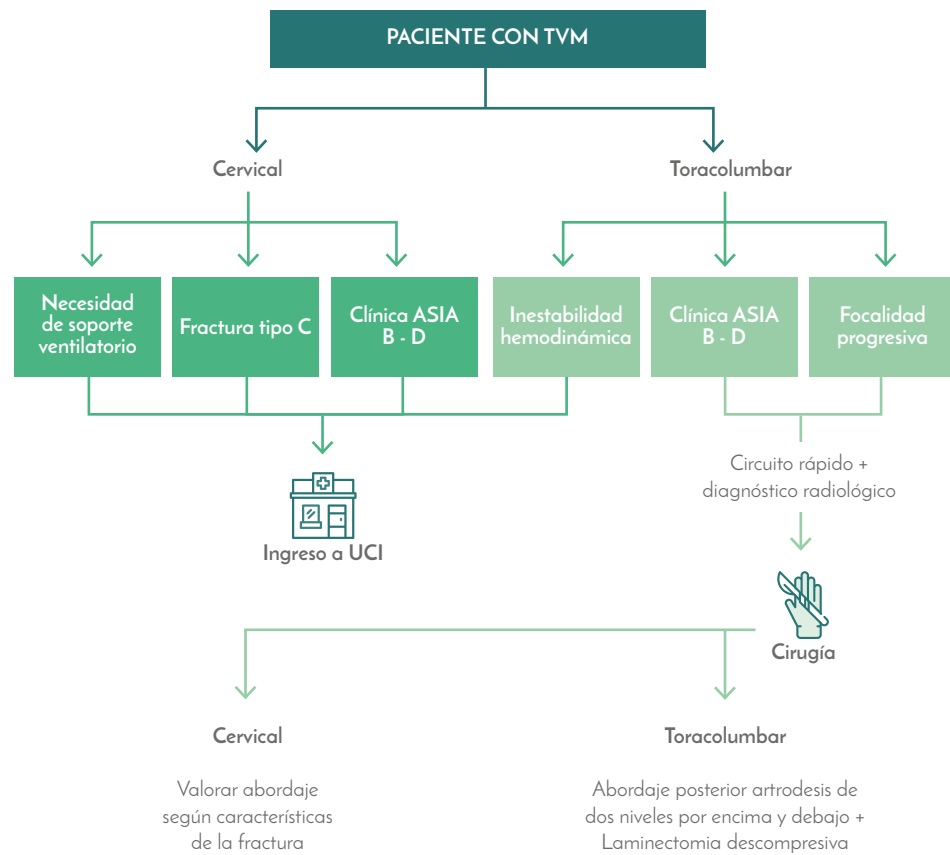
\* Trauma cervical con focalidad neurológica se estudia solo con RM (obviar TC en paso 2).

En primer lugar, todo paciente ingresado al Departamento de Emergencias con historia de politraumatismo debe recibir radiografías simples cervicales. En segundo lugar, se obtendrán radiografías torácicas o lumbares según el paciente presente dolor o deformidad regional. En tercer lugar, se obtendrán imágenes por TC en aquellos pacientes con hallazgos de fractura en las radiografías. Sin embargo, la presencia de focalidad neurológica será siempre indicativa de estudio con RM, descartándose la necesidad de imágenes por TC. Además, como reglas cardinales, (1) el "clearance" toracolumbar en pacientes neurológicamente íntegros se hará únicamente con imágenes por TC y (2) el paciente con trauma cervical y focalidad neurológica se estudiará con imágenes por RM.

**Figura 55.** Protocolo radiológico para pacientes afectados de traumatismo vertebral en MOI.

### 3. Adherencia a protocolo quirúrgico.

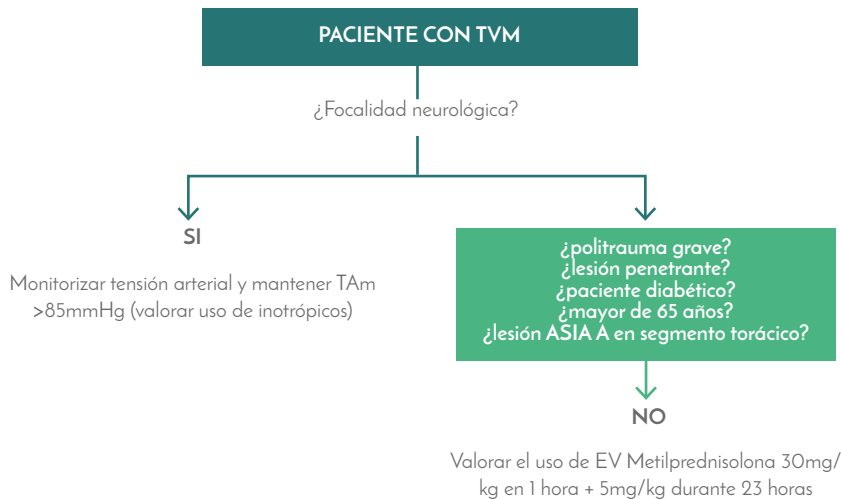
La creación de un protocolo de decisión quirúrgica que priorice a pacientes con fracturas inestables y lesiones neurológicas incompletas. Además, recomendaría que en lesiones transicionales (cervico-torácicas o toracolumbares) fueran instrumentadas dos niveles por encima y debajo de la vértebra fracturada. (ver **Figura 56**).



**Figura 56.** Protocolo quirúrgico para pacientes afectados de traumatismo vertebromedular en MOI.

#### 4. Uso sistemático de corticoides en pacientes afectados de TVM.

De acuerdo con las recomendaciones de guías internacionales y los estudios NASCIS-2 y NASCIS-3, recomendamos el uso de corticoides en casos seleccionados. Para agilizar esta medida, inicialmente dejamos 150 viales de dosis de metilprednisolona en depósito en el Departamento de Emergencias (en un armario al que tiene acceso el neurocirujano de guardia).<sup>155,156</sup> (ver **Figura 57**)



Recomendamos optimizar el manejo médico de los pacientes afectados de TVM. En ese sentido, recomendamos la monitorización de la tensión arterial en todos los pacientes. Las cifras de tensión arterial media sugeridas son 85mmHg y recomendamos valorar el uso de inotrópicos de ser necesario. En segundo lugar, recomendamos el uso de corticoides en aquellos pacientes con TVM de menos de 24 horas de evolución que no presenten otras lesiones traumáticas importantes, no sufran de diabetes, ancianos o en lesiones completas (donde el riesgo-beneficio no es favorable)<sup>155</sup> La metilprednisolona está disponible en Tanzania y es el glucocorticoide de elección por su bajo costo y disponibilidad.

**Figura 57.** Protocolo de uso de corticoides y de control de tensión arterial en pacientes afectados de traumatismo vertebromedular en MOI.

#### 5. Monitorización sistemática de tensión arterial en pacientes afectados de TVM.

Monitorización de la tensión arterial al ingreso en todos los pacientes afectados de traumatismo vertebromedular. Además, recomendamos la monitorización continua de la TA en los pacientes ingresados en la UCI.<sup>157,158</sup> El departamento de UCI de Weill Cornell donó esfigmomanómetros digitales para agilizar esta tarea en el Departamento de Emergencias y la UCI.

#### 6. Creación de un depósito de material quirúrgico permanente.

Recomendamos la negociación con las casas comerciales que proveen a MOI para establecer un depósito permanente de hardware quirúrgico (tornillos, barras, cajas intersomáticas, etcétera) en los

quirófanos de MOI. Esta medida, de la mano con la exoneración/postergación del pago por la cirugía podrían tener alto impacto sobre el tiempo hasta la cirugía en MOI.

### **7. Servicios de Reinserción Social.**

Actualmente, el Departamento de Bienestar Social ofrece escaso apoyo a los pacientes afectados de traumatismos vertebromedulares que son dados de alta con discapacidades físicas o en necesidades de rehabilitación. Existen diversas ONG's y equipos humanitarios en Tanzania que se han enfocado en ayudar a la reinserción social de pacientes discapacitados como son: *CEG Foundation*, *Neema Crafts* y *CCBRT Disability*. La Federación de Organizaciones de Personas Discapacitadas de Tanzania (SHIVYAWATA) ofrece ofertas laborales y programas de educación para pacientes discapacitados a través de su página web.<sup>159</sup> Sin embargo, desde el Departamento de Bienestar Social de MOI, no se refiere a los pacientes a estos centros



# CONCLUSIONES

1. Nuestro estudio sugiere que el tratamiento quirúrgico tardío del traumatismo vertebromedular se asocia con la reducción de la mortalidad y tiene un efecto positivo sobre los pacientes afectados.
2. Desde el momento del traumatismo hasta la intervención quirúrgica, el retraso más importante en el manejo de los pacientes afectados son los días que transcurren desde el ingreso al hospital hasta la intervención quirúrgica. Esto se debe a (1) la insolvencia de las familias, (2) un circuito hospitalario ineficiente y (3) la falta de estandarización de criterios para la indicación de cirugía urgente. La única variable asociada con reducción del tiempo hasta la cirugía fue la financiación privada de los enfermos.
3. Actualmente, no existe un protocolo de manejo del traumatismo vertebromedular basado en la evidencia en el Instituto Ortopédico Muhimbili. La indicación y la programación quirúrgica están fuertemente influenciados por la preferencia del cirujano, la solvencia económica del enfermo y la disponibilidad de material de instrumentación e implantes. Los pacientes con lesiones neurológicas incompletas no son siempre operados, y de serlo son tratados tardíamente.
4. El traumatismo vertebromedular en Tanzania afecta principalmente a varones jóvenes. El presente estudio concluye que los accidentes con vehículo-motor son la principal etiología del traumatismo vertebromedular en Tanzania.
5. El tratamiento quirúrgico tardío está asociado con la mejoría del puntaje ASIA en pacientes con lesiones neurológicas incompletas. Otros factores que predicen una evolución favorable de la puntuación ASIA son: pacientes que provenían del área metropolitana de Dar es Salaam (<100km), los pacientes con lesiones neurológicas incompletas y los pacientes con lesiones toracolumbares.
6. Según nuestro estudio, la mortalidad del traumatismo vertebromedular en Tanzania es elevada y comparable con la reportada en otros países subsaharianos.
7. Los pacientes con mayor mortalidad fueron los pacientes que no recibieron cirugía, los pacientes con lesiones cervicales, los pacientes con lesiones neurológicas completas, los pacientes ingresados en la UCI y los pacientes que provenían de áreas rurales (>100km).
8. Es necesaria la educación neuroquirúrgica y mayor colaboración con sociedades quirúrgicas y grupos académicos dedicados a la Cirugía Global. Estos esfuerzos están actualmente en marcha, pero serán necesarios cambios en políticas de salud como: mejorar la cobertura sanitaria de enfermos en necesidad de cirugía urgente y aumentar la disponibilidad de implantes quirúrgicos.



DIFUSIÓN  
CIENTÍFICA



Los resultados del presente proyecto han sido comunicados a través de los siguientes medios:

## PUBLICACIONES INDEXADAS

(ver **Apéndice 6**)

1. Leidinger A, Kim EE, Navarro-Ramirez R, Rutabasibwa N, Msuya SR, Askin G, Greving R, Shabani HK, Hartl R. "Spinal trauma in Tanzania: current management and outcomes". **J Neurosurg Spine** 2019 Apr 5:1-9. doi: 10.3171/2018.12.SPINE18635. [Epub ahead of print].
2. Leidinger A, Extremera P, Kim EE, Qureshi M, Young PH, Piquer J. "The challenges and opportunities of global neurosurgery". **Neurosurg Focus** 45 (4):E8, 2018 DOI: <https://doi.org/10.3171/2018.7.FOCUS18287>.
3. Magogo, J., Lazaro, A., Mango, M., Zuckerman, S. L., Leidinger, A., Msuya, S., Härtl, R. (2020). *Operative Treatment of Traumatic Spinal Injuries in Tanzania: Surgical Management, Neurologic Outcomes, and Time to Surgery*. **Global Spine Journal**.

## COMUNICACIÓN EN CONGRESOS

1. *Global Spine Congress 2018*. Singapur, Singapur.

"Epidemiology and Surgical Management of Spine Trauma in Tanzania" por Andreas Leidinger. Weill-Cornell Medical College.

2. *International Conference in Recent Advancements of Neurotraumatology (ICRAN) 2018*. Nápoles, Italia.

"Epidemiology and Surgical Management of Spine Trauma in Tanzania" por Andreas Leidinger. Weill-Cornell Medical College.

3. *Global Neurosurgery 2019: A practical Symposium*. Nueva York, Estados Unidos de América.

"Epidemiology and Surgical Management of Spine Trauma in Tanzania" por Andreas Leidinger. Weill-Cornell Medical College. **Ganador a Mejor Abstract**.

4. *Dar es Salaam 6th Neurosurgical Meeting 2019*. Dar es Salaam, Tanzania.

"Update in Epidemiology and Surgical Management of Spine Trauma in Tanzania" por Andreas Leidinger. Weill-Cornell Medical College.

10

APÉNDICES

# ÍNDICE DE APÉNDICES

## APÉNDICE 1

Figura 1A. Patient presentation, injury, and discharge information.	140
Figura 1B. Surgical details.	141

## APÉNDICE 2

Formulario oficial para el cálculo del puntaje ASIA.	142
--	-----

## APÉNDICE 3

Sistema de clasificación para fracturas subaxiales de la AO Spine.	144
Sistema de clasificación para fracturas toracolumbares de la AO Spine.	145
Sistema de clasificación para fracturas cervicales altas de la AO Spine.	146

## APÉNDICE 4

Listado de costos básicos asociados con la hospitalización y el tratamiento.	147
--	-----

## APÉNDICE 5

Muhimbili Orthopaedic Institute (MOI), Informed consent sheet.	148
--	-----

## APÉNDICE 6

Spinal trauma in Tanzania: current management and outcomes (2019).	149
Operative Treatment of traumatic spinal injuries in Tanzania: Surgical Management neurologic outcomes, and time to surgery (2020).	158
The challenges and opportunities of global neurosurgery in East Africa: The Neurosurgery Education and Development model (2019).	168

# APÉNDICE 1

Contiene el cuestionario clínico anexo a la historia clínica de cada paciente incluido en el estudio

FIGURA 1A. PATIENT PRESENTATION, INJURY, AND DISCHARGE INFORMATION.

Firm		Date of Trauma (mm/dd/yy)		Patient's Contact Number:	
File No.		First Hospital – Date of Admission		Mechanism of Injury (Circle & Specify):	
Given Name		First Hospital – Name		• MVA	• Fall > 3m
Surname		First Hospital – Region		• Motorcycle	• Fall < 3m
Gender	M / F	Date of Admission (mm/dd/yy)		• Pedestrian	• Blunt Object
Age / Date of Birth		Ward of Admission		• Other	• Sharp Object
Mode of Arrival:		Use of Spine Board: Site of Injury / During Transport	Time of Neurol. Deficit: Immediate / During Transport / at the Hospital		

Injury Level (imaging):	
Fracture Classification (AoSpine):	F:                      Neurol. Status:                      Med. Modifier:

Type of Imaging	Done?	Date of Imaging	Mode of Payment (circle):	Place of Imaging
X-ray	Yes / No		Personal / National Insurance / Private Insurance / Cost-sharing / Total Exemption / Other	
CT	Yes / No		Personal / National Insurance / Private Insurance / Cost-sharing / Total Exemption / Other	
MRI	Yes / No		Personal / National Insurance / Private Insurance / Cost-sharing / Total Exemption / Other	

Sensory Level on the Right Side	First Neurological Evaluation (Date of Evaluation:                      )	On Discharge (Date of Evaluation:                      )
Sensory Level on the Left Side		
Motor Level on the Right Side		
Motor Level on the Left Side		
Neurological Level of Injury		
Cord Injury	COMPLETE / INCOMPLETE	COMPLETE / INCOMPLETE
ASIA Impairment Scale Grade	A / B / C / D / E	A / B / C / D / E
Injury Severity Score*		
Neck Collar/Lumbar Belt		

Pressure Ulcer Grade	I / II / III / IV / None
Pulmonary Embolism or DVT	Yes / No or Yes / No
BP Record	Yes / No (IF Yes, lowest BP registered as inpatient:                      /                      )
Steroids Given for SCI	Yes / No
Physiotherapy Start Date	
Discharge Date & Destination	Date:                      Circle: Home / Rehabilitation Center / Local Hospital / Dead
Hospital Leave & Planned Follow-up Date	Date:                      Date:
Total Number of Days in MOI	Total:                      ICU:                      Ward:

Modified Feb, 22<sup>nd</sup>, by Raphael and Albert

**SURGERY:**

Planned Date of Surgery:  
 Date of Surgery:  
 Explanation for Surgery Delay (If applicable):  
 Explanation for No Surgery (If applicable):

<b>Surgery Performed (circle):</b>	<b>Surgery Details:</b>
Posterior Approaches ➤ Laminectomy ➤ Laminoplasty ➤ Laminectomy + Fusion • Posterolateral • Wires and Cables • Transpedicular Screws  Anterior Approaches: ➤ Discectomy ➤ Corpectomy ➤ Odontoid screw	Spine Levels Decompressed Spine Levels Fused (if applicable) Type of Instrumentation Used (specify number) Cost of <b>Surgery</b> & Payment Details Cost of <b>Instrumentation</b> & Payment Details Name of Surgeon Post-OP Imaging
	Cost: Circle: Personal / National Insurance / Private Insurance / Cost-sharing / Exemption / Other If Other, Specify:
	Cost: Circle: Personal / National Insurance / Private Insurance / Cost-sharing / Exemption / Other If Other, Specify:
	X-ray / CT / MRI / None Explanation if none:

**Other surgeries performed (circle):**

- Other neurosurgery
- Cardio-thoracic surgery
- Abdominal surgery
- Vascular surgery
- Orthopedic surgery

**Surgical Wound Infection: Yes / No**

- If Yes, treatment for surgical wound infection (circle):
  - Antibiotics empirical
  - Antibiotics culture based
  - Surgical debridement
  - Antibiotics + surgical debridement

\*should indicate severity of any other injuries apart from the SCI

FIGURA 1B. SURGICAL DETAILS.

*Modified Feb, 22<sup>nd</sup>, by Raphael and Albert*

# APÉNDICE 2

Contiene la escala ASIA, utilizada en cada paciente al ingreso y al alta.

FORMULARIO OFICIAL PARA EL CÁLCULO DEL PUNTAJE ASIA.

Patient Name \_\_\_\_\_ Date / time of Exam \_\_\_\_\_  
 Examiner Name \_\_\_\_\_ Signature \_\_\_\_\_

**RIGHT**

**UER**  
(Upper Extremity Right)

**LER**  
(Lower Extremity Right)

**(VAC) Voluntary Anal Contraction**  
(Yes/No)

**RIGHT TOTALS**  
(MAXIMUM) (50)

**MOTOR SUBSCORES**  
 UER  + UEL  = UEMS TOTAL  (50)  
 LER  + LEL  = LEMS TOTAL  (50)  
 MAX (25) MAX (25)

**LEFT**

**UEL**  
(Upper Extremity Left)

**LEL**  
(Lower Extremity Left)

**(DAP) Deep Anal Pressure**  
(Yes/No)

**LEFT TOTALS**  
(MAXIMUM) (50)

**MOTOR SUBSCORES**  
 PPR  + PPL  = PP TOTAL  (112)  
 MAX (56) MAX (56)

● Key Sensory Points

**RIGHT**

**MOTOR KEY MUSCLES**

C5 Elbow flexors  
C6 Wrist extensors  
C7 Elbow extensors  
C8 Finger flexors  
T1 Finger abductors (little finger)

**MOTOR**  
(SCORING ON REVERSE SIDE)

L2 Hip flexors  
L3 Knee extensors  
L4 Ankle dorsiflexors  
L5 Long toe extensors  
S1 Ankle plantar flexors

**SENSORY KEY SENSORY POINTS**  
Light Touch (LTL) Pin Prick (PPR)

C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10 T11 T12 L1 L2 L3 L4 L5 S1 S2 S3 S4-5

**SENSORY SUBSCORES**  
 LTR  + LTL  = LTR TOTAL  (56)  
 LEM  + LEM  = LEMS TOTAL  (56)  
 MAX (56) MAX (56)

**LEFT**

**MOTOR KEY MUSCLES**

C5 Elbow flexors  
C6 Wrist extensors  
C7 Elbow extensors  
C8 Finger flexors  
T1 Finger abductors (little finger)

**MOTOR**  
(SCORING ON REVERSE SIDE)

L2 Hip flexors  
L3 Knee extensors  
L4 Ankle dorsiflexors  
L5 Long toe extensors  
S1 Ankle plantar flexors

**SENSORY KEY SENSORY POINTS**  
Light Touch (LTL) Pin Prick (PPR)

C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10 T11 T12 L1 L2 L3 L4 L5 S1 S2 S3 S4-5

**SENSORY SUBSCORES**  
 PPR  + PPL  = PP TOTAL  (112)  
 MAX (56) MAX (56)

**NEUROLOGICAL LEVELS**  
Steps 1-3 for classification as on reverse

1. SENSORY  R  L  
2. MOTOR  R  L

3. NEUROLOGICAL LEVEL OF INJURY (NL)

4. COMPLETE OR INCOMPLETE?   
Incomplete = Any sensory or motor function in S4-5

5. ASIA IMPAIRMENT SCALE (AIS)   
Most caudal level with any innervation

**ZONE OF PARTIAL PRESERVATION**

R  L   
SENSORY  R  L  
MOTOR  R  L

This form may be copied freely but should not be altered without permission from the American Spinal Injury Association. KEY 04/15

### Muscle Function Grading

- 0 = total paralysis
- 1 = palpable or visible contraction
- 2 = active movement, full range of motion (ROM) with gravity eliminated
- 3 = active movement, full ROM against gravity
- 4 = active movement, full ROM against gravity and moderate resistance in a muscle specific position
- 5 = (normal) active movement, full ROM against gravity and full resistance in a functional muscle position expected from an otherwise unimpaired person
- 5\* = (normal) active movement, full ROM against gravity and sufficient resistance to be considered normal if identified inhibiting factors (i.e. pain, disuse) were not present.
- NT = not testable (i.e. due to immobilization, severe pain such that the patient cannot be graded, amputation of limb, or contracture of > 50% of the normal ROM)

### Sensory Grading

- 0 = Absent
- 1 = Altered, either decreased/impaired sensation or hypersensitivity
- 2 = Normal
- NT = Not testable

### When to Test Non-Key Muscles:

In a patient with an apparent AIS B classification, non-key muscle functions more than 3 levels below the motor level on each side should be tested to most accurately classify the injury (differentiate between AIS B and C).

### Movement Root level

<b>Shoulder:</b> Flexion, extension, abduction, adduction, internal and external rotation	<b>C5</b>
<b>Elbow:</b> Supination	<b>C6</b>
<b>Elbow:</b> Pronation	<b>C7</b>
<b>Wrist:</b> Flexion	<b>C8</b>
<b>Finger:</b> Flexion at proximal joint, extension.	<b>T1</b>
<b>Thumb:</b> Flexion, extension and abduction in plane of thumb	<b>L2</b>
<b>Finger:</b> Flexion at MCP joint	<b>L3</b>
<b>Thumb:</b> Opposition, adduction and abduction perpendicular to palm	<b>L4</b>
<b>Finger:</b> Abduction of the index finger	<b>L5</b>
<b>Hip:</b> Adduction	<b>S1</b>
<b>Hip:</b> External rotation	
<b>Hip:</b> Extension, abduction, internal rotation	
<b>Knee:</b> Flexion	
<b>Ankle:</b> Inversion and eversion	
<b>Toe:</b> MP and IP extension	
<b>Hallux and Toe:</b> DIP and PIP flexion and abduction	
<b>Hallux:</b> Adduction	

### ASIA Impairment Scale (AIS)

**A = Complete.** No sensory or motor function is preserved in the sacral segments S4-5.

**B = Sensory Incomplete.** Sensory but not motor function is preserved below the neurological level and includes the sacral segments S4-5 (light touch or pin prick at S4-5 or deep anal pressure) AND no motor function is preserved more than three levels below the motor level on either side of the body.

**C = Motor Incomplete.** Motor function is preserved at the most caudal sacral segments for voluntary anal contraction (VAC) OR the patient meets the criteria for sensory incomplete status (sensory function preserved at the most caudal sacral segments (S4-S5) by LT, PP or DAP), and has some sparing of motor function more than three levels below the ipsilateral motor level on either side of the body.

(This includes key or non-key muscle functions to determine motor incomplete status.) For AIS C — less than half of key muscle functions below the single NLI have a muscle grade > 3.

**D = Motor Incomplete.** Motor incomplete status as defined above, with at least half (half or more) of key muscle functions below the single NLI having a muscle grade ≥ 3.

**E = Normal.** If sensation and motor function as tested with the ISNCSCI are graded as normal in all segments, and the patient had prior deficits, then the AIS grade is E. Someone without an initial SCI does not receive an AIS grade.

**Using ND:** To document the sensory, motor and NLI levels, the ASIA Impairment Scale grade, and/or the zone of partial preservation (ZPP) when they are unable to be determined based on the examination results.

### Steps in Classification

The following order is recommended for determining the classification of individuals with SCI.

1. **Determine sensory levels for right and left sides.**  
The sensory level is the most caudal, intact dermatome for both pin prick and light touch sensation.
2. **Determine motor levels for right and left sides.**  
Defined by the lowest key muscle function that has a grade of at least 3 (on supine testing), providing the key muscle functions represented by segments above that level are judged to be intact (graded as a 5).  
Note: In regions where there is no myotome to test, the motor level is presumed to be the same as the sensory level, if testable motor function above that level is also normal.
3. **Determine the neurological level of injury (NLI)**  
This refers to the most caudal segment of the cord with intact sensation and antigravity (3 or more) muscle function strength, provided that there is normal (intact) sensory and motor function rostrally respectively.  
The NLI is the most cephalad of the sensory and motor levels determined in steps 1 and 2.
4. **Determine whether the injury is Complete or Incomplete.**  
(i.e. absence or presence of sacral sparing)  
If voluntary anal contraction = **No** AND all S4-5 sensory scores = **0** AND deep anal pressure = **No**, then injury is **Complete**.  
Otherwise, injury is **Incomplete**.
5. **Determine ASIA Impairment Scale (AIS) Grade:**  
**Is injury Complete?** If **YES**, AIS=A and can record ZPP (lowest dermatome or myotome on each side with some preservation)  
**Is injury Motor Complete?** If **YES**, AIS=B (No=voluntary anal contraction OR motor function more than three levels below the motor level on a given side, if the patient has sensory incomplete classification)

Are at least half (half or more) of the key muscles below the neurological level of injury graded 3 or better?



