

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**COMPLICACIONES DEL TORNIQUETE NEUMÁTICO**

**WILLIAM GEOVANY AJCALÓN LÓPEZ**

Tesis

Presentada ante las autoridades de la  
Escuela de Estudios de Postgrado de la  
Facultad de Ciencias Médicas

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Ortopedia y Traumatología

Para obtener el grado de

Maestro en Ciencias Médicas con Especialidad en Ortopedia y Traumatología

Mayo 2018





ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE  
POSTGRADO

# Facultad de Ciencias Médicas

## Universidad de San Carlos de Guatemala

PME.OI.104.2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): William Geovany Ajcalón López

Registro Académico No.: 100023149

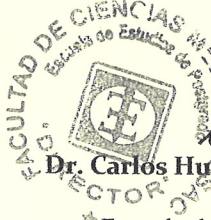
Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Ortopedia y Traumatología**, el trabajo de TESIS **COMPLICACIONES DEL TORNIQUETE NEUMÁTICO**

Que fue asesorado: Dra. Carolina Odette Gómez Pellecer

Y revisado por: Dr. Alex F. Chew Pazoz

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **mayo 2018**

Guatemala, 08 de mayo de 2018



Dr. Carlos Humberto Vargas Reyes MSc.  
Director  
\* Escuela de Estudios de Postgrado



Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz MSc.  
Coordinador General  
Programa de Maestrías y Especialidades

/mdvs

2ª. Avenida 12-40, Zona 1, Guatemala, Guatemala

Tels. 2251-5400 / 2251-5409

Correo Electrónico: especialidadesfacmed@gmail.com

La Antigua Guatemala, 22 de febrero de 2018.

Doctor  
Dr. Erwin Gonzáles Maza  
Coordinador Específico de Programa de Postgrados  
Hospital "Pedro de Bethancourt" La Antigua Guatemala  
Presente

Respetable Doctor:

Por este medio informo que he asesorado el informe final de graduación que presenta el Doctor **William Geovany Ajcalón López**, carne 100023149, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Traumatología y Ortopedia, el cual se titula: **COMPLICACIONES DEL TORNIQUETE NEUMÁTICO EN PACIENTES DE TRAUMATOLOGÍA DEL HOSPITAL "PEDRO DE BETHANCOURT" ANTIGUA GUATEMALA AÑO 2015.**

Luego de la revisión hago constar que el Doctor **William Geovany Ajcalón López**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudio de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

F.:

Dra. Carolina Odette Gómez

Asesora

Dra. Carolina Odette Gómez Pellecer  
TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEdia  
Col. 12,656



La Antigua Guatemala, 22 de febrero de 2018.

Doctor  
Dr. Erwin Gonzáles Maza  
Coordinador Específico de Programa de Postgrados  
Hospital "Pedro de Bethancourt" La Antigua Guatemala

Presente


Respetable Doctor.:

Por este medio informo que he revisado el informe final de graduación que presenta el Doctor **William Geovany Ajcalón López**, carne 100023149, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Traumatología y Ortopedia, el cual se titula: **COMPLICACIONES DEL TORNQUETE NEUMÁTICO EN PACIENTES DE TRAUMATOLOGÍA DEL HOSPITAL "PEDRO DE BETHANCOURT" ANTIGUA GUATEMALA AÑO 2015.**

Luego de la revisión hago constar que el doctor **William Geovany Ajcalón López**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudio de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

F.:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alex Chew Pazos  
Revisor

DR. ALEX F. CHEW PAZOS  
TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA  
COLEGADO 11575

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
I. <b>INTRODUCCION</b> .....	01
II. <b>ANTECEDENTES</b> .....	03
2.1 Generalidades del torniquete neumático	
2.2 Descripción del torniquete neumático	
2.3 Principio de funcionamiento	
2.4 Técnica de aplicación del torniquete neumático	
2.5 Presiones usadas en el torniquete neumático	
2.6 Tiempo de insuflación del torniquete neumático	
2.7 Complicaciones del uso del torniquete neumático	
2.7.1 Efectos sistémicos	
2.7.2 Efectos locales	
2.8 Prevención de complicaciones del torniquete neumático	
III. <b>OBJETIVOS</b> .....	13
IV. <b>MATERIAL Y MÉTODO</b> .....	14
V. <b>RESULTADOS</b> .....	23
VI. <b>DISCUSIÓN Y ANÁLISIS</b> .....	28
6.1 Conclusiones	
6.2 Recomendaciones	
VII. <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	33
VIII. <b>ANEXOS</b> .....	36

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Página	
1. Gráfica No. 1.....	24
Lesiones nerviosas secundarias al torniquete neumático	
3. Gráfica No.2.....	25
Lesiones cutáneas secundarias al torniquete neumático	
4. Gráfica No. 3.....	26
Lesiones musculares secundarias al torniquete neumático	
5. Gráfica No. 4.....	27
Extremidades evaluadas con el torniquete neumático	

## ÍNDICE DE TABLAS

Página	
1. Tabla No.1 .....	23
Características generales del grupo estudiado (edad, género, procedencia).	

## RESUMEN

**Problema:** El torniquete neumático es usado para cirugía de extremidades, que se realizan en el Hospital “Pedro de Bethancourt”. Hasta ahora, no existen registros estadísticos donde documenten lesiones nerviosas, cutáneas y musculares secundarias.

**Objetivo:** Determinar la frecuencia de complicaciones locales causadas por el torniquete neumático en pacientes del Hospital “Pedro de Bethancourt”.

**Método:** Estudio descriptivo exploratorio realizado desde agosto de 2013 a julio de 2015, con una muestra de 101 pacientes realizando examen físico de la extremidad superior o inferior en busca de lesiones nerviosas, cutáneas y musculares secundarias al torniquete neumático.

Variables: perfil epidemiológico, lesiones nerviosas, cutáneas, musculares y extremidades

evaluadas. Se analizaron los datos en EpiInfo 3.5.4.

**Resultados:** 21 pacientes (21%) presentaron parestesias como única lesión nerviosa; en 12 pacientes (12%) las lesiones cutáneas halladas fueron edema, y flictenas en 2 (4%); las lesiones musculares halladas

fueron dolor a la movilidad pasiva (28%) y palidez (2%). 57 evaluaciones se realizaron en

extremidades superiores, y 43 evaluaciones en extremidades inferiores.

El rango de edad fue de 10 a 86 años, y el promedio de edad fue de 32 años con un IC 95% [30.6,

33.3]. 72 (71%) pacientes fueron masculinos mientras que 29 (29%) fueron femeninos. Del

departamento de Sacatepéquez provinieron el 66.3% de los pacientes.

**Conclusiones:** en 65% de los 101 pacientes se hallaron complicaciones locales secundarias al torniquete neumático. Se documentaron lesiones nerviosas, cutáneas, y musculares.

**Palabras clave:** *torniquete neumático, síndrome posttorniquete, complicaciones del torniquete arterial.*

## I. INTRODUCCIÓN

El torniquete neumático es un dispositivo constituido por un brazalete conectado a una bomba de aire manual o automático mediante una manguera conductora de aire. Es ampliamente utilizado en la cirugía de las extremidades para reducir la hemorragia intraoperatoria, además de proveer las adecuadas condiciones durante el procedimiento, como mejorar la visualización y dejar expedito el campo quirúrgico para la realización de la cirugía; generalmente las operaciones en las extremidades se facilitan con el uso del torniquete. Todos los torniquete neumáticos pueden causar complicaciones desde menores y autolimitantes hasta severos incluso fatales. En la literatura médica se describe que la probabilidad de lesiones locales secundarias al torniquete neumático se incrementa con altas presiones, y los gradientes de presión cerca de los bordes de los brazaletes del manguito aumentan; la presión mecánica combina una fuerza de estiramiento sagital con una fuerza compresiva sagital. La piel y el tendón son relativamente insensibles a la isquemia, sin embargo, el músculo y el nervio son susceptibles a las lesiones secundarias a la isquemia y reperfusión durante el uso del torniquete neumático, como contrapeso a lo anteriormente descrito, se ha reportado la prolongación del tiempo de anestesia regional en tobillo al administrarla tras el insuflado del manguito en la cirugía del pie con lo que hay mayor analgesia posoperatoria. Si existen efectos sistémicos, están relacionados usualmente con la insuflación y deflación del manguito así como la isquemia y fases de reperfusión respectivamente.(1)(2)(3)

En el 2011 Van der Spuy describió complicaciones tanto sistémicas como locales; en Sudáfrica la incidencia de lesiones nerviosas ha sido de 1:3000 a 1:11000. En México, Ochoa y Méndez describieron efectos no deseados con el torniquete neumático así como potenciales lesiones cutáneas. En Guatemala; se consultaron investigaciones de Universidad de San Carlos así como de los hospitales Roosevelt y San Juan de Dios, en donde no se han encontrado estudios de dichas complicaciones. El Hospital "Pedro de Bethancourt" que atiende alrededor de 20,000 personas cada año provenientes de Sacatepéquez y otros departamentos de la República de Guatemala, realiza cirugías de extremidades superior e inferior, procedimientos en donde se utiliza de forma rutinaria el torniquete neumático. Hasta la fecha no se han encontrado registros o estadísticas sobre complicaciones relacionadas con este dispositivo. Debido a las potenciales complicaciones y al riesgo de la población expuesta a sus efectos no deseados, se hizo



necesario realizar esta investigación descriptiva exploratoria, con el objetivo de determinar las características epidemiológicas así como la frecuencia de complicaciones nerviosas, cutáneas y musculares causadas por torniquete neumático en los pacientes posoperados, quienes fueron evaluados en los servicios de encamamiento del Departamento de Traumatología y Ortopedia. Se evaluaron a 101 personas, en quienes se utilizó dicho dispositivo en la cirugía de extremidades superior e inferior.

