



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA DIVISIÓN DE POSGRADO

SECRETARIA DE SALUD
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO
TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

TÍTULO DE LA TESIS

“ELEVACIÓN DE LA CREATINFOSFOCINASA COMO INDICADOR DE DAÑO MUSCULAR DURANTE LA UTILIZACIÓN DEL TORNIQUETE DE ISQUEMIA NO CONTROLADO EN EL TRATAMIENTO DE FRACTURAS DE MIEMBRO PÉLVICO”.

Tesis

QUE PARA OBTENER: LA ESPECIALIDAD EN TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

PRESENTA

DR. CARLOS ALBERTO VICENTE SERRANO.

DR. JOSÉ ADOLFO PÉREZ MEAVE
ASESOR DE TESIS

MÉXICO, D.F. 16 JULIO DEL 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dedicatoria:

A mis padres por su apoyo, educación y los principios que me educaron y que me ayudaron a terminar la especialidad médica

A mis hermanos que son el motivo para seguir superándome y con ello brindarles el mejor ejemplo como hermano mayor.

Agradecimientos:

Al Dr. Sergio Gómez Llata por motivar siempre el estudio, preocuparse y ocuparse de que seamos mejores personas día con día.

Al Dr. José Adolfo Pérez Meave por ser mi asesor de tesis y conocimientos que me proporciono durante la especialidad.

A mis compañeros residentes que se convirtieron en mi familia, por sus consejos, su amistad incondicional, apoyo en momentos difíciles y enseñanza de cada uno de ellos.

AUTORIZACIÓN DE TESIS

Dr. Carlos Viveros Contreras
Titular De La Unidad De Enseñanza

Dr. Diego Martín De La Torre
Prof. Titular del Curso

Dr. José Adolfo Pérez Meave
Asesor de Tesis

Dr. Carlos Alberto Vicente Serrano
Médico Residente Traumatología y Ortopedia

INDICE

INTRODUCCIÓN	6
MARCO TEÓRICO	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
OBJETIVOS	26
HIPÓTESIS	27
MUESTRA Y TIPO DE ESTUDIO	28
JUSTIFICACIÓN	29
RIESGO Y CONSIDERACIONES ÉTICAS	30
MATERIAL Y MÉTODO	31
VARIABLES	32
RESULTADOS	33
DISCUSIÓN	34
CONCLUSIÓN	36
ANEXOS	37
BIBLIOGRAFÍA	44

Introducción

El uso del manguito de isquemia en cirugía ortopédica proporciona un campo quirúrgico sin sangrado y condiciones quirúrgicas óptimas, sin embargo no está exento de efectos en el transoperatorio y en el postoperatorio con síntomas como de dolor, debilidad muscular, lesión nerviosa y trombosis venosas entre otros.

La etiología del dolor, que produce por el manguito de isquemia controlado es multifactorial. Comprende fenómenos de isquemia y de compresión. Los fenómenos de isquemia son distales al manguito y se relaciona directamente con el tiempo. Las complicaciones por compresión, de mayor gravedad se producen a nivel de la colocación del manguito y son proporcionales a la presión generada. Esto puede generar lesión de la piel, musculatura, tejido nervioso y al sistema vascular, generando un fenómeno de hiperalgesia por irritación nerviosa secundaria a la compresión.

El uso de torniquete es habitual en cirugía ortopédica a pesar del gran número de complicaciones descritas y de la falta de consenso respecto a su utilización. Desde el punto de vista fisiopatológico, existen tres componentes implicados en las lesiones producidas por el torniquete: compresión, isquemia e hiperalgesia. La compresión es el factor más lesivo sobre la piel, musculo, el nervio y vasos sanguíneos.

El uso del torniquete de isquemia ofrece ventajas ya que nos permite una visualización perfecta del campo quirúrgico, pero debe ser utilizado con prudencia ya que el abuso puede originar sintomatología postquirúrgica que va desde el dolor hasta neuropatías, por lo que se trata de correlacionar el estudio entre el aumento de la creatin fosfocinasa (CPK) con el uso del torniquete de isquemia y la sintomatología postquirúrgica.

MARCO TEÓRICO

La creatin fosfocinasa (CPK) es una enzima citoplasmática que cataliza la transferencia de un fosfato de alta energía desde el fosfato de creatina, principal depósito de almacenamiento energético en el músculo en reposo, a la adenosina difosfato. De tal manera, produce trifosfato de adenosina para su empleo por los miocitos. Se puede dividir en tres isoenzimas: MM, MB, y BB. El músculo esquelético contiene principalmente MM (95%), el músculo cardíaco MM (80%) y MB (20%) y el cerebro, el sistema gastrointestinal y el aparato genitourinario contienen mayoritariamente BB. CPK-MM es la isoenzima que constituye casi todas las enzimas circulantes en personas sanas. Varias condiciones fisiológicas van acompañadas de cambios en la concentración sérica de CPK. Los niveles también varían entre individuos normales y tal variación persiste luego de la corrección con la masa muscular y talla. La razón de estas diferencias sistemáticas es desconocida aunque probablemente corresponda a factores genéticos. Los afroamericanos presentan niveles más altos de CPK. Los valores de referencia en hombres son hasta 174 U/L y en mujeres hasta 140 U/L. Elevaciones transitorias de los niveles de CPK resultan comunes luego de injurias musculares reversibles como traumas (inclusive inyecciones intramusculares), realización de ejercicios vigorosos (después de ellos el valor puede persistir elevado hasta 7 días) o aun en calambres musculares. Asimismo, puede aumentar en varias condiciones sistémicas, incluidas infecciones virales, enfermedades del tejido conectivo, alteraciones hidroelectrolíticas y trastornos tiroideos politraumatismos, síndrome de reperfusión entre otros. Variados fármacos pueden elevar el valor sérico de CPK. Un estudio demostró que de 171 casos, las drogas más frecuentemente involucradas fueron: estatinas (46.4%), fibratos (14.3%), antirretrovirales (14.3%), antagonistas del receptor de angiotensina (10.5%), inmunosupresores (7.1%) e hidroxiclороquina (7.1%). La medición de la CPK es una determinación de laboratorio inespecífica aunque sumamente útil para el diagnóstico y seguimiento de miopatías. El problema surge con pacientes asintomáticos o mínimamente sintomáticos en quienes la CPK cobra más valor para determinar las conductas a seguir para arribar al diagnóstico, en quienes se tiene que ayudar con pruebas auxiliares de laboratorio o de gabinete (1).

En cuanto a la biomecánica y fisiológica del tejido musculo esquelético En los vertebrados en general, y en la especie humana en particular, el movimiento implica desplazamiento de elementos esqueléticos que podemos considerar como elementos pasivos. Sin embargo, este desplazamiento es posible mediante los elementos activos, los cuáles son los encargados de transformar la energía química en energía mecánica o fuerza. En los animales pluricelulares, los elementos activos de carácter más universal son los músculos y, en concreto, el músculo esquelético, también llamado músculo voluntario o estriado. Esta amplia repartición es posible a causa de una gran versatilidad, en el sentido de capacidad para producir movimiento en condiciones muy diversas, ya sea en animales de muy diferentes tamaños, en animales con diferente temperatura, o para aquellos otros que requieren acciones o muy rápidas o extraordinariamente lentas, bien ocasionales o bien rítmicas (2).

Evidentemente, todo eso no puede conseguirse con una única clase de músculo y a lo largo de la evolución, se han seleccionado diversos tipos. Pero la unidad estructural, responde básicamente a un único patrón, el cual veremos a continuación (2).

Constituye cerca del 40% de la masa corporal y contiene elementos contráctiles o activos y elementos inertes o pasivos.

- Músculo estriado o esquelético (40 – 45% P.C)
- Músculo cardíaco
- Músculo liso (10 %)

Cerca del 80% de la masa muscular son fibras musculares o células excitables, capaces de contraerse como respuesta a un estímulo que, fisiológicamente, les llega por vía nerviosa.

Propiedades:

- Irritabilidad (responde a estímulos)
- Contractibilidad (aprox. 50 - 57% de su longitud de reposo)
- Distensibilidad (Posibilidad de alargarse)
- Elasticidad (volver a su longitud reposo)

Composición:

- Alrededor de 430 M. Esq.
- Distribución:
 - 40 – 45 % de la masa corporal
 - 80%: fibras musculares
 - 20% elementos inertes o pasivos.
- Función: Movilidad, fuerza, protección, distribución de cargas, locomoción.
- Altamente vascularizado e Inervado
- Composición:
 - 75% H₂O
 - 20% proteínas
 - 5% fosfatos y sales minerales

a) Elementos contráctiles.

La estructura microscópica de la fibra muscular proporciona la información necesaria

sobre el modo de funcionamiento. Así, el aparato contráctil de cada fibra muscular se subdivide en miofibrillas, formados por haces de filamentos gruesos y finos, y que orientado longitudinalmente están compuestos por proteínas contráctiles (2). La estructura de los componentes contráctiles en un músculo son los filamentos finos son de actina, mientras que los gruesos, son de miosina. Ambos tipos de filamentos son muy cortos, ya que apenas llegan a unas micras. Alternan entre sí a lo largo de la fibra, aunque en una posición que permite la interdigitación, ya que cada filamento grueso queda situado entre dos finos, y a la inversa. A la altura de la mitad de cada banda de filamentos finos, están los discos Z. A la estructura situada entre dos discos Z consecutivos se la conoce con el nombre de Sarcómera, la cual debe considerarse como la unidad de acción contráctil. De esta manera, una sarcómera está compuesta por dos medias bandas de filamentos finos y una banda entera de filamentos gruesos. Estos últimos presentan una serie de