If sensation and motor function is normal in all segments, AIS=E  
Note: AIS-E is used in follow-up testing when an individual with a documented SCI has recovered normal function. If at initial testing no deficits are found, the individual is neurologically intact, the ASIA Impairment Scale does not apply.



# APÉNDICE 3

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN PARA FRACTURAS SUBAXIALES DE LA AO SPINE.



## AOSpine Subaxial Classification System

### Type A. Compression Injuries

**A0. Minor, nonstructural fractures**  
No bony injury or minor injury such as an isolated lamina fracture or spinous process fracture.

**A1. Wedge-compression**  
Compression fracture involving a single endplate without involvement of the posterior wall of the vertebral body.

**A2. Split**  
Coronal split or vertical fracture involving both endplates without involvement of the posterior wall of the vertebral body.

**A3. Incomplete burst**  
Burst fracture involving a single endplate with involvement of the posterior vertebral wall.

**A4. Complete burst**  
Burst fracture or sagittal split involving both endplates.

### Type B. Tension Band Injuries

**B1. Posterior tension band injury (bony)**  
Physical separation through fractured bony structures only.

**B2. Posterior tension band injury (bony capsuloligamentous, ligamentous)**  
Complete disruption of the posterior capsuloligamentous or bony capsuloligamentous structures together with a vertebral body, disk, and/or facet injury.

**B3. Anterior tension band injury**  
Physical disruption or separation of the anterior structures (bone/disk) with tethering of the posterior elements.

**BL. Bilateral Injuries**

**BL. Bilateral injury**

### Type C. Translation Injuries

**C. Translational injury in any axis-displacement or translation of one vertebral body relative to another in any direction**

### Type F. Facet Injuries

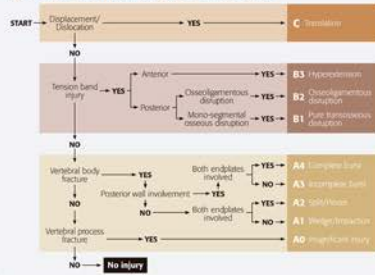
**F1. Nondisplaced facet fracture**  
With fragment <1cm in height, <40% of lateral mass.

**F2. Facet fracture with potential for instability**  
With fragment >1cm, > than 40% lateral mass, or displaced.

**F3. Floating lateral mass**

**F4. Pathologic subluxation or perched/dislocated facet**

### Algorithm for morphologic classification



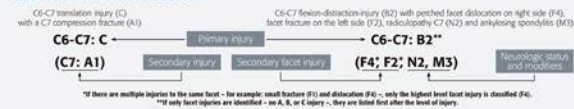
### Neurology

Type	Description
N0	Neurologically intact
N1	Transient neurologic deficit, resolved
N2	Radiculopathy
N3	Incomplete spinal cord injury
N4	Complete spinal cord injury
NX	Cannot be examined
+	Continued spinal cord compression

### Modifiers

Type	Description
M1	Posterior Capsuloligamentous Complex injury without complete disruption.
M2	Critical disk herniation.
M3	Stiffening/metabolic bone disease (ie DISH, AS, DPL, CLF).
M6	Vertebral artery abnormality.

### Classification nomenclature



Disclaimer

1. Vaccaro AR, Kopman CD, Boriani SE, Olson TC, Reinsel M, Schreiber GJ, Kardonov C, Hellingas MC, Dussan BF, Avasthi B, Babcock S, Schwabbe CD, Kaiser CL, Yaffe LR. "AOSPINE subaxial cervical spine injury classification system." Eur Spine J. February 24, 2015; pp(4)



© 2018 AOSPINE International. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Further information:  
[www.aospine.org/classification](http://www.aospine.org/classification)





# AOSpine Thoracolumbar Classification System

**Type A. Compression Injuries**

**A0. Minor, nonstructural fractures**  
Fractures, which do not compromise the structural integrity of the spinal column such as transverse process or spinous process fractures.

**A1. Wedge-compression**  
Fracture of a single endplate without involvement of the posterior wall of the vertebral body.

**A2. Split**  
Fracture of both endplates without involvement of the posterior wall of the vertebral body.

**A3. Incomplete burst**  
Fracture with any involvement of the posterior wall, only a single endplate fractured. Vertical fracture of the lamina is usually present and does not constitute a tension band failure.

**A4. Complete burst**  
Fracture with any involvement of the posterior wall and both endplates. Vertical fracture of the lamina is usually present and does not constitute a tension band failure.

**Type B. Distraction Injuries**

**B1. Transosseous tension band disruption**  
**Chance fracture**  
Mono-segmental pure osseous failure of the posterior tension band. The classical Chance fracture.

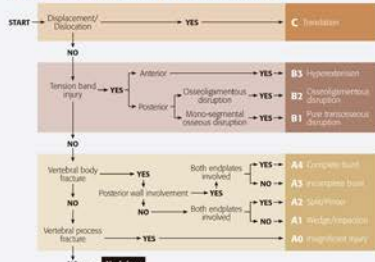
**B2. Posterior tension band disruption**  
Bony and/or ligamentary failure of the posterior tension band together with a Type A fracture. Type A fracture should be classified separately.

**Type C. Translation Injuries**

**C Displacement or dislocation**  
There are no subtypes because various configurations are possible due to dislocation/dislocation. Can be combined with subtypes of A or B.

**B3. Hyperextension**  
Injury through the disk or vertebral body leading to a hyperextended position of the spinal column. Commonly seen in ankylosing disorders. Anterior structures, especially the ALL, are ruptured but there is a posterior ligament preventing further displacement.

### Algorithm for morphologic classification



### Neurology

Type	Description
N0	Neurologically intact
N1	Transient neurologic deficit, which is no longer present
N2	Radicular symptoms
N3	Incomplete spinal cord injury or any degree of cauda equina injury
N4	Complete spinal cord injury
NX	Neurologic status is unknown due to sedation or head injury
*	Continued spinal cord compression

### Modifiers

Type	Description
M0	This modifier is used to designate fractures with an indeterminate injury to the tension band based on spinal imaging with or without MRI. This modifier is important for designating those injuries with stable injuries from a bony standpoint for which ligamentous insufficiency may help determine whether operative stabilization is a consideration.
M1	Is used to designate a patient-specific comorbidity, which might require either for or against surgery for patients with relative surgical indications. Examples of an M2 modifier include ankylosing spondylitis or burns affecting the skin overlying the injured spine.
M2	

### Classification nomenclature



© 2018 AOSpine International. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/



Further information:  
[www.aospine.org/classification](http://www.aospine.org/classification)



# AOSpine Upper Cervical Classification System

I. Occipital Condyle and Craniocervical junction	II. C1 Ring and C1-2 Joint	III. C2 and C2-3 Joint
<p><b>Type A.</b> Isolated bony injury (condyle)</p>	<p><b>Type A.</b> Isolated bony only (arch)</p>	<p><b>Type A.</b> Bony injury only without ligamentous, tension band, discal injury</p>
<p><b>Type B.</b> Non-displaced ligamentous injury (craniocervical)</p>	<p><b>Type B.</b> Ligamentous injury (transverse atlantal ligament)</p>	<p><b>Type B.</b> Tension band / Ligamentous injury with or without bony injury</p>
<p><b>Type C.</b> Any injury with displacement on spinal imaging</p>	<p><b>Type C.</b> Atlantoaxial instability / Translation in any plane</p>	<p><b>Type C.</b> Any injury that leads to vertebral body translation in any directional plane</p>

### Upper Cervical Spine Fractures Overview

I. Occipital condyle and occipital condyle joint complex injuries	II. C1 ring and C1-2 joint complex injuries	III. C2 and C2-3 joint complex injuries
<p><b>Type A.</b> Bony injury only</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Without significant ligamentous, tension band, discal injury</li> <li>Stable injuries</li> </ul>	<p><b>Type B.</b> Bony and ligamentous injury</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>With or without bony injury</li> <li>No complete separation of anatomic integrity</li> <li>Stable or unstable depending on injury specifics</li> </ul>	<p><b>Type C.</b> Translation injury</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Any injury with significant translation in any directional plane and separation of anatomic integrity</li> <li>Unstable injuries</li> </ul>

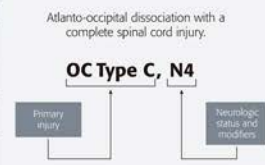
### Neurology

Type	Neurological
NO	Neurologically intact
N1	Transient neurologic deficit
N2	Radicalopathy
N3	Incomplete spinal cord injury
N4	Complete spinal cord injury
NR	Unexamined patient
+	Continued spinal cord compression

### Modifiers

Type	Description
M1	Injuries at High Risk of Non-Union with Nonoperative Tx
M2	Injury with significant potential for instability
M3	Patient Specific Factors Affecting Tx
M4	Vascular Injury or Abnormality Affecting Tx

### Classification nomenclature



© 2018 AOSPINE International  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 4.0 International License.  
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Further information:  
[www.aospine.org/classification](http://www.aospine.org/classification)

# APÉNDICE 4

Guía de costos básicos quirúrgicos.

## LISTADO DE COSTOS BÁSICOS ASOCIADOS CON LA HOSPITALIZACIÓN Y EL TRATAMIENTO.

	Paciente Público		Paciente Privado		Paciente Privado NIH	
	TZN	EUR	TZN	EUR	TZN	EUR
<b>IMÁGENES PREQUIRÚRGICAS</b>						
Radiografía simple	25'000	11,17	25'000	11,17	25'000	11,17
CT	150'000	66,99	150'000	66,99	150'000	66,99
MRI	210'000	93,79	210'000	93,79	210'000	93,79
<b>HOSPITALIZACIÓN</b>						
Habitación privada	-	-	50'000	22,33	-	-
Habitación compartida	10'000	4,47	75'000	33,50	40'000	17,87
Cama en UCI	30'000	13,40	120'000	53,60	500'000	223,31
<b>COSTOS QUIRÚRGICOS</b>						
Cirugía	200'000	89,33	1'500'000	689,9	2'00'000	893,26
Tornillo UNIDAD	155'000	69,23	155'000	69,2	incluido	incluido
Barra UNIDAD	45'000	20,10	45'000	20,1	incluido	incluido
Caja intersomática UNIDAD	65'000	29,03	65'000	29,0	incluido	incluido
<b>OTROS</b>						
Análítica sanguínea (cada 3º día)	15'000	6,70	15'000	6,70	incluido	incluido
Grupo sanguíneo (a todo paciente quirúrgico)	10'000	4,47	10'000	4,47	10'000	4,47
Ceftriaxona	15'000	6,70	15'000	6,70	15'000	6,70

TZN: Chelín tanzano; EUR: Euro

# APÉNDICE 5

Consentimiento Informado.

MUHIMBILI ORTHOPAEDIC INSTITUTE (MOI), INFORMED CONSENT SHEET.



## Muhimbili-Orthopaedic-Institute (MOI) - Informed Consent Sheet -

P.O.BOX 65474, Dar Es Salaam, Tanzania, Phone: 022 215 1298, Mail: info@moi.ac.tz,  
Website: <http://www.moi.ac.tz>

For patients receiving a treatment for spinal trauma at the Muhimbili-Orthopaedic-Institute, who we are inviting to participate in the database main project, concerning “The Epidemiology of Spinal Trauma at Muhimbili-Orthopaedic-Institute” and its side projects.

**Name of Principal Investigator:**

- Dr. Hamisi K. Shabani

**Name of Institution:**

- Muhimbili  
Orthopaedic  
Institute

**Affiliated Institutions:**

- Weill-Cornell Brain and Spine Center, New York  
- Cambridge Robinson-College, Neurosurgery Department  
- Clinic of Neurosurgery at the Justus-Liebig-University Giessen

**Introduction:**

The Muhimbili-Orthopaedic-Institute receives many spinal trauma patients. To be able to manage all patients in the best way possible, a base of understanding for the exact numbers and conditions of the patients has to be provided. The studies following this database project are oriented to point out the current state of care and to provide knowledge to make beneficial changes in the patient’s management. For this we would like to collect different information, e.g. your general personal information (age, gender), your history of trauma, the way of treatment you receive, your state of pain at different occasions and your level of satisfaction in the end. If you have any questions now or later, don’t hesitate to ask the doctor and data collectors in charge. In case you don’t know who is responsible for this collection you can ask the nurses for further advice.

**Type of Research Intervention:**

Due to the descriptive character of this study there will be no more research intervention than the satisfaction questionnaire, filled out by you at the end of your hospital stay and some questionings of you by the data collectors to gather all relevant information while your stay. All other necessary information will be taken out of the patients file or the available images (X-Ray, MRI, CT).

**Voluntary Participation:**

Your participation in this research is entirely voluntary. If you choose not to participate in this research project, your treatment will not be affected. You may change your mind later and stop participating even if you agreed earlier.

**Risks:**

Due to the descriptive character of this study, there will be no additional risks to you than before or without being part of this study.

**Benefits:**

There will not be direct benefits for you in part of money, providing of a wheelchair, or else, but you might benefit from the ongoing awareness of the doctors about your state of treatment. Furthermore your participation is likely to help us find possibilities to improve the patient care even more. There may not be any benefit to the society at this stage of the research, but future generations are likely to benefit by shorter hospitalization rates and idealized treatment.

**Confidentiality:**

We will not be sharing the identity of those participating in the research.

The information that we collect from this research project will be kept confidential. Information about you that will be collected during the research will be put away and no-one but the researchers will be able to see it. Any information about you will have a number on it instead of your name. Only the researchers will know what your number is and we will lock that information up with a lock and key. It will not be shared with or given to anyone except the attending researchers.

**Sharing the Results:**

After the gathering of your data, this data will be used, anonymously for international publications and discussion. Furthermore the information will be shared directly with MOI, to enable the directorate and people in charge to foresee the improvements mentioned above.

**This proposal has been reviewed and approved by [name of the local IRB], which is a committee whose task it is to make sure that research participants are protected from harm. If you wish to find out more about the IRB, contact [name, address, telephone number].**

**I have read the foregoing information, or it has been read to me. I have had the opportunity to ask questions about it and any questions that I have asked have been answered to my satisfaction. I consent voluntarily to participate as a participant in this research.**

Name of Participant/ Witness \_\_\_\_\_ Signature of Participant/ Witness \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
Day/month/year

**Statement by the researcher/person taking consent:**

**I have accurately read out the information sheet to the potential participant, and to the best of my ability made sure that the participant understands that the following will be done:**

1. Basic Data Collection      2. Pain Level Questionings      3. The filling of the patient satisfaction questionnaire

**If necessary this was done in Kiswahili, to guarantee the patients understanding.**

**I confirm that the participant was given an opportunity to ask questions about the study, and all the questions asked by the participant have been answered correctly and to the best of my ability. I confirm that the individual has not been coerced into giving consent, and the consent has been given freely and voluntarily.**

Name of Investigator \_\_\_\_\_ Signature of Investigator \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
Day/month/year

# APÉNDICE 6

Artículos científicos.

SPINAL TRAUMA IN TANZANIA: CURRENT MANAGEMENT AND OUTCOMES (2019).

**JNS** SPINE

CLINICAL ARTICLE

J Neurosurg Spine 31:103–111, 2019

## Spinal trauma in Tanzania: current management and outcomes

\*Andreas Leiding, MD,<sup>1</sup> Eliana E. Kim, BA,<sup>1</sup> Rodrigo Navarro-Ramirez, MD,<sup>1</sup> Nicephorus Rutabasibwa, MD,<sup>2</sup> Salim R. Msuya, MD,<sup>1,2</sup> Gulce Askin, MPH,<sup>3</sup> Raphael Greving,<sup>2</sup> Hamisi K. Shabani, MD, PhD,<sup>2</sup> and Roger Härtl, MD<sup>1</sup>

Departments of <sup>1</sup>Neurological Surgery and <sup>2</sup>Healthcare Policy & Research, Weill Cornell Brain and Spine Center, NewYork-Presbyterian Hospital, New York, New York; and <sup>3</sup>Muhimbili Orthopaedic Institute, Dar es Salaam, Tanzania

**OBJECTIVE** Spinal trauma is a major cause of disability worldwide. The burden is especially severe in low-income countries, where hospital infrastructure is poor, resources are limited, and the volume of cases is high. Currently, there are no reliable data available on incidence, management, and outcomes of spinal trauma in East Africa. The main objective of this study was to describe, for the first time, the demographics, management, costs of surgery and implants, treatment decision factors, and outcomes of patients with spine trauma in Tanzania.

**METHODS** The authors retrospectively reviewed prospectively collected data on spinal trauma patients in the single surgical referral center in Tanzania (Muhimbili Orthopaedic Institute [MOI]) from October 2016 to December 2017. They collected general demographics and the following information: distance from site of trauma to the center, American Spinal Injury Association Impairment Scale (AIS), time to surgery, steroid use, and mechanism of trauma and AOSpine classification and costs. Surgical details and complications were recorded. Primary outcome was neurological status on discharge. The authors analyzed surgical outcome and determined predicting factors for positive outcome.

**RESULTS** A total of 180 patients were included and analyzed in this study. The mean distance from site of trauma to MOI was 278.0 km, and the time to admission was on average 5.9 days after trauma. Young males were primarily affected (82.8% males, average age 35.7 years). On admission, 47.2% of patients presented with AIS grade A. Most common mechanisms of injury were motor vehicle accidents (28.9%) and falls from height (32.8%). Forty percent of admitted patients underwent surgery. The mean time to surgery was 33.2 days; 21.4% of patients who underwent surgery improved in AIS grade at discharge ( $p = 0.030$ ). Overall, the only factor associated with improvement in neurological status was undergoing surgery ( $p = 0.03$ ) and shorter time to surgery ( $p = 0.02$ ).

**CONCLUSIONS** This is the first study to describe the management and outcomes of spinal trauma in East Africa. Due to the lack of referral hospitals, patients are admitted late after trauma, often with severe neurological deficit. Surgery is performed but generally late in the course of hospital stay. The decision to perform surgery and timing are heavily influenced by the availability of implants and economic factors such as insurance status. Patients with incomplete deficits who may benefit most from surgery are not prioritized. The authors' results suggest that surgery may have a positive impact on patient outcome. Further studies with a larger sample size are needed to confirm our results. These results provide strong support to implement evidence-based protocols for the management of spinal trauma.

<https://thejns.org/doi/abs/10.3171/2018.12.SPINE18635>

**KEYWORDS** Tanzania; spine trauma; traumatic spinal cord injury; East Africa; global neurosurgery; global surgery

**S** PINAL trauma (ST) is a major cause of disability worldwide, with an annual incidence estimated at 45–80 cases per million.<sup>3,24</sup> It mostly affects people of working age, often generating lifelong disability as well as financial burden on affected families. The impact

of ST is especially severe in low-income countries, where hospital infrastructure is poor, resources are limited, and the volume of cases is high. Treatment of ST is cost-intensive and requires significant infrastructure, surgical training, and know-how. Patients in developing countries

**ABBREVIATIONS** AIS = American Spinal Injury Association Impairment Scale; GDP = gross domestic product; LMICs = low- and middle-income countries; LOS = length of stay; MOI = Muhimbili Orthopaedic Institute; MVA = motor vehicle accident; SCI = spinal cord injury; ST = spinal trauma.

**SUBMITTED** June 21, 2018. **ACCEPTED** December 28, 2018.

**INCLUDE WHEN CITING** Published online April 5, 2019. DOI: 10.3171/2018.12.SPINE18635.

\* A.L. and E.E.K. contributed equally to this work.

often cannot afford the high costs of treatment and rehabilitation.

Most developing countries do not offer reliable statistics about the real incidence or status in management of ST.<sup>3</sup> In sub-Saharan Africa, fewer than 20 studies concerning 9 countries have been published since 2000. Among these studies, only 2 describe the current situation in East Africa.<sup>11,18</sup>

Tanzania is a country in East Africa that has a population of approximately 54 million people<sup>17</sup> and a gross domestic product (GDP) per capita of \$877.5 (all monetary values are reported in USD). In Tanzania, the Muhimbili Orthopaedic Institute (MOI) is the only referral center in the nation where urgent neurosurgical management for ST is available around the clock.

The main objective of this study is to describe, for the first time, the demographics, management, costs of surgery and implants, treatment decision factors, and outcomes of patients with spine trauma in Tanzania.

## Methods

We prospectively collected data from patients admitted to MOI in Dar es Salaam, Tanzania, with the diagnosis of ST from October 2016 to December 2017. This study is a retrospective review of the obtained database.

### Study Site and Surgical Infrastructure

MOI is the largest referral center for ST in Tanzania. Medical personnel consist of a team of 7 neurosurgeons and trainees and another team of 15 orthopedic surgeons and trainees. Both groups surgically treat ST at MOI.

MOI is equipped with more 120 beds in the general inpatient wards, 16 beds in the ICU, and 10 beds in the emergency department. Due to the high patient load in the emergency department, ST patients are generally transferred to the wards immediately on admission to the emergency department. If elected for surgery, patients are transferred to the surgical area. The ICU is managed by a team of trained anesthesiologists and surgical residents.

Radiological assessment at MOI utilizes radiography, CT scanning, and MRI. Radiography is available within the hospital. CT scanning and MRI are located at the general hospital, a few meters away from MOI. CT and MRI machines are sometimes damaged and not always available. Patients are asked to pay prior to image acquisition.

There are 5 operating rooms at MOI and 2 C-arm fluoroscopy units. Three full instrument sets for spinal decompression and fusion are available. Surgical implants (screws and rods) are supplied directly to MOI by 3 official providers: Medtronic, Pyramid (Johnson & Johnson), and Sharma. Patients are requested to pay upfront for the implants prior to surgery.

### Inclusion and Exclusion Criteria

All patients presenting with history of acute ST (no longer than 14 days before admission) and radiological diagnosis of vertebral fracture were included in the study. Pregnant and pediatric patients (< 17 years old) were excluded.

### Patient Data

The following variables were recorded at admission: demographics (age, sex, insurance, private vs public status), details on prehospital history (mechanism of injury, distance from site of trauma to MOI, time from trauma to first regional hospital), and time from the first hospital to MOI.

### Clinical Outcomes

Neurological assessment was performed by neurosurgical residents immediately on admission and shortly prior to discharge. The American Spinal Injury Association Impairment Scale (AIS) was used. Additionally, medical complications and severity of pressure ulcers, if any, were recorded. Pressure ulcers were classified using the 2016 National Pressure Ulcer Advisor Panel Pressure Injury Staging System.<sup>5</sup> Blood pressure monitoring and physiotherapy were documented throughout the patient's stay until discharge from the hospital.

For patients who underwent surgery, the following variables were collected: time to surgery (from admission to surgery), surgical details (technique, decompressed levels, fused levels, instrumentation used), complications, wound infection, and the cost of surgery.

### Radiological Outcomes

Diagnostic images were analyzed by local neurosurgeons or orthopedic surgeons. The AOSpine vertebral fracture classification system was used (<https://aospine.aofoundation.org/>). Diagnostic discrepancies were resolved by consulting a neuroradiologist from Weill Cornell Medicine.

### Insurance and Financial Variables

Public patients are asked to pay upfront for all expenses and are admitted to the common wards. However, a small number of patients benefit from one of 2 modalities of insurance: 1) the National Health Insurance Fund, which insures governmental workers and covers all healthcare for a flat-rate fee on admission; and 2) coverage by private insurance companies. Finally, a few patients are considered "true" private patients because they can afford additional charges to stay in the private wards. For this study, patients benefiting from insurance of any kind were grouped in the "private" category, under the commonality of exemption from any financial delays in receiving any hospital service that set them apart from the patients in the "public" category.

### Statistical Analysis

Database management was performed by a single operator, and data quality was maintained by consistent monitoring and analysis of the data. Data were statistically analyzed using IBM SPSS Statistics for Macintosh (version 25, IBM Corp.) and R Version 3.3.1 (R Foundation for Statistical Computing). A  $p$  value  $\leq 0.05$  was considered significant.

### Ethics Approval

Our local institutional review board approved the study,

and informed consent was obtained from all patients at admission for data collection and prior to surgery.

## Results

### Epidemiology and Demographics

We prospectively included 180 patients from October 2016 to December 2017. ST affected primarily young males (82.8% males vs 17.2% females). The mean age overall was  $35.7 \pm 12$  years. The most common mechanisms of injury were motor vehicle accidents (MVAs, 28.9%) and falls (32.8%), followed by motorcycle accidents (16.1%), pedestrian accidents (9.4%), and blunt trauma (8.3%). Lesions affected the cervical (43.3%), thoracic (26.7%), and lumbar (30.0%) spinal regions (Table 1).

The average distance to MOI was 278 km (1–1378 km). Figure 1 shows the geographical distribution of sites of trauma; 26.1% of patients came from farther than 500 km away. The mean time from injury to MOI was  $5.9 \pm 11$  days. Among patients who were injured within the Dar es Salaam region (< 100-km radius), the mean time to arrival at MOI was  $2.8 \pm 9$  days, and for those patients transferred from regional hospitals, the time from injury to arrival at MOI was  $6 \pm 12$  days. The latter group of patients would spend on average  $4 \pm 4$  days at regional hospitals before being transferred to MOI.

### Length of Hospital Stay

The mean hospital length of stay (LOS) was 43.7 days for patients who underwent surgery and 26.7 days for those who did not undergo surgery ( $p < 0.001$ ). Shorter hospital LOS was significantly and independently associated with MRI acquisition ( $p = 0.001$ ). Patients with incomplete injuries, classified by AIS grades B–E, also tended to have a shorter mean hospital LOS ( $p = 0.118$ ).

The injury level was found to be associated with LOS in the multivariable model. Specifically, thoracic-level injury was associated with a 40% longer LOS compared with cervical injuries ( $p = 0.023$ ). Patients with AOSpine class B lesions had a 60% longer LOS than those with AOSpine class A lesions ( $p = 0.035$ ).

During the hospital stay, blood pressure was monitored daily in 15.6% of all patients. Steroids were used in only 1 patient (0.6%) (Table 2).

### Clinical Data

On admission, 47.2% of patients presented with AIS grade A injuries, 15.0% with grade B, 9.4% with grade C, 11.7% with grade D (incomplete lesions), and 16.7% with grade E (intact patients). The thoracic segment had the lowest proportion (35.4%) of incomplete lesions, whereas the lumbar segment had the highest (66.7%) (Table 3).

### Type of Fracture

Table 3 summarizes all fractures according to the AOSpine fracture classification.