El grupo estudiado fue de 101 personas cuya edad mínima fue de 10 años y la edad máxima fue de 86 años, la media de la edad fue de 32 años con un intervalo de confianza del 95% [30.6, 33.3]. 72 personas (69%) eran de género masculino, mientras que las restantes 29 (31%) eran de género femenino. La procedencia de la mayoría de pacientes (67%) del estudio es el departamento de Sacatepéquez mientras que el resto los pacientes provenían de otros departamentos. Se documentaron parestesias en 21 pacientes (12%) como lesión nerviosa; las lesiones cutáneas halladas fueron edema local en 12 pacientes (12%), y flictenas, en 2 pacientes (2%). Acerca de las lesiones musculares, 28 pacientes (28%) presentaron dolor a la movilización pasiva; otro 2% presentó palidez en la porción de piel en donde se aplicó el torniquete. En el estudio, se evaluó la extremidad superior de 57 personas (57%), mientras que en 44 personas (43%) se evaluó la extremidad inferior.

El estudio tuvo las siguientes limitantes: no se encontraron estadísticas en el hospital sobre la cantidad de pacientes en quienes se utilizó el torniquete neumático, lo que podría haber sido utilizado para realizar un estudio con una metodología adecuada. A pesar de que las presiones utilizadas en el torniquete neumático fueron uniformes así como los rangos de tiempo de utilización fueron adecuados, los torniquetes neumáticos que se encuentran disponibles en el hospital no poseen brazaletes curvos o anchos que hubieran podido minimizar las complicaciones halladas; por su carácter exploratorio, se necesita realizar otros estudios que apliquen otras metodologías para mejor comprensión del problema.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 Generalidades del torniquete neumático

El torniquete neumático o, manguito de isquemia es ampliamente utilizado en la cirugía de las extremidades para reducir la hemorragia intraoperatoria, además de proveer las adecuadas condiciones durante el procedimiento, como mejorar la visualización y dejar expedito la realización de la cirugía; generalmente las operaciones en las extremidades se facilitan con el uso del torniquete. El uso del torniquete es antiguo, desde la época del Imperio Romano, donde se usaban bandas compresivas para el control de la hemorragia en las amputaciones; el término torniquete fue acuñado en Francia por Jean Louis Petit (derivada del francés “tournée” que significa torno) quien describió un mecanismo de atornillado en 1718. Con el advenimiento de la anestesia, en Inglaterra Joseph Lister fue el primero que usó el torniquete para crear un campo operatorio sin hemorragia; en Alemania, Von Esmerich innovó el diseño en el siglo XIX añadiéndole una faja concéntrica de hule; ya en 1904, el inglés Harvey Cushing introdujo el primer manguito neumático y posteriormente la introducción de manguitos neumáticos automáticos con control de microprocesadores y el diseño mejorado de los brazaletes han reducido la severidad y número de lesiones secundarias a su utilización desde entonces su uso se ha vuelto rutinario desde que el tener un campo quirúrgico limpio fuera una parte íntegra en la cirugía de las extremidades.(1)(2)(3)

### 2.2 Descripción del torniquete neumático:

Es un artefacto que consta de una banda de caucho inflable envuelta en tela no elástica (el brazalete) conectada a una bomba de aire ya sea manual o electrónica por medio de una manguera conductora de aire. Una imagen familiar a la que se pueda comparar es con un esfigmomanómetro. Junto al equipo que contiene la bomba de aire puede observarse un temporizador y medidor de presión.(9)

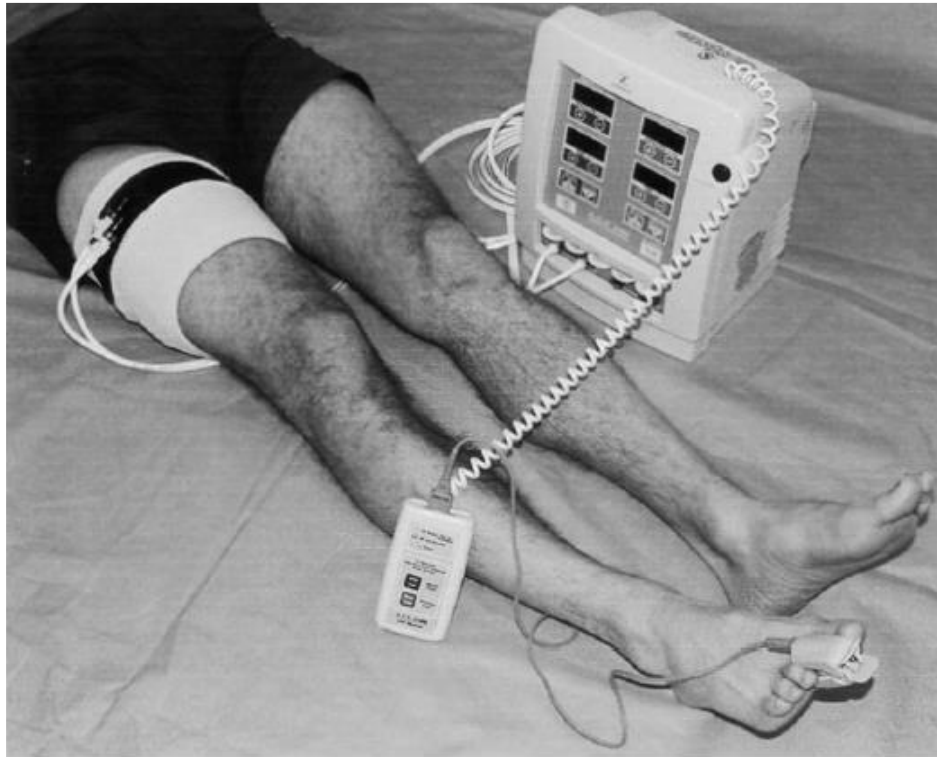
### 2.3 Principio de funcionamiento:

El torniquete neumático actúa a través de la compresión del músculo y otros tejidos que rodean a las arterias de las extremidades, lo que hace que se produzca un colapso de la luz de dichas arterias con interrupción del flujo distalmente al torniquete. La tensión o la fuerza necesarias para que un torniquete comprima la arteria depende del tamaño de la extremidad y de la anchura del brazalete; en general, cuanto mayor es la circunferencia de una extremidad, mayor es la tensión que es necesario aplicar.(4)

Existen varias medidas de brazaletes disponibles para las extremidades superiores e inferiores, los brazaletes anchos son más eficaces con menores presiones de inflado que los estrechos, los manguitos curvos en las extremidades cónicas precisan presión de oclusión significativamente más baja que los rectos (rectangulares), el empleo de brazaletes rectos en muslos cónicos debe evitarse, principalmente en los individuos extremadamente musculosos u obesos.(4)(5)

El torniquete con bomba manual y con medidor de presión es probablemente el más seguro, pero su calibración es satisfactoria si su mantenimiento y revisión son adecuadas, debería ser manejado por personas con experiencia y no por quien no conoce su funcionamiento. Ahora, los torniquetes poseen componentes controlados por microprocesadores que combinados, aseguran que la banda, la fuente de gas y el regulador de la presión mantengan una adecuada regulación durante el movimiento de la extremidad o fuga de aire; la mayoría de los sistemas previenen presiones excesivas (500-600mmHg) junto a alarmas audiovisuales de peligro si la presión de la banda falla o excede los límites de seguridad.(5)(7)(9)

## Torniquete neumático aplicado a la extremidad inferior



*Tomado de: Younger et al. Wide contoured thigh cuffs and automated limb occlusion measurement allow lower tourniquet pressures. EEUU 2004*

### 2.4 Técnica de aplicación del torniquete neumático:

Los principios del uso del torniquete fueron establecidos en la antigüedad, todo el aire debe ser removido del brazalete antes de su aplicación, previamente se debe envolver el área de la extremidad donde se situará el brazalete con dos vueltas de venda de algodón de almohadillar escayolas colocados sin ejercer presión para evitar su deslizamiento, abrasiones y otras lesiones como flictenas o estrías (identaciones) durante la insuflación. Pero el enrollado de las vendas de algodón no deben sobrepasar dos capas ya que disminuye la presión asignada para la extremidad disminuyendo la efectividad del manguito, cuando se usa un esfigmomanómetro se debe recubrir el brazalete con una venda para evitar que resbale durante el inflado; debe colocarse en el brazo o muslo proximal para asegurarse que haya suficiente tejido blando que proteja a los nervios de la compresión, y su posición debe revisarse durante la cirugía. El tipo de brazalete se escoge entre dos tipos ya establecidos: un brazalete recto de 10 cm de ancho para el brazo o un brazalete curvo de 14 cm de ancho para el muslo. Las presiones que se usan

para el torniquete se explican en el siguiente apartado. Antes de la insuflación se debe exanguinar la extremidad la cual se consigue elevándola durante dos minutos o se exprime con un vendaje estéril de caucho o un vendaje elástico de algodón; empezando en los extremos de los dedos de las manos o de los pies, el miembro se envuelve proximalmente desde 2.5 hasta 5 cm del brazaletes, pues si el vendaje llega a la altura de del brazaletes, éste tenderá a deslizarse distalmente en el momento del inflado; el brazaletes debe inflarse rápidamente para evitar el llenado de las venas superficiales antes de ocluir el flujo arterial; se debe tratar de reducir el tiempo de isquemia a toda costa; se suele realizar la preparación de la extremidad antes de inflar el manguito.(5)(7)(10)(11)