pequeños segmentos transversales llamados puentes intermiofibrilares la estructura del músculo estriado, que muestra las disposiciones superpuestas de los filamentos que contienen actina y miosina, estos últimos con puentes transversales o inter proyectándose sobre ellos. Toda esta disposición, en su conjunto, es la que da al músculo estriado su apariencia característica. En general, en la mayor parte de animales, la longitud de las bandas, ya sean de filamentos finos o gruesos, es constante, 1, 1 y 1,5 un respectivamente, con lo que es más o menos constante la longitud de la sarcómera. No obstante, hay casos de sarcómeras más largas, como en los crustáceos. Evidentemente, una mayor longitud de sarcómera significa mayor número de puentes y mayor fuerza, pero también habrá menos sarcómeras por fibra y esto implica una menor tasa media de acortamiento. En los elementos inertes o pasivos todo el músculo está rodeado por vainas o fascias de tejido conjuntivo (Colágeno I, principalmente). El epimisio rodea el músculo y se extiende dentro del mismo formando el perimisio, que a su vez divide el músculo en una serie de fascículos, cada uno de los cuales contiene varias fibras musculares. Dentro del fascículo, las fibras musculares están separadas unas de otras por el endomisio. Todos estos elementos, con proporciones variables de colágeno y fibras reticulares y elásticas, constituyen el componente elástico paralelo a las fibras la Disposición del tejido conjuntivo que envuelve los diferentes elementos de un músculo estriado. La masa muscular se continúa en sus extremos por una parte fibrosa o tendinosa, exclusivamente pasiva, que fijada a los huesos, transmite la tensión contráctil y suaviza sus variedades bruscas. Los tendones y expansiones aponeuróticas constituyen el elemento elástico en serie. Los tendones han sido considerados durante mucho tiempo como los principales elementos responsables del comportamiento elástico del músculo. No obstante, en ensayos in vitro se ha podido comprobar que sólo admiten alargamientos inferiores al 10% de la longitud en reposo, sin que se alteren sus características mecánicas. En cuanto a la mecánica de musculo el modelo de Hill. En los vertebrados en general, y en la especie humana en particular, el movimiento implica desplazamiento de elementos esqueléticos que podemos considerar como elementos pasivos. Sin embargo, este desplazamiento es posible mediante los elementos activos, los cuales son los encargados de transformar la energía química en energía mecánica o fuerza. En los animales pluricelulares, los elementos activos de carácter más universal son los músculos y, en concreto, el músculo esquelético, también llamado músculo voluntario o estriado. Esta amplia repartición es posible a causa de una gran versatilidad, en el sentido de capacidad para producir movimiento en condiciones muy diversas, ya sea en animales de muy diferentes tamaños, en animales con diferente temperatura, o para aquellos otros que quieren acciones o muy rápidas o extraordinariamente lentas, bien ocasionales o bien rítmicas. Representa la unidad músculo-tendinosa y que puede describirse como una constitución de un componente contráctil (CC), en paralelo con un componente elástico (CEP) y en serie con otro componente elástico (CES). El componente contráctil se representa por las proteínas contráctiles de la miofibrilla, actina y miosina. (Los puentes de cruce de miosina pueden mostrar también su elasticidad). El componente elástico en paralelo comprende el tejido conectivo que rodea las fibras musculares (el epimisio, perimisio y endomisio) y el sarcolema: Los componentes elásticos en serie se representa por los tendones. La función del músculo depende de las propiedades de sus fibras, es importante considerar cómo varían éstas, pues la mayoría de los músculos esqueléticos de los mamíferos están constituidos por una población heterogénea y característica de fibras de diferentes tipos. Los principales tipos de fibra muscular (I, II y algunos tipos intermedios), se pueden diferenciar

mediante sus propiedades histoquímicas, ultra estructurales y fisiológicas. Así, las fibras de Tipo I, también denominadas lentas o rojas, tienen un metabolismo oxidativo y gran contenido en mioglobina, lo que le permite especializarse en contracciones potentes, lentas y duraderas, mientras que las fibras de Tipo II, también denominadas rápidas o pálidas, tienen un metabolismo glucolítico y están dedicadas a movimientos rápidos y precisos. A nivel funcional, las fibras musculares se agrupan formando unidades motoras, que dependen de una sola moto neurona y que se contraen al unísono, siguiendo la ley del todo o nada cuando la célula nerviosa descarga. En una unidad motora, todas las fibras son del mismo tipo lento o rápido, y por tanto, puede hablarse también de unidades motoras lentas y rápidas. Sin embargo, los músculos contienen fibras o unidades motoras de ambos tipos, pero de acuerdo con la función principal, existe mayor proporción de una de ellas y se pueden denominar músculos lentos y rápidos. No obstante, por entrenamiento o cambio de actividad se puede alterar la proporción y reconvertirse un músculo de uno a otro tipo. Cuando en un, movimiento lento intervienen sinérgicamente varios músculos de diferente tipo, lo inician y mantienen los músculos con predominio de fibras rojas o lentas y sólo al final, si el esfuerzo es grande, intervienen también los de fibras pálidas o rápidas. En los movimientos rápidos, se invierte en general esta cronología. Si los músculos sinergistas son de composición parecida, se contraen conjuntamente en todo tipo de movimientos (2).

Tipos de fibras musculares.

- Tipo I lentas (50%) gran resistencia.
- Tipo IIA oxidativo –glucolíticas rápidas (30-35%)
- Tipo IIB glucolíticas rápida (15-20%)
- Tipo IIC indiferenciada

Entrenamiento muscular.

- Modifica la arquitectura (capacidad trófica).
- Propiedades fisiológicas de las fibras

Huso neuromuscular:

- Sensible a cambios de longitud.
- Paralelo a fibras musculares
- Reflejo miotático.

Sobre las propiedades mecánicas de los músculos. Los indicadores biomecánicos fundamentales que caracterizan la actividad del músculo son: la fuerza que se registra en su extremo (esta fuerza se denomina tensión o fuerza de tracción muscular), y la velocidad de variación de la longitud. Cuando el músculo se excita, varía su estado mecánico; estas variaciones son denominadas contracción. La contracción se manifiesta en la variación de la tensión o de la longitud del músculo (o de ambas), así como de otras de sus propiedades mecánicas (elasticidad, rigidez, etc.). Si la estructura del músculo la consideramos como una combinación de sus elementos elásticos y contráctiles, veremos que los componentes elásticos, por sus propiedades mecánicas, son análogos a los resortes, es decir, para distenderlos hay que aplicar una fuerza. Por el contrario, los componentes contráctiles corresponden a aquellas partes de las sarcómeras del músculo donde los filamentos de actina y miosina se deslizan unos sobre otros

y, en mayor o menor medida, según la intensidad de la contracción la contracción muscular se manifiesta en:

- a) Variación del estado mecánico de un músculo, (estimulación nerviosa).
- b) La contracción se manifiesta en:
 - Variación de la tensión (Fuerza)
 - Variación de la longitud del músculo

Cuando el músculo se encuentra en estado de Reposo, existe solapamiento moderado de los puentes cruzados de miosina sobre actina. En estado de elongación, el solapamiento disminuye y puede llegar a ser nulo. Finalmente, durante la contracción, el solapamiento o superposición es máximo. El límite de solapamiento queda dado por el contacto entre los filamentos gruesos y los discos Z. Las características mecánicas de la contracción muscular dependen de la magnitud de la resistencia. Así, cuando aumenta la carga (resistencia, peso) se producen variaciones en cuanto a la relación carga – velocidad, esto se refiere a que cuando un músculo contrae con mucha rapidez cuando la carga es baja. No obstante cuando se aplican cargas la velocidad de contracción disminuye, siendo cada vez más lenta cuanto más grande sea la carga. Cuando la carga se iguala a la tensión que el músculo puede soportar, la velocidad se hace cero, es decir, el músculo se contrae isométricamente. Cuando la carga se incrementa todavía más, el músculo se alarga excéntricamente. Este alargamiento es más rápido con mayor carga. El Periodo de Latencia se refiere que al aumentar la carga, se incrementa el periodo de latencia. Este periodo de tiempo está relacionado con el tiempo que se necesita para lograr distender los componentes elásticos hasta que la fuerza de la tracción sobrepase la magnitud de la resistencia en cuanto a la relación tiempo – fuerza se refiere a la fuerza ejercida por un músculo es mayor cuando el tiempo de contracción es más largo, debido a que se requiere tiempo para que la tensión sea transferida desde los componentes elásticos paralelos al tendón (2).

FACTORES QUE AFECTAN LA FUERZA MUSCULAR

- Temperatura
- Hipertrofia (Entrenamiento)
- Hipotrofia
- Fatiga
- Pre-estiramiento

Factores que influyen en la fuerza muscular

- Frecuencia (descarga de P. ACCIÓN)
- Longitud (longitud idónea)
- Buen funcionamiento del sistema nervioso central.
- Forma y tamaño del músculo
- Numero de fibras musculares (UM) = Motricidad.
- Modalidad de la contracción (CC; CE; CI)
- Factores mecánicos:
 - Angulo de tracción (descomposición de fuerzas)
 - Disposición de las fibras
 - Tipo de palanca

Factores fisiológicos:

- Edad (peak fuerza 25 años, luego)
- Género: (después de pubertad > hombres. Factores hormonales)
- Peso corporal (IMC)
- Entrenamiento (si / no / sobre entrenamiento???)
- Otros factores (motivación, tipo de entrena%, forma de entrena%, etc.)

En el daño muscular por isquemia se modifica el comportamiento norma de todos los tejidos del organismo y principalmente a nivel celular. De la célula muscular se ven tres fases una pre-isquémica, isquémica y pos-isquémica. En la primera engloba a una serie de factores relacionados con la integridad hemodinámica del individuo. En la segunda fase depende de la duración y la tercera cuando se retira la isquemia y se produce la reperfusión. En el cual se desencadenan una serie de respuestas a nivel metabólico incrementando la tasa glucolítica anaeróbica lo que incrementa la concentración local de iones lactato, con el consecuente incremento de la concentración de protones H⁺ y un descenso de los niveles de pH, Además la lesión de las células endoteliales da lugar a una serie de reacciones con producción de radicales libres, que por una parte dan lugar a una activación del complemento y liberación de histamina, y por otra parte producen atracción y activación de los neutrófilos que son los responsables directos del daño tisular. Este fenómeno de reperfusión a nivel local se acompaña de otro fenómeno con repercusión sistémica, ya que al producirse la revascularización del tejido isquémico, se vierten al torrente circulatorio los metabolitos producidos localmente durante la fase isquémica. Se ha comprobado que la sangre venosa procedente de un miembro isquémico tiene un alto contenido en potasio, un pH ácido y un alto contenido en mioglobina procedente del músculo isquémico. Esta hiperpotasemia puede producir arritmias cardíacas e incluso parada cardíaca y muerte. Por otra parte, la mioglobina, al eliminarse por orina, puede precipitar en el medio ácido y dar lugar a una necrosis tubular aguda y fallo renal (11). El torniquete arterial es un procedimiento no fisiológico que posibilita el vaciamiento de la sangre en las extremidades. Esta maniobra proporciona condiciones óptimas dentro del terreno quirúrgico como son el tener un campo quirúrgico sin sangrado y unas condiciones quirúrgicas óptimas, minimiza la pérdida de sangre, facilita la visualización e identificación de las estructuras vitales y reduce los tiempos quirúrgicos. De la misma forma, la aplicación del torniquete somete a los tejidos a una situación de isquemia que puede presentar algunas consecuencias fisiológicas y bioquímicas significativas que son relevantes para el anestesiólogo y el cirujano por lo que es muy importante que ambos tengan un acuerdo previo sobre el tiempo quirúrgico esperado, el modo de aplicación y que los riesgos sean comentados con el paciente previamente, por todo lo comentado anteriormente (9). Por otra parte el concepto del torniquete se remonta a la antigüedad cuando la banda constrictiva fue utilizada para controlar la hemorragia durante una amputación. El concepto fue acuñado por Jean Louis Petit, quien describió un dispositivo mecánico giratorio en 1718. Von Esmarch mejoró el diseño a finales de siglo XIX añadiéndole una envoltura de goma concéntrica al vendaje. El primer problema son las altas presiones generadas. Se han demostrado presiones de más de 1,000 mmHg. También se alarga y retuerce la piel durante la aplicación produciendo en ocasiones un trauma. Se comprobó que existía una incidencia mayor de lesión nerviosa temprana que con el torniquete neumático. Posteriormente, Harvey Cushing introduce el primer torniquete neumático en 1904. El primer torniquete usado fue el de **Esmarch**. Se envuelve con una banda de goma alrededor de la