### Neurological Assessment

Of the patients who underwent surgery, 21.4% had improvement in their AIS grade at discharge; 8.2% of

**TABLE 1. General information on patients who sustained ST in this study**

Variable	Value
No. of patients	180
Sex	
Male	149 (82.8)
Female	31 (17.2)
Mean age, yrs $\pm$ SD	$35.7 \pm 12$
Anatomical level affected	
Cervical	78 (43.3)
Thoracic	48 (26.7)
Lumbar	54 (30.0)
Mechanism of injury	
MVA	52 (28.9)
Motorcycle	29 (16.1)
Pedestrian	17 (9.4)
Fall >3 m	40 (22.2)
Fall <3 m	19 (10.6)
Blunt object	15 (8.3)
Sharp object	3 (1.7)
Other	5 (1.4)

Values are presented as the number of patients (%) unless stated otherwise.

patients who did not undergo surgery had improvement in AIS grade ( $p = 0.030$ ). Mortality in patients who underwent surgery was 1.6% versus 16.1% in patients who did not undergo surgery ( $p = 0.07$ ); 93.8% of patients who died had cervical injury and 87.5% had a complete injury ( $p = 0.018$ ). Factors associated with higher mortality by bivariate associations were shorter time to surgery ( $p = 0.031$ ), shorter time from trauma to MOI ( $p = 0.016$ ), cervical injury ( $p = 0.001$ ), and ICU stay ( $p < 0.001$ ).

Factors significantly associated with positive change in AIS grade were time from admission to surgery ( $p = 0.02$ ) and undergoing surgery ( $p = 0.03$ ). The independent effect of surgery on AIS grade improvement could not be isolated by multivariate analysis due to the small sample size of patients who had an improvement in AIS grade at discharge. However, among patients with incomplete injuries who underwent surgery (34 patients, 47.2%), 10 patients (29.4%) showed improvement after surgery. Overall, 82.4% of patients experienced no favorable change after surgical management.

### Surgery

Forty percent of all patients underwent surgery. Forty-five percent of all patients with complete injury had surgery at any point in time, compared with 36% of those with incomplete injury ( $p = 0.198$ ). Among patients who did not undergo surgery, 43.5% were AIS grade A ( $p < 0.001$ ).

The mean time to surgery was 33.2 days. Time to surgery for patients with incomplete injuries was 36 days versus 30 days for those with complete injuries, and this difference was not statistically significant ( $p = 0.344$ ). Ninety percent of patients with incomplete injuries who arrived

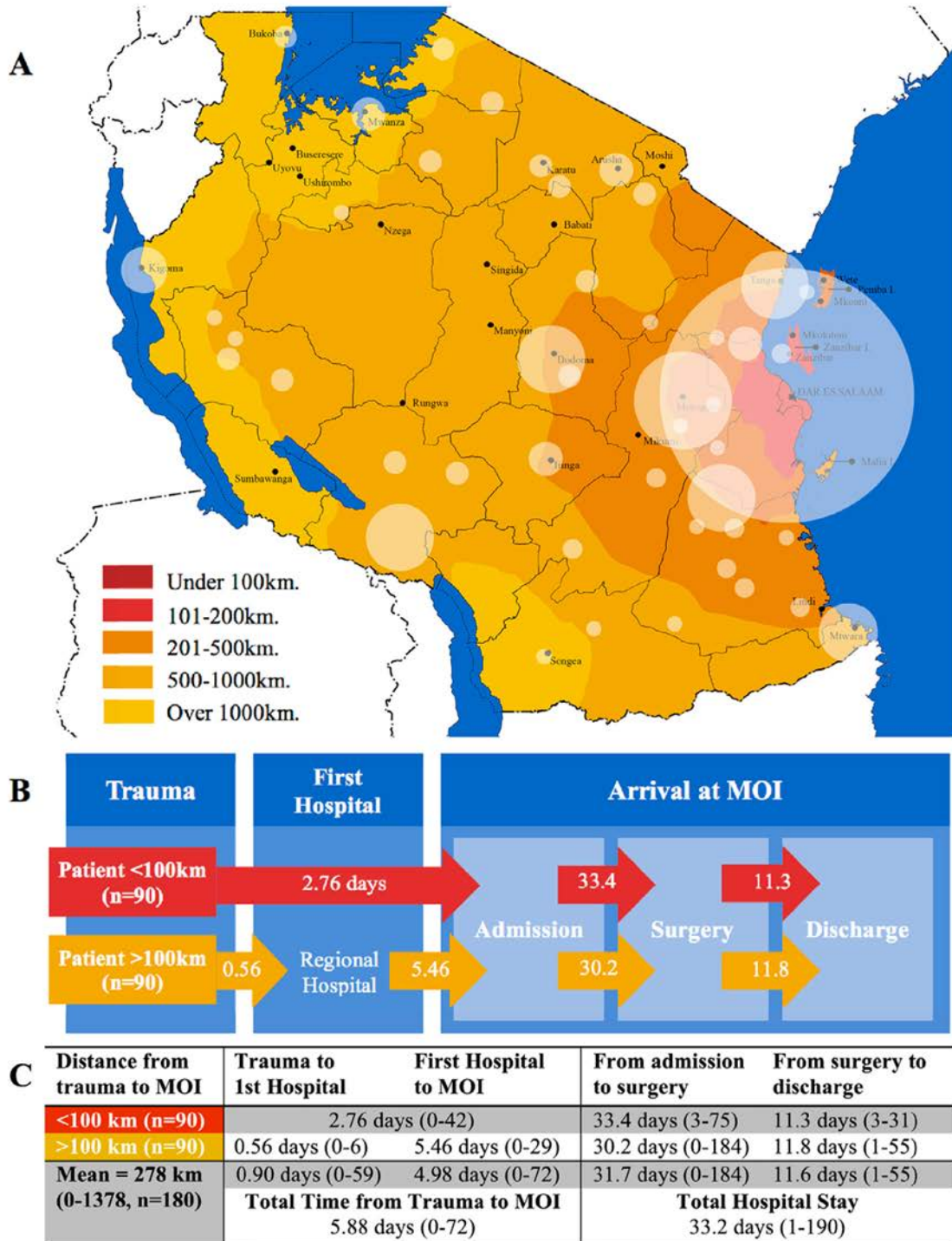


FIG. 1. Geographical and chronological information from trauma to treatment. A: Geographical distribution of trauma sites of the patients in our sample. Circles are proportional to the number of patients. Radial proximity to the hospital is denoted by color gradients. B: Mean delay in number of days at different time points posttrauma. C: Tabulation of values in panel B. Range is reported in parentheses. Map data from Google Maps, accessed May 31, 2018. Figure is available in color online only.



TABLE 2. Hospital stay

	Value
Mean hospital LOS, days	
All pts (n = 180)	33.2
Surgical pts (n = 72)	43.7
Nonsurgical pts (n = 108)	26.7
Associations	
Shorter stay	
Incomplete injury	p = 0.118*
MRI acquisition	p = 0.001†
Longer stay	
Thoracic injury	p = 0.023†
AOSpine class B	p = 0.035†
BP monitoring	
All pts (n = 180)	28 (15.6%)
ICU pts (n = 34)	6 (17.6%)
Ward pts (n = 146)	22 (15.1%)
Use of steroids	1 (0.6%)

BP = blood pressure; pts = patients.

\* Bivariate analysis.

† Multivariate analysis.

within 24 hours posttrauma did not undergo surgery within 1 week.

#### Cervical Injuries

Twenty-three patients underwent surgery for cervical injuries. The anterior approach was performed in 12 patients, among whom 3 had anterior cervical discectomy and fusion, 6 had single-level corpectomy, and 3 had multiple-level corpectomy (Table 4). Surgeons at MOI prefer autograft over allograft, mainly due to limited availability of the latter. Iliac crest grafting was used in 75% of these patients (n = 9). For the remaining patients, cages were used. Anterior plating was used only in multiple-level corpectomy. In the remaining 11 cases, a posterior approach with lateral mass screw fixation and laminectomy was performed.

#### Thoracic and Lumbar Injuries

Forty-seven patients with injury at the thoracic or lumbar level were treated with posterior fusion and stabilization using pedicle screws and rods. In 72.3% of these cases, fixation included one level above and below the fractured vertebra. Only 1 patient, with an L1 AOSpine class A1 fracture of the anterior vertebral aspect and spinal cord contusion and presenting with AIS grade A, underwent simple laminectomy with no fusion. Table 4 gives a detailed account of the performed procedures.

#### Imaging Acquisition

Radiography was performed in 88.8% of patients on admission for initial assessment of fracture. Preoperative radiography and MRI were performed in 61.1% of all patients who underwent surgery. Figure 2 shows a Venn diagram depicting the pattern of radiograph acquisition in these patients.

TABLE 3. Neurological severity of injury and AOSpine fracture classification on admission by level of injury

	No. of Patients				Underwent Surgery (%)
	Cervical	Thoracic	Lumbar	Total	
AOSpine class					
A	32	20	26	78	15 (19.2%)
B	0	4	10	14	12 (85.7%)
C	42	25	13	80	41 (51.3%)
Total	74	49	49	172*	68 (39.5%)*
AIS grade					
A	36	31	18	85	38 (44.7%)
B	12	7	8	27	13 (48.1%)
C	12	1	4	17	6 (35.3%)
D	10	3	8	21	10 (47.6%)
E	8	6	16	30	5 (16.7%)
Total	78	48	54	180	72 (40.0%)

\* The quality of imaging data was not sufficient to make an accurate AOSpine classification for 8 patients.

#### Costs

Overall, 11.7% of patients were admitted under "private" status. Private patients undergoing surgery (17.7% of all surgical patients) paid on average \$2322.20 compared with public patients, who paid on average \$873. Private patients tended to have a shorter time from admission to surgery than public patients (18.9 days vs 34.2 days for public patients, p = 0.057). A significantly higher proportion of private patients (25%) underwent surgery within 1 week of arrival, compared with 6.7% of public patients (p = 0.05). In general, private patients were more likely to undergo surgery (57%) than public patients (37.7%, p = 0.088).

#### Postoperative Care, Complications, and Rehabilitation

Thirty-four (18.9%) patients presented with pressure ulcers, and we recorded 2 cases of surgical wound infections. The presence of pressure ulcers was associated with the absence of postsurgical improvement (p = 0.073).

TABLE 4. Type of surgery performed by approach and segment

	No. of Patients			
	Cervical	Thoracic	Lumbar	Total
Posterior approach				
Laminectomy only	0	0	1	1
Laminectomy & fusion w/ instrumentation	11	24	23	58
Anterior approach				
Discectomy & fusion	3	0	0	3
Corpectomy (1 level)	6	0	0	6
Corpectomy (multiple levels)	3	0	0	3
Total	23	24	24	71

Surgical wound infection was present in 2 of 78 surgical cases. In both cases, empirical treatment was used.

Physiotherapy was done for 87.5% of patients who underwent surgery as opposed to 48.1% of patients who did not undergo surgery. Bedridden patients were visited 3 times per week, and passive mobilization and positional changes were performed. Patients with some mobility (even those in wheelchairs) were transported daily to the rehabilitation unit where they performed active exercises, depending on tolerance.

## Discussion

### Epidemiology and Demographics

In this study, distribution by sex and age corresponds to previous global and African reports.<sup>3,4</sup> Unlike other African countries, such as South Africa and Zimbabwe,<sup>4,6,8,10,22</sup> violence is not a representative cause of ST in Tanzania. Although MVA is the most common mechanism of injury described in the literature, a high prevalence of occupational “falls” in all Tanzanian studies was noted.<sup>11,18</sup> These were mostly documented as falls from coconut trees.

### Prehospital Management and Delays in Transportation

We received patients from all Tanzanian regions (Fig. 1); 79.4% of all patients were first admitted to regional hospitals. However, the average referral time from these hospitals to MOI was 5 days ( $\pm 10$ ). Regional hospitals are generally under-resourced and ill-equipped to deal with patients with ST, and it seems plausible that lack of education and expertise on ST in these local health centers hampers prompt referral to the major treatment center (MOI). We do not know how many patients died at these local hospitals or during transportation; hence, we cannot estimate with certainty the national prevalence and incidence of ST.

In our sample, even though time from trauma to admission at MOI was  $6 \pm 11$  days, it only accounts for 17.6% of the total time from trauma to surgery, as there were further delays after admission.

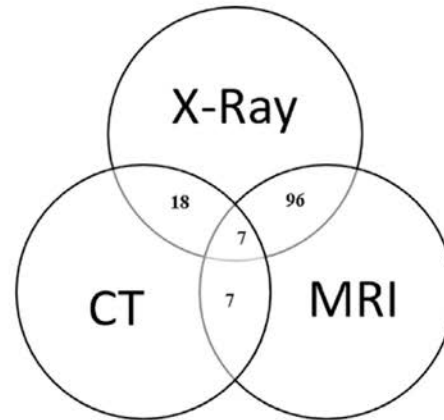
### Initial Hospital Management and Neurological Assessment

On arrival at the emergency department, basic initial workup included hemogram, ionogram, and blood grouping. The patients were assigned to the different surgical teams (neurosurgery or orthopedics) based on who initially admitted them at the emergency department.

In the wards, patients were assessed daily by residents and visited weekly by the assigned surgical team. No protocol exists to aid surgeons with the scheduling of patients undergoing surgery.

The AIS grade distribution of our series is similar to that in the only previous description for Tanzania.<sup>18</sup> On admission, 47.2% of patients presented with complete (AIS grade A) injuries. In other studies from sub-Saharan Africa, as much as 77% of the patients with ST had a complete lesion (AIS grade A).<sup>4,7</sup>

Admission to the ICU was reserved for patients presenting with hemodynamic instability or associated abdominal, thoracic, or cranial injuries. No invasive blood pressure monitoring was available, and the use of central



Type of Imaging Done	Number of Patients
X-ray Only	17
CT Only	14
MRI Only	19

FIG. 2. Venn diagram showing number of patients by type of imaging done. Two patients did not undergo imaging.

lines is reserved for very specific cases. Thirty-four patients (18.9%) required ICU admission.

### Preoperative Imaging

In our study, the majority of patients underwent radiography on admission (88.8%). Vertebral fractures were seen on nearly all (96.4%) of the acquired radiographs. Radiography was complemented mainly by MRI ( $n = 96$ ) rather than CT ( $n = 18$ ), and rarely both ( $n = 7$ ), even though CT could provide a better image for AOSpine classification of vertebral fractures.<sup>16,20</sup>

In MOI, there is no clear decision-making algorithm in electing imaging studies in ST patients. In most cases, the surgeon’s preference and the patient’s ability to pay in advance will determine the imaging modality. The latter also determines the waiting time for imaging acquisition. At MOI, MRI alone seems to be preferred over CT alone even at a higher cost, because it offers more information in a single study, providing information about soft-tissue structures (e.g., disc, blood, ligaments, cord compression) while also providing some information on spine alignment and structure. Surgeons at MOI choose MRI over CT most of the time and argue that the information regarding bone anatomy and fracture characteristics can be obtained from a much cheaper plain radiograph.

### Time to Surgery

In our study, the only factor related to shorter time to surgery was insurance status ( $p = 0.057$ ). Twenty-five percent of all private patients underwent surgery within 1 week, compared with 6.7% of public patients ( $p = 0.05$ ). Being a private patient was also related to shorter times from admission to surgery ( $p = 0.057$ ). It seems that the

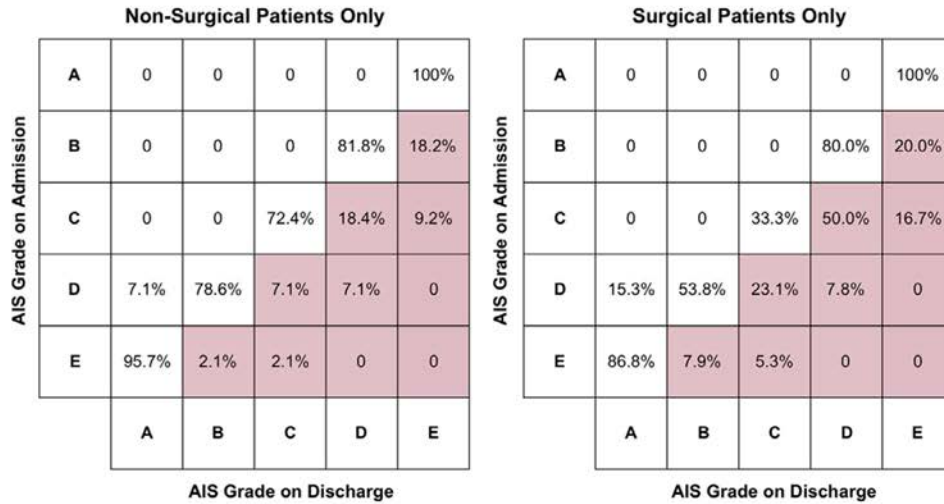


FIG. 3. AIS outcome grades of surgical patients and nonsurgical patients. Figure is available in color online only.

economic resources available to the private patients reduce some of the delays before surgery.

At MOI, there is no established consensus or protocol about surgical priority based on the AIS grade. Some surgeons operate first on patients with the most severe neurological deficit, while others prioritize those with incomplete and progressive injuries.

**Surgery**

The surgical indication for spinal cord injury (SCI) was determined by the treating neurosurgeons and orthopedic surgeons independently. Table 3 shows the total number of patients undergoing surgery depending on AIS score on admission and AOSpine fracture classification.

Cervical spine trauma was treated using posterior and anterior approaches with similar frequency. The anterior approach is performed by a few trained neurosurgeons at MOI. The use of interbody cages is very limited, and usually iliac crest bone is grafted. Cages were only used in 3 patients. Plating is never done for single-level fusion. To our understanding, shortening the length of the procedure and reducing the cost of the instrumentation also makes the intervention financially more feasible for the patient and reduces delays.

**Surgical Outcome and Mortality**

Agreeing with other authors,<sup>9,13,21</sup> AIS grade A patients consistently experience little to no improvement. In contrast, and despite the long delays to surgery, among patients presenting with incomplete injuries who underwent surgery at any point (n = 34), 29.4% showed improvement prior to discharge.

In our study, 21.4% of patients who underwent surgery had improvement in AIS grade at discharge (p = 0.030), which brings the results from MOI close to those of the only other published study analyzing surgical outcomes

in sub-Saharan Africa. Ojo et al. found a 25.7% improvement rate in SCI patients 6 months after spinal surgery in a study conducted in Nigeria in 2017.<sup>15</sup> Figure 3 shows the improvement in AIS grade in both surgical and nonoperative groups.

As shown in Table 5, the only factors associated with improvement in AIS score from admission to discharge were surgery (p < 0.003) and time to surgery (p < 0.020), which shows the importance of reducing time to surgery and improving the surgical indication by homogenizing selection criteria and surgical techniques at MOI. No significant difference was observed in outcomes when comparing patients from the Dar es Salaam area (< 100 km) against longer-distance referrals.

As described by other authors, mortality in our study was strongly associated with cervical injuries (p = 0.001) and complete lesions (p = 0.018).<sup>1,2,11,18</sup> However, in our study the difference in mortality between patients undergoing surgery and patients managed conservatively could be partially explained by a selection bias, since critically ill patients were admitted to the ICU and surgery was delayed until hemodynamic stability was achieved.

**Hospital Stay**

In addition to the acquisition of presurgical imaging and the prolonged time to surgery, we observed that 41.4% of the patients who underwent surgery and had no medical complications stayed in the hospital for longer than 10 days after surgery. Such delays in discharge were often associated with financial incapacity of paraplegic and tetraplegic patients to purchase wheelchairs. The social welfare department is constantly involved in the acquisition of such rehabilitative equipment for SCI patients.

**Costs**

The average public patient undergoing surgery paid

TABLE 5. Associations with 4 different outcome measures: surgery, time to surgery, improvement in AIS grade, and mortality

	p Value			
	Op (yes/no; bivariate)	Time to Op (multivariate)	Improvement in AIS Grade (bivariate)	Mortality (bivariate)
Age	0.108	NS	0.092	0.326
Sex	0.987	NS	0.382	0.168
Mechanism of injury	0.593	NS	0.643	0.678
Referral time	0.229	NC	0.243	0.016*
Time to op	NA	NA	0.020*	0.031*
Complete injury (yes/no)	0.281	Not significant	0.106	0.018*
Surgery (yes/no)	NA	NA	0.003*	0.070*
Private status	0.155	Significant*	0.179	>0.99
AOSpine class	<0.001*	NS	0.268	0.176
ICU stay	>0.99	NS	0.372	<0.001*

NA = not applicable; NC = not correlated; NS = not significant.  
\* Statistically significant.

\$873 throughout the stay at MOI. Considering the mean total income per earner (both formal and informal sectors) in urban Dar es Salaam (\$25) and in rural Tanzania (\$10),<sup>12</sup> cost of care certainly imposes a large burden on the patients and families and is a major cause of delay since payment in advance is required for diagnostic imaging, medication, and surgery. As revealed by Nyberger et al., 65.8% of the Tanzanian households that have a member who requires surgery are at risk of catastrophic expenditures, and 85.5% could experience impoverishing expenditures.<sup>14,25</sup>

A few studies have explored the cost of hospitalization for injuries in low- and middle-income countries (LMICs). Only 14 studies have been conducted among the 144 LMICs defined by the World Bank.<sup>19,23</sup> In some LMICs, the cost of injury was 15% of the GDP per capita, and those studies, which included surgical and recovery costs, estimated a 14-fold increase in this number, reaching 97% of GDP per capita.<sup>23</sup> This devastating financial impact explains why in East Africa costs are often considered the tie breaker when decisions are made regarding how and where to prioritize health interventions on individuals.

### Limitations

The scope of our study is limited to the pool of patients who survived long enough to eventually be referred to MOI and thus does not allow us to calculate the total number of ST patients in Tanzania or its absolute mortality and morbidity.

We did not collect information concerning the type of transportation to MOI, which limits our understanding of the characteristics and area of coverage of medicalized transportation in Tanzania.

### Conclusions

This is the first study describing the management and outcomes of ST in East Africa. There is no hospital-based protocol for the management of ST in Tanzania. Patients are admitted late after trauma, often with severe neurological deficits. Surgery is performed but generally late in the course. The decision to perform surgery and its timing are

heavily influenced by surgeon preference, economic factors such as availability of implants, and patient insurance status. Patients with incomplete deficits are left untreated or treated late.

Our results, however, suggest that surgery has a positive impact on patient outcome. These results provide strong support to work with the local surgeons and the hospitals in order to implement treatment protocols that prioritize ICU admission, hemodynamic monitoring, and early surgical management, especially of patients with incomplete deficits. Education and more collaboration with surgical societies and academic groups dedicated to global surgery are also necessary. These efforts are currently underway but will also require healthcare-related changes that are beyond our direct influence, such as insurance coverage and availability and pricing of surgical implants. Ongoing studies with a larger sample size need to be performed to confirm our results and document treatment and outcome changes over time.

### Acknowledgments

We would like to acknowledge the Leonard & Evelyn Lauder Foundation, Eric Javits Family Foundation, William Beecher Scoville Foundation, and the Colin McDonald Family, who have supported the Tanzania Neurosurgery Project at Weill Cornell.

### References

1. Ametefe MK, Bankah PE, Yankey KP, Akoto H, Janney D, Dakurah TK: Spinal cord and spine trauma in a large teaching hospital in Ghana. *Spinal Cord* **54**:1164–1168, 2016
2. Biluts H, Abebe M, Laeke T, Tirsit A, Belete A: Pattern of spine and spinal cord injuries in Tikur Anbessa Hospital, Ethiopia. *Ethiop Med J* **53**:75–82, 2015
3. Cripps RA, Lee BB, 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* **49**:493–501, 2011
4. Draulans N, Kiekens C, Roels E, Peers K: Etiology of spinal cord injuries in Sub-Saharan Africa. *Spinal Cord* **49**:1148–1154, 2011
5. Edsberg LE, Black JM, Goldberg M, McNichol L, Moore L, Sieggreen M: Revised National Pressure Ulcer Advisory

- Panel Pressure Injury Staging System: Revised Pressure Injury Staging System. *J Wound Ostomy Continence Nurs* **43**:585–597, 2016
6. Hart C, Williams E: Epidemiology of spinal cord injuries: a reflection of changes in South African society. *Paraplegia* **32**:709–714, 1994
  7. Igun GO, Obekpa OP, Ugwu BT, Nwadiaro HC: Spinal injuries in the Plateau State, Nigeria. *East Afr Med J* **76**:75–79, 1999
  8. Joseph C, Delcarme A, Vlok I, Wahman K, Phillips J, Nilsson Wikmar L: Incidence and aetiology of traumatic spinal cord injury in Cape Town, South Africa: a prospective, population-based study. *Spinal Cord* **53**:692–696, 2015
  9. Lehre MA, Eriksen LM, Tirsit A, Bekele S, Petros S, Park KB, et al: Outcome in patients undergoing surgery for spinal injury in an Ethiopian hospital. *J Neurosurg Spine* **23**:772–779, 2015
  10. Levy LF, Makarawo S, Madzivire D, Bhebhe E, Verbeck N, Parry O: Problems, struggles and some success with spinal cord injury in Zimbabwe. *Spinal Cord* **36**:213–218, 1998
  11. Moshi H, Sundelin G, Sahlen KG, Sörlin A: Traumatic spinal cord injury in the north-east Tanzania—describing incidence, etiology and clinical outcomes retrospectively. *Glob Health Action* **10**:1355604, 2017
  12. National Bureau of Statistics (Tanzania): **Employment and Labour Census 2012**. Dar es Salaam, Tanzania: National Bureau of Statistics, Ministry of Finances, 2013 (<http://www.nbs.go.tz/>) [Accessed January 18, 2019]
  13. Nwankwo OE, Uche EO: Epidemiological and treatment profiles of spinal cord injury in southeast Nigeria. *Spinal Cord* **51**:448–452, 2013
  14. Nyberger K, Jumbam DT, Dahm J, Maongezi S, Makuwani A, Kapologwe NA, et al: The situation of safe surgery and anaesthesia in Tanzania: a systematic review. *World J Surg* **43**:24–35, 2019
  15. Ojo OA, Poluyi EO, Owolabi BS, Kanu OO, Popoola MO: Surgical decompression for traumatic spinal cord injury in a tertiary center. *Niger J Clin Pract* **20**:1455–1460, 2017
  16. Parizel PM, van der Zijden T, Gaudino S, Spaepen M, Voormolen MH, Venstermans C, et al: Trauma of the spine and spinal cord: imaging strategies. *Eur Spine J* **19** (Suppl 1):S8–S17, 2010
  17. Rajan D: Situational analysis of the health sector, in Schmets G, Rajan D (eds): **Strategizing National Health in the 21st Century: A Handbook**. Geneva: World Health Organization, 2016 (<http://www.who.int/healthsystems/publications/nhpsp-handbook-ch3/en/>) [Accessed January 18, 2019]
  18. Rashid SM, Jusabani MA, Mandari FN, Dekker MCJ: The characteristics of traumatic spinal cord injuries at a referral hospital in Northern Tanzania. *Spinal Cord Ser Cases* **3**:17021, 2017
  19. Sangowawa AO, Owoaje ET, Ekanem SE, Faseru B, Adekunle BJ: Economic costs of motorcycle injury among crash-involved commercial motorcyclists in Oyo State, Nigeria. *Afr J Med Med Sci* **40**:385–391, 2011
  20. Silberstein M, Tress BM, Hennessy O: A comparison between M.R.I. and C.T. in acute spinal trauma. *Australas Radiol* **36**:192–197, 1992
  21. Umaru H, Ahidjo A: Pattern of spinal cord injury in Maiduguri, North Eastern Nigeria. *Niger J Med* **14**:276–278, 2005
  22. Velmahos GC, Degiannis E, Hart K, Souter I, Saadia R: Changing profiles in spinal cord injuries and risk factors influencing recovery after penetrating injuries. *J Trauma* **38**:334–337, 1995
  23. Wesson HK, Boikhutso N, Bachani AM, Hofman KJ, Hyder AA: The cost of injury and trauma care in low- and middle-income countries: a review of economic evidence. *Health Policy Plan* **29**:795–808, 2014
  24. Winkler AS, Tluway A, Slotje D, Schmutzhard E, Härtl R: The pattern of neurosurgical disorders in rural northern Tanzania: a prospective hospital-based study. *World Neurosurg* **73**:264–269, 2010
  25. **The World Factbook (USA): Tanzania**. Washington, DC: Central Intelligence Agency, 2018 ([https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/print\\_tz.html](https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/print_tz.html)) [Accessed January 18, 2019]

#### Disclosures

Dr. Härtl: consulting fees from AOSpine, Brainlab, DePuy Synthes, and Lanx.  
This publication will be included in the PhD dissertation of Andreas Leidinger, MD, at Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, Spain.