#### 2.5 Presiones usadas en el torniquete neumático:

En algunos estudios la presión a la cual debe inflarse el brazaletes depende de variables como la edad del paciente, presión arterial, la forma y el diámetro de la extremidad así como las dimensiones del brazaletes; presiones bajas pueden ser toleradas en pacientes jóvenes para lograr la hemostasia debido a la capacidad juvenil venosa. Se ha documentado la relación inversa entre la presión requerida para la oclusión del flujo arterial y la circunferencia de las extremidades. El adecuado uso del torniquete neumático así como brazaletes anchos y curvos, reducen los niveles de presión y los gradientes de presión aplicados; los brazaletes anchos son más eficaces con menores presiones de inflado que los estrechos, pues hay una relación inversa entre la anchura del brazaletes y la presión requerida para la oclusión del flujo arterial, así como los brazaletes curvados en la extremidades cónicas precisan presiones de inflado más bajas que los brazaletes rectangulares; existen prototipos en donde las presiones del manguito se pueden reducir en un 43%. No existe acuerdo sobre un método uniforme para la presión a utilizar en el torniquete neumático; a continuación se describen algunos métodos: un método es agregar 50-75 mmHg y 100-150 mmHg por arriba de la presión sistólica del brazo previamente tomada, para la cirugía respectiva del miembro superior y el inferior. En Estados Unidos, Reid, Camp y Jacob empleaban presiones de manguito establecidas por la presión necesaria para obliterar el pulso periférico empleando un estetoscopio Doppler, o en su defecto con los pulsos periféricos por palpación. Luego añadían 50-75 mmHg para permitir la circulación colateral y los cambios de presión arterial; presiones de 135-255 mmHg para el miembro superior y de 175-305 mmHg para el inferior resultaron satisfactorias para mantener la hemostasia.(5)(6)(7)



## 2.6 Tiempo de insuflación torniquete neumático:

La hipoxia y acidosis dependiente del tiempo del uso del torniquete neumático tomados de muestras venosas distales al brazalete ha sido demostrado en estudios en seres humanos; el pH venoso cae a 7.0 a las dos horas, la creatina fosfocinasa (CPK) se eleva con una isquemia de 1.5 horas; si el fosfato de adenosina (ATP) se agota después de tres horas de isquemia, la recuperación metabólica muscular se altera. La mayor parte de las directrices quirúrgicas y estudios recomiendan un tiempo operativo no superior a los 60 a 90 minutos. Un límite máximo del torniquete neumático es el de dos horas. Un método práctico para evitar el daño isquémico a las células musculares es el “período de respiro” (reperfusión transitoria) en el cual se desinfla el manguito durante un período de tiempo, se puede repetir este método una segunda o tercera durante el tiempo de la isquemia, no se conoce el tiempo de isquemia que se pueda utilizar entre los períodos de reperfusión transitoria; se sugieren períodos de reperfusión entre 3 a 20 minutos; el beneficio obvio del incremento del tiempo operatorio en un campo libre de hemorragia debe evaluarse cuidadosamente contra los potenciales complicaciones locales y sistémicas de la reperfusión transitoria. (4)(7)

## 2.7 Complicaciones del uso del torniquete neumático:

Murphy y así como Van der Spuy enumeraron complicaciones sistémicas y locales relacionadas con el torniquete neumático.

### **Complicaciones del torniquete neumático**

<b>Locales</b>	<b>Sistémicas</b>
Nerviosas	Cardiovasculares
Musculares	Pulmonares
Cutáneas	Neurológicos
Vasculares	Hematológicos

*Tomado de: Van der Spuy L. Complications of the arterial tourniquet. South Africa 2002.*

### 2.7.1 Efectos sistémicos

#### a) Hematológicos

El torniquete neumático causa cambios en la coagulabilidad y fibrinolisis, a pesar del hecho que el manguito causa estasis venosa, no cambia trombosis venosa profunda; es el daño tisular que induce a los factores de coagulación y activa a las plaquetas. El dolor (quirúrgico, y el causado por el manguito) provoca liberación de catecolaminas, exacerbando el estado de hipercoagulabilidad; la isquemia tisular causa liberación del activador del plasminógeno tisular, activando la antitrombina III y el complejo de trombomodulina-proteína C reactiva en la extremidad afectada. La fibrinolisis puede jugar un rol protector en el desarrollo de la trombosis venosa profunda, se ha mostrado un incremento en la actividad trombolítica, la cual ocurre en la circulación venosa periférica después del retiro del manguito, esto sugiere que el manguito protege al paciente de una trombosis venosa profunda. El incremento de la actividad trombolítica es corto, es máxima a los 15 minutos y retorna a los niveles operatorios a los 30 minutos después del retiro del manguito, y baja a los niveles preoperatorios hasta las 48 horas. (3)16)

#### b) Cardiovasculares

La mayoría de los pacientes tolera el uso del manguito, la movilización del volumen de sangre desde la aplicación y remoción del manguito, puede tener efectos negativos en pacientes con insuficiencia coronaria o cardíaca; la exanguinación de las dos extremidades puede aumentar en un 15% el volumen circulatorio sanguíneo con la siguiente descompensación y para cardiorrespiratorio; estos cambios de volumen cuentan en la transición del aumento de la presión venosa central y la presión sistólica, los cuales ocurren en dos terceras partes de los pacientes en los que se usa el manguito de isquemia aplicado con anestesia general, lo cual ocurre en 2.7% de los pacientes bajo anestesia espinal. (3)(16)

#### c) Respiratorios

Cuando el manguito es desinflado con la siguiente reperfusion de la extremidad, el CO<sub>2</sub> y los demás metabolitos entre ellos el lactato, retornan a la circulación sistémica. El volumen de CO<sub>2</sub> exhalado se incrementa de 0.75 a 18 mmHg (es mayor en la extremidad inferior que en la superior, y mayor en los hombres que en las mujeres debido a la mayor

masa muscular); se ha relacionado el incremento de CO<sub>2</sub> durante la isquemia, cuyos picos durante 1 a 3 minutos retornan a las líneas basales en 10-13 minutos en la respiración espontánea del paciente; el incremento de CO<sub>2</sub> será prolongado en los pacientes con ventilación mecánica a menos que el volumen minuto sea incrementado. (1)

#### d) Neurológicos

Después del desinflando del manguito, hay un incremento del volumen del flujo cerebral, debido a un incremento de la PaCO<sub>2</sub>. Hay un incremento de la presión intracraneana, la cual es acompañada de un descenso de la presión arterial sistémica, con resultado de un descenso del flujo cerebral, estos efectos son desastrosos en pacientes con daño en SNC; en estos casos, la hiperventilación, después del desinflado del manguito mantiene la normocapnia, lo cual puede prevenir el incremento de la presión intracraneana. (2)

#### e) Temperatura corporal

Tanto en niños como adultos, la temperatura corporal se incrementa con el uso del torniquete, debido a que disminuye la transición del calor hacia la periferia (desde los compartimentos centrales) pues la superficie disponible para la irradiación del calor corporal disminuye, así también, disminuye la pérdida de calor desde la piel distal al manguito, dando lugar a un incremento de la temperatura central. Dicho incremento algunas veces puede ser predecible y se afirma que la liberación lenta de los metabolitos lo cual eleva la temperatura ocurre a través del hueso; en los niños, la temperatura puede subir entre 1 y 1.7 grados centígrados. Después de retirado el manguito de isquemia, una “hipertermia redistribuida” puede manifestarse cuando la extremidad fría es reperfundida. (1)

### 2.7.2 Efectos locales

#### a) Lesión nerviosa

En Bélgica, Murphy et al reportaron la incidencia de parálisis nerviosa en 1:5000 para la extremidad superior y 1:13000 para la extremidad inferior para la extremidad inferior. La lesión nerviosa tras el prolongado uso del manguito de isquemia es resultado de los efectos combinados de la isquemia y el trauma mecánico El nervio radial es el más comúnmente afectado, seguido de los nervios cubital y mediano; esto es por el recorrido del nervio radial, el cual es comprimido contra el húmero. Se han reportado casos de

parálisis del radial posterior al uso de presiones del manguito de 250 mmHg por 45-65 minutos en pacientes con fracturas previas del húmero, presuntamente, grandes presiones fueron aplicados al nervio radial en presencia de deformidad ósea en la extremidad superior. Múltiples estudios sugieren que la existencia de una condición neuropática o un prolongado tiempo de uso del manguito de isquemia puede incrementar el riesgo de lesión del nervio peroneo en las artroplastias de rodilla. (1)(2)(9)(13)(18)

La etiología del daño nervioso es la presión mecánica más que la isquemia, a mayor presión, mayor daño. Existe más potencial de daño con el vendaje de Esmarch, el cual es un vendaje de caucho que se puede usar tanto para exanguinación de la extremidad, y como torniquete (pueden generarse presiones de 1000 mmHg) que con el manguito de isquemia, por esta razón dicho vendaje no es recomendable para la exanguinación. El brazo debe exanguinarse siendo elevado a 90 grados por 5 minutos y la pierna elevada a 45 grados por 5 minutos. El daño nervioso es mayor donde mayor es el cizallamiento, por ejemplo, en los bordes del brazalet; dicha presión causa intususcepción del nervio bajo el brazalet provocando una seria distorsión en la microvasculatura intraneural, así como edema y compromiso de la nutrición local del tejido. Puede ocurrir degeneración axonal, dañándose los nódulos de Ranvier. La reperusión intermitente no previene la neuropatía compresiva, la cual resulta de la denervación del tejido distal, por ejemplo, el retraso del flujo sanguíneo, el incremento del vasoespasmo, hemorragia y edema.(1)(2)(9)(13)