extremidad. El primer problema son las altas presiones generadas. Se han demostrado presiones de más de 1.000 mmHg . También se alarga y retuerce la piel durante la aplicación produciendo un trauma en la piel. Estos problemas producen una alta incidencia de complicaciones asociadas al torniquete de Esmarch y relativas al torniquete neumática ¿Había definitivamente una incidencia mayor de lesión nerviosa temprana que con el torniquete neumático? Como resultado de esto el Esmarch casi esta generalmente abandonado. Actualmente lo utilizado es el torniquete neumático es una vejiga o un saco de aire de un material que no es látex y que está envuelto en nylon, similar al de la toma de la presión arterial. Los manguitos de isquemia se fabrican en varias medidas de largo y ancho, para áreas específicas de los miembros. La porción de miembro que queda debajo del manguito puede cubrirse con una manga o una venda algodónada para evitar lesionar la piel. La colocación se realiza de la siguiente manera antes de inflar el torniquete, en la extremidad pélvica se produce vaciamiento vascular con un vendaje de Esmarch o una venda elástica. El proceso de isquemia de la extremidad, antes de inflar el torniquete disminuye la cantidad de sangre distal al manguito. Esto reduce el sangrado en el campo quirúrgico y puede limitar los niveles sanguíneos de anestésico regional y local (AR) (AL) (3).

Métodos:

- Vendaje de Esmarch de distal a proximal para compresión del tejido.
- Elevar el miembro 2 minutos antes de inflar el manguito.
- Férula neumática - comprime el miembro entero hasta el torniquete. Ventajas = rapidez, menos daño potencial para el tejido, uso estéril como con otros métodos.

Contraindicaciones relativas para colocación de isquemia en extremidad pélvica:

- Miembro traumatizado (lesiones por aplastamiento).
- Reserva cardiaca pobre/especialmente izquierda - puede no tolerar el cambio de volumen.
- Infección importante de la extremidad - posibilidad de diseminación sistémica (3).

Posteriormente el torniquete debe inflarse rápidamente para impedir que la sangre quede atrapada en la extremidad durante el periodo en que la presión del manguito excede a la venosa pero no a la arterial. Los efectos del inflado del torniquete (3):

- La colocación del torniquete de isquemia, ocasiona un cambio en el volumen central de sangre y aumento teórico de las Resistencias Vasculares Sistémicas.
- Esto conduce a aumentos leves de las presiones arteriales sistémicas y venosas centrales que son generalmente benignas.
- Estos cambios pueden ser importantes en pacientes con enfermedades cardiovasculares subyacentes.
- Los cambios de presión son obviamente mayores cuando se ocluyen ambas extremidades.

- La respuesta hemodinámica es más severa en pacientes bajo anestesia balanceada que cuando no se incluye un potente agente inhalatorio.

El fin es producir in campo incruento y/o contener anestésico local. Por lo tanto, la presión del manguito necesita ser suficientemente alta para impedir el paso de la sangre arterial y venosa. Sin embargo, el mecanismo mayor de la lesión nerviosa está relacionado con la excesiva presión. Por lo tanto tiene que haber una compresión. El fin está en producir una presión baja que sin riesgos mantenga la oclusión arterial y la hemostasia.

Esta presión mínima del torniquete que requiere mantener la hemostasia dependerá:

- *Tamaño de la extremidad* - Se requieren presiones más altas sobre el muslo que sobre el brazo porque tienen que ser comprimidas masas de tejido subcutáneo mayores para poder comprimir la arteria. Al contrario, hay que bajar las presiones en caquéticos y pacientes delgados.
- *Tipo de manguito y anchura del manguito*. - La presión del manguito requerida para eliminar el flujo de sangre disminuye con el aumento de la anchura del manguito. Los manguitos más amplios transmiten mejor la compresión al tejido, (recordar, que los manguitos demasiado estrechos dan lecturas altas falsas. Se necesitan presiones altas para comprimir la arteria). El uso de manguitos más anchos permiten presiones más bajas y ayudan a disminuir las complicaciones. Parece razonable usar manguitos tan anchos como sea posible para minimizar la presión sobre nervios y piel. Se recomiendan los manguitos de 7 cm preferentemente a los de 5 cm, especialmente para la pierna.
- *Enfermedad periférica vascular*. - Serán necesarias presiones en el manguito altas en pacientes hipertensos y pacientes con vasos calcificados con menor compresibilidad
- *Rango de presión sistólica intraoperatorio*. - La presión sanguínea alta con presiones sistólicas en picos requieren presiones en el manguito más altas para una adecuada hemostasia.

Rango aproximado = Medida de la presión sanguínea preoperatoria del paciente y mirar la gráfica de presiones normales del paciente y anotarla. Inflar el manguito con 50 a 75 mmHg adicionales para el brazo y 75 a 100 para la pierna por encima de la basal.

EL TIEMPO DE TORNIQUETE:

Mínimo - En la anestesia local endovenosa se recomienda dar de 15 a 25 minutos esto para minimizar la toxicidad sistémica con lidocaína.

Máximo - Aplicar a cualquier caso. Los límites absolutos para el torniquete de isquemia y compresión nerviosa no se han establecido. No hay regla sobre cuanto tiempo puede inflarse un manguito sin riesgo. El máximo de tiempo recomendado en la revisión de la literatura oscila de 1 - 3 horas. Normalmente entre 1.5-2 horas. Provocando los siguientes efectos:

- Dolor al torniquete. (discutido más adelante)
- Daño tisular (muscular, nervioso, etc.)

Estos límites están basados en estudios bioquímicos, encontrándose los siguientes resultados de pH venoso, pO₂, pCO₂.

Valor	PH	PO ₂	PCO ₂
Pre inflado	7.40	45	68
1 Horas	7.19	20	62
2 Horas	6.9	4	164

Por lo tanto el tiempo máximo recomendado es de 2 horas. El pH de 6.9 corresponde al punto de fatiga del músculo. Disminuciones adicionales pueden ocasionar daño irreversible que conduce a debilidad muscular. Los estudios histológicos muestran generalmente cambios tempranos a más de 1 hora pero la necrosis celular y degeneración muscular aparece en 2 a 3 horas. Los estudios funcionales muestran que la mayoría de los pacientes toleran 2 horas de isquemia con torniquete sin secuelas. Sin embargo, se han informado parálisis por torniquete cuando el tiempo y la presión estaban en límites de seguridad. También, se han demostrado anomalías del EMG y cambios funcionales con tiempos menores de 1 hora otros factores son considerados en determinantes del tiempo de torniquete, incluyendo, la salud general del paciente, estado nutritivo, presión del torniquete, trauma de la extremidad, neuropatía etc. Estos factores alteran la susceptibilidad de un paciente a las complicaciones e influyen en la decisión de la duración segura .NO HAY TIEMPO MÁXIMO DE TORNQUETE SEGURO! El tiempo más seguro es el más corto. La información actual sugiere que la aplicación continua no debería exceder las 2 horas. La reperfusión si a veces es necesaria la prolongación el tiempo de torniquete, se debería usar tiempos de reperfusión. Estos permiten la corrección de anomalías metabólicas en la extremidad y restaurar los almacenes depleccionados de energía. Hay estudios que sugieren reperfusiones de 15 a 20 min. La mayoría recomiendan 15 a 20 min. Después de una aplicación de inicial de 2 horas. El tiempo óptimo de reperfusión para siguientes periodos de isquemia se desconoce. Los efectos sistémicos del desinflado del torniquete:

- Aumento de la PCO₂, lactato y potasio. Esto conduce a los correspondientes cambios en los valores sistémicos: disminución del pH, disminución de la PO₂, aumento de la PCO₂, aumento del potasio, y aumento del lactato.
- Hay una caída transitoria en la S_vO₂, pero la hipoxemia sistémica es rara (saturación O₂ normal).
- Hay un aumento transitorio en la PCO₂ ET. El CO₂ ET aumenta unos 8 mmHg después de soltar el manguito de un muslo con un aumento de correspondiente de 10 mmHg en la PCO₂.
- Estos cambios se han estudiado extensamente y son generalmente bien tolerados y leves.
- Varios estudios han demostrado que los cambios pico son aproximadamente a los 3 min. y regresan a la basal en 30min.

- Hay una caída transitoria de la temperatura central de 0.7 °C dentro de los 90 seg. del desinflado de la pierna.
- Hemodinámicos :
 - Cambios hemodinámicos de moderados a leves con una caída transitoria de la PVC y presiones sistémicas arteriales.
 - Descensos medios en la Presión sistólica de 14 - 19 mmHg.
 - Incrementos medios en la frecuencia cardiaca de 6-12 latidos por minuto.
 - Estos cambios son normalmente benignos, pero pueden ser significativos en pacientes con enfermedad cardiovascular coexistente. (ver las complicaciones más adelante).

Los cambios pueden reducirse con tiempos cortos de torniquete, CO₂ ET monitorizada y control de la ventilación. La preexistencia de anomalías metabólicas y enfermedad subyacente pueden aconsejar una línea arterial en el paciente de riesgo. La monitorización del pulso, presión sanguínea, estado respiratorio y neurológico son importantes cuando el torniquete se desinfla y durante la recuperación de las anomalías anteriores.