#### Author Contributions

Conception and design: Leidinger, Navarro-Ramirez, Shabani.  
Acquisition of data: Leidinger, Kim, Msuya, Greving. Analysis and interpretation of data: Leidinger, Kim. Drafting the article: Leidinger. Critically revising the article: Härtl, Kim, Navarro-Ramirez, Rutabasibwa, Shabani. Reviewed submitted version of manuscript: Härtl, Leidinger, Navarro-Ramirez, Rutabasibwa, Shabani. Approved the final version of the manuscript on behalf of all authors: Härtl. Statistical analysis: Leidinger, Kim, Askin. Administrative/technical/material support: Härtl, Kim, Navarro-Ramirez. Study supervision: Härtl, Shabani.

#### Correspondence

Roger Härtl: Weill Cornell Brain and Spine Center, Weill Cornell Medical College, NewYork-Presbyterian Hospital, New York, NY. [roger@hartlmd.net](mailto:roger@hartlmd.net).



## Operative Treatment of Traumatic Spinal Injuries in Tanzania: Surgical Management, Neurologic Outcomes, and Time to Surgery

Global Spine Journal  
1-10  
© The Author(s) 2020  
Article reuse guidelines:  
sagepub.com/journals-permissions  
DOI: 10.1177/2192568219894956  
journals.sagepub.com/home/gsj  
SAGE

Juma Magogo, MD, MMED<sup>1</sup>, Albert Lazaro, MD<sup>1</sup>, Mechris Mango, MD, MMED<sup>1</sup>,  
Scott L. Zuckerman, MD, MPH<sup>2,3</sup>, Andreas Leiding, MD<sup>2</sup>,  
Salim Msuya, MD<sup>1</sup>, Nicephorus Rutabasibwa, MD<sup>1</sup>,  
Hamisi K. Shabani, MD, PhD<sup>1</sup>, and Roger Härtl, MD<sup>2</sup>

### Abstract

**Study Design:** Retrospective case series.

**Objective:** Little is known about operative management of traumatic spinal injuries (TSI) in low- and middle-income countries (LMIC). In patients undergoing surgery for TSI in Tanzania, we sought to (1) determine factors involved in the operative decision-making process, specifically implant availability and surgical judgment; (2) report neurologic outcomes; and (3) evaluate time to surgery.

**Methods:** All patients from October 2016 to June 2019 who presented with TSI and underwent surgical stabilization. Fracture type, operation, neurologic status, and time-to-care was collected.

**Results:** Ninety-seven patients underwent operative stabilization, 23 (24%) cervical and 74 (77%) thoracic/lumbar. Cervical operations included 4 (17%) anterior cervical discectomy and fusion with plate, 7 (30%) anterior cervical corpectomy with tricortical iliac crest graft and plate, and 12 (52%) posterior cervical laminectomy and fusion with lateral mass screws. All 74 (100%) of thoracic/lumbar fractures were treated with posterolateral pedicle screws. Short-segment fixation was used in 86%, and constructs often ended at an injured (61%) or junctional (62%) level. Sixteen (17%) patients improved at least 1 ASIA grade. The sole predictor of neurologic improvement was faster time from admission to surgery (odds ratio = 1.04,  $P = .011$ , 95%CI = 1.01-1.07). Median (range) time in days included: injury to admission 2 (0-29), admission to operating room 23 (0-81), and operating room to discharge 8 (2-31).

**Conclusions:** In a cohort of LMIC patients with TSI undergoing stabilization, the principle driver of operative decision making was cost of implants. Faster time from admission to surgery was associated with neurologic improvement, yet significant delays to surgery were seen due to patients' inability to pay for implants. Several themes for improvement emerged: early surgery, implant availability, prehospital transfer, and long-term follow-up.

### Keywords

spine trauma, spinal fractures, traumatic spinal cord injury, East Africa, Tanzania, global neurosurgery, global surgery

### Introduction

Traumatic spinal injury (TSI), including fractures to the spinal column and spinal cord injury (SCI), represents a global disease burden, especially in low- and middle-income countries (LMIC).<sup>1,2</sup> A recent systematic review concluded that the burden of TSI was 1.6 times higher in LMICs than high-income countries, with an annual incidence of 13 cases per 100 000 people.<sup>2,3</sup> Operative treatment of TSI remains a scarce resource offered only by select centers.

<sup>1</sup> Muhimbili Orthopedic Institute, Dar es Salaam, Tanzania

<sup>2</sup> New York–Presbyterian Hospital, Weill Cornell Medical College, New York, NY, USA

<sup>3</sup> Vanderbilt University Medical Center, Nashville, TN, USA

### Corresponding Authors:

Roger Härtl, Weill Cornell Brain and Spine Center, Department of Neurological Surgery, New York–Presbyterian Hospital, Weill Cornell Medical College, 525 East 68th Street, Box 99, New York, NY 10065, USA.  
Email: roger@hartlmd.net

Scott L. Zuckerman

Email: zuckerman.scott@gmail.com



Creative Commons Non Commercial No Derivs CC BY-NC-ND: This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial-NoDeriv 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) which permits non-commercial use, reproduction and distribution of the work as published without adaptation or alteration, without further permission provided the original work is attributed as specified on the SAGE and Open Access pages (<https://us.sagepub.com/en-us/nam/open-access-at-sage>).

Clinical conditions after SCI include temporary or permanent paralysis, sensory loss, autonomic imbalance, and bowel/bladder dysfunction. Acute mortality rates from TSI in sub-Saharan Africa range from 18%<sup>4</sup> to 25%,<sup>3</sup> compared with close to zero in more resourced settings.<sup>5</sup> In their series of 288 patients with SCI from Tanzania, Moshi and colleagues<sup>3</sup> highlighted the added morbidity of post-SCI complications, such as pressure ulcers (20%) and respiratory dysfunction (15%), leading to an average hospital stay of over 2 months. Despite improvements in TSI management, resource-constrained settings have not yet benefitted from this progress to the same extent as more developed countries.<sup>6-8</sup>

Although neurosurgery has been developing in East Africa since the 1940s, it remains tertiary and expensive.<sup>9</sup> Both stabilization techniques and time to surgery for spinal trauma are largely unreported. Such information would not only allow for improvement in operative decision making but also provide direction for future policy, government collaboration, and research initiatives critical to mitigating the burden of spinal trauma. To address this need, we describe the operative management of patients undergoing surgical stabilization for traumatic spinal injuries at a major LMIC hospital in Tanzania in order to: (1) assess the factors involved in the operative decision-making process, specifically implant availability and surgical judgment; (2) report neurologic outcomes; and (3) evaluate time to surgery. If implant availability is the principal driver of decision making, results from the current study will allow us to conclude if current practices are adequate or insufficient given the limited resources. Furthermore, knowing detailed operative information will facilitate planning for future implant needs.

## Methods

### Study Design and Clinical Setting

We conducted a retrospective analysis of prospectively collected data from the Muhimbili Orthopaedic Institute (MOI), a major referral hospital in Dar es Salaam, Tanzania. MOI houses approximately 120 general ward beds and 16 intensive care unit (ICU) beds. The local institutional review board approved the current study and informed consent was obtained from all patients.

### Patient Identification

All patients who underwent surgical intervention for TSIs from October 2016 to June 2019 (32 months) were included. Exclusion criteria consisted of those who underwent decompression only (laminectomy without instrumentation or fusion), were <14 years old, sustained a concomitant brain injury, or underwent an operation >4 months from the time of injury. This case series represents an extension of a previously published cohort.<sup>10</sup>

### Clinical and Operative Data

Several demographic and injury-specific data points were collected, including age, gender, and mechanism of injury. Injury levels were categorized according to prior studies.<sup>11</sup> Owing to difficulty in deciphering the extent of decompression, this variable was kept binary (yes/no). Insurance status was classified as *public* (had to provide all funds prior to receiving hospital services) or *private* (no additional funds required to receive hospital services).

### Classification of Fractures, Neurologic Status, Surgery, and Timing

Fractures were classified according to the thoracolumbar AO classification,<sup>12</sup> a system used to classify spine trauma with good reliability,<sup>13</sup> along with the addition of descriptive terms for each injury. To decipher trends in management, fractures of similar patterns were grouped by mechanism and amount of listhesis/translation. Listhesis was defined as: I = 25%, II = 50%, III = 75%, IV = 100%. Neurologic exams were obtained on admission and discharge according to the American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale.<sup>14</sup> One of 4 surgeries was performed: (1) anterior cervical discectomy and fusion with plate (ACDF), (2) anterior cervical corpectomy with tricortical iliac crest graft and plate (ACC), (3) posterior cervical laminectomy and fusion with lateral mass screws (PCLF), and (4) posterolateral thoracic or lumbar laminectomy and fusion with pedicle screws (PLF). Autograft was used in the majority of cases, either local or iliac crest harvesting. Time in days was recorded during the following points: injury to admission, admission to operating room (OR), OR to discharge, and total length of stay (LOS).

### Guideline Comparison

For cervical TSI, the American Association of Neurological Surgeons and the Congress of Neurological Surgeons (AANS/CNS) Guidelines for the Management of Acute Cervical Spine and Spinal Cord Injuries was used.<sup>15</sup> For thoracic/lumbar injuries, the corollary document was used.<sup>16,17</sup> Three additional parameters were used to assess the adequacy of each construct. First, short-segment stabilization was defined as 1 level above and 1 level below the injured level. Any construct more than 1 level above or below was *not* considered short-segment stabilization. Second, each construct was evaluated if the upper or lower instrumented vertebrae (UIV/LIV) involved the injured level. If the UIV/LIV involved a fractured level, or a level with facet or disc disruption, this variable was recorded as positive. For example, a patient with T6/7 listhesis and a T7 fracture that underwent T6-8 fusion would be positive because T6 was both injured and the UIV. Third, constructs that stopped at a junctional level (C7, T1, T12, L1) was recorded. Since postoperative imaging was often not obtained due to cost, imaging parameters such as change in kyphosis, reduction, and decompression could not be assessed.

### Statistical Analysis

All continuous data was presented as mean (SD) and/or median (range), whereas all count data was presented as n (%). Multivariate logistic regression was used to assess predictors of improvement in neurologic function. Nonparametric Mann-Whitney *U* tests and Kruskal-Wallis tests were used to assess predictors of timing. Significance was considered at an alpha of .05. All statistical analyses were performed in STATA version 14 (StataCorp LP, College Station, TX).

### Results

#### Patient Cohort

On initial review, 114 patients with TSI underwent surgery. Two underwent decompression only without stabilization. Of the remaining 112 patients, missing data existed for 4 patients regarding level of injury, 9 patients regarding operative details, and 2 patients regarding postoperative outcomes. These 15 patients were excluded, leaving 97 patients with complete data. Of the 97 patients with TSI who underwent surgical stabilization, 25 (26%) sustained cervical injuries and 72 (74%) sustained thoracic/lumbar injuries (Table 1). Almost half of patients (48%) presented with complete injuries (ASIA A). All but 2 patients (98%) underwent concomitant decompression.

#### Operative Decision Making

Operative decision making depended on many factors. Public patients without insurance were forced to pay for their own implants, which often delayed surgery and limited the size of each construct. If a family could only pay for 4 screws, the surgeon was forced to treat the injury with these resources only. Overall, operative decision making—type of surgery, extent of construct, and timing—was based on 4 components: (1) resources available, (2) the patient's ability to pay for implants, (3) clinical status, and (4) surgeon preference. Importantly, no formal spine trauma protocol was followed during the duration of this study.

#### Cervical

A total of 23 cervical fractures were treated with 4 (17%) anterior cervical discectomy and fusion with plate (ACDF), 7 (30%) anterior cervical corpectomy with tricortical iliac crest graft and plate (ACC), and 12 (52%) posterior cervical laminectomy and fusion with lateral mass screws (PCLF; Table 2). Tricortical iliac crest autograft iliac crest autograft were used for both ACDF and ACC. With respect to guidelines management, the AANS/CNS document states, "... either anterior or posterior fixation and fusion is acceptable in patients not requiring a particular surgical approach for decompression of the spinal cord."<sup>15</sup> No preference is made of short- or long-segment stabilization. Thus, as long as all patients were appropriately decompressed, we can conclude that the guidelines were followed based on the available information, albeit

**Table 1.** Demographics, Injury, and Operative Information (N = 97).

Age, years	
Mean (SD)	34.7 (11.7)
Median, (range)	32 (14-74)
Male, n (%)	78 (80)
Insurance, n (%)	
Public	84 (86)
Private	13 (13)
Mechanism, n (%)	
Motor vehicle accident	30 (31)
Motorcycle	10 (10)
Pedestrian	7 (7)
Fall	32 (33)
Blunt object	16 (16)
Other	2 (2)
AO fracture type, n (%)	
A	3 (3)
B	14 (14)
C	53 (55)
Location, n (%)	
Axial cervical spine	1 (1)
Subaxial cervical spine	22 (23)
Cervicothoracic spine	0 (0)
Thoracic spine	34 (35)
Thoracolumbar	13 (13)
Lumbar	27 (28)
Neurologic status, n (%)	
Complete (ASIA A)	47 (48)
Incomplete (ASIA B-D)	37 (38)
Intact (ASIA E)	13 (13)
Total operations, n (%)	
Anterior cervical discectomy and fusion with plate	4 (4)
Anterior cervical corpectomy with tricortical iliac crest graft and plate	7 (7)
Posterior cervical laminectomy and fusion with lateral mass screws	12 (12)
Posterolateral thoracic/lumbar laminectomy and fusion with pedicle screws	74 (76)

without postoperative imaging. Additionally, 22 (96%) of fractures were treated with short-segment stabilization, and 17 (74%) had the UIV/LIV involve the injured level. Fourteen (61%) constructs stopped at the cervicothoracic junction.

In assessing trends in management, the 6 cases of grade I listhesis were treated with 3 ACDFs and 3 PCLFs. All cases of grade II listhesis were treated with either ACC or PCLF, except for 1 ACDF (case 17). All cases of grade III-IV listhesis were treated with a 2-level fusion except for one case, which was treated with a 1-level fusion (case 22). All burst fractures were treated with either ACC or PCLF. No construct crossed the cervicothoracic junction. The one craniocervical spine injury, a C2 pars fractures, was treated with occipitocervical fusion.

#### Thoracic/Lumbar

A total of 74 thoracic/lumbar fractures (100%) were all treated with posterior thoracic or lumbar laminectomy and fusion with



**Table 2.** Cervical Fracture Management.

Level	Injury	N	Case No. & Surgery
O-C2	C2 pars fracture	1	1. O-C2 PCLF
C3/4	C3/4 listhesis I + C4 fracture	1	2. C3-4 PCLF
C4/5	C4 + C5 burst fractures	1	3. C4-6 PCLF
	C4/5 listhesis I	1	4. C4-6 PCLF
	C4/5 listhesis II	1	5. C3-5 PCLF
C5/6	C5/6 listhesis I	2	6. C5-6 ACDF 7. C4-6 PCLF
	C5/6 listhesis II	2	8. C5 corpectomy, C4-6 plate 9. C6 corpectomy, C5-7 plate
	C5/6 listhesis II + C5 or C6 fracture	3	10. C6 corpectomy, C5-7 plate 11. C6 corpectomy, C5-7 plate 12. C4-6 PSF
	C6 burst fracture	2	13. C6 corpectomy, C5-7 plate 14. C5-7 PCLF
C6/7	C6/7 listhesis I	2	15. C6-7 ACDF 16. C6-7 ACDF
	C6/7 listhesis II	2	17. C6-7 ACDF 18. C5-7 PCLF
	C6/7 listhesis III-IV	4	19. C5-7 PCLF 20. C5-7 PCLF 21. C5-7 PCLF
	C6/7 listhesis III + C7 fracture	1	22. C6-7 PCLF
	C7 burst fracture	1	23. C7 corpectomy, C6-T1 plate

Abbreviations: ACDF, anterior cervical discectomy and fusion with plate; PCLF, posterior cervical laminectomy and fusion with lateral mass screws.

pedicle screws (PLF; Tables 3 and 4). With regard to guidelines management, the AANS/CNS document states, "...physicians may use an anterior, posterior, or a combined approach as the selection of approach does not appear to impact clinical or neurological outcomes."<sup>16</sup> Similar to the cervical guidelines, no preference is made of short- or long-segment stabilization, allowing us to conclude that as long as an appropriate decompression was accomplished, the guidelines were followed based on the available information, albeit without postoperative imaging. Additionally, 61 (82%) of fractures were treated with short-segment stabilization, and 43 (58%) had the UIV/LIV involve the injured level. Forty-six (62%) constructs stopped at the thoracic/lumbar junction.

In assessing trends in management, the most common fracture types were L1 burst fracture without listhesis (n = 11), most of which were treated with T12-L2 PSF, except for one T11-L2 PSF. Second most common was T12 burst fractures with grade I listhesis, most of which were treated with T11-L2 PSF except for one longer construct of T10-L2 PSF. Few long segment constructs were utilized, which included 7 (9.5%) 3-level fusions and 4 (5.4%) 4-level fusions. The most severe fractures of grade III-IV listhesis were treated with T3-4 PSF (case 29), T3-7 PSF (case 30), T11-L1 PSF (case 46), L1-3 PSF (case 91), and T12-L4 PSF (case 92).

#### Neurologic Outcomes

Five patients had incomplete postoperative ASIA assessments—3 died and 2 were missing. Of the remaining 92


patients, 2 (2%) worsened by 1 ASIA grade (both B to A); 74 (80%) were stable; and 16 patients improved (17%), 12 (13%) by 1 grade, and 4 (4%) improved by 2 grades (Table 5, panels A and B). The three patients that died postoperatively during hospitalization included were C5/6 lesions. In assessing predictors of ASIA improvement, while controlling for age, gender, insurance status, and operation, multivariate logistic regression revealed that time from admission to OR was a small but significant predictor of an improved ASIA grade (odds ratio = 1.04,  $P = .012$ , 95%CI = 1.01-1.08; Table 5, panel C).

#### Timing

Timing of each phase of care was summarized (Table 6, Figure 1). Both cervical and thoracic/lumbar AANS/CNS guidelines concluded there was insufficient evidence on the effect of timing of surgical intervention on neurologic outcomes, "but it is suggested that 'early' surgery be considered an option... defined as <8 to <72 hours." Thus, using the conservative estimate, we can cap these recommendations at 72 hours. Median time from admission to OR was 23 days, ranging from 0 to 81. A total of 4 patients (4.1%) were operated on within 72 hours of admission. Counting time from initial injury, 2 patients (2.1%) were operated on within 72 hours.

#### Discussion

In a large cohort of traumatic spinal injury patients that underwent surgical stabilization from a major referral hospital in

**Table 3.** Thoracic Fracture Management.


Level	Injury	N	Case No. & Surgery	
T3/4	T4 chance fracture	1	24. T3-5 PLF	
	T3 + T4 burst fractures	1	25. T1-5 PLF	
	T4 burst fracture	2	26. T3-5 PLF 27. T3-5 PLF	
T4/5	T4 burst fracture + T3/4 listhesis I	1	28. T3-5 PLF	
	T4 burst fracture + T3/4 listhesis III-IV	1	29. T3-4 PLF	
T4/5	T5 burst fracture + T4/5 listhesis III-IV	1	30. T3-7 PLF	
T5/6	T6 burst fracture + T5/6 listhesis I	1	31. T4-6 PLF (left only)	
T6/7	T6 – T9 burst fractures	1	32. T7-9 PLF	
	T6 burst fracture + T6/7 listhesis II	1	33. T5-7 PLF	
T7/8	T7 burst fracture + T6/7 listhesis I	1	34. T6-9 PLF	
T7/8	T8 burst fracture + T7/8 listhesis I	1	35. T7-8 PLF	
	T8 wedge-compression fracture	1	36. T7-9 PLF	
T8/9	T8 burst fracture + T8/9 listhesis II	1	37. T8-10 PLF	
	T8/9 listhesis I	1	38. T8-10 PLF	
T9/10	T9/10 listhesis II	1	39. T8-10 PLF	
T10/11	T10 wedge-compression fracture	1	40. T9-12 PLF	
	T10/11 listhesis II	1	41. T9-11 PLF	
T11/12	T11/12 listhesis II	4	42. T11-12 PLF 43. T11-L1 PLF 44. T11-L1 PLF 45. T12-L1 PLF	
	T11 burst fracture + T11/12 listhesis III-IV	1	46. T11-L1 PLF	
	T12 chance fracture	1	47. T11-L1 PLF	
	T12 burst fracture	1	48. T11-12 PLF	
	T12 burst fracture + T11/12 listhesis I	6	49. T10-L2 PLF 50. T11-L1 PLF 51. T11-L1 PLF 52. T11-L1 PLF 53. T11-L1 PLF 54. T11-L1 PLF	
	T12 burst fracture + T11/12 listhesis II	3	55. T11-L2 PLF 56. T11-L2 PLF 57. T11-L2 PLF	
	T12/L1	T12/L1 listhesis II	2	58. T11-L1 PLF 59. T11-L2 PLF

Abbreviation: PLF, posterolateral fusion.

East Africa, we have described each fracture pattern with corresponding operative treatment, in addition to neurologic outcomes and timing of surgery. Short-segment stabilization was used in 86% of cases. While faster time from admission to surgery was associated with improved neurologic function, only 4% of patients underwent surgery within 3 days of admission, most commonly because of a patient's inability to pay for instrumentation. The principal driver of operative decision making appeared to be cost of implants, leading to a high proportion of short-segment constructs and delays to surgery.

#### Surgical Details and Operative Decision Making

While surgery for traumatic spinal injury is performed in several LMICs, it remains sparse and carries great risk, as one study reported increased complications and mortality in patients undergoing surgery.<sup>18</sup> Of the reports summarizing TSI in LMICs,

little to no operative information is provided in series from India,<sup>18,19</sup> Ghana,<sup>5</sup> Nigeria,<sup>20</sup> and Tanzania.<sup>3</sup> One of the few studies reporting operative details was conducted by Choi and colleagues<sup>11</sup> from Cambodia, in their series of 62 TSI patients who underwent surgery, which included ACDF, ACC, cervical laminoplasty, and posterior thoracic/lumbar stabilization with interspinous wiring, pedicle screws, and Luque rod fixation.

The current series described a total of 4 surgeries—anterior cervical discectomy and fusion, anterior cervical corpectomy with tricortical iliac crest graft and plate, posterior cervical laminectomy and fusion, and posterolateral thoracic/lumbar fusion thoracic/lumbar fusion. Stabilization methods included tricortical iliac crest autograft and anterior cervical plating with screws, in addition to lateral mass and pedicle screws with rods. Short-segment stabilization was used in 86% of cases and almost two-thirds of all constructs had the upper and lower instrumented vertebrae involve an injured level or stopped at

**Table 4.** Lumbar Fracture Management.

Level	Injury	N	Case No. & Surgery
L1/2	L1 wedge-compression fracture	3	60. T12-L2 PLF 61. T12-L2 PLF 62. T12-L2 PLF
	L1 chance fracture	2	63. T10-L2 PLF 64. T12-L2 PLF
	L1 chance fracture + L1/2 listhesis I	1	65. L1-3 PLF
	L1 burst fracture + no listhesis	11	66. T11-L1 PLF 67. T12-L2 PLF 68. T12-L2 PLF 69. T12-L2 PLF 70. T12-L2 PLF 71. T12-L2 PLF 72. T12-L2 PLF 73. T12-L2 PLF 74. T12-L2 PLF 75. T12-L2 PLF 76. T12-L2 PLF
	L1 burst fracture + T12/L1 listhesis I	4	77. T11-L2 PLF 78. T12-L2 PLF 79. T12-L2 PLF 80. T12-L2 PLF 81. T12-L2 PLF
	L1 burst fracture + T12/L1 listhesis II	4	82. T12-L2 PLF 83. T12-L2 PLF 84. T12-L2 PLF
	L2 wedge-compression fracture + L1/2 listhesis I	1	85. L1-2 PLF
	L2 burst fracture + L1/2 listhesis I	2	86. L1-2 PLF 87. L1-3 PLF
	L2 burst fracture + L1/2 listhesis II	3	88. L1-3 PLF 89. L1-3 PLF 90. L1-3 PLF
	L2 burst fracture + L1/2 listhesis III-IV	2	91. L1-3 PLF 92. T12-L4 PLF
L2/3	L2 + L3 burst fractures	1	93. L1-4 PLF
	L3 burst fracture + no listhesis	3	94. L2-4 PLF 95. L2-4 PLF 96. L2-4 PLF
	L3 burst fracture + L2/3 listhesis II	1	97. L1-3 PLF

Abbreviation: PLF, posterolateral fusion.

a junctional level. In terms of AANS/CNS guideline management, we can cautiously say that all fractures were decompressed and stabilized at or across the injured segment, thus the guidelines were appropriately followed. However, this conclusion is made cautiously for two reasons. First, because of cost, postoperative imaging was not available on all patients, thus parameters such as kyphosis, fracture reduction, and decompression could not be evaluated. Second, without long-term follow-up, construct durability could not be adequately assessed.