El pronóstico del daño nervioso inducido por el manguito es generalmente bueno (el déficit permanente es raro, y la mayoría de las secuelas remiten en forma espontánea en 6 meses). No todos los síndromes postorniquete son causado por el manguito de isquemia, los diagnósticos diferenciales incluyen enfermedad neurológica preexistente, daño nervioso secundario a cirugía o trauma, mal posicionamiento del paciente en la cirugía, hematoma o edema secundario al trauma durante la administración de bloqueo regional o locales (soluciones anestésicas locales), espontáneas (herniación discal, etc.). Es importante que cualquier paciente que presente disfunción neurológica secundaria al uso del manguito de isquemia, debe ser examinado, tratando las causas. Se requiere evaluación neurológica y estudios electrofisiológicos, así como fisioterapia, terapia ocupacional, etc. Los aparatos involucrados deben ser revisados para descartar cualquier desperfecto, y si el problema se sigue manifestando, se debería colocar el brazalet en un área en donde los nervios están bien protegidos por tejido blando. (13)(17)(18)

#### b) Lesiones cutáneas

El uso prolongado del manguito así como su incorrecta colocación pueden provocar edema localizado (estrías o indentaciones), abrasiones, ampollas o vesículas (tipo flictenas), o necrosis por presión. Las quemaduras químicas pueden ocurrir por la preparación de la piel durante la antisepsia con alcohol, mientras que las quemaduras por fricción surgen si el brazalete no tiene acolchonamiento o que se desplace del punto de acolchonamiento durante la cirugía.(7)

#### c) Lesión vascular

El daño vascular directo es una complicación poco común cuya incidencia es de 0.03% a 0.14% en la artroplastia de la rodilla; ocurre con frecuencia en pacientes con enfermedad vascular previa, y generalmente ocurre por una ruptura de la placa ateromatosa o de los vasos severamente ateromatosos. Una adecuada evaluación previa puede identificar a los pacientes con enfermedad arterial en quienes el uso del manguito es una contraindicación relativa. El daño al vaso arterial no se identifica en el día de la cirugía en un 50% de los pacientes, lo que subraya la necesidad de realizar una evaluación neurovascular intermitente durante la cirugía. (2)(4)

#### d) Lesión muscular

Generalmente, se acepta que el nervio y el músculo son vulnerables a la lesión secundaria al torniquete neumático. Sin embargo, de los dos tejidos, el músculo es el más susceptible de daño pues debe afrontar la compresión mecánica debajo del brazalete, además de la isquemia y la reperfusion posterior a la liberación del torniquete. Sujeto a la compresión, la necrosis de las fibras locales se aprecia a las 2 horas, y el músculo distal es afectado a las 4 horas, más de 6 horas de isquemia produce completa pérdida de la viabilidad. La aplicación del manguito causa interrupción del suministro de sangre precediendo la hipoxia tisular, hipercalcemia y acidosis. La depleción del fosfato de alta energía produce una pérdida del potencial de membrana en los miocitos isquémicos debido a la falla de la bomba de sodio con pérdida del potasio intracelular. Con la reperfusion, adicionales radicales libres se forman, con un influjo de calcio, empeorándola lesión; hay incremento de la permeabilidad vascular con la reperfusion resultando en edema y tumefacción.(1)(7)(12)



La lesión al músculo puede tener un componente primario y un componente secundario. En la lesión primaria los signos morfológicos tempranos de lesión al músculo se observan después de 1-1.5 horas de isquemia, con tiempos prolongados de isquemia, estos cambios se hacen más extendidos y severos, con degeneración y necrosis celular son primarios tras 2-3 horas de isquemia; la lesión secundaria se vuelve evidente después de la primera lesión, generalmente dentro de un pico de 24 horas después de la utilización del torniquete neumático, ya que los cambios a la lesión primaria no son instantáneos, tomando tiempo para manifestarse completamente. Una significativa proporción de los cambios morfológicos retardados son secundarios a la progresiva lesión celular a pesar de la reperfusión. Entre estos se menciona la disfunción contráctil del músculo en el que no se desarrolla completamente la contracción isométrica.(1)(7)(12)(19)

La necrosis isquémica puede ocurrir en el área debajo del brazalete después de tres horas de presiones de 200-350mmHg, y existen cambios histológicos distales al torniquete después de cuatro horas. Los efectos combinados de isquemia, edema y congestión microvascular conducen al síndrome postorniquete, el más común y poca apreciada morbilidad asociada al uso del manguito de isquemia, el cual se caracteriza por palidez, paresia y parestesia. La rabdomiólisis la cual es rara debido al torniquete neumático ha sido reportada con el prolongado uso y presiones inusualmente elevadas. El síndrome compartimental es poco común, y se piensa que es resultado de una combinación de edema anóxico, reperfusión hiperémica y formación de hematoma. (1)(7)(12)(19)

### 3.8 Prevención de complicaciones del torniquete neumático

El riesgo de lesiones secundarias al uso del manguito de isquemia se puede reducir minimizando el tiempo de uso del manguito, mediante el uso instrumentos automáticos y brazaletes que permitan presiones precisas siendo individualizados, controlados y monitorizados manteniendo la presión del brazalete cerca del mínimo nivel de presión requerido para detener el flujo sanguíneo durante la cirugía. Recientemente se ha mostrado que se puede aumentar la eficacia de las presiones mediante la medición de presión de oclusión en la extremidad (*limbocclusionpressure* LOP) y usando un brazalete diseñado para ajustarse para el ancho del contorno de la extremidad. El LOP es la presión mínima requerida en el brazalete para ocluir el flujo arterial en la extremidad del paciente en un específico brazalete en un específico tiempo. Se determina en forma manual incrementándose lentamente la presión en el brazalete hasta que los pulsos distales cesan, documentados con Doppler.(6)(14)

### III. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo General

- Determinar la frecuencia de complicaciones locales inmediatas causadas por el torniquete neumático en los pacientes postoperados del Departamento de Traumatología y Ortopedia del Hospital Nacional “Pedro de Bethancourt”, durante el período de agosto de 2013 a julio de 2015

#### 3.2 Objetivos Específicos

- 3.2.1 Describir la caracterización epidemiológica de los pacientes del estudio.
- 3.2.2 Evaluar las lesiones nerviosas en la extremidad intervenida.
- 3.2.3 Establecer la presencia de lesiones cutáneas en la extremidad intervenida.
- 3.2.4 Determinar las lesiones musculares en la extremidad intervenida.
- 3.2.5 Verificar la extremidad más frecuentemente utilizada para el torniquete neumático.

## IV. MATERIAL Y MÉTODO

### 4.1 Diseño de investigación

Estudio descriptivo exploratorio tipo cuantitativo

### 4.2 Población y muestra

Universal

Se evaluaron a pacientes pediátricos y adultos en quienes se utilizó el torniquete neumático. Por no contar con registros anteriores en el hospital de pacientes con complicaciones locales secundarias al torniquete neumático, se decidió que la muestra fuera por conveniencia, evaluando el mayor número de pacientes en quienes se utilizó dicho dispositivo.

#### a) Criterios de inclusión

- Personas con procedimientos quirúrgicos en quienes se utilizó el torniquete neumático en la cirugía de extremidades inferiores y superiores.
- Personas que residan en la República de Guatemala.
- Personas que tengan entre 7 años y 80 años de edad
- Personas de género masculino y femenino
- Personas con edad de 10 años (edad adecuada para poder asentir) a 89 años (edad con adecuadas funciones neurocognitivas)

#### b) Criterios de exclusión.

- Pacientes que no consintieron en forma voluntaria en participar en el estudio.
- Pacientes con lesión previa de tejidos blandos (nervios, musculo, tendones o piel)
- Pacientes con enfermedad concomitante que limitara la evaluación clínica.
- Pacientes en cuya extremidad se hayan realizados procedimientos quirúrgicos previos.
- Paciente bajo efectos de bloqueo espinal o anestesia general.

- Pacientes con deterioro neurocognitivo que les impida proveer información

#### 4.3 Definición y operacionalización de variables

Objetivo	Variabl e	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Describir la caracterización epidemiológica de los pacientes posoperados incluidos en el estudio.	Edad	Tiempo en años desde el nacimiento que el paciente lleva cumplidos al momento de la evaluación.	Edad en años referida por el paciente, registrada en grupos etáreos registrada a continuación:  1. 10 a 29  2. 30 a 49  3. 50 a 69  4. 70 a 89	Cuantitativa	Razón
	Género	Es el conjunto de características físicas, psicológicas y sexuales que la sociedad asigna a las personas de forma diferenciada como propias	Dato observado en la evaluación clínica del paciente.	Nominal dicotómica	Masculino  Femenino

		de masculino y femenino			
	Procedencia	Hace referencia a una localización geográfica desde donde el paciente proviene	Se le pregunta al paciente el departamento de donde tiene su residencia	Cualitativa	Politémica
Evaluar las lesiones nerviosas en la extremidad intervenida.	Parestesia	Término que describe diversas sensaciones incómodas parecidas a quemazón, dolor cortante, pinchazos, descargas eléctricas, hormigueos, punzadas, calambres. Su término sinónimo es disestesia.	Se le pregunta al paciente si en la extremidad en donde se aplicó el torniquete neumático tiene sensación adormecimiento, hormigueo, punzadas o calambres; o sensaciones extrañas.	Cualitativa	Si/No
	Paresia	Es la disminución de la fuerza con conservación de la motilidad,	En el momento de la evaluación se solicita al paciente a	Cualitativa	Si/No



		el origen es daño nervioso de las ramas que inervan los músculos de la extremidad intervenida.	movilizar la extremidad, se examina contrarresistencia a evaluar y se mide la fuerza muscular, si es menor a 5/5.		
	Parálisis	Es la pérdida de la motilidad voluntaria.	Se solicita al paciente movilizar la extremidad a evaluar en donde se verifica si hay ausencia de motilidad voluntaria de dicha extremidad.	Cualitativa	Si/No
Establecer la presencia de lesiones cutáneas en la extremidad intervenida.	Edema local	Acumulación de líquido en los tejidos blandos debido a factores metabólicos o circulatorios. Puede ser	Dato observado en la evaluación posoperatoria .	Cualitativa	Si/No