FACTOR	CAMBIO
PO ₂	Ligero Descenso
SaO ₂	Pequeño Cambio
SvO ₂	Ligero – moderado descenso
Ph	Ligero descenso
PCO ₂	Ligero descenso
Lactato	Incremento
K ⁺	Incremento

CONTRAINDICACIONES

Cuando se debería evitar el torniquete. Muchos son obvios.

- Enfermedad periférica vascular Raynaud.
- Heridos graves o extremidad traumatizada.
- Neuropatía periférica o enfermedad del SNC.
- Infección grave en la extremidad.
- Enfermedad tromboembólica en la extremidad.
- Cambios artríticos severos/resaltes óseos en la extremidad.
- Condiciones deficientes de la piel de la extremidad.
- Fístula AV.
- C/I a ARIV.
- Carencia de equipo apropiado. Especialmente con la ARIV.
- Hemoglobinopatía de células falciformes.

Enfermedad de células falciformes

El uso en estos pacientes es controvertido. Recordar, la enfermedad es promovida por hipoxemia, acidosis, y éxtasis circulatorio. Por lo tanto, un torniquete pone al paciente en riesgo. Las alteraciones metabólicas sistémicas inducidas por el

desinflado producen potencialmente células falciformes en pacientes con anemia de células falciformes y células parecidas a las falciformes. A pesar de las contraindicaciones teóricas, los datos disponibles no dan a conocer un aumento en la incidencia de problemas en población con anemia de células falciformes y con poblaciones con anemia parecidas a las células falciformes. Sin embargo, estos informes son pocos y retrospectivos. Por lo tanto, el uso del torniquete arterial en pacientes con anemia de células falciformes o con anemia parecidas a las células falciformes no puede recomendarse, estando pendiente de estudios adicionales. Si el uso del torniquete es absolutamente necesario, se pueden tomar algunos pasos:.

- Cambio-transfusión preoperatoria (40% Hemoglobina AA)
- Manejo médico habitual - evitar hipoxemia, acidosis depleción de volumen, hipotermia, etc...
- Realizar vaciamiento de la extremidad de manera cuidadosa.
- Minimizar el tiempo de torniquete.
- Hiperventilación moderada antes de la liberación del torniquete para minimizar la acidosis sistémica.

COMPLICACIONES & PROBLEMAS CON EL USO

1. Sobrecarga de volumen
2. Embolia pulmonar
3. Traumatismo en la piel
4. Fallo del torniquete
5. Cambios Metabólicos /Gaseosos en la sangre
6. Dolor al torniquete
7. Hipertensión por el torniquete
8. Hemodinámicos
9. Lesión arterial
10. Lesión muscular
11. Cambios tisulares - Edema, Síndrome compartimental, Síndrome post-torniquete
12. Hematoma, sangrado
13. Efectos farmacológicos
14. ARIV
15. Neurológicos

Las complicaciones pueden aparecer por un uso inapropiado del torniquete. Las complicaciones pueden estar asociadas a las fases del uso del torniquete – vaciamiento de la extremidad, inflado del torniquete, mantenimiento del inflado del torniquete, fallo en el mantenimiento del inflado del torniquete, y desinflado del torniquete.

1. SOBRECARGA DE VOLUMEN

Al realizar un vaciamiento de la extremidad se auto transfunde sangre de la circulación periférica a la central provocando un incremento de la PVC media de 9.7 cm de H₂ O. El vaciamiento y la colocación de torniquete en las dos piernas

produce un aumento significativo de 14.5 cm de H₂O mantenido hasta la suelta del manguito en el 80 % de los casos.

El vaciamiento de la extremidad estimada de las dos piernas añade de 700 a 800 ml a la circulación central.

Cuando la reserva cardiaca es pobre, esta carga de volumen no puede tolerarse. Se ha informado de paro cardiaco posterior al vaciamiento de extremidades pélvicas. Si aparecen signos de desarrollo de sobrecarga de volumen, el uso del torniquete es abandonado o usado con un apropiado manejo de líquidos, vasodilatación y monitorización.

2. EMBOLIA DE PULMÓN

Hay dos informes sobre 2 casos mortales por un embolismo secundario al vaciamiento de la extremidad e inflado del torniquete. Ambos pacientes se hospitalizaron más de dos semanas con lesiones de la extremidad inferior. . La evaluación preoperatoria de la trombosis venosa es por tanto importante especialmente cuando están presentes factores de riesgo de trombosis venosa, como en la inmovilización de más de tres días y traumatismo. Los hallazgos positivos son contraindicaciones relativas a la realización y la colocación del torniquete arterial.

3. TRAUMATISMO DE LA PIEL

Puede ocurrir un traumatismo secundario a la inadecuada colocación del relleno y manguito. La aplicación floja o con arrugas puede traumatizar la piel por presión cuando se infla el manguito. Pueden producirse magulladuras, escoriaciones, equimosis, y ampollas que pueden resultar en acciones legales.

Pueden producirse quemaduras en la piel cuando las soluciones se ponen debajo del manguito. Se han informado quemaduras). Un plástico "drape" alrededor distal al torniquete anterior puede evitar esto.

4. FALLO DEL TORNIQUETE

Inadecuada hemostasia (4 razones) :

1. Inadecuada presión del torniquete - Filtración arterial y venosa.
2. El torniquete rezuma - Fallo evidente del torniquete; en procedimientos < 30 minutos, puede rezumar secundariamente al flujo medular de la sangre en el hueso, especialmente con el torniquete en el antebrazo. Incrementar la presión del torniquete si no se incrementa el riesgo de complicaciones.
3. Arterias incompresibles.
4. Inadecuada realización del vaciamiento de la extremidad pélvica

Si ocurre sangrado, primero revisar la función del torniquete y la presión sanguínea del paciente antes de hacer cualquier ajuste. Los problemas pueden

estar en el paciente y no en el torniquete. Aumentar ciegamente la presión del manguito puede no tener ningún beneficio y puede aumentar la potencialidad de daño.

Toxicidad de los anestésicos locales en la ARIV. Puede ocurrir durante el mantenimiento del torniquete y puede ser secundario a la fuga venosa o a la pérdida completa de presión. (Ver más adelante).

Puede aparecer edema secundario a flujo arterial sin drenaje venoso.

5. CAMBIOS METABÓLICOS/Sanguíneos GASEOSOS

Discutidos previamente. Disminución pH, aumento PCO_2 , aumento K^+ , aumento lactato etc. Generalmente estos cambios son ligeros y bien tolerados. Sin embargo, un asunto que ocasionalmente puede ser de importancia es la influencia de las alteraciones del CO_2 sobre el FSC. Aumentos en la $Pa CO_2$ pueden conducir a aumentos en el FSC y esto tiene implicaciones en el uso de torniquetes en pacientes con lesiones en craneoencefálicas. En un estudio usando Doppler transcraneal para la medida de la velocidad del flujo; aparecen aumentos del 58 % y 13 % entre 4 y 1 min después de liberar el torniquete. El flujo permaneció elevado durante más de 7 min después de la liberación del torniquete. Este aumento parece ser CO_2 dependiente.

6. DOLOR AL TORNIQUETE

El torniquete produce dolor en más del 66 % de los pacientes, después de 30 a 60 min de inflar el manguito en pacientes que reciben anestesia regional del brazo o pierna. La mayoría de los estudios involucran a la anestesia espinal y epidural. Se describe el dolor como mal localizado, profundo, quemante. Aumenta constantemente hasta hacerse insufrible. Este inmediatamente se alivia al desinflar el manguito. Aparece a pesar de una anestesia adecuada para la cirugía, ej. Espinal, epidural, bloqueo de extremidad superior. etc. Es uno de los factores más importantes que limitan la duración del tiempo de torniquete en la anestesia regional. (9)

MECANISMO (Observaciones)

Hay muchas explicaciones teóricas. Sin embargo, al final no está entendido completamente. No hay ningún dato concreto pero existen muchas observaciones y varios caminos propuestos. Muchos tipos de fibras nerviosas han sido implicadas en algún que otro momento. Los impulsos dolorosos pueden transmitirse con fibras (C) amielínicas por encima del nivel de bloqueo espinal. El bloqueo inadecuado de las grandes fibras nerviosas puede permitir el paso de la sensación de compresión e isquemia. El posible camino = fibras (C) simpáticas amielínicas que pueden ir por encima de los troncos simpáticos y entrar en el cordón por encima del nivel de un bloqueo espinal y permanecer desbloqueado. Sin embargo, no bloquea el dolor

reflejado del torniquete en el brazo. Por lo tanto, los simpáticos no están probablemente involucrados, o los simpáticos que no son bloqueados pueden estar relacionados. Con el dolor reflejado. Posiblemente y secundariamente al bloqueo inadecuado de las grandes fibras nerviosas a causa de una concentración /dosis inadecuada de anestésico local. La compresión e isquemia de grandes nervios puede atravesar el bloqueo y producir dolor. Esto es apoyado por la observación de que las altas dosis de anestésico local producen el mismo nivel espinal decreciendo la incidencia de dolor al torniquete. Por ejemplo, el aumento de las dosis de tetracaina de 12 mg a 16 mg producen similares niveles de anestesia y decrecen el dolor al torniquete del 64 % al 33% el postulado era que es necesario una concentración más alta de anestésico local para bloquear las grandes fibras del dolor a la presión. El dolor del torniquete, puede tener más relación con la intensidad del bloqueo que con el nivel del mismo (el dolor al torniquete no parece relacionado con el nivel espinal).

7. LA HIPERTENSIÓN DEL TORNIQUETE

La hipertensión inducida por el torniquete aparece en el 11-66% o de los casos. La iniciación es análoga a la iniciación del dolor al torniquete, aproximadamente de 30-60 minutos. La etiología es incierta. Es probable que tenga el mismo origen que el dolor al torniquete, y requiere un nivel crítico específico de isquemia celular en el músculo o nervio. Es más común con la anestesia general que con la anestesia regional. Hay una incidencia muy baja con la anestesia espinal. La simpatectomía no la bloquea. La anestesia regional puede disminuir la incidencia de hipertensión al torniquete de forma similar a la incidencia del dolor al torniquete.