Equally important to operative details is the process of how each operation was planned, which was directly linked to the dearth of financial resources. Choi and colleagues<sup>11</sup> reserved pedicle screws for less severe injuries that only required 1 level above and below, whereas Luque rod fixation was used for 2 levels above and below. In a Nigerian

series of 17 patients undergoing surgery for TSI by Nwanko et al,<sup>20</sup> strut grafts and interspinous wiring were used to minimize costs, yet 43% of the remaining 68 patients had indications for surgery but did not undergo operative treatment due to their inability to pay. Similarly, in our study, publicly insured patients (86%) had to garner funds for implants, which dictated construct size and timing of surgery. This may have led to undertreating complex fractures, as 5 severe fractures, with grade III-IV listhesis, could only be treated with short-segment constructs. Risk is undertaken with short-segment constructs, when the upper and lower instrumented vertebrae involve the fractured levels, and when constructs end at junctional levels. These risks could be easily avoided with improved access to implant availability, of which a study is currently ongoing at MOI in 2019-2020.

**Table 5.** Neurologic Outcomes: (A) Changes in ASIA Score From Admission to Discharge; (B) Categorization ASIA Score Changes; (C) Predictors of Neurologic Improvement Logistic Regression Analysis.

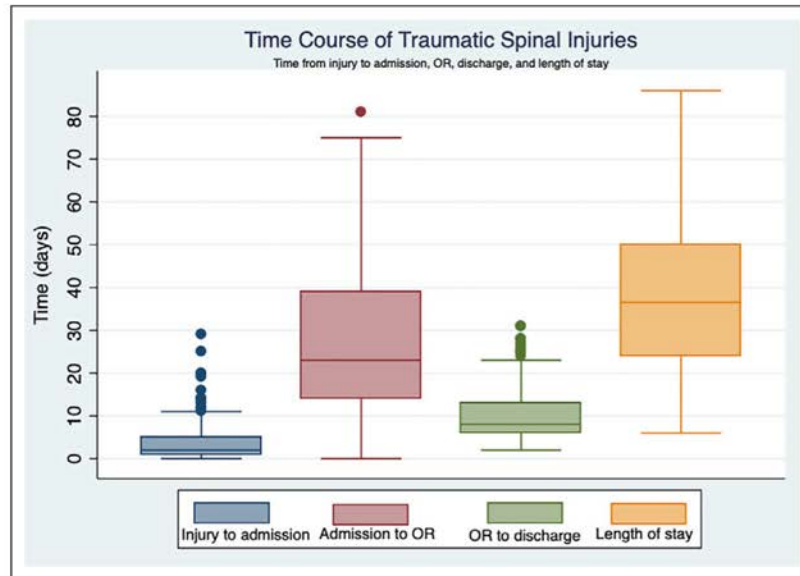
A. Changes in ASIA Score From Admission to Discharge							
ASIA on admission, n (%)	Total	42 (46)	13 (14)	9 (10)	11 (12)	17 (18)	92 (100)
	E	—	—	—	—	13 (76.7)	13 (14)
	D	—	—	—	8 (72.7)	3 (17.7)	11 (12)
	C	—	—	2 (22.2)	2 (18.2)	1 (5.9)	5 (5)
	B	2 (4.8)	11 (84.6)	5 (55.6)	1 (9.1)	—	19 (21)
	A	40 (95.2)	2 (15.4)	2 (22.2)	—	—	44 (48)
		A	B	C	D	E	Total
		ASIA on Discharge, n (%)					
B. Categorization of ASIA Score Changes							
	Worsened, n (%)	Stable, n (%)	Improved, n (%)				
Cervical (n = 20)	1 (5.0)	16 (80.0)	3 (15.0)				
Thoracolumbar (n = 72)	1 (1.4)	58 (81.9)	13 (18.1)				
Total (n = 92)	2 (2.2)	74 (80.4)	16 (17.4)				
C. Predictors of Neurologic Improvement							
Variable	Univariate Logistic Regression		Multivariate Logistic Regression				
	OR (95% CI)	P	OR (95% CI)	P			
Age (years)	1.36 (0.42, 4.3)	.604	—	—			
Young <30 (n = 36)							
Old ≥30 (n = 61)							
Gender	0.68 (0.19, 2.42)	.548	—	—			
Male (n = 78)							
Female (n = 19)							
Injury level	1.25 (0.32, 4.90)	.750	—	—			
Cervical (n = 23)							
Thoracic/Lumbar (n = 74)							
Insurance	0.36 (0.04, 2.95)	.338	—	—			
Public (n = 84)							
Private (n = 13)							
Operation	0.94 (0.47, 1.91)	.872	—	—			
ACDF/ACC/PCLF/PLF							
Time from admission to OR	1.03 (1.01, 1.07)	.011	1.04 (1.01, 1.08)	.012			
Continuous (days)							

Abbreviations: ASIA, American Spinal Injury Association; ACDF, anterior cervical discectomy and fusion with plate; ACC, anterior cervical corpectomy with plate; PCLF, posterior cervical laminectomy and fusion with lateral mass screws; PLF, posterior thoracic or lumbar laminectomy and fusion with pedicle screw fixation; OR, operating room.

### Neurologic Outcomes

In our series, 17% improved by at least 1 ASIA grade after surgery. Compared with higher income countries and clinical trials, this rate was expectedly lower. Austrian and Korean studies have reported a 31% and 47% improvement rate, respectively.<sup>21,22</sup> A large report of 1410 SCI patients from a Canadian spinal cord injury registry showed that patients with incomplete injuries who underwent surgery within 24 hours improved by 6.3 motor points compared with those who underwent late surgery.<sup>23</sup> Interestingly, a smaller US study showed a benefit to ultra-early decompression, where cervical SCI patients undergoing surgery within 8 hours improved significantly more than those in the 8- to 24-hour range—45.5%

improvement by 2 ASIA grades versus 10% ( $P = .017$ ).<sup>24</sup> Though promising, these results from high-income countries should not be directly applied to an LMIC setting due to obvious environmental differences. In Nigeria, Nwankwo et al<sup>20</sup> reported neurologic improvement in 53% of patients undergoing surgery; however, they operated on only 1 ASIA A patient (6%) compared to 48% in our series. Similar to our results, Lofven et al<sup>8</sup> from Botswana reported an ASIA improvement rate of 16%. While a large study from Iran of 431 TSI patients reported early surgery (<48 hours) in 41% of patients, rates of neurologic improvement were unfortunately not included. Taken in the context of similar LMIC settings, our rate of neurologic improvement is acceptable, yet room for improvement exists.



**Figure 1.** Time course of traumatic spinal injuries.

### Timing

Given the finding that 4% of patients went to the OR within 3 days of admission and median time from admission to OR was 23 days (range 0-81), the focus of our future work is obvious. The Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study (STASCIS) trial, a prospective, multicenter effort, showed that surgery in <24 hours lead to improved recovery,<sup>25</sup> and an international survey of 971 spine surgeons noted that over 80% preferred to decompress the spinal cord within 24 hours.<sup>26</sup> The commonly accepted guideline of <24 hours was simply not possible in our series, and moreover, factors regarding the LMIC setting make this a starkly different discussion than higher income countries. Our center is not unique in this regard. Lofven et al<sup>27</sup> in Botswana reported a median time from injury to surgery of 12 days. Our results did reveal that cervical patients were able to go to surgery sooner than thoracic/lumbar patients, which is promising. In any case, both lack of financial resources and available instrumentation were the major culprits for delay.

### Future Recommendations

TSI is a major health care burden that primarily affects young, active, males, leading to loss of manpower, decreased productivity, and death, all with economic implications.<sup>6,28</sup> We offer the following recommendations:

*Implementation of a spine trauma protocol:* A triage system where incomplete SCI patients are prioritized for

the OR should be implemented. Efforts to implement a "Spine Trauma Protocol" at MOI are currently ongoing.

*Spinal implant availability:* Spinal implants should be available for all patients, regardless of their ability to pay. Arrangements can be made through hospital policies, insurance agreements, donations, and government funding.

*Avoid prehospital delays from injury to admission:* Given the few neurosurgical centers that offer surgery for TSI in sub-Saharan Africa, this information should be widely disseminated to transferring emergency services to avoid unnecessary stays at outside facilities.

*Track long-term follow-up of constructs:* Patient follow-up, especially for poor laborers in remote villages, is difficult. To understand the efficacy of short-segment fixation, local follow-up can be written for simple postoperative x-rays to be obtained by local practitioners.

### Limitations

This study is not without limitation. First, no long-term follow-up was included, which prevents us from making inferences regarding construct durability. Second, postoperative imaging was not routinely obtained due to cost, which made it difficult to determine if the guidelines were followed, which further cautions our interpretation. Third, neurologic evaluations were only made at time of discharge, and no opportunity for follow-up improvement or decline was possible. Fourth, though this case series was drawn from a prospectively

**Table 6.** Time From Injury to MOI, MOI to OR, Time From OR to Discharge, and Total MOI LOS.

	Time From Injury to Admission <sup>a</sup> (Days)	<i>P</i> <sup>b</sup>	Time From admission to OR (Days)	<i>P</i> <sup>b</sup>	Time From OR to Discharge (Days)	<i>P</i> <sup>b</sup>	Total LOS (Days)	<i>P</i> <sup>b</sup>
<b>Total</b>								
Median (range)	2 (0-29)	—	23 (0-81)	—	8 (2-31)	—	37 (6-86)	—
Mean (SD)	4.0 (5.4)		27.4 (17.8)		10.8 (7.1)		38.9 (18.1)	
<b>Age in years, median (IQR)</b>								
Young <30 (n = 36)	2 (1-4)	.303	21 (13-36)	.591	7 (6-12)	.193	33 (21-43)	.277
Old ≥30 (n = 61)	2 (1-6)		24 (14-40)		8 (7-14)		40 (26-50)	
<b>Injury level, median (IQR)</b>								
Cervical (n = 23)	2 (1-6)	.718	16 (4-35)	<b>.010</b>	11 (6-22)	.248	36 (21-50)	.521
Thoracic/Lumbar (n = 74)	2 (1-5)		25 (18-40)		8 (6-12)		37 (25-50)	
<b>Operation, median (IQR)</b>								
ACDF with plate	0 (0-13)	.378	21 (15-34)	.051	21 (12-31)	.055	47 (37-64)	.220
Anterior corpectomy with plate	1 (0-4)		10 (4-22)		6 (4-16)		24 (20-28)	
Posterior cervical fusion	3 (1-8)		13 (4-39)		9 (7-23)		40 (17-50)	
Posterior thoracic/lumbar fusion	2 (1-5)		25 (18-40)		8 (6-12)		37 (25-50)	
<b>Insurance, median (IQR)</b>								
Public (n = 84)	3 (1-5)	.287	25 (15-40)	.084	8 (6-12)	<b>.026</b>	39 (24-50)	.283
Private (n = 13)	1 (1-2)		18 (11-24)		13 (8-23)		31 (25-39)	
<b>Neurologic, median (IQR)</b>								
Complete/Intact (ASIA A/E) (n = 60)	2 (1-5)	.616	24 (14-34)	.174	8 (7-13)	.329	36 (24-48)	.1625
Incomplete (ASIA B-D) (n = 37)	2 (0-5)		23 (14-45)		8 (5-14)		43 (27-57)	

Abbreviations: MOI, Muhimbili Orthopaedic Institute; OR, operating room; LOS, length of stay; ACDF, anterior cervical discectomy and fusion with plate; ASIA, American Spinal Injury Association; IQR, interquartile range.

<sup>a</sup>One injury to MOI admission was a severe outlier (105 days) and removed from analysis, thus n = 96.

<sup>b</sup>All comparisons by nonparametric comparison of medians with Wilcoxon rank-sum test, except operation, which was Kruskal-Wallis test for comparison of more than 2 groups. Boldfaced *P* values indicate statistical significance (*P* < .05).

maintained spine database, the data was retrospectively analyzed. Overall, though a lack of imaging and follow-up data limits our analysis, this also highlights the difficulties of research and surgery in a low-resource setting, and we hope the scientific conclusions offered can improve the care of spinal trauma patients in Tanzania.

## Conclusions

The current study summarizes the operative management of a large cohort of TSI patients that underwent surgical stabilization from a major referral hospital in East Africa. Four surgeries were offered: anterior cervical discectomy and fusion, anterior cervical corpectomy with tricortical iliac crest and plate, posterior cervical laminectomy and fusion with lateral mass screws, and posterolateral thoracic/lumbar fusion. The majority of constructs (86%) involved short-segment stabilization, and in nearly two-thirds of cases, the UIV/LIV included the injured level or a junctional level. While faster time from admission to surgery was associated with improved neurologic function, only 4% of patients underwent surgery within 3 days of admission. Lack of finances to pay for implants was the driving factor for limited construct size and delays to surgery, both reducing the quality of care delivered. Several important themes emerge, such as prioritizing early surgery, improving implant availability, ensuring rapid prehospital transfer, and capturing long-term follow-up.

## Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

## Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

## ORCID iD

Scott L. Zuckerman, MD, MPH  <https://orcid.org/0000-0003-2951-2942>

## References

1. GBD 2016 Traumatic Brain Injury and Spinal Cord Injury Collaborators. Global, regional, and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol.* 2019; 18:56-87.
2. Kumar R, Lim J, Mekary RA, et al. Traumatic spinal injury: global epidemiology and worldwide volume. *World Neurosurg.* 2018;113:e345-e363.
3. Moshi H, Sundelin G, Sahlen KG, Sorlin A. Traumatic spinal cord injury in the north-east Tanzania—describing incidence, etiology and clinical outcomes retrospectively. *Glob Health Action.* 2017; 10:1355604.

4. Obalum DC, Giwa SO, Adekoya-Cole TO, Enweluzo GO. Profile of spinal injuries in Lagos, Nigeria. *Spinal Cord*. 2009;47:134-137.
5. Divanoglou A, Westgren N, Seiger A, Hulting C, Levi R. Late mortality during the first year after acute traumatic spinal cord injury: a prospective, population-based study. *J Spinal Cord Med*. 2010;33:117-127.
6. Lofvenmark I, Norrbrink C, Nilsson Wikmar L, Lofgren M. 'The moment I leave my home—there will be massive challenges': experiences of living with a spinal cord injury in Botswana. *Disabil Rehabil*. 2016;38:1483-1492.
7. Lofvenmark I, Wikmar LN, Hasselberg M, Norrbrink C, Hultling C. Outcomes 2 years after traumatic spinal cord injury in Botswana: a follow-up study. *Spinal Cord*. 2017;55:285-289.
8. Lofvenmark I, Hasselberg M, Nilsson Wikmar L, Hultling C, Norrbrink C. Outcomes after acute traumatic spinal cord injury in Botswana: from admission to discharge. *Spinal Cord*. 2017;55:208-212.
9. Budohoski KP, Ngerageza JG, Austard B, et al. Neurosurgery in East Africa: innovations. *World Neurosurg*. 2018;113:436-452.
10. Leidingner A, Kim EE, Navarro-Ramirez R, et al. Spinal trauma in Tanzania: current management and outcomes [published online April 5, 2019]. *J Neurosurg Spine*. doi:10.3171/2018.12.SPINE18635
11. Choi JH, Park PJ, Din V, Sam N, Iv V, Park KB. Epidemiology and clinical management of traumatic spine injuries at a major government hospital in Cambodia. *Asian Spine J*. 2017;11:908-916.
12. Schnake KJ, Schroeder GD, Vaccaro AR, Oner C. AOSpine Classification Systems (subaxial, thoracolumbar). *J Orthop Trauma*. 2017;31(suppl 4):S14-S23.
13. Yacoub AR, Joaquim AF, Ghizoni E, Tedeschi H, Patel AA. Evaluation of the safety and reliability of the newly-proposed AO spine injury classification system. *J Spinal Cord Med*. 2017;40:70-75.
14. Kirshblum SC, Waring W, Biering-Sorensen F, et al. Reference for the 2011 revision of the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury. *J Spinal Cord Med*. 2011;34:547-554.
15. Gelb DE, Aarabi B, Dhall SS, et al. Treatment of subaxial cervical spinal injuries. *Neurosurgery*. 2013;72(suppl 2):187-194.
16. Anderson PA, Raksin PB, Arnold PM, et al. Congress of Neurological Surgeons systematic review and evidence-based guidelines on the evaluation and treatment of patients with thoracolumbar spine trauma: surgical approaches. *Neurosurgery*. 2019;84:E56-E58.
17. Eichholz KM, Rabb CH, Anderson PA, et al. Congress of Neurological Surgeons systematic review and evidence-based guidelines on the evaluation and treatment of patients with thoracolumbar spine trauma: timing of surgical intervention. *Neurosurgery*. 2019;84:E53-E55.
18. Aleem IS, DeMarco D, Drew B, et al. The burden of spine fractures in India: a prospective multicenter study. *Global Spine J*. 2017;7:325-333.
19. Lalwani S, Singh V, Trikha V, et al. Mortality profile of patients with traumatic spinal injuries at a level I trauma care centre in India. *Indian J Med Res*. 2014;140:40-45.
20. Nwankwo OE, Uche EO. Epidemiological and treatment profiles of spinal cord injury in southeast Nigeria. *Spinal Cord*. 2013;51:448-452.
21. Mattiassich G, Gollwitzer M, Gaderer F, et al. Functional outcomes in individuals undergoing very early (<5 h) and early (5-24 h) surgical decompression in traumatic cervical spinal cord injury: analysis of neurological improvement from the Austrian Spinal Cord Injury Study. *J Neurotrauma*. 2017;34:3362-3371.
22. Kim M, Hong SK, Jeon SR, Roh SW, Lee S. Early (<48 hours) versus late (>48 hours) surgery in spinal cord injury: treatment outcomes and risk factors for spinal cord injury. *World Neurosurg*. 2018;118:e513-e525.
23. Dvorak MF, Noonan VK, Fallah N, et al. The influence of time from injury to surgery on motor recovery and length of hospital stay in acute traumatic spinal cord injury: an observational Canadian cohort study. *J Neurotrauma*. 2015;32:645-654.
24. Jug M, Kejzar N, Vesel M, et al. Neurological recovery after traumatic cervical spinal cord injury is superior if surgical decompression and instrumented fusion are performed within 8 hours versus 8 to 24 hours after injury: a single center experience. *J Neurotrauma*. 2015;32:1385-1392.
25. Fehlings MG, Vaccaro A, Wilson JR, et al. Early versus delayed decompression for traumatic cervical spinal cord injury: results of the Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study (STAS-CIS). *PLoS One*. 2012;7:e32037.
26. Fehlings MG, Rabin D, Sears W, Cadotte DW, Aarabi B. Current practice in the timing of surgical intervention in spinal cord injury. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(21 suppl):S166-S173.
27. Lofvenmark I, Norrbrink C, Nilsson-Wikmar L, Hultling C, Chakandinakira S, Hasselberg M. Traumatic spinal cord injury in Botswana: characteristics, aetiology and mortality. *Spinal Cord*. 2015;53:150-154.
28. Ametefe MK, Bankah PE, Yankey KP, Akoto H, Janney D, Dakurah TK. Spinal cord and spine trauma in a large teaching hospital in Ghana. *Spinal Cord*. 2016;54:1164-1168.

## The challenges and opportunities of global neurosurgery in East Africa: the Neurosurgery Education and Development model

Andreas Leidinger, MD,<sup>1,2</sup> Pablo Extremera, MD,<sup>3</sup> Eliana E. Kim, BA,<sup>2</sup>  
Mahmood M. Qureshi, FRCSEd(SN),<sup>4</sup> Paul H. Young, MD, PhD,<sup>5</sup> and José Piquer, MD, PhD<sup>1,6</sup>

<sup>1</sup>Neurosurgery Education and Development Foundation, Valencia, Spain; <sup>2</sup>Neurosurgery Education and Development Institute, Mnazi Mmoja Hospital, Stonetown, Zanzibar, Tanzania; <sup>3</sup>Hospital Universitario de La Paz, Madrid, Spain; <sup>4</sup>Aga Khan University, Nairobi, Kenya; <sup>5</sup>Section of Neurosurgery, Department of Surgery, St. Louis University, St. Louis, Missouri; and <sup>6</sup>Hospital Universitario de la Ribera, Alzira, Valencia, Spain

**OBJECTIVE** The objective of this study was to describe the experience of a volunteering neurosurgeon during an 18-week stay at the Neurosurgery Education and Development (NED) Institute and to report the general situation regarding the development of neurosurgery in Zanzibar, identifying the challenges and opportunities and explaining the NED Foundation's model for safe practice and sustainability.

**METHODS** The NED Foundation deployed the volunteer neurosurgeon coordinator (NC) for an 18-week stay at the NED Institute at the Mnazi Mmoja Hospital, Stonetown, Zanzibar. The main roles of the NC were as follows: management of patients, reinforcement of weekly academic activities, coordination of international surgical camps, and identification of opportunities for improvement. The improvement opportunities were categorized as clinical, administrative, and sociocultural and were based on observations made by the NC as well as on interviews with local doctors, administrators, and government officials.

**RESULTS** During the 18-week period, the NC visited 460 patients and performed 85 surgical procedures. Four surgical camps were coordinated on-site. Academic activities were conducted weekly. The most significant challenges encountered were an intense workload, deficient infrastructure, lack of self-confidence among local physicians, deficiencies in technical support and repairs of broken equipment, and lack of guidelines. Through a series of interviews, the sociocultural factors influencing the NED Foundation's intervention were determined. Factors identified for success were the activity of neurosurgical societies in East Africa; structured pan-African neurosurgical training; the support of the Foundation for International Education in Neurological Surgery (FIENS) and the College of Surgeons of East, Central and Southern Africa (COSECSA); motivated personnel; and the Revolutionary Government of Zanzibar's willingness to collaborate with the NED Foundation.

**CONCLUSIONS** International collaboration programs should balance local challenges and opportunities in order to effectively promote the development of neurosurgery in East Africa. Support and endorsement should be sought to harness shared resources and experience. Determining the caregiving and educational objectives within the logistic, administrative, social, and cultural framework of the target hospital is paramount to success.

<https://thejns.org/doi/abs/10.3171/2018.7.FOCUS18287>

**KEYWORDS** neurosurgery; East Africa; low- and middle-income countries; sustainability; development

**S**INCE 2014, the World Bank has exhorted the medical community to design a global strategy that promotes universal access to basic surgical services.<sup>4</sup> A report from the Lancet Commission on Global Surgery (Global Surgery 2030) concluded that the progressive growth of

surgery in low- and middle-income countries improves general health and promotes economic growth.<sup>14</sup> The development of surgical subspecialties, including neurosurgery, and their widespread availability are among the main objectives of the international community for global surgery.<sup>22</sup>

**ABBREVIATIONS** COSECSA = College of Surgeons of East, Central and Southern Africa; ED = Emergency Department; FIENS = Foundation for International Education in Neurological Surgery; ICP = international collaboration program; ICU = intensive care unit; ISC = international surgical camp; NC = neurosurgeon coordinator; NED = Neurosurgery Education and Development; NEDF = NED Foundation; NEDI = NED Institute; MMH = Mnazi Mmoja Hospital; RGZ = Revolutionary Government of Zanzibar; TBI = traumatic brain injury; WFNS = World Federation of Neurosurgical Societies; WHO = World Health Organization.

**SUBMITTED** June 1, 2018. **ACCEPTED** July 10, 2018.

**INCLUDE WHEN CITING** DOI: 10.3171/2018.7.FOCUS18287.



Many factors hamper the structured growth of surgical subspecialties in East Africa: geographic isolation of many communities, bureaucratic resistance, political instability, constant socioeconomic changes, high rates of poverty and illiteracy, and rapidly growing population.<sup>4,5</sup> Undoubtedly, the complex situation in East Africa hinders the growth of neurosurgery,<sup>7</sup> but this reality should not be perceived as an insurmountable obstacle; rather, it is an inevitable challenge that African physicians and global surgeons must tackle in the 21st century.<sup>14,17</sup>

Several international collaboration programs (ICPs), most of which are directed from less developed countries, have partnered with African hospitals using diverse methodologies toward training African specialists.<sup>10,15,18,19</sup> These organizations have been clustered around institutions such as the World Federation of Neurosurgical Societies (WFNS; <https://www.wfns.org/menu/11/training-centers-fellowship>) and the Foundation for International Education in Neurological Surgery (FIENS; <http://www.fiens.org>), which, in association with the Lancet Commission on Global Surgery<sup>14</sup> and the World Health Organization (WHO), act as global coordinators and leaders of ICPs in Africa.<sup>6</sup>

Among these ICPs, the Neurosurgery Education and Development (NED) Foundation (NEDF) has conducted surgical camps (e.g., neuroendoscopy unit) in East Africa since 2006.<sup>18</sup> The two main purposes of the NEDF are to provide neurosurgical care in East Africa and to improve neurosurgical education for physicians and nurses. Since the establishment of the NED Institute (NEDI) in Zanzibar in 2014,<sup>10</sup> the NEDF has focused on consolidating an autonomous neurosurgical center.<sup>20,22</sup> The NEDI hosts monthly surgical camps, organizes international academic activities, and is a potential center for training African residents.

The main objective of this study is to describe the clinical experience obtained by a volunteer neurosurgeon during an 18-week stay at the NEDI and to describe the most relevant opportunities for improvement. Finally, we wish to describe the economic, social, and cultural situation of medical practice in Zanzibar and its effects on ICPs.

## Methods

The volunteer was recruited by the NEDF in 2017. He performed as a neurosurgeon coordinator (NC) during an 18-week stay from November 2017 to March 2018 at the NEDI. The selection process consisted of a series of interviews with Dr. José Piquer, the current president of the NEDF.

### Objectives of the NC

The main objectives of the NC were as follows: management of patients, reinforcement of weekly academic activities, coordination of international surgical camps (ISCs), and identification of opportunities for improvement. The improvement opportunities were categorized as clinical, administrative, and sociocultural.