		generalizado o localizado según su etiología.			
	Quema dura química	Lesión de la piel causada por depósito de antisépticos o sustancias que se hayan filtrado debajo del torniquete arterial y que produzcan quemaduras.	Dato observado en la evaluación posoperatoria .	Cualitativa	Si/No
	Flictenas	Sinónimo de ampollas cuya elevación es mas o menos de 0.5 cm	Dato observado en la evaluación posoperatoria .	Cualitativa	Si/No
Determinar las lesiones musculares en la extremidad intervenida.	Rigidez muscular	Aumento del tono muscular en la extremidad, presente en todos los rangos de movimientos, afectando por igual a músculo agonistas y	Se evalúa si la extremidad intervenida tiene limitante en los rangos de movilidad normales.	Cualitativa	Si/No

		antagonistas.			
	Debilidad muscular	Es disminución de la fuerza muscular normal, se diagnostica con la escala por niveles de 0 a 5 en donde	Se evalúa la fuerza muscular de la extremidad intervenida y se verifica si la fuerza muscular es menor a 5/5	Cualitativa	Si/No
	Palidez	En la piel es una manifestación de cambios de coloración por disminución de la circulación profunda situada en los músculos con las que son afectas las arteriolas superficiales que irrigan la piel.	Se compara el color de la piel en donde se aplicó el torniquete con la piel circundante así como en la piel de la extremidad contralateral; se busca la pérdida de coloración de la piel en donde se aplicó el torniquete neumático.	Cualitativa	Si/No
	Dolor a la	Es una experiencia	Se interroga al paciente si	Cualitativa	Si/No

	movilidad pasiva	sensorial y emocional desagradable que se relaciona con un daño tisular real o potencial, o que se describe en términos de ese daño; es un fenómeno multidimensional con componentes sensoriales, cognitivos, fisiológicos, afectivos y espirituales.	siente o no, dolor en el sitio de colocación del torniquete neumático.		
Verificar la extremidad en que se utilizó el torniquete neumático.	Extremidad evaluada	Se refiere a extremidad superior (brazo, antebrazo y mano) e inferior (muslo, pierna, pie).	Dato observado en la evaluación clínica posoperatoria.	Cualitativa	Superior/inferior

#### 4.4 Procedimientos para recolección de la información

Para la realización del estudio, se informó a los pacientes a su ingreso al hospital sobre la realización de los procedimientos quirúrgicos para su tratamiento entre los que se incluye la evaluación preoperatoria, administración de anestesia, el uso de la técnica quirúrgica adecuada (en la que se incluye el uso del torniquete neumático), así como evaluaciones periódicas antes y después del acto quirúrgico (incluyendo curación de la herida quirúrgica), hasta su alta hospitalaria, a lo que el paciente firma el consentimiento de forma voluntaria. La evaluación posoperatoria (cuando el tiempo del investigador lo permitió) se realizó en los servicios de encamamiento del Departamento de Traumatología y Ortopedia, dentro de las 8 horas posteriores al procedimiento quirúrgico, ya que hasta ese tiempo se procede a la revisión de los pacientes posoperados. Se averiguó con los médicos residentes del servicio sobre pacientes en cuyo procedimiento quirúrgico se utilizó el torniquete neumático, así como las presiones usadas (250 mmHg para miembros superiores en adultos y 200 mmHg en niños; para miembros inferiores se utilizaron presiones 350 mmHg en adultos y 300 mmHg en niños). Se realizaron las evaluaciones rutinarias a los pacientes en quienes se aplicó el torniquete neumático para cirugía (dato obtenido de los médicos residentes a cargo de los respectivos servicios). Se explicó a los pacientes la necesidad de revisión del área operatoria (la extremidad donde se realizó la cirugía); la evaluación constó de preguntas e inspección, palpación, movilidad y sensibilidad de la extremidad. Se buscaron anomalías tanto en la herida operatoria como en lugar donde se aplicó el torniquete neumático. Posterior a la evaluación, se llenó la encuesta en base a los datos recopilados.

#### 4.5 Plan de análisis

Se elaboró una base de datos inicial de las variables en el programa computacional Microsoft Excel 10.0. Se analizaron las variables resultantes y se calcularon datos estadísticos y se graficaron dichos datos mediante el programa estadístico EpiInfo versión 3.5.4

#### 4.6 Aspectos éticos de la investigación

Durante la realización de la investigación, las evaluaciones de las variables del estudio son parte de la evaluación rutinaria posoperatoria en los pacientes del Departamento de Traumatología y Ortopedia. Antes de cada evaluación se les indicó a los pacientes el objetivo de la evaluación clínica en busca de complicaciones secundarias a anestesia, técnica quirúrgica, idiosincrasia individual al tratamiento asignado, reacciones medicamentosas, todo lo anterior asociado a la toma de signos vitales. Todos los aspectos mencionados se incluyen en el consentimiento que el paciente firma al momento de su ingreso hospitalario. El estudio es de tipo cuantitativo con diseño descriptivo, la categoría es II (se aplicó un procedimiento) en los niveles éticos de investigación.

## V. RESULTADOS

TABLA No. 1

Complicaciones inmediatas del torniquete arterial neumático en pacientes del Hospital  
"Pedro de Bethancourt" n=101

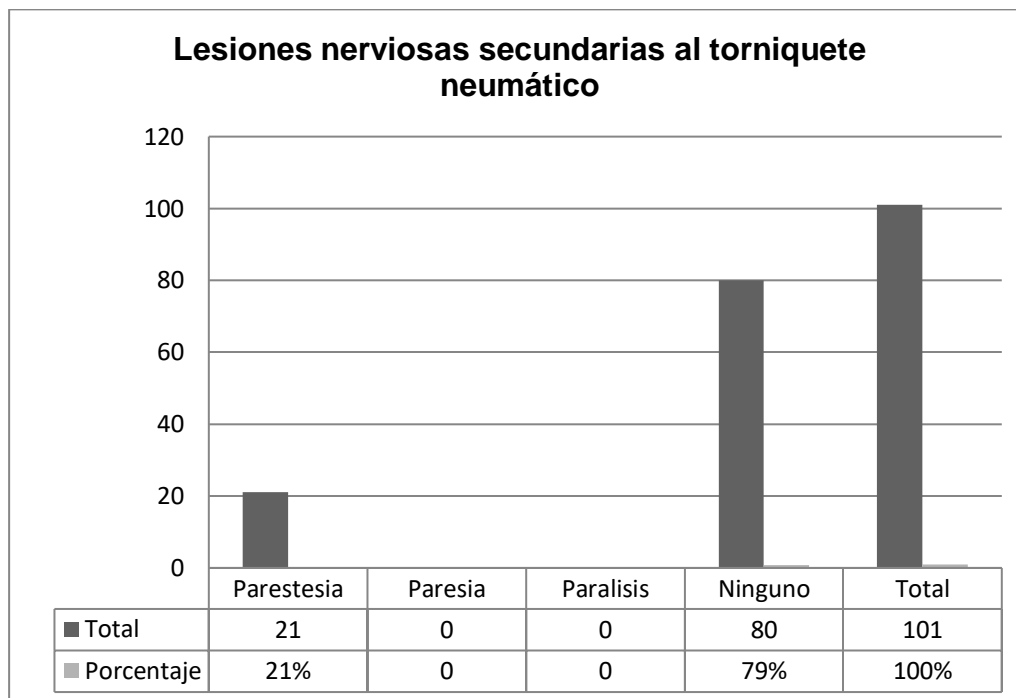
Características generales del grupo estudiado

<b>Procedencia</b>	<b>M</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<b>Sacatepéquez</b>	<b>48</b>	66.67	<b>19</b>	65.52	<b>67</b>	66.34
<b>Chimaltenango</b>	<b>9</b>	12.50	<b>4</b>	13.79	<b>13</b>	12.87
<b>Guatemala</b>	<b>9</b>	12.50	<b>5</b>	17.24	<b>14</b>	13.86
<b>Escuintla</b>	<b>5</b>	6.94	<b>0</b>	0.00	<b>5</b>	4.95
<b>Otros departamentos</b>	<b>1</b>	1.39	<b>1</b>	3.45	<b>2</b>	1.98
<b>TOTAL</b>	<b>72</b>	100	<b>29</b>	100	<b>101</b>	100
<b>Edades</b>	<b>M</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<b>10 a 29</b>	<b>35</b>	48.61	<b>12</b>	41.38	<b>47</b>	46.53
<b>30 a 49</b>	<b>20</b>	27.78	<b>10</b>	34.48	<b>30</b>	29.70
<b>50 a 69</b>	<b>12</b>	16.67	<b>5</b>	17.24	<b>17</b>	16.83
<b>70 a 89</b>	<b>5</b>	6.94	<b>2</b>	6.90	<b>7</b>	6.93
<b>TOTAL</b>	<b>72</b>	100	<b>29</b>	100	<b>101</b>	100

La caracterización epidemiológica de los pacientes evaluados muestra los grupos etáreo, género y procedencia de los pacientes. Un 46.53% (47 personas) tiene edades entre 10 a 29 años, mientras el otro 53.47% (54 personas) tiene edades mayor a los 29 años. Al cruzar el género con edades, se observa un porcentaje de 71% de personas de género masculino con respecto al género femenino (29%). Sacatepéquez (66.34%) es el departamento de donde proviene la mayoría de pacientes, Chimaltenango (12.87%) y Guatemala (13.86%) son los otros departamentos de mayor procedencia; Escuintla y los demás departamentos (6.9%) aportan pocos pacientes.

## GRÁFICA No. 1

Complicaciones inmediatas del torniquete arterial neumático en pacientes del Hospital  
"Pedro de Bethancourt"

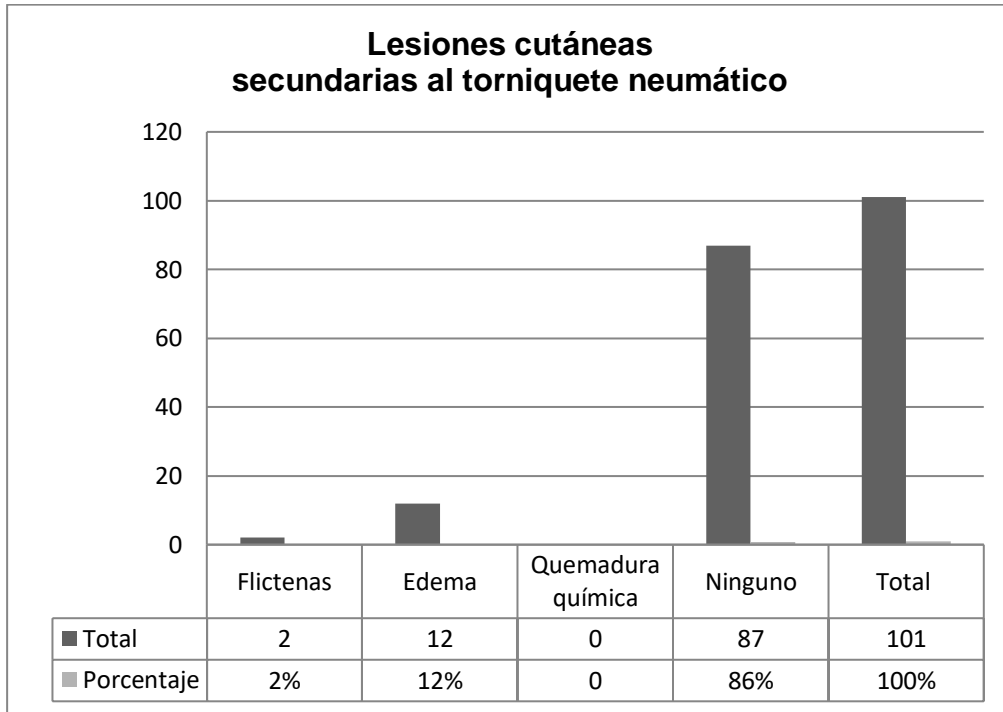


Con respecto a las lesiones nerviosas, se observa en la gráfica No. 1 que de los 101 pacientes, 80 (79%) no presentaron lesión nerviosa alguna. Se documentó parestesias en 21 (21%) de ellos. No se documentaron hallazgos relacionados con paresia ni parálisis en las evaluaciones.



## GRÁFICA No. 2

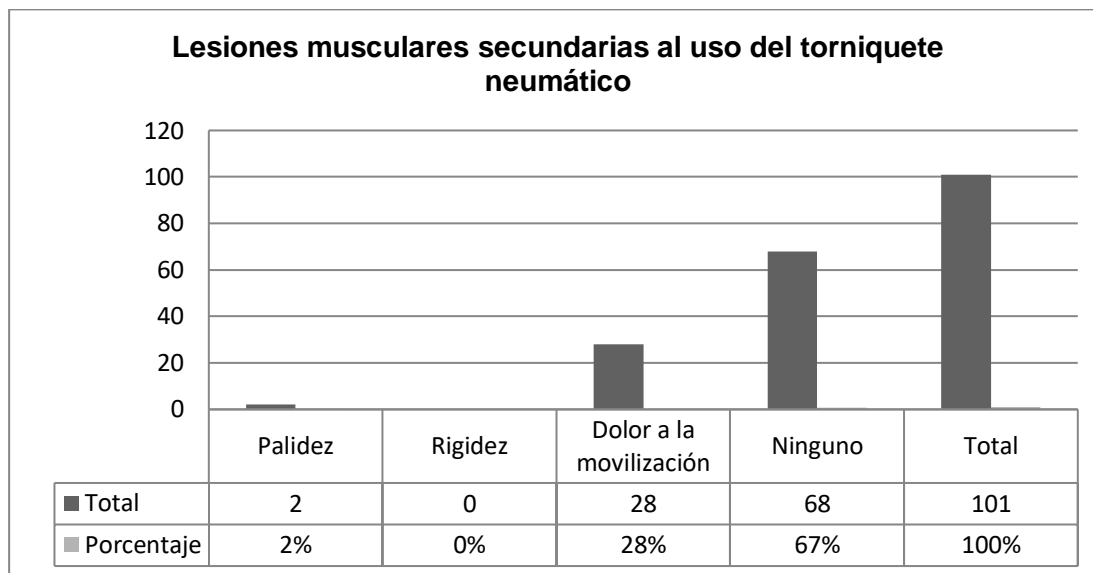
Complicaciones inmediatas del torniquete arterial neumático en pacientes del Hospital "Pedro de Bethancourt"



Evaluando el estado de la piel, la gráfica No. 2 muestra que 87 pacientes (86%), no presentaron lesión cutánea. En 12 pacientes (12%) se observó edema local, y en 2 pacientes (2%), se hallaron flictenas.

### GRÁFICA No. 3

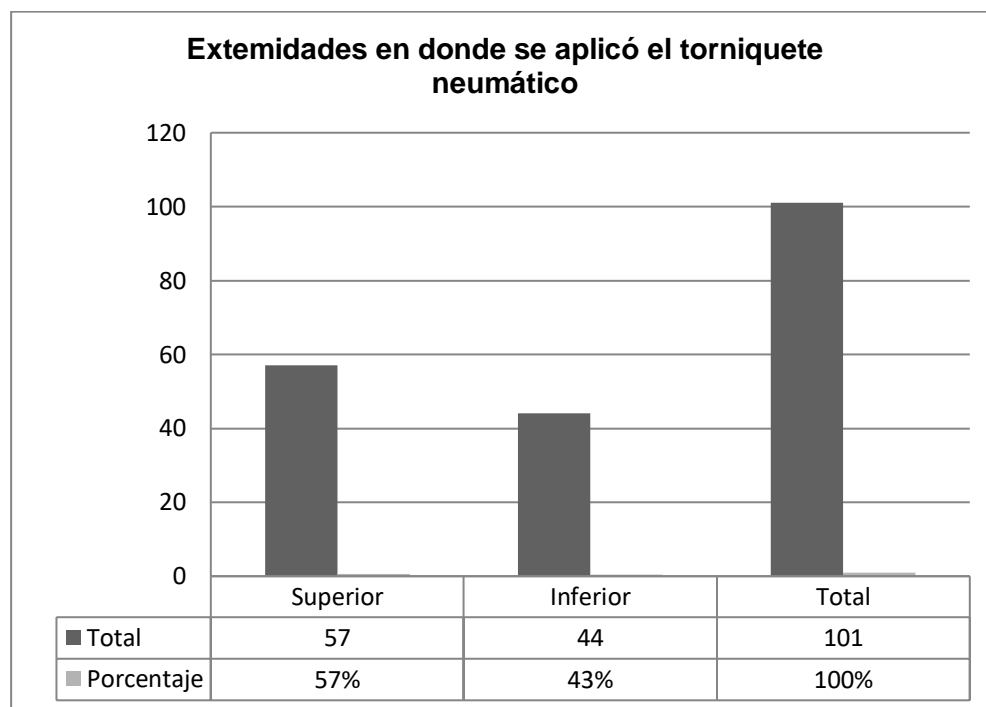
Complicaciones inmediatas del torniquete arterial neumático en pacientes del Hospital "Pedro de Bethancourt"



Observando la gráfica No.3, se aprecia en 68 pacientes (67%) no documentó lesión muscular alguna. Se constata que 28 pacientes (28%) presentó dolor a la movilidad pasiva. No se observó rigidez muscular a la palpación, y en un 2% de los pacientes se observó palidez de la piel donde se aplicó el torniquete neumático.

#### GRÁFICA No. 4

Complicaciones inmediatas del torniquete arterial neumático en pacientes del Hospital "Pedro de Bethancourt"



En la gráfica no. 4 se muestra la cantidad y el porcentaje correspondiente de las extremidades en donde se realizaron las evaluaciones quirúrgicas y en que se utilizó el torniquete neumático. Un 44% de las veces se evaluaron las extremidades inferiores, mientras que un 57% de las veces fueron evaluadas las extremidades superiores.

## VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

El torniquete neumático es un dispositivo comúnmente utilizado en cirugía para establecer un campo operatorio libre de hemorragia en una parte de la extremidad en un período de tiempo para permitir el desarrollo del procedimiento quirúrgico. Las recomendaciones sobre su uso oscilan entre sus ventajas y desventajas. Las complicaciones secundarias al torniquete neumático son causadas por un número determinado de mecanismos. (8)(12)

En este apartado, se analizan los hallazgos de este estudio en que se analizan las distintas variables evaluadas tanto perfil epidemiológico (edad, género y procedencia) de los pacientes, como complicaciones locales las cuales fueron lesiones nerviosas, musculares y cutáneas, tanto en extremidades superiores e inferiores.

El grupo estudiado se conformó de 101 personas en quienes se encontró que la edad mínima es de 10 años y la edad máxima es de 86 años. Con un 95% de intervalo de confianza, se encuentra la media de edad en 37 años y la mediana se ubica en 31 años. Del grupo estudiado 47 personas (46.53%) son personas jóvenes cuyas edades están entre 10 a 29 años, en quienes la edad les facilita realizar muchas tareas físicas (recreativas o de trabajo) las cuales son potencialmente traumáticas. A medida que aumenta la edad, las personas realizan actividades físicas de baja intensidad aunque guardan cierto riesgo de accidentes, en el grupo estudiado se observa que 18 personas (el 23.76%) tienen edades mayor o igual a 50 años.

El género que más se evaluó fue el masculino (69%) lo que corresponde al perfil del paciente traumatológico en que el género masculino es el que predomina en las estadísticas debido a que está expuesto a actividades que son intrínsecamente riesgosas para la integridad física. El género femenino tiene poco porcentaje (31%), ya que la mayoría de pacientes están menos expuestas a actividad que regularmente realiza el género masculino.

La procedencia de la mayoría de los pacientes del estudio es el departamento de Sacatepéquez 67% (67 personas) el cual es el área de influencia del hospital. En los últimos años, dicha población ha crecido, y que ha disminuido la afluencia de pacientes de otros departamentos, pues se han habilitado otros centros de atención hospitalaria, principalmente en los departamentos de Chimaltenango y Escuintla que ha tomado el lugar de este hospital en la atención a sus respectivas poblaciones.

Con respecto las lesiones nerviosas, se observó 80 pacientes (79%) no presentó lesión alguna. Se documentó parestesias en 21 pacientes (21%), no se observaron paresia ni parálisis. Los mecanismos que usualmente provocan parálisis nerviosa son la compresión directa y cizallamiento, la lesión nerviosa es severa cuando el cizallamiento el alto. En Sala de Operaciones se dispone de torniquetes neumáticos los cuales poseen brazaletes con una anchura de 10 cm para miembros superiores y 12 cm para miembros inferiores, no hay disponibilidad en el hospital de brazaletes curvos para las extremidades inferiores. A pesar de disponer en la literatura de metodología de presiones de inflado, no se han podido establecer en este hospital debido a la falta de insumos (brazaletes según el tamaño del paciente, brazaletes anchos y/o curvos, estetoscopios Doppler). El tiempo de insuflación del torniquete neumático tiene un promedio de 90 minutos y el tiempo máximo es de 120 minutos. Las presiones de inflado utilizados son 250 mmHg para miembros superiores y 350 mmHg para miembros inferiores, estas presiones están establecidas desde hace varios años, no se han realizado evaluaciones para establecer la presión de inflado adecuado con el equipo disponible. Las lesiones halladas (parestesias) se circunscriben en leves, a pesar del equipo disponible ya descrito en Sala de Operaciones. La literatura revisada reportó parálisis del nervio radial con una presión del torniquete a 250mmHg durante 45 a 65 minutos; además se ha reportado un caso de paresia y defectos de sensibilidad en el miembro superior donde se aplicó el torniquete el cual estaba descalibrado, imprimiendo presiones de 500 mmHg cuando se había programado para 250 mmHg. No mencionan detalles técnicos y médicos en el uso del torniquete neumático (tiempo de aplicación, tipo de cirugía, complicaciones del paciente, lesiones concomitantes etc.). (1) (5) (9)

En la evaluación de la piel, 87 pacientes (86%) de los pacientes no presentaron lesiones cutáneas, el edema localizado en la piel debajo del torniquete se observó en 12 pacientes (12%), las flictenas se hallaron en 2 pacientes (2%), no se documentaron quemaduras químicas locales. El mecanismo de las lesiones se debe a que al deslizamiento del torniquete y la consiguiente pérdida de la uniformidad de la venda de algodón subyacente haya provocado las lesiones descritas debido al cizallamiento resultante sobre la piel. Aunque se mencionan en la literatura consultada, no se encontraron estadísticas de dichas complicaciones. El edema local es resultado de la presión mecánica que el dispositivo ejerce sobre la piel. Este tipo de lesiones aparece

incluso por los pliegues de ropa que pueden provocar ese tipo de lesiones cuando se presiona contra la piel en un determinado período de tiempo.(5)(7)(19)(21)

Con respecto a las lesiones musculares, casi un 67% (68) de los pacientes no presentó lesiones musculares. 28 pacientes (28%) presentaron dolor a la movilización pasiva, otro 2% presentó palidez en la porción piel que estuvo debajo del brazalete, no se observó rigidez muscular. Las lesiones resultantes son resultado de la isquemia, el cual es severo a mayor tiempo de isquemia, como límite seguro es de 2 horas, lo cual concuerda con el tiempo máximo del uso del torniquete neumático en este hospital. De los tejidos que tienen gran riesgo con el uso del torniquete son el nervio y músculo, de estos el músculo es más susceptible a la lesión isquémica. La palidez es resultante de la afeción de las estructuras sanguíneas del músculo, cuya alteración se refleja en disminución relativa del flujo sanguíneo superficial, ya que la piel recibe irrigación del músculo subyacente. El dolor a la movilización fue otro hallazgo, ya que es otra manifestación de afeción del músculo, debido al edema acumulado en los espacios intersticiales por la isquemia y la posterior reperfusión del músculo tras la liberación del torniquete, el músculo es lábil a la isquemia, especialmente si dicho musculo tiene condiciones que lo hacen susceptible a las lesiones como tener un tono bajo lo que redundaría en irrigación sin vasos colaterales o que esté previamente lesionado que tenga algún tipo de atrofia. (1)(4)(7)

Al hablar sobre las extremidades en donde se aplicó el torniquete neumático, se puede observar que se evaluó la extremidad superior de 57 personas (57%), en las demás 44 personas (43%) se evaluó la extremidad inferior. Este dato tiene un carácter epidemiológico relacionado con la focalidad de los traumas en el cuerpo humano. Sería interesante evaluar en otro estudio la relación entre las complicaciones del torniquete y las extremidades superior e inferior afectos. (1)(2)

Considero que el estudio tiene validez interna, pues se realizó con una muestra adecuadamente seleccionada de 101 pacientes (GOLD), cumpliendo con los criterios de inclusión, siendo representativa de la población, no teniendo sesgo ni error, por lo que sería confiable para generalizar a la población.

El estudio tuvo las siguientes limitantes: no se encontraron estadísticas en el hospital sobre la cantidad de pacientes en quienes se utilizó el torniquete neumático lo que podría haber servido para realizar un estudio con metodología más rigurosa, los torniquetes neumáticos que se encuentran disponibles en el hospital no poseen brazaletes curvos o

anchos que hubieran podido minimizar las complicaciones halladas; debido a su carácter exploratorio, el estudio solo realizó una descripción superficial acerca del tema. Las presiones utilizadas en los dispositivos disponibles fueron uniformemente aplicadas en los pacientes así como los rangos de tiempo seguros usados en los procedimientos quirúrgicos.

Debido a los hallazgos observados en este estudio, es conveniente realizar estudios sobre este dispositivo y sus complicaciones, debido al carácter exploratorio del presente estudio, es necesario profundizar pues redundaría en menor probabilidad de efectos adversos para los pacientes en quienes se utiliza.

### 6.1 Conclusiones

- De los 101 pacientes evaluados, cuyas edades oscilan entre los 10 y 86 años se encuentra la media de edad (con un 95% de intervalo de confianza) en 37 años; así mismo el 71% de los pacientes son masculinos mientras que el 29% son femeninos, por último el 69% de los pacientes provienen del departamento de Sacatepéquez,
- Las parestesias se encontraron en 21 (21%) pacientes fueron las únicas lesiones nerviosas documentadas, no se hallaron paresia ni parálisis.
- Con respecto a lesiones cutáneas, en 12 pacientes (12%) se encontró edema localizado, mientras que se encontraron flictenas 2 pacientes (2%). No se documentaron quemaduras químicas.
- En las lesiones musculares, 28 pacientes (28%) presentaron dolor a la movilización, otros 2 pacientes (2%) presentaron palidez. No se presentó rigidez muscular
- De 101 personas, se realizaron evaluaciones en extremidad superior en 57% de los casos; y el resto de evaluaciones 43% de los casos se realizó en la extremidad inferior.

### 6.2 Recomendaciones

- Realizarla calibración de los torniquetes neumáticos con personal técnico competente, así como los períodos de mantenimiento se realicen cada 6 meses.

- Proveer un almacén de brazaletes de distintas formas (anchos y/o cónicos) y longitudes tanto para pacientes adultos como pacientes pediátricos.
- Documentar los hallazgos posoperatorios, tanto positivos como negativos de las extremidades en donde se aplicó el torniquete neumático en los registros clínicos, con ayuda del personal médico.
- Proveer de estetoscopios Doppler así como torniquetes neumáticos electrónicos a Sala de Operaciones.
- Realizar estadísticas que registren tiempo de uso del torniquete, tiempo de insuflación, incluyendo tiempos de respiro en caso de cirugía prolongada.
- Implementar técnicas que permitan el uso mínimo del torniquete neumático, como la Técnica Mínimamente Invasiva en Traumatología.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rowse A. The pathophysiology of the arterial tourniquet : a review. South Afr J Anaesth Analg [Internet]. 2002;22-29(November). Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/22201173.2002.10872980>
2. Van der Spuy L. Complications of the arterial tourniquet. South Afr J Anaesth Analg [Internet]. 2012;18(1):14–8. Available from: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:xnRjOicTaksJ:sajaa.co.za/index.php/sajaa/article/download/888/1053+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=gt>
3. Angus P, Nakielny R. The pneumatic tourniquet and deep venous thrombosis. J Bone Jt Surg {Br} [Internet]. 1983;336–9. Available from: [http://www.boneandjoint.org.uk/highwire/filestream/12996/field\\_highwire\\_article\\_pdf/0/336.full-text.pdf](http://www.boneandjoint.org.uk/highwire/filestream/12996/field_highwire_article_pdf/0/336.full-text.pdf)
4. Doyle GS, Taillac PP. Los torniquetes: una revisión de sus indicaciones actuales con propuestas para la ampliación de su uso en el contexto prehospitalario. Prehospital Emerg Care (Edición española) [Internet]. 2008;1:363–82. Available from: <http://www.elsevier.es/es-revista-prehospital-emergency-care-edicion-espanola--44-articulo-los-torniquetes-una-revision-sus-13130845>
5. Crenshaw A. Campbell's Operative Orthopaedic: Techniques and surgery approaches. 11th Editi. Canale ST BJ, editor. Pennsylvania: Mosby Elsevier; 2007.
6. Noordin S, McEwen J a, Kragh JF, Eisen A, Masri B a. Surgical tourniquets in orthopaedics. J Bone Joint Surg Am [Internet]. 2009;91:2958–67. Available from: <http://jbjs.org/content/92/5/1322>
7. Murphy CGM, Inter DCW, Ayes DJBO. Tourniquet injuries : pathogenesis and modalities for attenuation. 2005;71:635–45. Available from: <http://www.actaorthopaedica.be/acta/download/2005-6/01-Murphy.pdf>
8. McEwen J, Casey V. Measurement of hazardous pressure levels and gradients produced on human limbs by non-pneumatic tourniquets. Proc 32nd Conf ...