8. HEMODINÁMICAS

El vaciamiento – inflado y mantenimiento del torniquete en la extremidad pélvica provoca cambio de volumen con aumento de la presión arterial y de presión venosa central así como el desinflado del manguito de isquemia produce cambios hemodinámicos de medios a moderados. Caídas transitorias de las presiones venosas y sistémicas como se mencionó anteriormente. Comúnmente benignas, pero pueden ser importantes en pacientes con enfermedad cardiovascular añadida. Se ha informado de infarto agudo de miocardio y parada cardiaca mortal coincidente con el desinflado del manguito. Los factores incluyen la disminución súbita en las resistencia vascular sistémica, con la liberación de metabolitos por la isquemia como (e. tromboxano).

Implicaciones: Se debe estar dispuesto para tratar los cambios hemodinámicos considerar monitorización invasiva si el estado cardiovascular lo ordena.

9. LESIÓN ARTERIAL

Puede producirse trombosis arterial por remover placas de la arteria. Ser conscientes de este problema en pacientes con riesgo de oclusión arterial (historia de embolia arterial, ancianos, drogas, carcinoma, etc.).

10. LESIÓN MUSCULAR

El músculo es más susceptible al daño por isquemia que el nervio. El daño muscular es más severo debajo del torniquete por exponerse a la presión e isquemia. Con el aumento del tiempo de torniquete hay progresiva hipoxia tisular, acidosis y enfriamiento del miembro ocluido. El daño histológico del músculo es evidente después de 30-60 min de tiempo de torniquete. De 2 a 3 horas de isquemia produce necrosis celular y fuga del endotelio capilar. Estos cambios progresan y tienen el pico 24 horas de la suelta del manguito. Después de soltar el manguito, aumentan los niveles de CPK y mioglobina. Las elevaciones importantes no aparecen a menos de pasar en 2 horas el tiempo de isquemia. La función fisiológica es anormal después del torniquete. La capacidad del músculo de desarrollar tensión puede estar disminuida por días. (8)

COMPARTIMENTAL, SÍNDROME POST-TORNQUETE

Edema: Con el desinflado hay una inmediata hinchazón de la extremidad involucrada. Esto no está relacionado con la presión y el tiempo de isquemia. A medias es secundaria a la vuelta de la sangre al miembro y a la reacción hipertérmica a la isquemia. La heparina y los corticoides no han ayudado. Regar con suero salino frío al soltar el manguito para disminuir el edema y congestión venosa.

Síndrome Compartimental: Muy raro. Incluirlo en el diagnóstico diferencial de la disfunción neurológica y vascular post-torniquete.

“Síndrome post-torniquete ”: Extremidad pálida, hinchada, rígida pero sin parálisis. De una a seis semanas de duración. La principal etiología es el edema postoperatorio.

12. HEMATOMA, SANGRADO

El sangrado no puede identificarse intraoperatorio, por lo tanto el cierre de la herida antes de la suelta del manguito predispone a la formación de hematoma y/o sangrado. La posibilidad de pérdida aguda de sangre combinada con cambios hemodinámicos de la anestesia y suelta del manguito debe recordarse.

La vuelta del flujo de sangre después de la liberación del torniquete:

- Hematoma
- Lesión o daño arterial
- Síndrome compartimental

15. NEUROLÓGICOS

Hay un amplio espectro de lesiones neurológicas desde parestesias hasta parálisis completa. La incidencia total de disfunción severa es extremadamente baja pero la incidencia de un más sutil disfunción neurológica es más grande delo que

apreciamos. La incidencia cierta de tipos específicos de lesión neurológica atribuible al uso torniquete (parestesia, parálisis, duración, etc.) no puede determinarse debido a una carencia de información en estudios disponibles.

El nervio radial era el nervio más comúnmente lesionado en la extremidad superior. Esto es atribuido a la anatomía (cercanía del nervio al hueso con poco tejido interpuesto). La parálisis por torniquete en la extremidad inferior secundaria al torniquete neumático es sumamente rara. De los 5 casos informados, todos habían tenido presiones iniciales colocadas a 500 mmHg. La protección es por el aumento de volumen de músculo en el brazo y no estar el nervio cerca del hueso (excepto para el peroneo común). A pesar de la muy baja incidencia de secuelas neurológicas mayores (como parálisis) la incidencia de sutiles alteraciones neurológicas y deterioro funcional prolongado parece ser bastante común.

Mecanismo:

Los siguientes puntos reflejan los pensamientos actuales:

- Para un tiempo de torniquete menor de 3 horas, la etiología de la lesión nerviosa es más por la compresión del nervio que por la isquemia.
- Los cambios patológicos son más severos a presiones más altas del torniquete.
- La lesión nerviosa se restringe a las áreas subyacentes a los márgenes del manguito. Esta es más severa al borde del manguito (especialmente proximal) donde se aplica una fuerza en hoja de tijera al nervio.
- Histológicamente hay una interrupción de los nervios al borde del manguito.
- El manguito puede inducir bloqueo de la conducción. Esto es común con presiones de más de 1000 mmHg, mínima de 500 mmHg, y rara con 250 mmHg (mandriles). Aparece generalmente dentro de los 30 minutos del inflado del manguito.
- Minimizar la presión es importante para limitar lo más posible para limitar los déficits sutiles. (3)

En cuanto a las lesiones en traumatología las fracturas actualmente se han incrementado en esta época y los procedimientos quirúrgico se han hecho más frecuentes, y la utilización del torniquete de isquemia como herramienta en el tratamiento quirúrgico de las fracturas estas se definen como la pérdida de continuidad normal de la sustancia ósea o cartilaginosa, a consecuencia de golpes, fuerzas o tracciones cuyas intensidades superen la elasticidad del hueso. El término es extensivo para todo tipo de roturas de los huesos, desde aquellas en que el hueso se destruye amplia y evidentemente, hasta aquellas lesiones muy pequeñas e incluso microscópicas (4).Al hablar de fracturas debemos tener en cuenta no solo el hueso sino el paciente en general pues estas implican en ocasiones traumatismos de alta energía con múltiples lesiones asociadas, también debemos tener en cuenta ciertas enfermedades que lo debilitan y las favorecen: osteoporosis, tumores óseos e infecciones que influyen en el tipo de tratamiento y que también debemos tratar. El tratamiento de las fracturas puede realizarse por métodos cerrados o abiertas:

CERRADOS

Consiste en movilizar y tracción y contra-tracción de los fragmentos de la fractura para que adquieran su forma original. Suele realizarse con anestesia y control radioscópico. Puede ser:

- **Manipulación:** solo se emplea la fuerza y las manos del médico de manera puntual para conseguir la reducción.
- **Tracción:** se emplean dispositivos con pesas y poleas para conseguir la reducción. Suelen mantenerse durante un tiempo. Puede ser:
 - Cutánea: por medio de cintas adhesivas a la piel. Por ejemplo: tracción al cémit en fracturas de fémur en niños.
 - Trans-esquelético: mediante un dispositivo rígido que se coloca a través del hueso se mantiene la reducción. Dependiendo de la localización de la fractura se colocará trans-condíleo, etc. Se emplea cuando la fuerza de reducción necesaria es mayor.

ABIERTAS

Consiste en exponer el foco de fractura y reducirlo viendo los fragmentos. Mediante cirugía se implanta un dispositivo en el hueso. Dependiendo de la estabilidad que proporcione podemos clasificarla como:

- **Relativa:** existe cierta movilidad en el foco de fractura. Se suele emplear para fracturas extra-articulares.
 - Fijador externo: Suele ser la técnica de elección para las fracturas abiertas grado II o III.
 - Enclavado endomedular: Suele ser el tratamiento de fracturas diafisarias de huesos largos.
- **Absoluta:** no existe movilidad en el foco. Se suele emplear para fracturas articulares.
 - Placa: existen diferentes modalidades:
 - Placa de neutralización: va asociada a un tornillo; la placa por sí sola no aportaría fijación rígida.
 - Placa de compresión: realiza compresión entre los fragmentos.
 - Placas con tornillos bloqueados.
 - Placa-tornillo deslizante: indicado en fracturas trocántereas de cadera.
 - Tornillo de tracción: realiza compresión entre (5)

Coloquialmente las fracturas de los miembros inferiores son lesiones que involucran a las estructuras óseas que conforman a las *piernas*. Aunque en anatomía el término pierna tiene un significado más preciso y corresponde a la porción del miembro inferior situada entre la rodilla y el tobillo. Es decir:

-FRACUTRAS DE ROTULA

- LESION LIGAMENTARIAS DE RODILLA

- FRACTURALS DE MESETA TIBIAL
- FRACUTRAS DE DIAFISIS DE TIBIA
- FRACTURA DE PILON TIBIAL
- FRACTURAS DE TOBILLO
- FRACTURAS DEL ASTRAGALO
- FRACTURAS DE CALCANEEO
- FRACTURA DE LOS METATARSIANOS

Estudios realizado en el que se estudió la elevación de la cretin fosfocinasa (CPK) como indicador de daño muscular durante la utilización del torniquete de isquemia en el tratamiento de fracturas de la extremidad superior.

El uso del manguito de isquemia en cirugía ortopédica proporciona un campo quirúrgico exangüe y unas condiciones quirúrgicas óptimas, sin embargo, no ésta exento de efectos perjudiciales en el transoperatorio y en el postoperatorio en forma de dolor, debilidad muscular, lesiones nerviosas y trombosis venosa, entre otros.

En este estudio se incluyeron un total de 52 pacientes con diversas patologías quirúrgicas de la extremidad superior. En el cual se vio afectado el sexo masculino con 29 pacientes del sexo masculino y 23 pacientes del sexo femenino. Todos los pacientes recibieron tratamiento quirúrgico con la colocación de torniquete de isquemia con venda de Esmarch con una duración promedio de 25 y 120 minutos: Los resultados en los valores de CPK postquirúrgica fue de 40 u/l hasta 604 u/l. En cuanto a la sintomatología encontrada en el postquirúrgico se presentaron síntomas como dolor en los 52 pacientes (100%), edema en 38 pacientes (65%) y neuropraxia (13%). En lo referente al tipo de neuropraxia se presentaron 5 casos de neuropraxia del radial y 2 pacientes presentaron neuropraxia del mediano.

Esto concluyo que es indispensable la utilización del torniquete de isquemia neumático ya que puede trabajar con presiones controladas, se correlaciona con el aumento de en los valores de la CPK con la intensidad así como la aparición de edema. La neuropraxia del radial es la lesión más frecuente por el uso de torniquete de isquemia y que su aparición es consecuencia de una prolongada utilización en el torniquete de isquemia (7).