Management of patients involved performing scheduled surgical procedures twice per week, daily visitation of admitted patients, and medical management in the neurosurgical ward and intensive care unit (ICU). The NC

was available 24/7 for telephonic consultations and emergency surgeries.

The NC served as organizer and field coordinator of several ISCs. The NC also kept in close communication with the ICU and local rehabilitative care teams, with which the NEDF has also established collaboration.

Finally, the NC interviewed local doctors, administrators, and government officials, such as two consecutive health ministers (Mahmoud Kombo Thabit and Hamad Rashid Mohammed). During these interviews, important social and cultural aspects of the current health situation in Zanzibar were discussed and recorded.

### The Mnazi Mmoja Hospital and the NEDI

The NEDI is localized within the perimeter of the Mnazi Mmoja Hospital (MMH) in the city of Stonetown, Zanzibar. The MMH is the single tertiary care referral hospital in the Zanzibar archipelago (consisting of two main islands, Unguja and Pemba, and numerous other minor scarcely populated islets), which has 1.8 million inhabitants.<sup>16</sup> Currently, the NEDI acts as the single neurosurgical care provider in Zanzibar. As of April 2018, the NEDI is staffed by one trained local neurosurgeon, one fast-track trained local medical officer, and two other off-site surgeons who are receiving formal neurosurgical training abroad. The NEDI is codirected by Dr. Mohammed A. Haji, a local coordinator, and Dr. José Piquer, the president of the NEDF.

The NEDI has 24 inpatient beds, two outpatient clinic consultation rooms, one administrative office, and two dedicated neurosurgical theaters equipped with flexible beds, air conditioning, anesthesiology ventilators, and cardiac monitors, all provided by the NEDF. The NEDI's surgical storage holds over 30 boxes of surgical material, including all the basic materials to perform neurosurgical procedures.

## Results

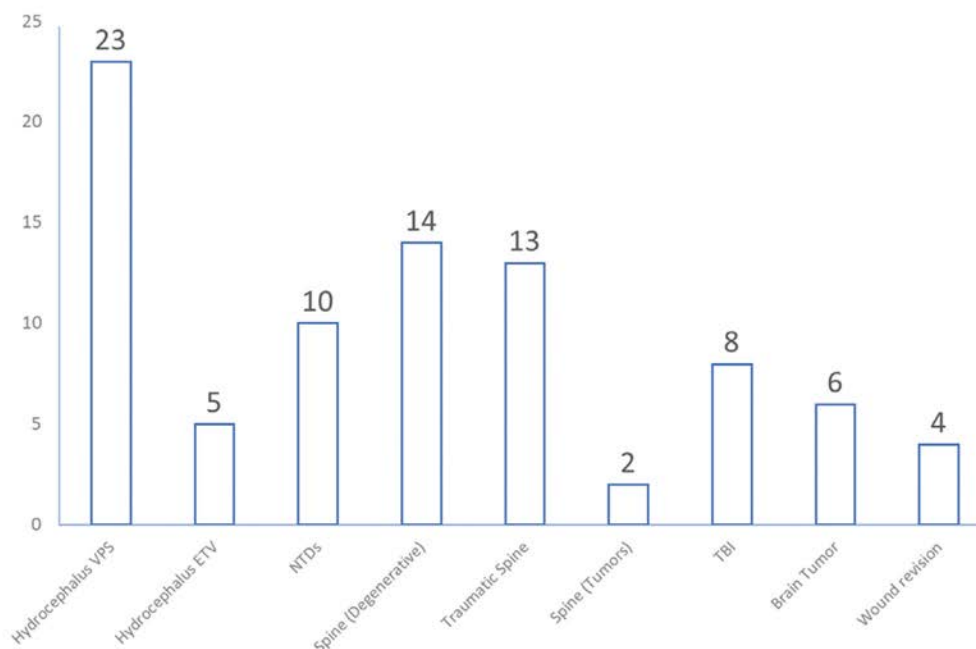
### Clinical Results

During the study time frame, approximately 460 patients were seen by the NC in the outpatient clinic and 85 surgical procedures were performed (Fig. 1 and Table 1). Conducted academic activities included daily clinical case presentations and radiological discussions and a weekly clinical session in which relevant clinical topics were discussed with local medics and nurses. Table 2 summarizes the academic talks conducted. Four ISCs were arranged by the NEDF (three groups from Spain and one from Germany) during the NC's stay. The surgical teams were composed of 5–10 healthcare professionals, including neurosurgeons, anesthesiologists, intensivists, surgical nurses, and physiotherapists. Surgical camps were composed of one clinical day and five surgical days. For some days, both theaters were simultaneously active. Academic activities such as morning lectures on relevant topics were also conducted by foreign faculty. Figure 2 summarizes the flux of international volunteers at NEDI, their time of stay, and their field of expertise.

### Clinical Challenges

#### Workload

A high volume of patients exceeds the capacity of lo-



**FIG. 1.** Details of surgical activity. ETV = endoscopic third ventriculostomy; NTD = neural tube defect; VPS = ventriculoperitoneal shunting. The y-axis represents the number of patients.

cal physicians and surgeons at the NEDI and MMH, generating long waiting lists. Only one anesthesiologist with experience in neurosurgical and pediatric anesthesia is available at MMH. Therefore, surgery at the NEDI is performed only twice per week. Alleviating the intense workload is one of the reasons the NEDI still hosts monthly ISCs. Furthermore, a high percentage of the daily workload at MMH and NEDI is administrative or bureaucratic in nature, which restricts the amount of time local physicians can dedicate to clinical care, training, and research.

#### Infrastructure and Healthcare

The NEDI is functionally equipped and in better condition than most other hospitals in East Africa. Moreover, the Revolutionary Government of Zanzibar (RGZ) provides financial coverage of some medical expenses, such as CT scan and MRI acquisitions, for all patients. Still, there is a constant shortage of basic medicine and materials, most commonly film for radiograph development, laboratory

reactants, gauze, sterile gloves, and plaster. Essential supplies such as oxygen, electricity, and water are unsteady and pose a potential threat to the performance of health-care teams and ISCs. Figure 3 summarizes the availability of basic resources during the study time frame.

#### Self-Confidence and the Value of Knowledge

Local medics and nurses are generally not confident regarding their own knowledge and expertise. Surgeons usually doubt the surgical indications and consult the NC before asserting their own medical judgment. Because of the intense workload and lack of resources at the NEDI, local personnel tend to adopt a work approach focused on individual patients, rather than understanding the general management algorithms and their clinical rationale. In this regard, theoretical knowledge that has no immediate use to improve the patient's condition is often perceived as less relevant. Hence, patient care is usually provided in response to specific symptoms and not to clinical syn-

**TABLE 1.** Details of surgical activity

Parameter	Nov 2017	Dec 2017	Jan 2018	Feb 2018	Total
Surgical procedures	32	11	24	18	85
Complications	9.4% (3/32)	18.2% (2/11)	8.3% (2/24)	11% (2/18)	10.6% (9/85)
Mortality	0%	0%	8.3% (2/24)	11% (2/18)	4.7% (4/85)
Re-interventions	0%	9.1% (1/11)	4.2% (1/24)	11% (2/18)	4.7% (4/85)

**TABLE 2. Conducted oral presentations**

Date	Academic Talks	No. of Participants	Speaker
11/01/17	"TBI: medical management"	6	Leidinger, MD
11/17/17	"How to read a brain CT scan"	8	Leidinger, MD
11/24/17	"Initial assesment & management of low-back pain"	13	Leidinger, MD
12/06/17	"Neurotrauma workshop," full-day seminar covering TBI & traumatic spine	38	Leidinger, MD; Idrissa, MD; Salgado, MD; Buxeda, MD
01/04/18	"Acute hydrocephalus: a neurosurgical urgency"	6	Leidinger, MD
02/10/18	"Selected neuroradiology cases (TBI)"	11	Leidinger, MD
02/17/18	"Selected neuroradiology cases (hydrocephalus)"	11	Idrissa, MD
02/24/18	"Tuberculosis spine: medical & surgical management"	7	Leidinger, MD
03/03/18	"External ventricular/lumbar drainage management"	8	Leidinger, MD
03/10/18	"Hydrocephalus in Zanzibar: our early experiences"	28	Leidinger, MD

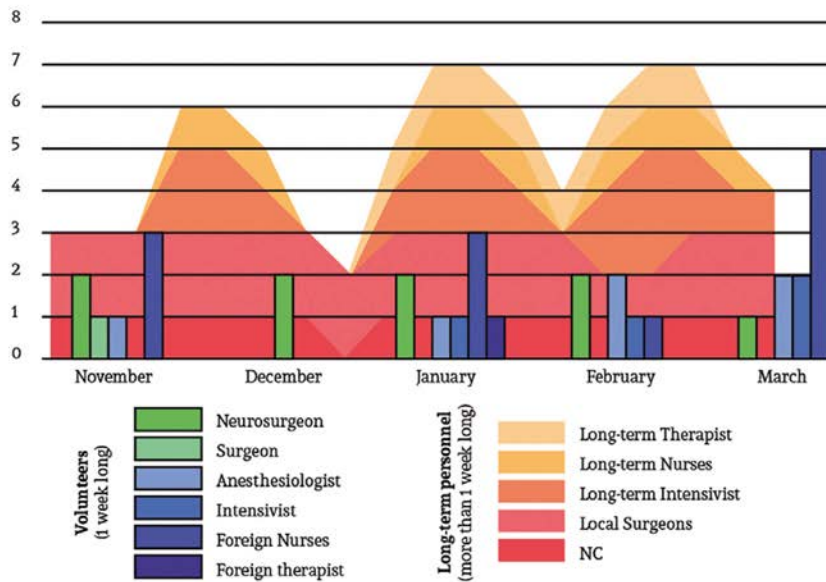
dromes. For example, an admitted patient who suffered acute spinal trauma with a clear sensory level and a second patient admitted as an outpatient for a scheduled lumbar canal stenosis decompression, both presenting with bilateral paresthesia, could be given equal surgical priority since both present with similar symptomatology.

To address this issue, a daily clinicoradiological discussion was introduced. Needed tools for further training were provided, such as web resources, peer-reviewed papers, and access to online webinars. Active participation of the local NEDI personnel during these academic activities seemed to increase their confidence in their daily han-

dlings, such as the in-ward management of drip chambers of external ventricular drains or passive mobilization of bedridden patients.

**Time and Priority**

Local practitioners have a different understanding of the value of time. This is especially evident in the torpid management of emergencies. In general, delays in patient referral to the Emergency Department (ED), its triage, and its initial assessment are the locally accepted standard. Finally, the acquisition of diagnostic neuroimaging can also delay treatment even further. Local practitioners frequent-



**FIG. 2.** Flux of foreign personnel during the 18-week study period. Bars represent the numbers of volunteers attending to surgical camps (1 week long). The stacked graphic area in the background represents all personnel staying longer than 1 week at the NEDI. Local surgeons were included in this graphic, but local nurses (19) and orderlies (6) were excluded, for scaling purposes.

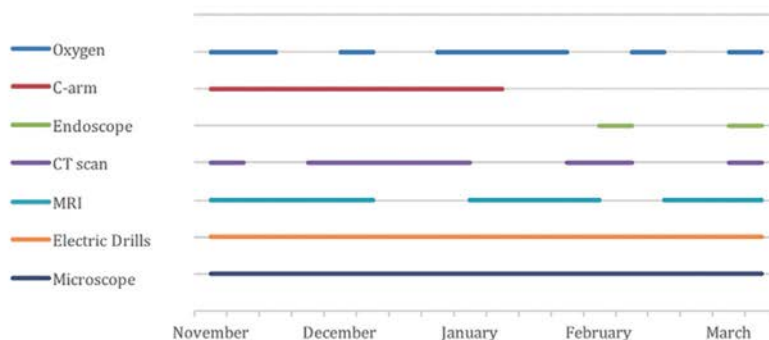


FIG. 3. Availability of basic resources at NEDI-MMH during the study period. Unavailability was attributable to equipment mishaps or lack of supply and is expressed as a discontinuation of each colored line.

ly suffer such delays and cannot expedite the slow patient circuit through the ED.

The constant need for reducing the waiting queue at the ED compels the medics to attend first to patients with less complex pathology who do not require labs or images in order to quickly reduce the volume of visitors. Critical patients are not prioritized. Furthermore, this practice motivates patients to visit a tertiary care hospital for minor ailments, contributing to the centralization of healthcare and the saturation of MMH and NEDI capacities.

#### Integration Between Healthcare Teams

The management of patients requiring more than one specialist, such as trauma patients, is hampered by scant communication between medical teams. For example, a severe traumatic brain injury (TBI) patient could be left waiting in the general wards prior to heart monitoring or neuroimaging acquisition, expecting the on-call intensivist to consider the patient worthy of ICU admission or not. Such an assessment could take from hours to several days. During his stay, the NC promoted a weekly session with intensivists, conducted visitation of ICU patients three days per week, and arranged a visit by the rehabilitation team at the NEDI once a week. Overall, better communication was achieved regarding individual patients, and initiatives for future cooperation between those medical teams arose. Other clinical improvement opportunities were identified during this study. Table 3 summarizes these opportunities.

#### Administrative Challenges

##### Technical Service and Repairs

Much of the medical equipment available at MMH and NEDI come from donations or the purchase of second-hand equipment thanks to private efforts under the direction of the NEDI's board committee. The hospital has no established relationship with the official suppliers. Hence, equipment tends to deteriorate faster through multiple interventions of the inexperienced local technicians. In several locations, equipment repair requires the intervention of out-sourced official providers that mostly fly in from Kenya and South Africa. The NEDI is constantly trying to reduce these delays by donating needed hardware

and networking with different providers to repair broken equipment.

##### Document and Information Administration

Recently, the development of telecommunications in East Africa has allowed the massive diffusion of smart-phones and tablets. In a context with limited access to desktop computers and storage, we recommend utilizing digital clouds for documents and formularies to be stored and shared. Furthermore, many mobile software and smartphone applications are specially designed for patient recording. The local team is interested in such resources and collaborated with the organization of digital folders and files.

#### Sociocultural Challenges

It is essential to recognize that the perceived role of physicians, the concept of well-being, and the value and quality of life vary across different cultures and social groups.

##### General Layout of the Zanzibar Archipelago

The Zanzibar archipelago is among the most diverse societies in East Africa.<sup>3</sup> While hosting diverse ethnicities and traditions, social cohesion is maintained around Islam, the Swahili language, and a strong community identity.<sup>1,13,21</sup> The coexistence of numerous minorities is maintained through strict courtesy rules and specific social spaces, tacitly defined for each collective of people.<sup>3</sup> A Muslim patriarchal hierarchy prevails and influences almost all aspects of daily life.<sup>13</sup> The majority of the population lives in rural areas where everyone plays a vital role in their community and their personal success is a function of community value. This largely explains the evident rejection and hiding of handicapped or diseased relatives who contribute less to communal tasks.<sup>18</sup>

In this strong community-oriented society, Zanzibari men engage in extensive heated greetings, long conversations, and a general attitude of service toward their peers. They use folk expressions such as “pole pole” or “Ilakuna Matata,” which mean “slowly, slowly” and “there are no problems” in Swahili, to urge their younger peers to worry

**TABLE 3. Opportunities and suggestions for improvement**

Opportunity for Improvement	Proposal	Current Status
High patient load	Recruit additional surgeons; adhere to scheduled consultation days	Suggestion
Repairs & technical service	Keep contact w/ original providers to guarantee constant technical support	Ongoing initiative
Personnel self-confidence	Clinical meeting to discuss patients & neuroimages (daily); dedicated lecture (weekly); stimulate locals to participate during lectures	Ongoing initiative
Wrong sense of timing	Academic activities targeting ED & ICU doctors; define specific algorithms for TBI & traumatic spine management	Completed, ongoing initiative
Deficient integration btwn medical teams	Address the problem w/ mobile-phone group chats to share clinically relevant information & images; invite intensivists to our morning meeting, weekly	Completed
Hand hygiene (during rounds)	Provide hand soap & alcohol gel at every ward in the NEDI	Completed
Missing exploration beds in external consults	Received private donation of 2 exploration beds; rearranged the furniture at the consultation unit	Completed
Lack of physiotherapy at NED	Collaboration w/ local physiotherapists; invite them to participate at weekly academic meeting; invite physiotherapist to participate in rounds, weekly	Ongoing initiative
Personnel shortage: anesthesiologist	Search for external anesthesiologists to work part-time at NEDI	Suggestion
Early detection of warning signs in postop patients	Clear explanation of warning signs after each surgery to nurse in charge	Completed, ongoing initiative
Cleanliness of the NEDI	Daily cleaning & supervision	Completed, ongoing initiative
Participate actively during surgical procedures	Detailed explanation of surgical procedure & critical moments; everyone should feel responsible	Ongoing initiative
Absence of neurosurgical education in peripheral primary hospitals	Organized "Neurosurgical warning signs," a talk in 19 peripheral primary health centers in Zanzibar, including Pemba	Completed

Most relevant improvement opportunities were summarized. The Current Status column reflects whether the proposals are "suggestions" being considered by the NEDF, "ongoing initiatives" that were started during the NC's stay at the NEDI and need to be carried on, or "completed" if specific interventions were conducted during the stay of the NC at the NEDI.

only about current happenings or only those that immediately affect their communities or families, not thinking about tomorrow.<sup>21</sup>

Medical professionals are no exception to this laid-back aspect of Zanzibari culture. They will not stress over deadlines or the many challenges to address. According to several physicians in MMH, new opportunities for the globalized world are sometimes perceived as alien and too "fast-paced" for the Zanzibari standard of living.

#### Role of Physicians

In Zanzibar, the popular understanding of health and disease still calls upon magic, mystic, and religious concepts.<sup>2</sup> The understanding of anatomical or physiological concepts by the local villagers is minimal. Consequently, the doctor-patient relationship is predominantly unidirectional, vertical, and strongly paternalistic. Doctors are expected to conduct themselves under strict social norms, and their medical skills and knowledge are rarely questioned. Also, they feel more responsible for their communities than for their patients. Thus, many physicians reject training opportunities, which may compete with the community and family time they are expected to engage in.

Some particularities exist in the manner that physicians in Zanzibar assume their responsibility over patients. As the chief of the Emergency Medicine Department commented during an interview, "In a rather small medical community, there is a deep fear of being poorly judged by their peers in case the patient dies or suffers from a complication."<sup>7</sup> Moreover, among religious physicians, the

fear of altering the divine plan designed for certain patients exists.

## Discussion

International collaboration programs face two major challenges:<sup>18</sup> first, the enormous patient load most African hospitals encounter, which includes urgent neurosurgical conditions such as pediatric hydrocephalus and cranial and spinal trauma;<sup>24</sup> and second, the need to transmit high-quality neurosurgical education to local surgeons. In the last decade, several ICPs have started to collaborate in developing neurosurgery in Tanzania, with remarkable results. These ICPs' shared vision has mobilized a network of global surgeons focused on sharing resources and expertise, training neurosurgeons, and stimulating research in East Africa.

For example, Madaktari Africa started training neurosurgeons in rural Tanzania in 2006.<sup>8</sup> In Dar es Salaam, the Tanzania Neurosurgery Project from Weill-Cornell Medical College has organized visits by neurosurgical fellows from overseas, weekly telecast conferences with local surgeons, and a yearly Neurotrauma Meeting, currently one of the most important scientific forums for neurosurgery in East Africa.<sup>11,23</sup> Finally, with a different approach, the Duke East Africa Neurosurgery Program, spearheaded by Dr. Michael Haglund, has been successfully training neurosurgeons in Kampala, Uganda. Since 2015, they have also been partnering with the Mbarara Hospital, located in the Southwest region of the country.<sup>9</sup>

The existence of these ICPs and their mutual support

and collaboration ameliorate the current status of neurosurgery in East Africa and favor a more dynamic and connected East African neurosurgical community.

#### Considerations When Designing an ICP: The Integrative Model

We strongly encourage all ICPs to conduct their operations under the patronage and support of larger entities such as the FIENS, WHO, or World Bank ([www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)) and to partner with existing African networks, such as the College of Surgeons of East, Central and Southern Africa (COSECSA; [www.cosecsa.org](http://www.cosecsa.org)), the Continental Association of African Neurological Societies (CAANS), and the Pan-African Association of Neurological Sciences (PAANS), as well as the local health authorities.

We believe that the utilization of local resources is the key to efficiency when designing an ICP. Also, sustainability requires consideration of the local social and cultural perspectives. Failure to consider such factors can lead to progressive discontent among local practitioners, resistance to new initiatives, and interpersonal distancing. Moreover, the ICP methodology needs to keep realistic expectations about the degree to which local practitioners are willing to change their practice.<sup>22</sup>

Intervention by the foreign team needs to be conducted with caution and respect, aiming to guide local physicians toward safer practices, while avoiding dominance, condescension, or the perpetration of deleterious cycles of dependence. Introducing smaller, progressive changes over time has true potential to improve the local situation, instead of major policy changes that threaten the status quo. Figure 4 summarizes the integrative model that we propose for an efficient ICP.

#### Impact of the NEDF

The NEDF has operated in Zanzibar since 2004. The main objectives of this ICP are to provide neurosurgical care to the Zanzibar population and to bring neurosurgical education and train surgeons. Since 2008, 129 ISCs have attended to Zanzibar's demand for neurosurgical care. Over 597 volunteers have been deployed, and thousands of neurosurgical procedures have been performed. Since 2016, more than 1000 patients have undergone neurosurgery at the NEDI, and 9169 outpatients have received counsel and ambulatory care. Before the arrival of the NEDF, the management of pediatric hydrocephalus was available only on Tanzania's mainland, and only infants from rich families could afford a delayed flight for treatment. Most pediatric patients would die before receiving neurosurgical care. However, since 2014, 592 ventriculoperitoneal shunts have been implanted at the NEDI, neuroendoscopic procedures are now locally available, and spina bifida repair is successfully performed by local surgeons.

By 2013, the NEDI was built thanks to private efforts under the direction of Paul H. Young, José Piquer, and Mahmood M. Qureshi and led to a more dynamic relationship between NEDF and MMH. The NEDI received full endorsement by the Ministry of Health. The MMH personnel were hired at the NEDI, and the general maintenance of the building became the responsibility of the administrative department at MMH. The recruitment of

local medical officers allowed the NEDF to have accurate insight into the most prevalent pathologies, the state of the management of trauma, and the overall ways into the Administration Department and the Ministry of Health of Zanzibar. These medical officers were fast-track trained to address neurosurgical emergencies in between ISCs.

One of the particularities of the NEDF as an ICP is that when it started operating in the MMH surgical theaters, no neurosurgical care was available in the region. Before the NEDF's presence in Zanzibar, patients had to be transported by air or water to the closest neurosurgical center on mainland Tanzania.

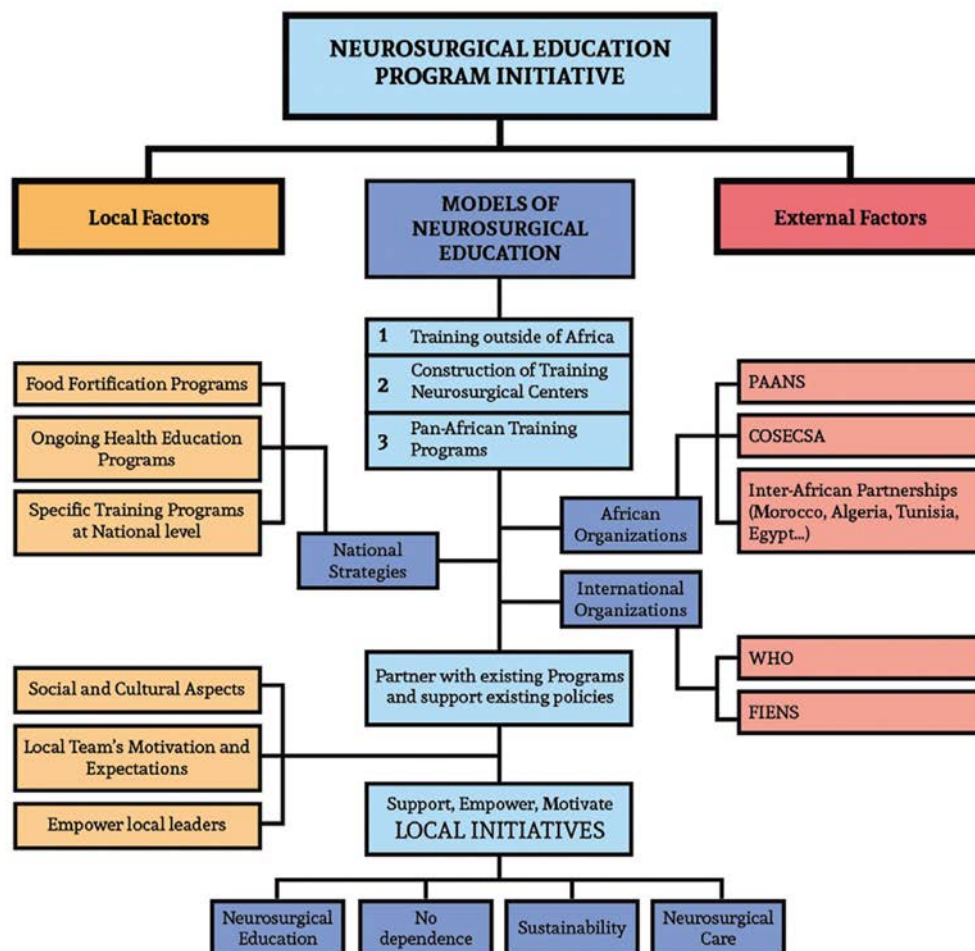
Because of the prior absence of neurosurgeons in Zanzibar, the impact of the NEDF has been an unprecedented positive change for the health of the population. For example, in 2006, only 4 cases of severe TBI were reportedly admitted to the MMH's ICU, none of which received surgical treatment or survived after the 5th day of admission. Presumably, many other cases reached the hospital that year, but none were admitted to the ICU, likely due to the absence of guidelines or experience in the management of TBI. In contrast, in 2015 alone, 129 patients were admitted to the MMH's ICU with a diagnosis of severe TBI. Of these patients, 42 underwent surgery with a mortality rate of 32.5%. Moreover, in 2017, almost 50% of the trauma surgeries were performed by local medical officers.

The operations of the NEDF have drawn the attention of intensivists, rehabilitation physicians, and other local specialists who, as part of the NEDF-MMH partnership, are now also receiving specific training and support through other medical branches of the NEDF.

The involvement of the NEDF in neurosurgical education is multilayered: 1) At the local level, the NEDF trains local surgeons and nurses through short-term volunteers (i.e., ISCs) and long-term volunteers (i.e., NCs), who develop daily academic activities. 2) At the continental level, the NEDF is accredited by COSECSA to formally train neurosurgeons. This endorsement facilitates the organization of international courses and meetings for trainees from East Africa. This allows connecting them with a global network of neurosurgical institutions, providing opportunity for trainees to benefit from participation in international meetings and enhance their clinical research skills.<sup>5-7</sup> 3) At the international level, the NEDF has promoted agreements between the RGZ and foreign training centers. Currently, two Zanzibari neurosurgeons are being formally trained in Egypt and in Cuba.

Progressively, the administrative structure for a self-sufficient neurosurgical center is being designed and implemented. Basic management protocols are being established, and local nurses and medical officers are becoming responsible for visiting patients, preparing the surgical list, and providing the NEDI with basic supplies. Education is the key element in the NEDF's approach to a sustainable training of neurosurgeons in Zanzibar. The NEDF will keep organizing ISCs, developing academic activities such as courses and symposiums, and enriching the neurosurgical literature on East Africa.<sup>12,18-20</sup>

The NED philosophy emphasizes that respect and consideration of social and cultural differences promote equality among foreign and local teams, protecting this



**FIG. 4.** International collaboration program integrative model. The flowchart describes all major elements in the conception of an ICP. The central cells (blue) describe (top to bottom) the sequential steps, options, and items that should be considered when designing an ICP. Local (yellow) and external (red) factors play important roles throughout the design and execution process, ultimately leading to effective neurosurgical education and care, sustainability, and nondependence.

ICP from dependency cycles and promoting neurosurgical care in Zanzibar as the responsibility of local practitioners. The NED volunteers actively seek to empower local initiatives and bring the necessary tools for them to take shape. The NEDF's objectives include leaving the management of the NEDI entirely in the hands of local practitioners in the future. From that point, the NEDF will act as a consultant entity, with less administrative responsibilities and possibly fewer ISCs per year.

**Conclusions**

International collaboration programs should balance

local challenges and opportunities in order to effectively promote the development of neurosurgery in East Africa. Support and endorsement should be sought to harness shared resources and experience. Determining the caregiving and educational objectives within the logistic, administrative, social, and cultural framework of the target hospital is paramount to success.

**Acknowledgments**

We would like to thank Ms. Stephanie Leidinger for her support and contributions to the artwork in this study.

Dr. Leidinger was supported by a neurosurgery fellowship/grant provided by the NED Foundation.

## References

- Amory D: **The politics of identity on Zanzibar** [thesis]. Stanford, CA: Stanford University, 1994
- Babu AM: Zanzibar and the future. **Change** 2:28–33, 1994
- Caputo R: Swahili coast: East Africa's ancient crossroads. **National Geographic** 200:104–119, 2001
- Dempsey KE, Qureshi MM, Ondoma SM, Dempsey RJ: Effect of geopolitical forces on neurosurgical training in Sub-Saharan Africa. **World Neurosurg** 101:196–202, 2017
- El-Fiki M: African neurosurgery, the 21st-century challenge. **World Neurosurg** 73:254–258, 2010
- El Khamlichi A: African neurosurgery: current situation, priorities, and needs. **Neurosurgery** 48:1344–1347, 2001
- El Khamlichi A: African neurosurgery. Part II: current state and future prospects. **Surg Neurol** 49:342–347, 1998
- Ellegala DB, Simpson L, Mayegga E, Nuwas E, Samo H, Naman N, et al: Neurosurgical capacity building in the developing world through focused training. **J Neurosurg** 121:1526–1532, 2014
- Fuller A, Tran T, Muhumuza M, Haglund MM: Building neurosurgical capacity in low and middle income countries. **eNeurologicalSci** 3:1–6, 2015
- Jhpiego: Zanzibar opens the first neurosurgery unit. **Jhpiego.org**, November 2, 2015. (<https://www.jhpiego.org/success-story/zanzibar-opens-the-first-neurosurgery-unit/>) [Accessed August 1, 2018]
- Kahamba JF, Assey AB, Dempsey RJ, Qureshi MM, Härtl R: The second African Federation of Neurological Surgeons course in the East, Central, and Southern Africa region held in Dar es Salaam, Tanzania, January 2011. **World Neurosurg** 80:255–259, 2013
- Leidinger A, Piquer J, Kim EE, Nahonda H, Qureshi MM, Young PH: Treating pediatric hydrocephalus at the Neurosurgery Education and Development Institute: the reality in the Zanzibar Archipelago, Tanzania. **World Neurosurg** [epub ahead of print], 2018
- Lodhi AY: National language, culture and identity: the role of Kiswahili in the context of Zanzibar, in **Proceedings of the International Conference on the History and Culture of Zanzibar**. London: James Currey, 1992
- Meara JG, Leather AJ, Hagander L, Alkire BC, Alonso N, Ameh EA, et al: Global Surgery 2030: Evidence and solutions for achieving health, welfare, and economic development. **Surgery** 158:3–6, 2015
- Mitchell KB, Giiti G, Kotecha V, Chandika A, Pryor KO, Härtl R, et al: Surgical education at Weill Bugando Medical Centre: supplementing surgical training and investing in local health care providers. **Can J Surg** 56:199–203, 2013
- National Bureau of Statistics: **2012 Population and Housing Census**. Dar es Salaam, Tanzania: Ministry of Finances of Tanzania, 2014
- Park KB, Johnson WD, Dempsey RJ: Global neurosurgery: the unmet need. **World Neurosurg** 88:32–35, 2016
- Piquer J, Qureshi MM, Young PH: Impact of mobile endoscopy on neurosurgical development in East Africa. **World Neurosurg** 73:280–284, 2010
- Piquer J, Qureshi MM, Young PH, Dempsey RJ: Neurosurgery Education and Development program to treat hydrocephalus and to develop neurosurgery in Africa using mobile neuroendoscopic training. **J Neurosurg Pediatr** 15:552–559, 2015
- Qureshi MM: Humanitarian neurosurgery: mission in Zanzibar. **FIENS.org**. (<http://www.fiens.org/humanitarian-neurosurgery-mission-in-zanzibar/>) [Accessed August 1, 2018]
- Saleh MA: Tolerance: principal foundation of the cosmopolitan society of Zanzibar. **Zaima Media Network**, March 11, 2015. (<https://zanzibardaima.net/2015/03/11/tolerance-principal-foundation-of-the-cosmopolitan-society-of-zanzibar/>) [Accessed August 1, 2018]
- Spanu F, Piquer J, Panciani PP, Qureshi MM: Practical challenges and perspectives for the development of neurosurgery in a peripheral East African Hospital during a one-volunteer midterm mission. **World Neurosurg** 111:326–334, 2018
- Wait SD, Härtl R: Multi-institutional American team teaches neurosurgery in underserved Tanzania. **World Neurosurg** 73:610–611, 2010
- Wilson DA, Garrett MP, Wait SD, Kucia EJ, Saguda F, Ngayomela I, et al: Expanding neurosurgical care in Northwest Tanzania: the early experience of an initiative to teach neurosurgery at Bugando Medical Centre. **World Neurosurg** 77:32–38, 2012

## Disclosures

The authors report no conflict of interest concerning the materials or methods used in this study or the findings specified in this paper.

## Author Contributions

Conception and design: Leidinger. Acquisition of data: Leidinger. Analysis and interpretation of data: Leidinger, Extremera, Kim. Drafting the article: Leidinger, Extremera, Kim. Critically revising the article: Leidinger, Extremera, Kim, Qureshi, Young. Reviewed submitted version of manuscript: Leidinger, Extremera, Kim. Approved the final version of the manuscript on behalf of all authors: Leidinger. Administrative/technical/material support: Leidinger, Piquer. Study supervision: Qureshi, Piquer.

## Correspondence

Andreas Leidinger, Neurosurgery Education and Development Foundation, Valencia, Spain. [andreas\\_leidinger@hotmail.com](mailto:andreas_leidinger@hotmail.com).





# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Devivo MJ. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: Trends and future implications. *Spinal Cord*. 2012;50(5):365-372. doi:10.1038/sc.2011.178
2. Krause JS, Zhai Y, Saunders LL, Carter RE. Risk of Mortality after Spinal Cord Injury: An 8-year Prospective Study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90(10):1708-1715. doi:10.1016/j.apmr.2009.04.020
3. Hu R, Mustard CA, Burns C. Epidemiology of incident spinal fracture in a complete population. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21(4):492-499.
4. O'Connor PJ. Survival after spinal cord injury in Australia. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(1):37-47.
5. DeVivo MJ, Go BK, Jackson AB. Overview of the national spinal cord injury statistical center database. *J Spinal Cord Med*. 2002;25(4):335-338.
6. World Health Organization. International Perspectives on Spinal Cord Injury. *Natl Assoc Resid Dr Niger*. 2003:250. doi:10.1007/978-1-4899-1028-8\_18
7. Röder C, El-Kerdi A, Grob D, Aebi M. A European spine registry. *Eur Spine J*. 2002;11(4):303-307. doi:10.1007/s00586-002-0453-3
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(2):110-116. doi:10.1038/sc.2012.158
9. Wesson HKH, Boikhutso N, Bachani AM, Hofman KJ, Hyder AA. The cost of injury and trauma care in low- and middle-income countries: a review of economic evidence. *Health Policy Plan*. 2014;29(6):795-808. doi:10.1093/heapol/czt064
10. Ahidjo KA, Olayinka SA, Ayokunle O, Mustapha AF, Sulaiman GAA, Gbolahan AT. Prehospital transport of patients with spinal cord injury in Nigeria. *J Spinal Cord Med*. 2011;34(3):308-311. doi:10.1179/107902610X12883422813624
11. New PW, Cripps RA, Bonne Lee B. Global maps of non-traumatic spinal cord injury epidemiology: Towards a living data repository. *Spinal Cord*. 2014;52(2):97-109. doi:10.1038/sc.2012.165
12. Cripps RA, Lee BB, 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(4):493-501. doi:10.1038/sc.2010.146
13. Wyndaele M, Wyndaele J-J. Incidence, prevalence and epidemiology of spinal cord injury: what learns a worldwide literature survey? *Spinal Cord*. 2006;44(9):523-529. doi:10.1038/sj.sc.3101893
14. Jazayeri SB, Beygi S, Shokraneh F, Hagen EM, Rahimi-Movaghar V. Incidence of traumatic spinal cord injury worldwide: a systematic review. *Eur Spine J*. 2015;24(5):905-918. doi:10.1007/s00586-014-3424-6
15. Rahimi-Movaghar V, Sayyah MK, Akbari H, et al. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in developing countries: A systematic review. *Neuroepidemiology*. 2013;41(2):65-85. doi:10.1159/000350710
16. Ackery A, Tator C, Krassioukov A. A global perspective on spinal cord injury epidemiology. *J Neurotrauma*. 2004;21(10):1355-1370. doi:10.1089/neu.2004.21.1355
17. Fitzharris M, Cripps RA, Lee BB. Estimating the global incidence of traumatic spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2014;52(2):117-122. doi:10.1038/sc.2013.135

18. F Levy L, Makarawo S, Madzivire D, Bhebhe E, Verbeek N, Parry O. Problems, struggles and some success with spinal cord injury in Zimbabwe. *Spinal Cord*. 1998;36:213-218.
19. Stavrev P, Kitov B, Dimov S, Kalnev B, Petrov K. Incidence of spinal cord injuries in Plovdiv and Plovdiv region, Bulgaria. *Folia Med (Plovdiv)*. 1994;36(4):67-70.
20. van den Berg MEL, Castellote JM, Mahillo-Fernandez I, de Pedro-Cuesta J. Incidence of spinal cord injury worldwide: a systematic review. *Neuroepidemiology*. 2010;34(3):184-192; discussion 192. doi:10.1159/000279335
21. Jamison DT, Feachem RG, Makgoba MW, et al. E. Chapter 24: Violence and Injuries. In: *Disease and Mortality in Sub-Saharan Africa*. 2nd Edition. ; 2006.
22. Barros Filho TE, Taricco MA, Oliveira RP, Greve JM, Santos LC, Napoli MM. [Epidemiological study of patients with spinal cord injuries and neurologic deficit, admitted to the Institute of Orthopedics and Traumatology at the Hospital das Clinicas of the School of Medicine of the University of Sao Paulo]. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*. 1990;45(3):123-126.
23. Velmahos GC, Degiannis E, Hart K, Souter I, Saadia R. Changing profiles in spinal cord injuries and risk factors influencing recovery after penetrating injuries. *J Trauma*. 1995;38(3):334-337.
24. Hart C, Williams E. Epidemiology of spinal cord injuries: a reflection of changes in South African society. *Paraplegia*. 1994;32(11):709-714. doi:10.1038/sc.1994.115
25. Igun GO, Obekpa OP, Ugwu BT, Nwadiaro HC. Spinal injuries in the Plateau State, Nigeria. *East Afr Med J*. 1999;76(2):75-79.
26. Wright EJ, Nakaji P. Geopolitical Forces and the Challenges for Developing World Neurosurgery Training. *World Neurosurg*. 2017;101:750-751. doi:10.1016/j.wneu.2017.03.044
27. Dieleman JL, Yamey G, Johnson EK, Graves CM, Haakenstad A, Meara JG. Tracking global expenditures on surgery: Gaps in knowledge hinder progress. *Lancet Glob Heal*. 2015;3(S2):S2-S4. doi:10.1016/S2214-109X(15)70075-6
28. El-Fiki M. African Neurosurgery, the 21st-century challenge. *World Neurosurg*. 2010;73(4):254-258. doi:10.1016/j.wneu.2010.02.012
29. Nantulya VM, Reich MR. The neglected epidemic: road traffic injuries in developing countries. *BMJ*. 2002;324(7346):1139-1141.
30. Saggie J. Trauma: South Africa's other epidemic. *SAMJ South African Med J*. 2013;103:589-590.
31. Draulans N, Kiekens C, Roels E, Peers K. Etiology of spinal cord injuries in Sub-Saharan Africa. *Spinal Cord*. 2011;49(12):1148-1154. doi:10.1038/sc.2011.93
32. Thum C. *United Republic of Tanzania—Transport Sector Snapshot*.; 2004.
33. Kircher K, Andersson J. Truck drivers' opinion on road safety in Tanzania--a questionnaire study. *Traffic Inj Prev*. 2013;14(1):103-111. doi:10.1080/15389588.2012.671982
34. Haleluya Moshi, Gunnevi Sundelin, Klas-Göran Sahlen and AS. Traumatic spinal cord injury in the north-east Tanzania - describing incidence, etiology and clinical outcomes retrospectively. *Glob Heal Action*. 2017;10(1).
35. Ojo O, Poluyi E, Owolabi B, Kanu O, Popoola M. Surgical decompression for traumatic spinal cord injury in a tertiary center. *Niger J Clin Pract*. 2017;20(11):1455-1460. doi:10.4103/njcp.njcp\_303\_16

36. Lehre MA, Eriksen LM, Tirsit A, et al. Outcome in patients undergoing surgery for spinal injury in an Ethiopian hospital. *2015;23(December):1-8*. doi:10.3171/2015.3.SPINE141282.
37. Kawu AA. Pattern and presentation of spine trauma in Gwagwalada-Abuja, Nigeria. *Niger J Clin Pract*. 2012;15(1):38-41. doi:10.4103/1119-3077.94095
38. Rashid SM, Jusabani MA, Mandari FN, Dekker MCJ. The characteristics of traumatic spinal cord injuries at a referral hospital in Northern Tanzania. *Spinal cord Ser cases*. 2017;3:17021. doi:10.1038/scsandc.2017.21
39. Bellet FD, Rashid SM, Jusabani MA, Dekker MCJ, Temu RJ. The characteristics of cervical spinal cord trauma at a North Tanzanian Referral Hospital: a retrospective hospital based study. *Pan Afr Med J*. 2019;33:82. doi:10.11604/pamj.2019.33.82.18353
40. Lofvenmark I, Hasselberg M, Nilsson Wikmar L, Hultling C, Norrbrink C. Outcomes after acute traumatic spinal cord injury in Botswana: from admission to discharge. *Spinal Cord*. 2017;55(2):208-212. doi:10.1038/sc.2016.122
41. Biluts H, Abebe M, Laeke T, Tirsit A, Belete A. PATTERN OF SPINE AND SPINAL CORD INJURIES IN TIKUR ANBESSA HOSPITAL, ETHIOPIA. *Ethiop Med J*. 2015;53(2):75-82.
42. Ametefe MK, Bankah PE, Yankey KP, Akoto H, Janney D, Dakurah TK. Spinal cord and spine trauma in a large teaching hospital in Ghana. *Spinal Cord*. 2016;54(12):1164-1168. doi:10.1038/sc.2016.57
43. Joseph C, Delcarme A, Vlok I, Wahman K, Phillips J, Nilsson Wikmar L. Incidence and aetiology of traumatic spinal cord injury in Cape Town, South Africa: A prospective, population-based study. *Spinal Cord*. 2015;53(9):692-696. doi:10.1038/sc.2015.51
44. Sothmann J, Stander J, Kruger N, Dunn R. Epidemiology of acute spinal cord injuries in the Groote Schuur Hospital Acute Spinal Cord Injury (GSH ASCI) Unit, Cape Town, South Africa, over the past 11 years. *S Afr Med J*. 2015;105(10):835-839.
45. Lehre MA, Eriksen LM, Tirsit A, et al. Outcome in patients undergoing surgery for spinal injury in an Ethiopian hospital. *J Neurosurg Spine*. 2015;23(6):772-779. doi:10.3171/2015.3.SPINE141282
46. Nwankwo OE, Uche EO. Epidemiological and treatment profiles of spinal cord injury in southeast Nigeria. *Spinal Cord*. 2013;51(6):448-452. doi:10.1038/sc.2013.10
47. Kawu AA, Alimi FM, Gbadegesin AA, et al. Complications and causes of death in spinal cord injury patients in Nigeria. *West Afr J Med*. 2011;30(4):301-304.
48. Emejulu JK, Ekweogwu OC. Outcome of spinal cord injuries managed in a centre without modern imaging facilities. *West Afr J Med*. 2009;28(6):376-379.
49. Obalum DC, Giwa SO, Adekoya-Cole TO, Enweluzo GO. Profile of spinal injuries in Lagos, Nigeria. *Spinal Cord*. 2009;47(2):134-137. doi:10.1038/sc.2008.93
50. Olasode BJ, Komolafe IE, Komolafe M, Olasode OA. Traumatic spinal cord injuries in Ile-Ife, Nigeria, and its environs. *Trop Doct*. 2006;36(3):181-182. doi:10.1258/0049475067797978136
51. Park KB, Johnson WD, Dempsey RJ. Global Neurosurgery: The Unmet Need. *World Neurosurg*. 2016;88:32-35. doi:10.1016/j.wneu.2015.12.048
52. Nwankwo OE, Uche EO. Epidemiological and treatment profiles of spinal cord injury in southeast Nigeria. *Spinal Cord*. 2013;51(6):448-452. doi:10.1038/sc.2013.10

53. Kahamba JF, Assey AB, Dempsey RJ, Qureshi MM, Härtl R. The second African Federation of neurological surgeons course in the East, Central, and Southern Africa region held in Dar Es Salaam, Tanzania, January 2011. *World Neurosurg.* 2013;80(3-4):255-259. doi:10.1016/j.wneu.2011.07.021
54. Leidinger A, Extremera P, Kim EE, Qureshi MM, Young PH, Piquer J. The challenges and opportunities of global neurosurgery in East Africa: the Neurosurgery Education and Development model. *Neurosurg Focus.* 2018;45(4):E8. doi:10.3171/2018.7.FOCUS18287
55. Towey RM, Ojara S. Practice of intensive care in rural Africa: an assessment of data from Northern Uganda. *Afr Health Sci.* 2008;8(1):61-64.
56. Santos MM, Rubagumya DK, Dominic I, et al. Infant hydrocephalus in sub-Saharan Africa: the reality on the Tanzanian side of the lake. *J Neurosurg Pediatr.* 2017;20(5):423-431. doi:10.3171/2017.5.PEDS1755
57. Sawe HR, Mfinanga JA, Mbaya KR, et al. Trauma burden in Tanzania: a one-day survey of all district and regional public hospitals. *BMC Emerg Med.* 2017;17(1):30. doi:10.1186/s12873-017-0141-6
58. Leidinger A, Kim EE, Navarro-Ramirez R, et al. Spinal trauma in Tanzania: current management and outcomes. *J Neurosurg Spine.* April 2019:1-9. doi:10.3171/2018.12.SPINE18635
59. Lucumay NJ, Sawe HR, Mohamed A, et al. Pre-referral stabilization and compliance with WHO guidelines for trauma care among adult patients referred to an urban emergency department of a tertiary referral hospital in Tanzania. *BMC Emerg Med.* 2019;19(1):22. doi:10.1186/s12873-019-0237-2
60. Mangat HS, Schöller K, Budohoski KP, et al. Neurosurgery in East Africa: Foundations. *World Neurosurg.* 2018:411-424. doi:10.1016/j.wneu.2018.01.086
61. The World Bank Data. <https://data.worldbank.org/?locations=TZ-XP>.
62. Verguet S, Alkire BC, Bickler SW, et al. Timing and cost of scaling up surgical services in low-income and middle-income countries from 2012 to 2030: A modelling study. *Lancet Glob Heal.* 2015;3(S2):S28-S37. doi:10.1016/S2214-109X(15)70086-0
63. Santos MM, Qureshi MM, Budohoski KP, et al. The Growth of Neurosurgery in East Africa: Challenges. *World Neurosurg.* 2018;113:425-435. doi:10.1016/j.wneu.2018.01.084
64. Mitchell KB, Giiti G, Kotecha V, et al. Surgical education at Weill Bugando Medical Centre: Supplementing surgical training and investing in local health care providers. *Can J Surg.* 2013;56(3):199-203. doi:10.1503/cjs.028911
65. Meara JG, Greenberg SLM. Global surgery as an equal partner in health: No longer the neglected stepchild. *Lancet Glob Heal.* 2015;3(S2):S1-S2. doi:10.1016/S2214-109X(15)70019-7
66. Overview R. Global Surgery 2030 GS2030. 2014;(January):2030. [http://media.wix.com/ugd/346076\\_713dd3f8bb-594739810d84c1928ef61a.pdf](http://media.wix.com/ugd/346076_713dd3f8bb-594739810d84c1928ef61a.pdf).
67. Wong EG, Deckelbaum DL, Razek T. Global access to surgical care: Moving forward. *Lancet Glob Heal.* 2015;3(6):e298-e299. doi:10.1016/S2214-109X(15)00004-2
68. Kruger C, Olsen OHE. Inequities among the very poor: effect of young age on care-seeking. *Lancet* (London, England). 2003;361(9370):1744-1745. doi:10.1016/S0140-6736(03)13345-4
69. Burney RE, Waggoner R, Maynard FM. Stabilization of spinal injury for early transfer. *J Trauma.* 1989;29(11):1497-1499.
70. Guarnieri G, Izzo R, Muto M. The role of emergency radiology in spinal trauma. *Br J Radiol.* 2016;89(1061). doi:10.1259/

71. Parizel PM, van der Zijden T, Gaudino S, et al. Trauma of the spine and spinal cord: imaging strategies. *Eur Spine J*. 2010;19(Suppl 1):8-17. doi:10.1007/s00586-009-1123-5
72. Kumar Y, Hayashi D. Role of magnetic resonance imaging in acute spinal trauma: a pictorial review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17. doi:10.1186/s12891-016-1169-6
73. Dimar JR 2nd, Glassman SD, Raque GH, Zhang YP, Shields CB. The influence of spinal canal narrowing and timing of decompression on neurologic recovery after spinal cord contusion in a rat model. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999;24(16):1623-1633.
74. Fehlings MG, Rabin D, Sears W, Cadotte DW, Aarabi B. Current practice in the timing of surgical intervention in spinal cord injury. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(21 Suppl):S166-73. doi:10.1097/BRS.0b013e3181f386f6
75. Theodore N, Aarabi B, Dhall SS, et al. Transportation of Patients With Acute Traumatic Cervical Spine Injuries. *Neurosurgery*. 2013;72(suppl\_3):35-39. doi:10.1227/NEU.0b013e318276edc5
76. Lukumay GG, Ndile ML, Outwater AH, et al. Provision of post-crash first aid by traffic police in Dar es Salaam, Tanzania: a cross-sectional survey. *BMC Emerg Med*. 2018;18(1):45. doi:10.1186/s12873-018-0199-9
77. Nizare EF, Abdelali B, Fahd DH, et al. Upper cervical spine injuries: A management of a series of 70 cases. *Pan Afr Med J*. 2013;15:1-9. doi:10.11604/pamj.2013.15.57.2316
78. Boniface R, Museru L, Munthali V, Lett R. INJURY EXPERIENCE IN TANZANIA - NEED FOR INTERVENTION. *East Afr Med J*. 2013;90(5):171-179.
79. Smart LR, Mangat HS, Issarow B, et al. Severe Traumatic Brain Injury at a Tertiary Referral Center in Tanzania: Epidemiology and Adherence to Brain Trauma Foundation Guidelines. *World Neurosurg*. 2017;105:238-248. doi:10.1016/j.wneu.2017.05.101
80. Mock C, Quansah R, Kobusingye O, Goosen J. Trauma care in Africa: The way forward YR - 2014/1/1. *African J Trauma*. (1 UL-http://www.afriatrauma.com/article.asp?issn=1597-1112;year=2014;volume=3;issue=1;spage=3;epage=10;au-last=Mock;t=5):3 OP-10 VO - 3. doi:10.4103/1597-1112.139448
81. Dempsey KE, Qureshi MM, Ondoma SM, Dempsey RJ. Effect of Geopolitical Forces on Neurosurgical Training in Sub-Saharan Africa. *World Neurosurg*. 2017;101:196-202. doi:10.1016/j.wneu.2017.01.104
82. Munera F, Rivas LA, Diego B, Nunez J, Quencer RM. Imaging Evaluation of Adult Spinal Injuries: Emphasis on Multidetector CT in Cervical Spine Trauma. *Radiology*. 2012;263(3):645-660. doi:10.1148/radiol.12110526
83. Silberstein M, Tress BM, Hennessy O. A comparison between M.R.I. and C.T. in acute spinal trauma. *Australas Radiol*. 1992;36(3):192-197.
84. Bartelme T. A Surgeon in the Village: A Doctor teaches Brain surgery in Africa. In: ; 2011.
85. Vaccaro AR, Koerner JD, Radcliff KE, et al. AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. *Eur Spine J*. 2016;25(7):2173-2184. doi:10.1007/s00586-015-3831-3
86. Schnake KJ, Schroeder GD, Vaccaro AR, Oner C. AOSpine Classification Systems (Subaxial, Thoracolumbar). *J Orthop Trauma*. 2017;31(9):S14-S23. doi:10.1097/BOT.0000000000000947
87. Abedi A, Mookink LB, Zadegan SA, et al. Reliability and Validity of the AOSpine Thoracolumbar Injury Classification System: A Systematic Review. *Glob spine J*. 2019;9(2):231-242. doi:10.1177/2192568218806847