[Internet]. 2009;1–4. Available from: [http://www.tourniquets.org/pdf/CMBEC 32 McEwen and Casey Tourniquet Paper.pdf](http://www.tourniquets.org/pdf/CMBEC_32_McEwen_and_Casey_Tourniquet_Paper.pdf)

9. Younger ASE, McEwen J a, Inkpen K. Wide contoured thigh cuffs and automated limb occlusion measurement allow lower tourniquet pressures. *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 2004;(428):286–93. Available from: [http://www.tourniquets.org/pdf/Wide Contour Cuffs.pdf](http://www.tourniquets.org/pdf/Wide_Contour_Cuffs.pdf)
10. Aho K, Saini K. Pneumatic tourniquet paralysis. *J bone Jt Surg* [Internet]. 1983;65(4):441–3. Available from: <http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/65-B/4/441.long>
11. Rajpura a, Somanchi B V, Muir LTSW. The effect of tourniquet padding on the efficiency of tourniquets of the upper limb. *J Bone Joint Surg Br* [Internet]. 2007;89:532–4. Available from: <http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/89-B/4/532.long>
12. Duffy P. The arterial tourniquet [Internet]. p. 1. Available from: <http://www.uam.es/departamentos/medicina/anesnet/gtoa/hm1.html>
13. Kragh JF, Baer DG, Walters TJ. Extended (16-hour) tourniquet application after combat wounds: a case report and review of the current literature. *J Orthop Trauma* [Internet]. 2007;21:274–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17414556>
14. Barwell J, Anderson G, Hassan A, Rawlings I. The effects of early tourniquet release during total knee arthroplasty: a prospective randomized double-blind study. *J Bone Joint Surg Br* [Internet]. 1997;79:265–8. Available from: <http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/79-B/2/265.long>
15. Reilly CW, McEwen J a, Leveille L, Perdios A, Mulpuri K. Minimizing tourniquet pressure in pediatric anterior cruciate ligament reconstructive surgery: a blinded, prospective randomized controlled trial. *J Pediatr Orthop* [Internet]. 2009;29(3):275–80. Available from: [http://www.tourniquets.org/pdf/Reilly et al. 2009.pdf](http://www.tourniquets.org/pdf/Reilly_et_al_2009.pdf)

16. Singh VK, Ridgers S, Sott AH. Ankle block in forefoot reconstruction before or after inflation of tourniquet--Does timing matter? *Foot Ankle Surg* [Internet]. European Foot and Ankle Society; 2013 Mar [cited 2014 Jun 26];19(1):15–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23337270>
  
17. Shemshaki H. Effects of Pneumatic Tourniquet on Knee Surgery. *Australas Med J* [Internet]. 2010 Oct 3 [cited 2013 Nov 14];3(10):682–8. Available from: [http://www.amj.net.au/index.php?journal=AMJ&page=article&op=view&path\[\]=373&path\[\]=665](http://www.amj.net.au/index.php?journal=AMJ&page=article&op=view&path[]=373&path[]=665)
  
18. Horlocker TT, Hebl JR, Gali B, Jankowski CJ, Burkle CM, Berry DJ, et al. Anesthetic, patient, and surgical risk factors for neurologic complications after prolonged total tourniquet time during total knee arthroplasty. *Anesth Analg* [Internet]. 2006 Mar [cited 2014 Mar 20];102(3):950–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16492857>
  
19. Finsen V. Tourniquets in forefoot surgery. *J Bone Jt Surg {Br}* [Internet]. 1997;79(January):1–3. Available from: [http://www.boneandjoint.org.uk/highwire/filestream/15973/field\\_highwire\\_article\\_pdf/0/99.full-text.pdf](http://www.boneandjoint.org.uk/highwire/filestream/15973/field_highwire_article_pdf/0/99.full-text.pdf)
  
20. Olivecrona C, Tidermark J, Hamberg P, Ponzer S, Cederfjäll C. Skin protection underneath the pneumatic tourniquet during total knee arthroplasty: a randomized controlled trial of 92 patients. *Acta Orthop*. 2006;77(September 2015):519–23. Available from:<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/17453670610012539>
  
21. Saied A, Mousavi AA, Arabnejad F, Heshmati AA. Tourniquet in Surgery of the Limbs : A Review of History , Types and Complications. 2015;17(2). Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4353220/>
  
22. Young BYA, Heppenstall U, Biochemical B, Sapega R, Surgery P, Park SIN, et al. Optimizing Tourniquet Application and Release Times in Extremity Surgery. *JBJS* [Internet]. 1985;67(2). Available from: <http://jbjs.org/content/jbjsam/67/2/303.full.pdf>

## VIII. ANEXOS

### Anexo No.1

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN CLÍNICA		
COMPLICACIONES DEL TORNIQUETE NEUMÁTICO		
REGISTRO		
Edad		
Sexo	Masculino	Femenino
Procedencia		
Hallazgos		
<b>Lesiones nerviosas</b>		
Parestesias	Si	No
Paresia	Si	No
Parálisis	Si	No
<b>Lesiones cutáneas</b>		
Flictenas	Si	No
Abrasiones	Si	No
Quemaduras químicas	Si	No
<b>Lesiones musculares</b>		
Palidez	Si	No
Rigidez muscular	Si	No
Dolor a la movilidad pasiva	Si	No
Extremidad evaluada	Si	No

Anexo No. 2



**CONSENTIMIENTO INFORMADO DE TRATAMIENTO  
QUIRÚRGICO DE PACIENTES**

**HOSPITAL "PEDRO DE BETHANCOURT"  
LA ANTIGUA GUATEMALA**

Nombre del paciente: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

DPI: \_\_\_\_\_ Servicio: \_\_\_\_\_ Cama: \_\_\_\_\_

Nombre del encargado: \_\_\_\_\_ en calidad de: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Como paciente, se me ha propuesto ser sometido a tratamiento quirúrgico consistente en: \_\_\_\_\_

Por padecer de: \_\_\_\_\_

Usted tiene derecho a ser informado de los beneficios, y riesgos derivados de dicha intervención, simplemente representa un esfuerzo para que conozca mejor los hechos y pueda tomar la decisión libre y voluntaria de autorizar o rechazar el procedimiento.

**DECLARO:**

- **HE RECIBIDO** información clara y sencilla de parte de mi médico tratante, acerca del procedimiento que se me va a realizar y de que el mismo puede ser llevado a cabo por médicos residentes en proceso de información supervisados por un médico especialista.
- **ME HA EXPLICADO** de forma satisfactoria qué es, cómo se realizará y para qué sirve dicha intervención. También me ha explicado de los riesgos en relación con mis circunstancias que pudiera derivarse de mi negativa.
- **ME HA INFORMADO** de la posibilidad necesidad de recibir sangre o derivados de ella, durante o después de la intervención. También me ha advertido que el procedimiento requiere la administración de anestesia (General o Bloqueo), lo cual quedará a discreción del médico anesthesiólogo.
- **COMPRENDO** que a pesar de la adecuada elección de la técnica y de su correcta realización pueden presentarse efectos indeseables y complicaciones, como las que describen a continuación:

*Instrumento hospitalario utilizado para fines de investigación*

### Anexo No. 3

- **Lesiones de Venas y Arterias:** las que inclusive podrían conducir a una posible amputación del miembro.
- **Lesiones de nervios:** que podrían derivarse en pérdida de la función del miembro de manera temporal o permanente.
- **Infecciones:** tanto de la herida operatoria como del hueso (osteomielitis).
- **Rechazo de los implantes:** lo que podría causar su posible retiro.
- **Reducciones inadecuadas de la fractura:** lo que podría necesitar re-intervenir quirúrgicamente al paciente.
- **Otras:** fallo de los implantes, retardo de la consolidación, re fractura, etc.

Estoy al corriente de que la cirugía no es una ciencia exacta y que por tanto no se me pueden garantizar los resultados y si durante la práctica de la citada intervención surgiera alguna situación imprevista, autorizo al cirujano para tomar cualquier medida o tratamiento que sea necesario.

#### **DECLARO:**

Que he recibido respuesta a todas mis preguntas, **COMPRENDO** todo lo anteriormente explicado y por lo tanto, **DOY MI CONSENTIMIENTO** a la realización del procedimiento quirúrgico que se me propone por los profesionales que correspondan, por lo que firmo libre y voluntariamente, exonerándolos a la vez de cualquier medida médico legal que de esta pudiera derivarse.

Puede retirar este consentimiento cuando lo desee y deberé informar **YO** al equipo médico del cambio de mi decisión.

---

Firma y Nombre del Paciente

---

Firma del Representante Legal

*Instrumento hospitalario utilizado para fines de investigación*

## PERMISO DEL AUTOR

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada “Complicaciones locales inmediatas del torniquete neumático en pacientes del Hospital Nacional Pedro de Bethancourt de la Antigua Guatemala”, para propósitos de consulta académica. Sin embargo quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley cuando sea cualquier otro motivo diferente al señalado, lo que conduzca a la reproducción o comercialización.