Planteamiento del problema

El presente estudio se realiza en el Hospital Juárez De México, donde en las últimas décadas se ha incrementado la incidencia de fracturas de la extremidad pélvica inferior, el daño de las partes blandas que acompaña a estas lesiones (muscular, tendinoso, vasculonervioso, etc.), más el uso del torniquete de isquemia no controlado en el tratamiento quirúrgico y las serie de factores que se desencadenan en el uso de esta herramienta en el procedimiento quirúrgico surge la siguiente pregunta de investigación.

- Determinar la relación entre la elevación de la creatin fosfocinasa con la aparición de efectos secundarios postquirúrgicos después de la aplicación del torniquete de isquemia no controlado en pacientes tratados quirúrgicamente con afección de fracturas de la extremidad pélvica inferior.

Objetivo general

Demostrar en que tiempo en la utilización de torniquete de isquemia no controlado se comienza a elevar la enzima creatin fosfocinasa y su relación con la aparición de efectos secundarios postquirúrgicos después de la aplicación del torniquete de isquemia no controlado en pacientes tratados quirúrgicamente con afección de fracturas de miembro pélvico inferior.

Objetivo específico

- Determinar los niveles de la enzima CPK pre quirúrgicamente, en el posoperatorio inmediato y 24 horas después de la utilización del torniquete de isquemia no controlado.
- Determinar la correlación existente entre los valores de CPK y la aparición de efectos secundarios como: dolor, edema, neuropraxia.

Hipótesis de investigación

Existe relación entre la elevación de la creatin fosfocinasa con la intensidad de la sintomatología postquirúrgica como: dolor, edema, neuropraxia. En pacientes tratados de fracturas de extremidad pélvica inferior.

Hipótesis nula

No existe relación entre la elevación de la creatin fosfocinasa con la intensidad de la sintomatología postquirúrgica como: dolor, edema, neuropraxia. En pacientes tratados de fracturas de extremidad pélvica inferior.

Tamaño de la muestra

Se incluirán pacientes durante el periodo comprendido del 01 de noviembre 2014 al 30 de mayo del 2015, los cuales sean sometidos a intervención quirúrgica por fracturas de la extremidad pélvica inferior con utilización del torniquete de isquemia no controlado.

Tipo de estudio en un periodo de 6 meses

- Longitudinal, prospectivo y descriptivo.

Justificación

El uso del torniquete de isquemia ofrece ventajas ya que nos permite una visualización perfecta del campo quirúrgico, pero debe ser utilizado con prudencia ya que el abuso puede originar sintomatología postquirúrgica que va desde el dolor hasta neuropraxias, por lo que se trata de correlacionar el estudio entre el aumento de la CPK con el uso del torniquete de isquemia y la sintomatología postquirúrgica .

Riesgos y consideraciones éticas

Esta investigación es ética porque se tiene la intención de establecer parámetros de seguridad en el uso del torniquete de isquemia no controlado como herramienta para el cirujano ortopedista en el tratamiento quirúrgico de las fracturas de extremidad pélvica inferior y evitar efectos secundarios como síndrome de post-torniquete, dolor post operatorio mediato y tardío, síndrome de reperfusión, etc. Que pongan en riesgo la integridad del paciente y de esta forma una mejor vigilancia en el postoperatorio inmediato y a las 24 horas. De esta forma mejorar la calidad en el tratamiento quirúrgico de los pacientes con lesión de extremidad pélvica inferior en el servicio de traumatología y ortopedia del Hospital Juárez de México.

Material y método.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes mayores de 18 años con fracturas de miembro pélvico inferior que requieran tratamiento quirúrgico con aplicación de torniquete de isquemia no controlado.

CRITERIOR DE NO INCLUSIÓN

- Pacientes con afección de miembro pélvico inferior que no requieran tratamiento quirúrgico, y que por dedición decisión del cirujano no se coloque el torniquete de isquemia no controlado.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes en los cuales este contraindicados la utilización del torniquete de isquemia como es la insuficiencia arterial venosa, infección o afección de tejidos blandos; pacientes que requieran amputación.
- Pacientes en los que el torniquete de isquemia no haya sido colocado adecuadamente o se retire durante el evento quirúrgico y que no se tenga previsto concluirlo.
- Pacientes menores de 18 años.

VARIABLES DE ESTUDIO

VARIABLES	EDAD	SEXO	DIAGNOSTICO	TIEMPO DE ISQUEMIA EN CIRUGÍA	TIEMPO DE CIRUGÍA	CPK	SINTOMALOGIA
DEFINICIÓN CONCEPTUAL	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.	Es un proceso de combinación y mezcla de rasgos genéticos a menudo dando por resultado la especialización de organismos en variedades femenina y masculina (conocidas como sexos)	Alude, en general, al análisis que se realiza para determinar cualquier situación y cuáles son las tendencias. Esta determinación se realiza sobre la base de datos y hechos recogidos y ordenados sistemáticamente, que permiten juzgar mejor qué es lo que está pasando.	Duración de la aplicación del torniquete de isquemia en cirugía	Duración del procedimiento quirúrgico.	ES UNA ENZIMA que cataliza la producción de <u>fosfocreatina</u> a través de la <u>fosforilación</u> de una molécula de <u>Creatina</u> , consumiendo una molécula de ATP en el proceso. La molécula de ADP formada para crear una molécula de fosfocreatina se convierte inmediatamente en ATP por las <u>mitocondrias</u> .	Conjunto de síntomas que caracteriza una enfermedad:
DEFINICIÓN OPERACIONAL	Pacientes mayores de 18 años.	Pacientes masculinos y femeninos	Pacientes con fractura de extremidad pélvica inferior	Registro de los datos de tiempo de isquemia en cirugía recabados del dictado quirúrgico	Registro del tiempo de cirugía tomados del dictado quirúrgico.	Registro de los niveles en el preoperatorio, inmediatamente después y a las 24 horas.	Registro de los síntomas relacionados con la aplicación del torniquete de isquemia

RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio un total de 60 pacientes con patologías quirúrgicas de fracturas de extremidad pélvica inferior, en los cuales se utilizó el torniquete de isquemia no controlado (Tabla 1). En cuanto al sexo hubo predilección por el sexo femenino con un total de 40 mujeres y 20 hombres (Tabla 1). Dentro de las edades los pacientes se encontraron en un rango de 18 a 65 años con una edad media de 39 años.

Todos los pacientes que recibieron tratamiento quirúrgico tuvieron una duración de tiempo quirúrgico entre los 60 y 120 minutos y con la colocación de torniquete de isquemia con una duración promedio entre los 30 y 110 minutos. En cuanto la toma de la creatin fosfocinasa (CPK) se encontró normal en todos los pacientes con valores de 50 a 160 U/L con un promedio de 90 U/L. En la segunda toma realizada en el posquirúrgico se encontró valores de 109 a 610 U/L con un promedio de 254 U/L. En la última toma de CPK realizada a las 24 hrs. Del postquirúrgico se encontraron valores de 55 a 489 con un promedio de 185 U/L.

En cuantos problemas con el uso del torniquete de isquemia se encontraron en el postquirúrgico dolor en los 60 pacientes con una escala de EVA de 5-9, a las 24 horas. El dolor disminuyo encontrándose escalas de EVA de 1-6. Traumatismos en la piel se presentaron en 3 pacientes de los 60 pacientes y solo 2 persistieron con la escoriación a las 24 horas que se le realizó procedimientos quirúrgicos. En cuanto a cambios tisulares se encontró edema en 55 pacientes de los 60 en el postquirúrgico y a las 24 horas. Solo 8 pacientes continuaron con edema el síndrome post-torniquete se presentó en 8 pacientes y a las 24 horas. Solo 1 paciente lo presentó. Dentro de las fracturas que presentaron síndrome post-torniquete se encontraron en 5 pacientes con fractura de diáfisis de tibia con tiempos quirúrgicos de 120 minutos y tiempos de isquemia de 100 a 110 minutos, 1 paciente con fracturas del pilón tibial con tiempos quirúrgico de 120 minutos y de isquemia de 110 minutos y 2 pacientes con fractura de meseta tibial con tiempos quirúrgicos de 120 minutos y 100 de isquemia.

DISCUSIÓN

El uso del torniquete es habitual en la cirugía ortopédica, es una herramienta para el cirujano ortopédico que le permite muchas ventajas pero a la vez existe un gran número de complicaciones que pueden presentarse, y además una falta de consenso por parte de asociaciones de traumatología con respecto a su utilización. en la práctica quirúrgica para el tratamiento de ciertas fracturas de la extremidad pélvica inferior. Así mismo existen diferentes tipos de aparatos para la aplicación de isquemia las cuales se conocen como controladas. En el presente estudio se hizo uso del torniquete de isquemia no controlado solo con venda de Esmarch, ya que no se sabe la presión a la que se somete la extremidad. Desmontándose presiones de más de 1000 mmHg. (3)

En cuanto al sexo el grupo más afectado fue el sexo femenino con 40 pacientes que representa el 67% y 20 pacientes del sexo masculino que representa el 33%. Esto no corresponde a lo encontrado en un estudio realizado en donde se utilizó el torniquete de isquemia pero en extremidad superior en el que el grupo más afectado fue el sexo masculino (12). Este resultado que en las lesiones de tobillo el grupo más afectado es el sexo femenino y en este estudio es la lesión que más frecuentemente se presentó.

En cuanto a la edad se encontraron en un rango de 18 a 65 años con una edad media de 39 años. Esto concuerda con la literatura en que la población más afectada se encuentra entre la segunda y cuarta década de la vida. (4)

En cuanto a la duración de la isquemia, en un estudio realizado en miembro torácico superior por (12), se encontró una duración promedio de 25 y 120 min. Esto contrasta con el presente estudio con una duración del torniquete de isquemia entre los 30 y 110 minutos Esto secundario a la severidad de las lesiones como lo describe (5). En cuanto a la toma de (CPK) en estudio realizado por (12) en todos se encontraron valores normales con rangos entre 40 a 60 U/L, en el post- quirúrgico de 104 a 483 U/L y a las 24 horas del post-quirúrgico 50 a 604 U/L. En este trabajo se encontró también valores normales pero con un ligero incremento en la (CPK) entre de 50 a 160 U/L con un promedio de 90 U/L. También incrementos en el postquirúrgico con valores de 109 a 610 U/L con un promedio de 254 U/L y en la última toma de CPK realizada a las 24 horas del postquirúrgico se encontraron valores de 55 a 489 con un promedio de 185 U/L. Estos incrementos son secundarios a el tipo topográfico de las lesiones, donde existe mayor tamaño en los grupos musculares que conforman lo compartimientos anatómicos.