88. Silva OT da, Sabba MF, Lira HIG, et al. Evaluation of the reliability and validity of the newer AOSpine subaxial cervical injury classification (C-3 to C-7). *J Neurosurg Spine*. 2016;25(3):303-308. doi:10.3171/2016.2.SPINE151039
89. Vaccaro AR, Schroeder GD, Kepler CK, et al. The surgical algorithm for the AOSpine thoracolumbar spine injury classification system. *Eur Spine J*. 2016;25(4):1087-1094. doi:10.1007/s00586-015-3982-2
90. Kepler CK, Vaccaro AR, Koerner JD, et al. Reliability analysis of the AOSpine thoracolumbar spine injury classification system by a worldwide group of naïve spinal surgeons. *Eur Spine J*. 2016;25(4):1082-1086. doi:10.1007/s00586-015-3765-9
91. Rometsch E, Spruit M, Härtl R, et al. Does operative or nonoperative treatment achieve better results in A3 and A4 spinal fractures without neurological deficit? Systematic literature review with meta-analysis. *Glob Spine J*. 2017;7(4):350-372. doi:10.1177/2192568217699202
92. Thomas J. Croft, Jerald S. Brodkey, Frank E. Nulsen. Reversible spinal cord trauma: a model for electrical monitoring of spinal cord function. *J Neurosurg*. 1972;36(4):402-406. doi:10.3171/jns.1972.36.4.0402
93. Fehlings MG, Vaccaro A, Wilson JR, et al. Early versus delayed decompression for traumatic cervical spinal cord injury: results of the Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study (STASCIS). *PLoS One*. 2012;7(2):e32037. doi:10.1371/journal.pone.0032037
94. Joaquim AF, Patel AA. Thoracolumbar spine trauma: Evaluation and surgical decision-making. *J craniovertebral junction spine*. 2013;4(1):3-9. doi:10.4103/0974-8237.121616
95. Kim M, Hong SK, Jeon SR, Roh SW, Lee S. Early (<=48 Hours) versus Late (>48 Hours) Surgery in Spinal Cord Injury: Treatment Outcomes and Risk Factors for Spinal Cord Injury. *World Neurosurg*. 2018;118:e513-e525. doi:10.1016/j.wneu.2018.06.225
96. Xing D, Chen Y, Ma J-X, et al. A methodological systematic review of early versus late stabilization of thoracolumbar spine fractures. *Eur spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2013;22(10):2157-2166. doi:10.1007/s00586-012-2624-1
97. O'Boynick CP, Kurd MF, Darden BV 2nd, Vaccaro AR, Fehlings MG. Timing of surgery in thoracolumbar trauma: is early intervention safe? *Neurosurg Focus*. 2014;37(1):E7. doi:10.3171/2014.5.FOCUS1473
98. Croce MA, Bee TK, Pritchard E, Miller PR, Fabian TC. Does optimal timing for spine fracture fixation exist? *Ann Surg*. 2001;233(6):851-858.
99. Du J-P, Fan Y, Zhang J-N, Liu J-J, Meng Y-B, Hao D-J. Early versus delayed decompression for traumatic cervical spinal cord injury: application of the AOSpine subaxial cervical spinal injury classification system to guide surgical timing. *Eur spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2019;28(8):1855-1863. doi:10.1007/s00586-019-05959-6
100. Haldrup M, Schwartz OS, Kasch H, Rasmussen MM. Early decompressive surgery in patients with traumatic spinal cord injury improves neurological outcome. *Acta Neurochir (Wien)*. 2019;161(10):2223-2228. doi:10.1007/s00701-019-04031-y
101. Tanaka C, Tagami T, Kaneko J, et al. Early versus late surgery after cervical spinal cord injury: a Japanese nationwide trauma database study. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):302. doi:10.1186/s13018-019-1341-4
102. Kerwin AJ, Frykberg ER, Schinco MA, et al. The effect of early surgical treatment of traumatic spine injuries on patient mortality. *J Trauma*. 2007;63(6):1308-1313. doi:10.1097/TA.0b013e31815b8361
103. Bone LB, Johnson KD, Weigelt J, Scheinberg R. Early versus delayed stabilization of femoral fractures. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am*. 1989;71(3):336-340.

104. Gomez-Olive FX, Schroders J, Aboderin I, et al. Variations in disability and quality of life with age and sex between eight lower income and middle-income countries: data from the INDEPTH WHO-SAGE collaboration. *BMJ Glob Heal*. 2017;2(4):e000508. doi:10.1136/bmjgh-2017-000508
105. Tyson AF, Varela C, Cairns BA, Charles AG. Hospital mortality following trauma: An analysis of a hospital-based injury surveillance registry in sub-Saharan Africa. *J Surg Educ*. 2015;72(4):e66-e72. doi:10.1016/j.jsurg.2014.09.010
106. Edsberg LE, Black JM, Goldberg M, McNichol L, Moore L, Sieggreen M. Revised National Pressure Ulcer Advisory Panel Pressure Injury Staging System: Revised Pressure Injury Staging System. *J wound, ostomy, Cont Nurs Off Publ Wound, Ostomy Cont Nurses Soc*. 2016;43(6):585-597. doi:10.1097/WON.0000000000000281
107. Association. WM. World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. *Bull World Health Organ*. 2001;79(4):373-374.
108. Statistics NB of, Finance M of. 2012 POPULATION AND HOUSING CENSUS. 2012;1(1).
109. Trading Economics. <https://tradingeconomics.com/tanzania/rural-population-percent-of-total-population-wb-data.html>.
110. Chiu W-T, Lin H-C, Lam C, Chu S-F, Chiang Y-H, Tsai S-H. Review Paper: Epidemiology of Traumatic Spinal Cord Injury: Comparisons Between Developed and Developing Countries. *Asia Pacific J Public Heal*. 2010;22(1):9-18. doi:10.1177/1010539509355470
111. Löfvenmark I, Norrbrink C, Nilsson-Wikmar L, Hultling C, Chakandinakira S, Hasselberg M. Traumatic spinal cord injury in Botswana: Characteristics, aetiology and mortality. *Spinal Cord*. 2015;53(2):150-154. doi:10.1038/sc.2014.203
112. Rehan R, Jones PD, Abdeen H, Rowas H, Dhaliwal J. The dangers to children from coconut tree trauma, in KiraKira, Solomon Islands: a retrospective clinical audit. *Arch Public Health*. 2016;74:14. doi:10.1186/s13690-016-0125-0
113. Barss P, Dakulala P, Doolan M. Falls from trees and tree associated injuries in rural Melanesians. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1984;289(6460):1717-1720. doi:10.1136/bmj.289.6460.1717
114. Hoque MF, Grangeon C, Reed K. Spinal cord lesions in Bangladesh: an epidemiological study 1994 - 1995. *Spinal Cord*. 1999;37(12):858-861.
115. Yeo JD, Walsh J, Rutkowski S, Soden R, Craven M MJ. Mortality following spinal cord injury. *Spinal Cord*. 1998;36:329-336.
116. Singh A, Tetreault L, Kalsi-Ryan S, Nouri A, Fehlings MG. Global prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury. *Clin Epidemiol*. 2014;6:309-331. doi:10.2147/CLEP.S68889
117. Clarke DL, Aldous C, Thomson SR. The implications of the patterns of error associated with acute trauma care in rural hospitals in South Africa for quality improvement programs and trauma education. *Injury*. 2014;45(1):285-288. doi:10.1016/j.injury.2013.04.011
118. Marshall LF, Knowlton S, Garfin SR, et al. Deterioration following spinal cord injury. A multicenter study. *J Neurosurg*. 1987;66(3):400-404. doi:10.3171/jns.1987.66.3.0400
119. Wagner FCJ, Chehrizi B. Early decompression and neurological outcome in acute cervical spinal cord injuries. *J Neurosurg*. 1982;56(5):699-705. doi:10.3171/jns.1982.56.5.0699
120. Vaccaro AR, Daugherty RJ, Sheehan TP, et al. Neurologic outcome of early versus late surgery for cervical spinal cord injury. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(22):2609-2613.



121. Hadley MN, Walters BC, Grabb PA, et al. Transportation of patients with acute traumatic cervical spine injuries. *Neurosurgery*. 2002;50(3 Suppl):S18-20. doi:10.1097/00006123-200203001-00006
122. Fuller A, Tran T, Muhumuza M, Haglund MM. Building neurosurgical capacity in low and middle income countries. *eNeurologicalSci*. 2016;3:1-6. doi:10.1016/j.ensci.2015.10.003
123. Conradsson D, Phillips J, Nizeyimana E, Hilliar C, Joseph C. Risk indicators of length of acute hospital stay after traumatic spinal cord injury in South Africa: a prospective, population-based study. *Spinal Cord*. 2019;57(9):763-769. doi:10.1038/s41393-019-0286-0
124. Furlan JC, Noonan V, Cadotte DW, Fehlings MG. Timing of decompressive surgery of spinal cord after traumatic spinal cord injury: an evidence-based examination of pre-clinical and clinical studies. *J Neurotrauma*. 2011;28(8):1371-1399. doi:10.1089/neu.2009.1147
125. Krengel WF 3rd, Anderson PA, Henley MB. Early stabilization and decompression for incomplete paraplegia due to a thoracic-level spinal cord injury. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1993;18(14):2080-2087. doi:10.1097/00007632-199310001-00027
126. Du JP, Fan Y, Liu JJ, et al. Decompression for traumatic thoracic/thoracolumbar incomplete spinal cord injury: Application of AO spine injury classification system to identify the timing of operation. *World Neurosurg*. May 2018. doi:10.1016/j.wneu.2018.05.118
127. Majdan M, Plancikova D, Nemcovska E, Krajcovicova L, Brazinova A, Rusnak M. Mortality due to traumatic spinal cord injuries in Europe: A cross-sectional and pooled analysis of population-wide data from 22 countries. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2017;25(1):1-10. doi:10.1186/s13049-017-0410-0
128. Srinivas BH, Rajesh A, Purohit AK. Factors affecting outcome of acute cervical spine injury: A prospective study. *Asian J Neurosurg*. 2017;12(3):416-423. doi:10.4103/1793-5482.180942
129. Qiu Z, Wang F, Hong Y, et al. Clinical Predictors of Neurological Outcome within 72h after Traumatic Cervical Spinal Cord Injury. *Sci Rep*. 2016;6:38909. <https://doi.org/10.1038/srep38909>.
130. Heary RF, Kumar S. Decision-making in burst fractures of the thoracolumbar and lumbar spine. *Indian J Orthop*. 2007;41(4):268-276. doi:10.4103/0019-5413.36986
131. Boschini LP, Lu-Myers Y, Msiska N, Cairns B, Charles AG. Effect of direct and indirect transfer status on trauma mortality in sub Saharan Africa. *Injury*. 2016;47(5):1118-1122. doi:10.1016/j.injury.2016.01.015
132. Kumar R, Lim J, Mekary RA, et al. Traumatic Spinal Injury: Global Epidemiology and Worldwide Volume. *World Neurosurg*. 2018;113:e345-e363. doi:10.1016/j.wneu.2018.02.033
133. Galeiras Vázquez R, Rascado Sedes P, Mourelo Fariña M, Montoto Marqués A, Ferreiro Velasco ME. Respiratory management in the patient with spinal cord injury. *Biomed Res Int*. 2013;2013:168757. doi:10.1155/2013/168757
134. Brown R, DiMarco AF, Hoit JD, Garshick E. Respiratory dysfunction and management in spinal cord injury. *Respir Care*. 2006;51(8):853-870.
135. Shavelle RM, DeVivo MJ, Strauss DJ, Paculdo DR, Lammertse DP, Day SM. Long-term survival of persons ventilator dependent after spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2006;29(5):511-519. doi:10.1080/10790268.2006.11753901
136. Shao J, Zhu W, Chen X, et al. Factors associated with early mortality after cervical spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2011;34(6):555-562. doi:10.1179/2045772311Y.00000000024
137. Diringner MN, Edwards DF, Aiyagari V, Hollingsworth H. Factors associated with withdrawal of mechanical ventilation in a neurology/neurosurgery intensive care unit. *Crit Care Med*. 2001;29(9):1792-1797. doi:10.1097/00003246-

200109000-00023

138. Sangowawa AO, Owoaje ET, Ekanem SEU, Faseru B, Adekunle BJ. Economic costs of motorcycle injury among crash-involved commercial motorcyclists in Oyo State, Nigeria. *Afr J Med Med Sci*. 2011;40(4):385-391.
139. Schecter WP, Adhikari S. Global Surgery and Poverty. In: Debas HT, Donkor P, Gawande A, et al. editors. *Essential Surgery: Disease Control Priorities, Third Edition (Volume 1)*. Washington (DC): The International Bank for Reconstruction and Development. *World Bank*. 2015;Chapter 20. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK333494/> doi: 10.1596/978-1-4648-0346-8\_ch20e.
140. Li Y, Wu Q, Xu L, et al. Factors affecting catastrophic health expenditure and impoverishment from medical expenses in China: policy implications of universal health insurance. *Bull World Health Organ*. 2012;90(9):664-671. doi:10.2471/BLT.12.102178
141. Mock CN, Gloyd S, Adjei S, Acheampong F, Gish O. Economic consequences of injury and resulting family coping strategies in Ghana. *Accid Anal Prev*. 2003;35(1):81-90. doi:10.1016/s0001-4575(01)00092-6
142. Rahimi-Movaghar V, Sayyah MK, Akbari H, et al. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in developing countries: a systematic review. *Neuroepidemiology*. 2013;41(2):65-85. doi:10.1159/000350710
143. Financial Inclusions: insights. [www.finclusions.org](http://www.finclusions.org).
144. Reynolds TW, Klawitter M, Biscaye PE, Anderson CL. Mobile money and branchless banking regulations affecting cash-in, cash-out networks in low- and middle-income countries. *Gates open Res*. 2018;2:64. doi:10.12688/gatesopenres.12876.1
145. Nyberger K, Jumbam DT, Dahm J, et al. The Situation of Safe Surgery and Anaesthesia in Tanzania: A Systematic Review. *World J Surg*. 2019;43(1):24-35. doi:10.1007/s00268-018-4767-7
146. Hoffman JR, Schriger DL, Mower W, Luo JS, Zucker M. Low-risk criteria for cervical-spine radiography in blunt trauma: a prospective study. *Ann Emerg Med*. 1992;21(12):1454-1460. doi:10.1016/s0196-0644(05)80059-9
147. Paykin G, O'Reilly G, Ackland HM, Mitra B. The NEXUS criteria are insufficient to exclude cervical spine fractures in older blunt trauma patients. *Injury*. 2017;48(5):1020-1024. doi:10.1016/j.injury.2017.02.013
148. Jo AS, Wilseck Z, Manganaro MS, Ibrahim M. Essentials of Spine Trauma Imaging: Radiographs, CT, and MRI. *Semin Ultrasound CT MR*. 2018;39(6):532-550. doi:10.1053/j.sult.2018.10.002
149. Sixta S, Moore FO, Dittillo MF, et al. Screening for thoracolumbar spinal injuries in blunt trauma: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;73(5 Suppl 4):S326-32. doi:10.1097/TA.0b013e31827559b8
150. Daffner RH, Hackney DB. ACR Appropriateness Criteria on suspected spine trauma. *J Am Coll Radiol*. 2007;4(11):762-775. doi:10.1016/j.jacr.2007.08.006
151. Pizones J, Sanchez-Mariscal F, Zuniga L, Alvarez P, Izquierdo E. Prospective analysis of magnetic resonance imaging accuracy in diagnosing traumatic injuries of the posterior ligamentous complex of the thoracolumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(9):745-751. doi:10.1097/BRS.0b013e31827934e4
152. Winkler AS, Tluway A, Slottje D, Schmutzhard E, Hrtl R. The pattern of neurosurgical disorders in rural northern Tanzania: A prospective hospital-based study. *World Neurosurg*. 2010;73(4):264-269. doi:10.1016/j.wneu.2010.03.037
153. Wilderness Medicine Training Center. *Spine Management for Wilderness & Remote Locations*. 2015.

154. Jahan N, Jamin NM, Hossain MI SM. Development of a Low Cost Coconut Tree Climber for Small Farmers in Bangladesh. *Int J Eng Res Technol*. 2018;7(242-248):6.
155. Bracken MB. Steroids for acute spinal cord injury. *Cochrane database Syst Rev*. 2012;1:CD001046. doi:10.1002/14651858.CD001046.pub2
156. Nesathurai S. Steroids and spinal cord injury: revisiting the NASCIS 2 and NASCIS 3 trials. *J Trauma*. 1998;45(6):1088-1093. doi:10.1097/00005373-199812000-00021
157. Saadeh YS, Smith BW, Joseph JR, et al. The impact of blood pressure management after spinal cord injury: a systematic review of the literature. *Neurosurg Focus*. 2017;43(5):E20. doi:10.3171/2017.8.FOCUS17428
158. Ploumis A, Yadlapalli N, Fehlings MG, Kwon BK, Vaccaro AR. A systematic review of the evidence supporting a role for vasopressor support in acute SCI. *Spinal Cord*. 2010;48(5):356-362. doi:10.1038/sc.2009.150
159. Tanzania Federation of Disabled People's Organizations (SHIVYAWATA). Welcome to SHIVYAWATA. <https://shivyawata.or.tz>. Published 2019.

12

ÍNDICE DE TABLAS  
Y FIGURAS

## TABLAS

**Tabla 1.** Revisión de literatura sobre los traumatismos vertebromedulares en África (periodo 2000-2019).

**Tabla 2.** Recomendaciones basadas en evidencia para el traslado de pacientes afectados de TVM.<sup>75</sup>

**Tabla 3.** Clasificación ASIA del TVM.

**Tabla 4.** Ejemplo del cálculo del ISS en paciente politraumático.

**Tabla 5.** Síntesis de los tiempos de traslado, según subgrupos: metropolitano (<100km) versus rural (>100km).

**Tabla 6.** Síntesis de las características demográficas principales de la muestra.

**Tabla 7.** Síntesis de la subpoblación ingresada en la UCI

**Tabla 8.** Clasificación de las fracturas registradas según la escala AO Spine para fracturas vertebrales traumáticas.

**Tabla 9.** Cirugía (sí/no) según nivel de la lesión.

**Tabla 10.** Indicación quirúrgica según grado ASIA.

**Tabla 11.** Síntesis de subpoblaciones quirúrgica y no quirúrgica.

**Tabla 12.** Recuento de procedimientos quirúrgicos realizados.

**Tabla 13.** Tiempo hasta la intervención según estatus privado/público.

**Tabla 14.** Tiempo hasta la cirugía para hombres y mujeres.

**Tabla 15.** Variables asociadas a menor tiempo de espera para cirugía (análisis bivariante).

**Tabla 16.** Mejoría de la puntuación ASIA al alta según ASIA al ingreso en todos los pacientes.

**Tabla 17.** Casos con evolución desfavorable.

**Tabla 18.** Tabla de contingencia. Construcción de subgrupos quirúrgico y no quirúrgico para análisis estadístico.

**Tabla 19.** Mejoría del puntaje ASIA según grado ASIA al ingreso y Cirugía (sí/no).

**Tabla 20.** Análisis multivariante.

**Tabla 21.** Tabla de síntesis sobre mortalidad de los pacientes.

**Tabla 22.** Mortalidad según nivel de lesión.

**Tabla 23.** Mortalidad según cirugía (sí/no).

**Tabla 24.** Mortalidad según grado ASIA al ingreso (agrupado).

**Tabla 25.** Mortalidad según ingreso en la UCI (sí/no).

**Tabla 26.** Estancia hospitalaria total, días de UCI y días de planta en subgrupos quirúrgico y no quirúrgico.

**Tabla 27.** Estancia hospitalaria total, días de UCI y días de planta en subgrupos UCI y no UCI.

**Tabla 28.** Síntesis de la estancia hospitalaria en función de variables a estudio.

**Tabla 29.** Monitorización de tensión arterial (TA) en subgrupos UCI y no UCI.

**Tabla 30.** Manejo hospitalario en pacientes según UCI (sí/no).

**Tabla 31.** Manejo hospitalario de pacientes según cirugía (sí/no).

**Tabla 32.** Realización y fecha de inicio de fisioterapia en grupos quirúrgico y no quirúrgico.

**Tabla 33.** Resumen de costos registrados durante la hospitalización, en euros.

**Tabla 34.** Tiempo hasta cirugía según ASIA al ingreso.

**Tabla 35.** Medidas de p-valor para variables de resultado primario y su asociación con las variables (factores) más significativas.

**Tabla 36.** Comparación de poblaciones según distancia a MOI.

## FIGURAS

**Figura 1.** Mapa global de las causas de TVM según la OMS (1959-2008).<sup>12</sup>

**Figura 2.** Mapa de África señalando los países donde se han publicado estudios indexados sobre la epidemiología y/o manejo del TVM desde el año 2000 hasta la actualidad. **Figura 3.** Porcentaje de hombres afectados de TVM en el África subsahariana

**Figura 4.** Edad media de pacientes afectados de TVM en África subsahariana.

**Figura 5.** Mecanismo de lesión en pacientes afectados de TVM en África subsahariana. **Figura 6.** Mortalidad del TVM en África subsahariana. Las barras de color distinto representan estudios conducidos en Tanzania.

**Figura 8.** Mapa de Tanzania representando la localización de los 4 centros neuroquirúrgicos del país.

**Figura 7.** Diversos medios de transporte utilizados en África del Este.

**Figura 9.** Ambulancia urbana aparcada en la puerta de ingreso al Departamento de Emergencias de MOI.

**Figura 10.** El único tomógrafo disponible en la Unidad de Radiología del Hospital Nacional Muhimbili.

**Figura 11.** Quirófano Número 3. Éste es uno de los cinco quirófanos disponibles en el Instituto Ortopédico Muhimbili (MOI).

**Figura 12.** Set de instrumental quirúrgica. Caja "Brain/Spine Trauma". Véase trépano manual y cucharillas y laminotomos.

**Figura 13.** Sala de Hospitalización para pacientes públicos, post-renovación.

**Figura 14.** Paciente ingresado en UCI.

**Figura 15.** Mapa vial de Tanzania (2017).

**Figura 16.** Clasificación Internacional de Úlceras de Presión del National Pressure Ulcer Advisor Panel (NPUAP)

- Figura 17.** Edad de la muestra por grupos y género.
- Figura 18.** Pacientes clasificados según mecanismo de lesión.
- Figura 19.** Recuento de pacientes según distancia del traslado.
- Figura 20.** Lugar de lesión de los pacientes.
- Figura 21.** Resumen de los tiempos de traslado a MOI.
- Figura 22.** Pacientes clasificados por mecanismo de lesión y segmento vertebral afectado.
- Figura 23.** Pacientes clasificados según puntaje ASIA durante el ingreso hospitalario.
- Figura 24.** Pacientes clasificados según lesión neurológica completa/incompleta y mecanismo de lesión.
- Figura 25.** Pacientes según nivel de lesión e ingreso a UCI (sí/no).
- Figura 26.** Lesión completa/incompleta según ingreso a UCI(sí/no).
- Figura 27.** Recuento de exploraciones radiológicas.
- Figura 28.** Diagrama de Venn. Recuento y combinaciones de exploraciones radiológicas.
- Figura 29.** Indicación quirúrgica según nivel de la lesión.
- Figura 30.** Tiempo hasta cirugía expresado como una función de supervivencia de Kaplan-Meier.
- Figura 31.** Tiempo hasta cirugía expresado como una función de supervivencia de Kaplan-Meier en pacientes públicos y privados.
- Figura 32.** Prueba U de Mann-Whitney para tiempo quirúrgico según variable privado/público.
- Figura 33.** Prueba U de Mann-Whitney para tiempo quirúrgico según variable Ingreso en UCI (sí/no).
- Figura 34.** Curvas de supervivencia de Kaplan-Meier para pacientes que reciben cirugía, según si recibieron ingreso en UCI o no.
- Figura 35.** Tiempo hasta la cirugía para hombres y mujeres.
- Figura 36.** Motivo de retraso en la programación quirúrgica.
- Figura 37.** Diferencia en ASIA, según puntuación de ASIA al ingreso.
- Figura 38.** Mejoría del puntaje ASIA según la variable Cirugía (sí/no).
- Figura 39.** Evolución de la puntuación ASIA en la población estudiada, subpoblación quirúrgica y subpoblación no quirúrgica.
- Figura 40.** Mortalidad según nivel de lesión.
- Figura 41.** Mortalidad según Cirugía (sí/no).
- Figura 42.** Mortalidad según grado ASIA al ingreso (agrupado).
- Figura 43.** Úlcera de presión según clasificación NPUAP en subgrupos quirúrgico y no quirúrgico.

**Figura 44.** La edad media de los pacientes afectados fue de  $35 \pm 12$  (SD 95%).

**Figura 45.** Los estudios publicados en Tanzania en los últimos años parecen señalar que los AVM son cada vez causa más frecuente de TVM.

**Figura 46.** Mapa señalando los países con estudios de prevalencia/incidencia del TVM.

**Figura 47.** Línea de tiempos registrados desde el traumatismo hasta el alta de los pacientes.

**Figura 48.** Motivo de retraso en la programación quirúrgica.

**Figura 49.** Línea de tiempos registrados desde el traumatismo hasta el alta de los pacientes.

**Figura 51.** Caso Radiológico 1.

**Figura 52.** Caso Radiológico 2.

**Figura 53.** Caso Radiológico 3.

**Figura 54.** Circuito rápido para pacientes con politraumatismos en MOI.

**Figura 55.** Protocolo radiológico para pacientes afectados de traumatismo vertebromedular en MOI.

**Figura 56.** Protocolo quirúrgico para pacientes afectados de traumatismo vertebromedular en MOI.

**Figura 57.** Protocolo de uso de corticoides y de control de tensión arterial en pacientes afectados de traumatismo vertebromedular en MOI.