En cuanto a los problemas postquirúrgico secundario al uso del torniquete de isquemia no controlado en este estudio se encontró dolor en todos los pacientes. Los cuales se le valoro con escala de EVA y se encontró el postquirúrgico inmediato EVA entre 5-9 el cual disminuyo a las 24 horas a un EVA de 1-6. Pacientes con escala de EVA más altos se correlaciono con tiempo quirúrgico y de isquemia más prolongados el cual oscilo 120 min y 100 min respectivamente. Esto concuerda con lo descrito en la en un estudio realizado por (12) en el cual correlaciona mayor dolor con el tiempo de isquemia.

Se reportó traumatismos en la piel en los que se encontraron en 3 pacientes de los 60 en estudio y solo 2 persistieron con la escoriación a las 24 horas que se le realizó procedimientos quirúrgicos. Esto como consecuencia de la mala colocación como lo menciona (3).

De los 60 pacientes en estudio, en cuanto a cambios tisulares se encontró edema en 55 pacientes de los 60, en el postquirúrgico y a las 24 horas. Solo 8 pacientes continuaron con edema el síndrome post-torniquete se presentó en 8 pacientes y a las 24 horas. Solo 1 paciente lo presentó. Esto guardaba relación estrecha con la duración del tiempo de isquemia (3).

No se reporta en este estudio lesiones nerviosas de ningún tipo. Esto no concuerda en estudio realizado en extremidad superior donde se reporta lesiones nerviosas preferentemente del nervio radial (12). Esto secundario a que la extremidad pélvica inferior presenta mayores grupos musculares que envuelven a las estructuras vasculonerviosas.

CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos se llega a varias conclusiones, en base a la literatura es necesario el uso de torniquete de isquemia neumática ya que se trabaja bajo presiones controladas, contrario a la utilización de isquemia con venda de Esmarch. En base a los resultados de CPK no son fiables como marcador de lesión de daño muscular ya que si bien los valores se elevan nunca sobrepasan los rangos normales, además que su elevación depende también de otros factores como son el tipo de lesión, técnica quirúrgica, tiempo quirúrgico, etc. Que pueden elevar sus valores.

En cuanto a problemas por el uso del torniquete de isquemia no controlada, fue el dolor el cual se presentó en todos los pacientes, además del edema, escoriaciones y síndrome post- torniquete, que guarda relación con el tipo de lesión, tiempo quirúrgico y el tiempo de utilización de la isquemia. Por lo que se sugiere la utilización del torniquete de isquemia no controlado el mínimo de tiempo posible que dependerá de una previa planeación quirúrgica por parte del cirujano ortopedista evitando así complicaciones que ponen en peligro el éxito del tratamiento quirúrgico y la recuperación del paciente.

COROLARIO

Este estudio se realizó en pacientes con fracturas de la extremidad pélvica inferior por:

- Ser las lesiones con mayor incidencia,
- Porque los mecanismo que la producen algunas veces son por alta energía.
- por estar asociadas a lesiones agregadas (politraumatizados).

Y que la utilización del torniquete de isquemia no controlada, como herramienta en el procedimiento quirúrgico en el tratamiento de las fracturas de la extremidad pélvica inferior podrían poner en peligro la salud y recuperación del paciente.

ANEXOS

HOJA DE CAPTACIÓN DE DATOS

ESTUDIO DE LABORATORIO

Se tomaran muestras a las 24 horas antes de la cirugía, en el postoperatorio y 24 horas después de la intervención quirúrgica para determinar los valores de CPK total.

PRUEBAS ESTADÍSTICAS

Coeficiente de correlación: Para determinar el poder de asociación entre dos variables.

Consideración ética

Se solicita consentimiento informado a los pacientes para la toma de las tres muestras sanguíneas para determinar los niveles de la enzima CPK.

Hoja de captación de datos:

Hospital Juárez de México

Servicio de ortopedia y traumatología

Elevación de la CPK como indicador de daño muscular durante la utilización del torniquete de isquemia en el tratamiento de las fracturas de la extremidad pélvica inferior.

Hoja de captación de datos:

Nombre:

Edad:

Sexo:

Expediente:

Diagnóstico:

Tiempo de cirugía:

Tiempo de isquemia:

Valores en los niveles de CPK prequirúrgicos

Valores lkmde CPK postquirúrgicos

Valores de CPK las 24 hrs. Del postquirúrgico.

Manifestaciones clínicas en el posoperatorio mediato:

Dolor si () no ()

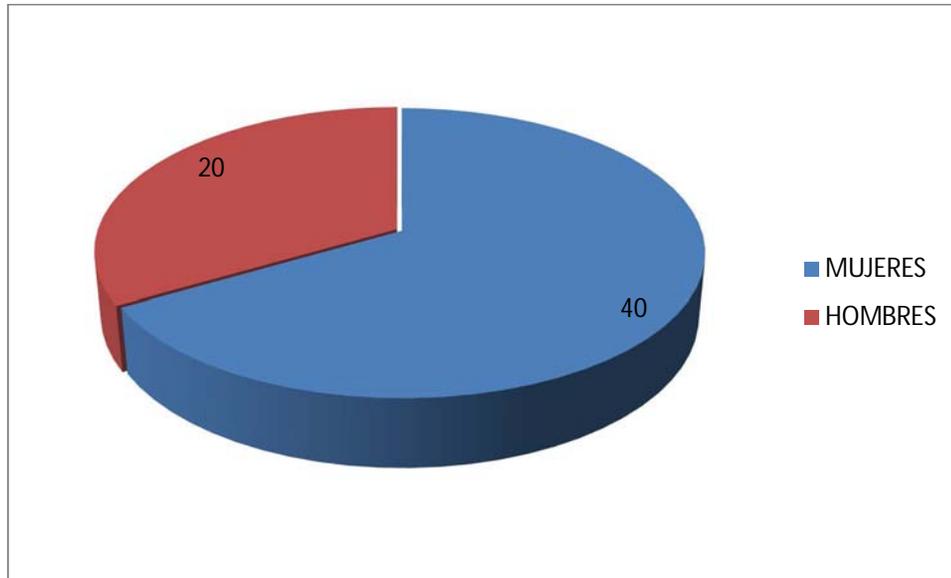
					
0 Muy contento, sin dolor	2 Siente sólo un poquito de dolor	4 Siente un poco más de dolor	6 Siente aún más dolor	8 Siente mucho dolor	10 El dolor es el peor que puede imaginarse (no tiene que estar llorando para sentir este dolor tan fuerte)

Edema si () no ()

NEUROPRAXIA SI () NO ()

Síndrome. post- torniquete SI () NO ()

GRAFICO 1. SEXO DE LOS PACIENTES



EDAD DE LOS PACIENTES

GRAFICO 2

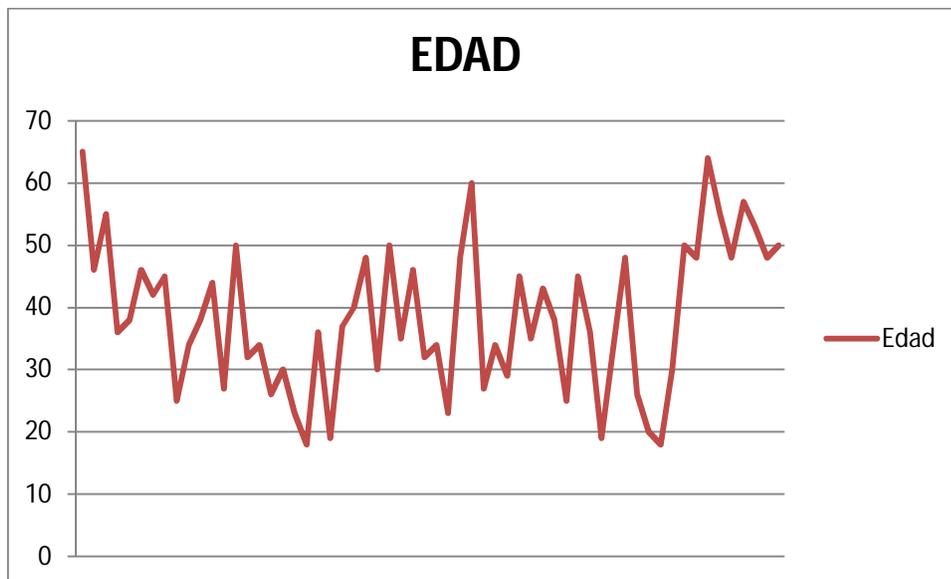


TABLA 1
 PATOLOGÍA DE LA EXTREMIDAD INFERIOR

DIAGNOSTICO	No. DE PACIENTES	PONCENTAJE DE PACIENTES
Fx. Rotula	4	6.7
Fx. De meseta tibial	4	6.7
Fx. De diáfisis de tibia	18	30
Fx. De Pilon Tibial	6	10
Fx. De Tobillo	23	38.3
Fx. Astrágalo	0	0
Fx. Calcáneo	3	5
Fx. De metatarsianos	2	3.3
Total	60	100

GRAFICO 3. Porcentaje de fracturas de extremidad pélvica inferior

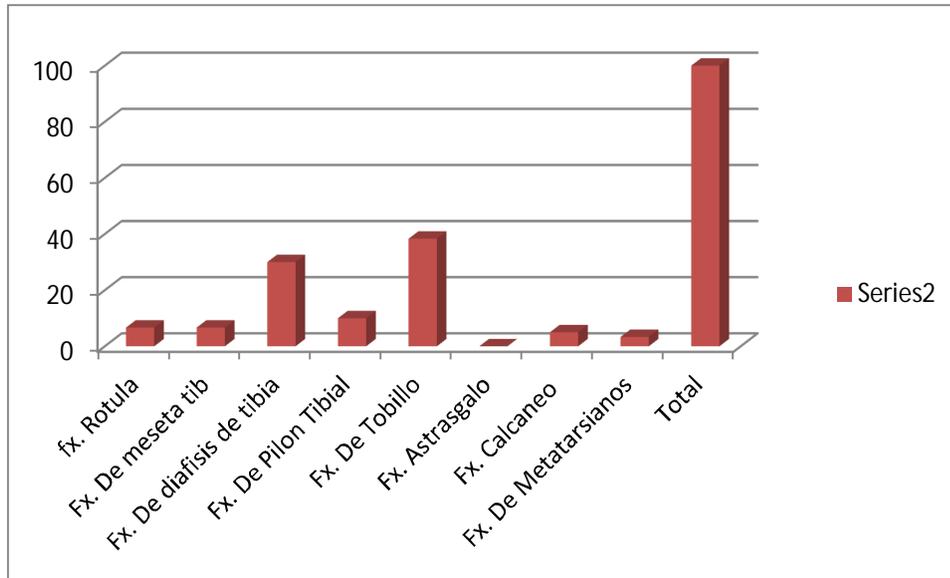


GRAFICO 4

VALORES DE CPK PREQUIRURGICOS

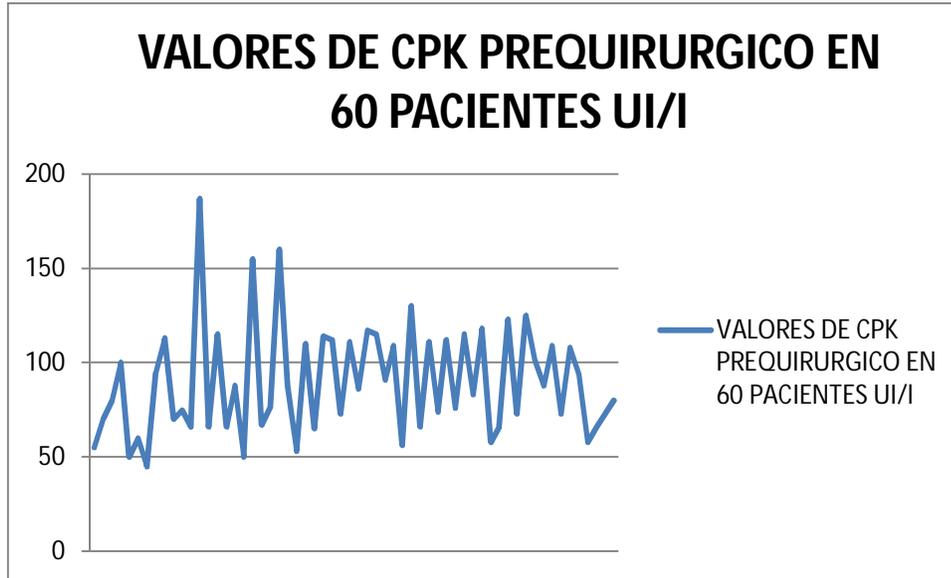


GRAFICO 5

VALORES DE CPK POSTQUIRURGICOS

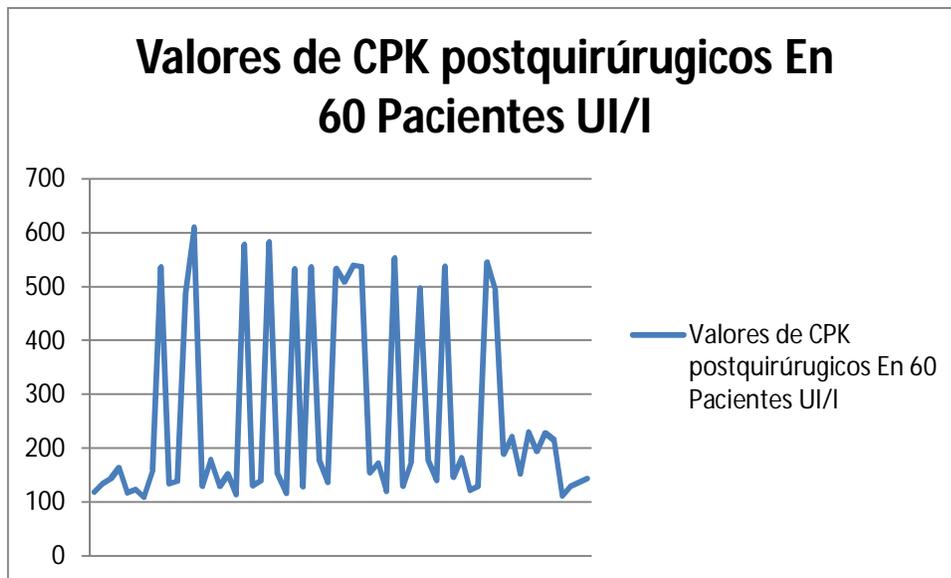


GRAFICO 6

VALORES DE CPK A LAS 24 HRS DEL POSTQUIRURGICO

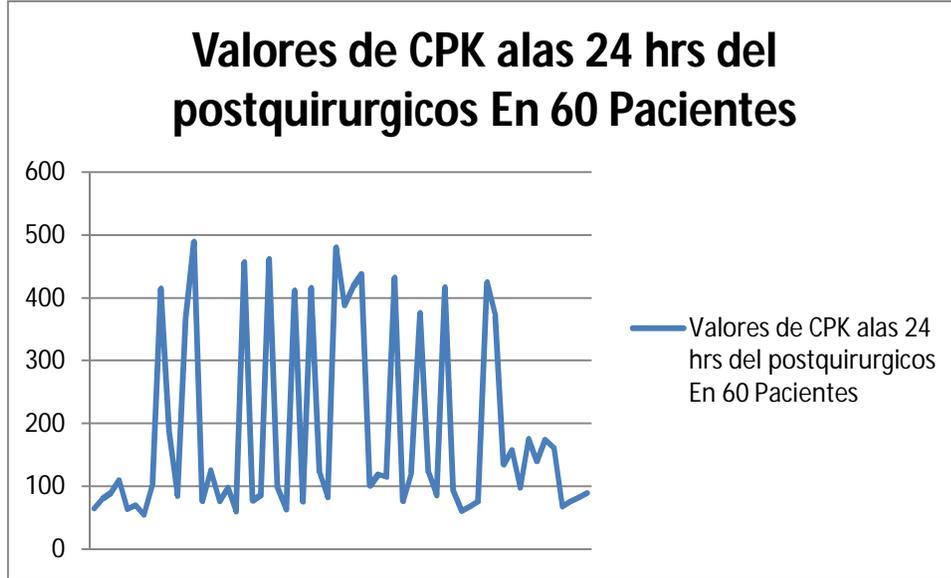
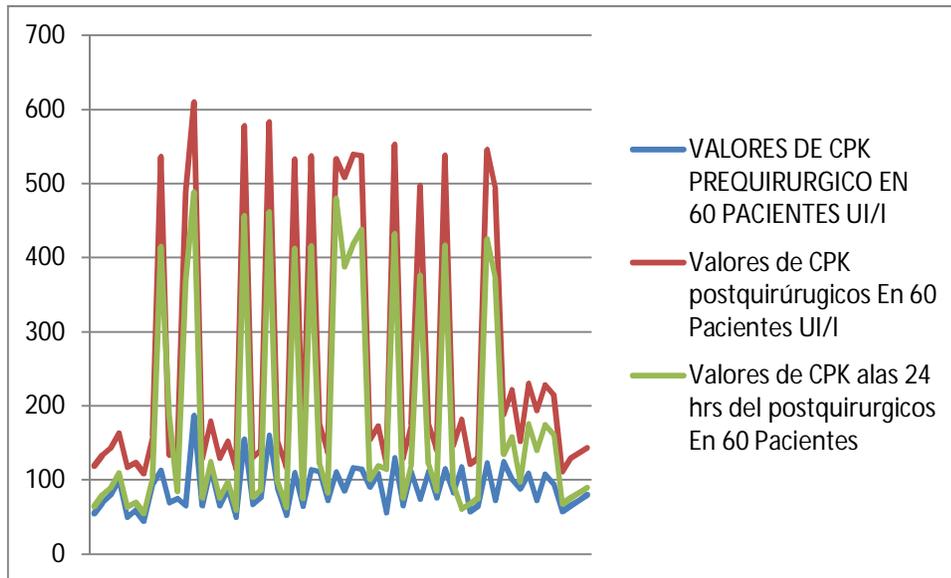


GRAFICO 7

VALORES DE CPK EN EL PRE, POST-INMEDIATO Y A LAS 24 HORAS DEL POSTQUIRURGICO



BIBLIOGRAFÍA

- 1.- ED OTTAVIO. PARUDI E. MOMTERO JE. EGRI N: CRETIN FOSFOCINASA Y SU APLICACIÓN CLINICA. ANUARIO FUNDACION DR. JR VILLAVICENIO 2012. 156:158

- 2.- FRANKEL VH.NORDIN M. : BIOMECANICA DEL MUSCULO. TERCERA EDICIÓN. MCGRAW-HILL 2004. 27:59.

- 3.- PETER J. DUFFY MD. EL TORNQUETE ARTERIAL. DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGÍA OTTAWA HOSPITAL GENERAL. 2008. 156:162

4. SERRANO MJ. MERINO RM. CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS. SECOT TOMO 1 . MCGRAW-HILL. 16:31

5. CARPINTERO LR: CORRALES DA. TRATAMIENTO GENERALDE LAS FRACTURAS Y COMPLICACIONES. SECOT TOMO 1. MCGRAW-HILL. 32:36.

- 6.-GOMEZ LS.HISTORIA DEL SERVIO DEL HOSPITAL JUAREZ DE MÉXICO. REVISTA DEL HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO. 2010. 293:294.

- 7.- OCHOA AG. MENDEZ HA. IMPLICACIONES ANESTESICA S MEDIANTE EL USO DEL TORNIQUE ARTERIAL NEUMATICO. REVISTA MÉXICANA DE ANESTESIOLOGÍA. VOL. 38 2015. 44:48.

- 8.- VERGARA OJ. REYES PJ SINDROME DE APLASTAMIENTO. BOLETIN S.U.E 061. 2013 1:4.

- 9.- MANEN BF. NOVELLA CM. ANGLES CP. INFLUENCIA DE LA PRESIÓN ARTERIAL DEL TORNQUETE DE ISQUEMIA SOBRE LA INTENSIDA DEL DOLOR POSTOPERATORIO. REVISTA DE ANESTESIOLOGÍA DE ESPAÑA. 2012. VOL. 49. 131:135.

10.- MERINO R. ISQUEMIA AGUDA. HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DE LA VICTORIA. TRABAJO DE REVICIÓN 2010. 4:6.

11.- CASTAÑER MJ. SINDROME DE APLASTAMIENTO, CONSIDERACIONES CLÍNICAS. INSTITUTO SUPERIOR DE MEDICINA MILITAR. TRABAJO DE REVISIÓN. 2:3.

12.- RANGEL PL. ELEVACIÓN DE LACRETINFOSFOCINASA COMO INDICADOR DE DAÑO MUSCULAR DURANTE LA UTILIZACIÓN DELTORNQUETE DE ISQUEMIA EN EL TRATAMIENTO DE FRACTURAS DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR.