



## TÍTULO

# SÍNDROME COMPARTIMENTAL EN EL PACIENTE TRAUMÁTICO

## AUTOR

**Miguel Moreno Fernández**

**Esta edición electrónica ha sido realizada en 2015**

Director/Tutor	Francisco Cabrera Franquelo
Curso	<i>Curso Experto Universitario en Atención al Trauma Grave (2013)</i>
ISBN	978-84-7993-824-6
©	Miguel Moreno Fernández
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2013



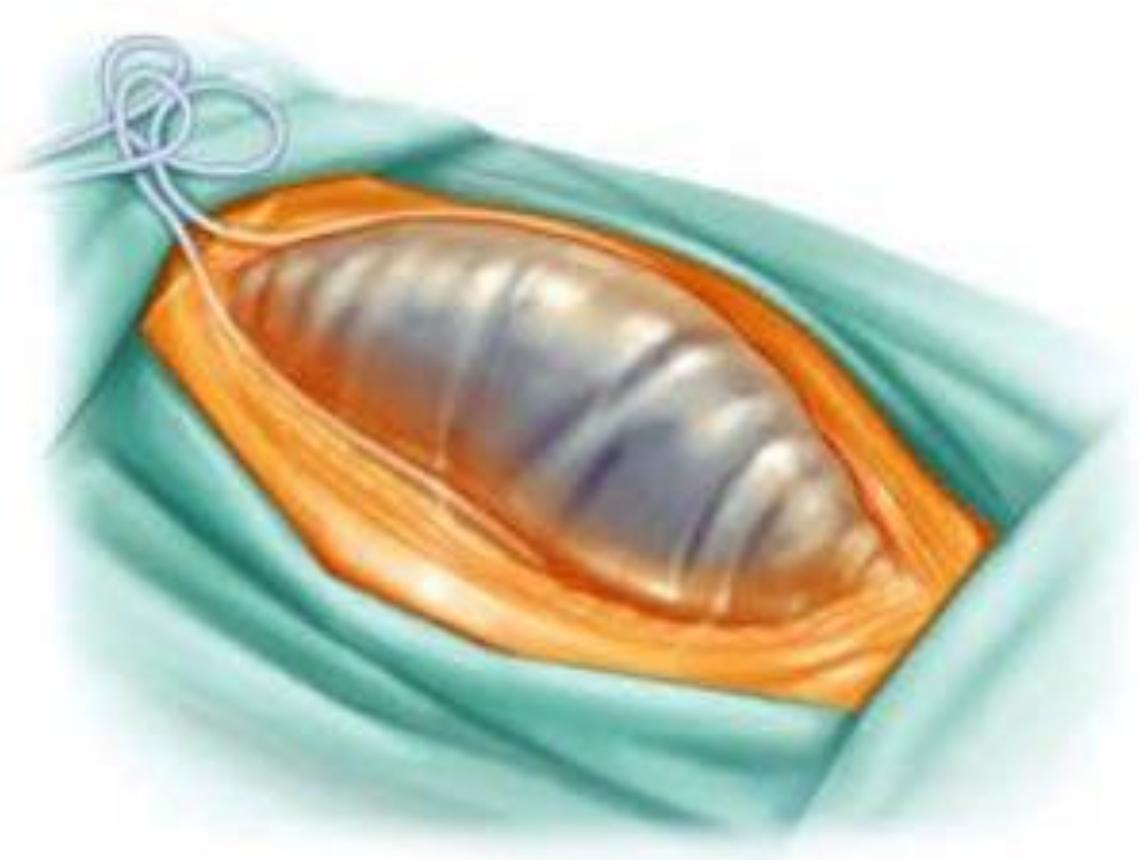
## Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

### Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

### Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
  - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
  - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- 
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
  - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
  - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*



# Síndrome compartimental en el paciente traumático

ALUMNO: Miguel Moreno Fernández  
TUTOR: Francisco Cabrera Franquelo  
20 Diciembre 2013

## INDICE

	Páginas
❖ INTRODUCCION	3
❖ EPIDEMIOLOGIA Y CLASIFICACION	4
❖ ETIOLOGIA	5
❖ FISIOPATOLOGIA	6
❖ SINDROME COMPARTIMENTAL ABDOMINAL	7
❖ COMPARTIMENTOS ANATÓMICOS	8
❖ CLINICA	9-10
❖ COMPLICACIONES	11
❖ DIAGNOSTICO Y DIAGNOSTICO DIFERENCIAL	12-13
❖ PREVENCIÓN	14
❖ TRATAMIENTO	15-17
❖ CONCLUSIONES	18
❖ BIBLIOGRAFÍA	19-20

## INTRODUCCION

El síndrome compartimental es una afección seria que implica aumento de la presión en un compartimento muscular (Compartimento osteofascial cerrado) que puede llevar a producir daño en nervios y músculos con graves consecuencias.

- Se caracteriza por ser poco frecuente, muy grave y con repercusiones funcionales importantes, fácil de diagnosticar y solucionable casi siempre en su fase inicial con un gesto quirúrgico mínimo
- Es una patología que aparece a cualquier edad, no hay diferencia de sexos y puede afectar tanto en miembros superiores como inferiores.
- Hay numerosas causas que pueden provocar el Síndrome compartimental pero la más frecuente de todas son las producidas en el paciente traumático que sufre fracturas.

Podemos definir el **Síndrome Compartimental Agudo en el paciente traumático** como el conjunto de signos y síntomas secundarios al aumento de la presión en una celda fascial de un miembro secundario a fractura o aplastamiento, lo cual provoca una disminución de la presión de perfusión capilar comprometiendo la viabilidad de los tejidos de dicha celda (Figura 2).



Figura 1

Figura 2

## EPIDEMIOLOGÍA Y CLASIFICACION

A nivel epidemiológica cabe destacar que la incidencia en hombres y mujeres se distribuye de la siguiente manera:

- Hombres 7,3/100.000
- Mujeres 0,7/100.000

En cuanto al origen destacar que el 70% es debido a origen traumático, el 36% de debe a fractura tibial y el 9,8 % a fractura de radio distal.

En cuanto a la **clasificación el síndrome compartimental** lo podemos dividir en:

- Agudo
- Crónico
- Crush syndrome (Síndrome por aplastamiento)

Este último se refiere a aquel síndrome compartimental agudo producido por trauma con aplastamiento; la necrosis muscular masiva causa mioglobinuria, hiperkalemia y acidosis, que si no se corrigen oportunamente pueden producir fracaso renal y puede producir el éxitus del paciente sin el tratamiento adecuado.

En cuanto a la **Localización** :

Se puede producir el síndrome compartimental en extremidades y en región abdominal.

Es más frecuente en miembros superiores, dándose sobretodo en los compartimentos volares y dorsales del antebrazo y en los intrínsecos de la mano. En miembros inferiores lo más frecuente es el compartimento anterior de la pierna seguido del lateral, posterior profundo y superficial.

Las fracturas más frecuentemente asociadas son las de antebrazo, supracondíleas humerales y diáfisis tibiales

## ETIOLOGIA

La inflamación que lleva al síndrome compartimental ocurre a raíz de un traumatismo, como un accidente automovilístico o una lesión por aplastamiento, o cirugía.

Capas gruesas de tejido, denominadas fascia, separan grupos de músculos entre sí en los brazos y en las piernas. Dentro de cada capa de fascia se encuentra un espacio confinado, llamado compartimento, que incluye tejido muscular, nervios y vasos sanguíneos (Figura 1).

La fascia no se expande, de manera que cualquier inflamación en un compartimento ocasionará aumento de presión en esa área, lo cual ejercerá presión sobre los músculos, los vasos sanguíneos y los nervios. Si esta presión es lo suficientemente alta, el flujo de sangre al compartimento se bloqueará, lo cual puede ocasionar lesión permanente en los músculos y los nervios (Figura 2).

El síndrome compartimental prolongado (crónico) puede ser causado por actividades repetitivas como correr, lo cual incrementa la presión en un compartimento únicamente durante esa actividad. Se caracteriza por dolores tipo calambre que aparecen durante el ejercicio físico y ceden con el reposo.

Las **causas del Síndrome compartimental agudo** podemos englobarlas en dos grandes grupos:

1. Las que provocan una disminución del compartimento (Extracompartimentales):

- Vendaje o yeso compresivo.
- Quemaduras y congelaciones: se producen unas escaras duras, que no son elásticas que pueden llegar a ocasionar un síndrome compartimental. Para evitarlo se debe proceder a quitar las escaras.
- Cierre incorrecto de celdas aponeuróticas, es decir con excesiva tensión.
- Aplastamiento.

2. Las que provocan un aumento del contenido del compartimento (Intracompartimentales):

- Edema postisquemia (lesión arterial, tromboembolismo arterial, cateterismo arterial...)
- Hematoma primitivo (hemofilia, tratamiento anticoagulante...)
- Hemorragias intracompartimental (fracturas, osteotomías...)
- Contaminación por mordedura.

Dentro de las fracturas, favorecen la aparición del Síndrome compartimental las fracturas por alta energía: Conminución severa, extensión articular, fracturas segmentarias, gran desplazamiento, rodilla flotante, fracturas expuestas.

## FISIOPATOLOGIA

El Síndrome compartimental se caracteriza por un aumento de presión intracompartimental que puede estar provocada por múltiples causas y esto desencadena diversas lesiones.

El aumento de la presión intracompartimental produce una compresión venosa, enlentecimiento o cese de la circulación capilar, lo que desencadena la formación de edema intersticial que a su vez aumenta más la presión provocando una isquemia muscular y nerviosa.

Si esa isquemia se mantiene en el tiempo, producirá la necrosis de los tejidos locales e incluso una afectación sistémica del paciente.

❖ La necrosis nerviosa ocasiona:

- Parestesias que conducirán a una anestesia total y paresias que llevarán a una parálisis.
- La isquemia nerviosa comienza a dar anormalidades funcionales en la 1-4 horas y pérdida funcional irreversible las 8-12 primeras horas.

❖ La necrosis muscular provoca:

- Degeneración de las fibras musculares que son sustituidas por tejido fibroso inelástico que ocasionará una contractura.
- La isquemia muscular produce cambios funcionales (Reversibles) en las 2-4 primeras horas, variable en las 4-8 primeras horas, y pérdidas funcionales irreversibles en las 8-12 primeras horas.

## SINDROME COMPARTIMENTAL ABDOMINAL TRAUMATICO

Produce un conjunto de signos y síntomas que reflejan la disfunción progresiva de los distintos órganos y sistemas debido a un aumento agudo de la presión intrabdominal.

El rango de normalidad de la Presión intrabdominal es inferior a 7 mmHg y se considera que existe síndrome compartimental a nivel abdominal cuando la presión es igual o superior a 20 mmHg asociado a disfunción de órganos.

Clínicamente los síntomas que aparecen son: Distensión abdominal, elevación diafragmática, taquipnea e hipoxemia, hipotensión y taquicardia, oligoanuria, mala perfusión periférica, confusión y agitación, acidosis metabólica y láctica.

El monitoreo de la Presión intrabdominal se realiza a través de mediciones de la PIV (Presión intravesical), método indirecto más habitualmente usado (Figura 3).

La vigilancia cuidadosa y la identificación precoz del síndrome compartimental agudo permiten tomar las medidas en el momento oportuno con el objetivo de reducir así su alta morbimortalidad.

La tratamiento apropiada con volumen, una asistencia ventilatoria adecuada y el uso coherente de drogas vasoactivas también son de utilidad.

Debemos destacar que el único tratamiento que ha demostrado corregir las alteraciones provocadas por la hiperpresión intrabdominal es la descompresión, ya sea a través de medidas médicas, invasivas no quirúrgicas o por medio de la descompresión quirúrgica definitiva del abdomen.

Independientemente de la técnica quirúrgica que se aplique, los conceptos de laparotomía con control de daño y cierre diferido del abdomen son las únicas maniobras que han demostrado mejorar la supervivencia de estos pacientes.

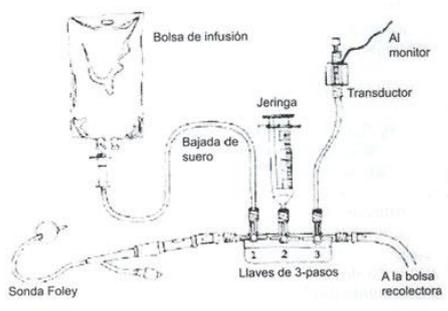


Figura 3.

Sistema cerrado para la medición de la presión intravesical (PIV). Un matraz de 500 ml SF se conecta a un equipo de infusión estándar y luego esto es conectado a una llave de tres pasos (1), una jeringa de 60 ml se conecta a la segunda llave de tres pasos (2) y la tercera llave de tres pasos se conecta a un sistema de transducción de presión el cual va al monitor (3). Ambos extremos libres del sistema descrito se adaptan por un lado al extremo proximal del catéter urinario y por el otro a la bolsa de recolección de orina. El sistema debe de ser cebado y calibrado a punto cero (sínfisis púbica). Para obtener medición de PIV se debe vaciar la vejiga y clampar el tubo de drenaje urinario distal, luego girar la llave (1) y llenar la jeringa con la alícuota requerida para luego infundir hacia la vejiga. Después se debe abrir la llave de tres pasos (3) y observar el monitor para la leer la PIV.

## COMPARTIMENTOS ANATOMICOS EN LAS EXTREMIDADES

En los miembros hay celdas aponeuróticas que delimitan compartimentos, en algunos casos como estanques (Figura 1):

### ❖ Miembro superior

#### 1) Compartimentos del brazo:

- Deltoideo
- Anterior
- Posterior

#### 2) Compartimentos del antebrazo:

- Volar
- Lateral
- Posterior

#### 3) Compartimentos de la mano:

- Interóseos
- Tenar
- Hipotenar

### ❖ Miembro inferior

#### 1) Compartimentos del muslo:

- Glúteo
- Anterior
- Posterior

#### 2) Compartimentos de la pierna:

- Anterior y Lateral
- Posterior profundo
- Posterior superficial

#### 3) Compartimentos del pie:

- Interóseos
- Medial, lateral y central



Figura 4

## CLINICA DEL SINDROME COMPARTIMENTAL AGUDO

Las manifestaciones clínicas del Síndrome compartimental se caracteriza por la regla de las 6 “P”.

### 1. Parestesias:

- Es el primer síntoma en aparecer.
- Primera indicación de isquemia nerviosa.
- Sensación de hormigueo, quemadura o entumecimiento, pérdida de discriminación entre dos puntos.

### 2. Dolor (Pain):

- Fuera de proporción al tipo de lesión.
- Se exagera por movimiento pasivo o por compresión directa del compartimento afectado.
- Descrito como punzante o profundo, localizado o difuso.
- Se incrementa con la elevación de la extremidad.
- No cede con analgésicos.

### 3. Presión:

- A la palpación el compartimento esta tenso y caliente.
- La piel tensa y brillante.
- La presión compartimental directa es mayor de 30 a 40 mmHg
- Cuantificada por el método de infusión continua o Stryker (Presión normal 0-10 mmHg).

### 4. Palidez:

- Signo tardío, piel fría y acartonada.
- Llenado capilar prolongado (Superior a 3 segundos).

### 5. Parálisis:

- Signo tardío, movimiento débil o ausente de las articulaciones distales.
- Ausencia de respuesta a la estimulación neurológica directa (daño de la unión mioneuronal).

6. Ausencia de pulso (Pulselessness):

- Signo tardío.
- Verificando clínicamente por palpación y ausencia de doppler audible.

El síntoma fundamental es el **dolor**; Aparece pocas horas tras la lesión, es un dolor intenso, excesivo o mayor de lo que cabría esperar, y que se incrementa con la extensión pasiva de los músculos afectados.

El dolor se acompaña de tensión en la zona, hinchazón y alteraciones sensitivas distales (Figura 5).

En la **exploración física** de la zona podemos observar:

- Disminución de la movilidad
- Cianosis distal
- El pulso de la arteria principal del compartimento está disminuido, pero presente.



Figura 5

## COMPLICACIONES

Las complicaciones se presentan tanto en casos de presentarse el síndrome compartimental, como en casos de realización de la fasciotomía.

### ❖ Lesión nerviosa y muscular:

Las complicaciones mas severas abarcan lesiones permanente en los nervios y los músculos. En casos más severos, se puede requerir la amputación.

La contractura isquémica de Volkmann ocurre cuando hay falta de flujo sanguíneo (isquemia) al antebrazo, lo cual generalmente se presenta cuando hay aumento de presión debido a una hinchazón, una afección que se denomina síndrome compartimental.

Un traumatismo en el brazo, incluyendo una lesión por aplastamiento o fractura, puede llevar a que se presente hinchazón que comprima los vasos sanguíneos y puede disminuir el flujo sanguíneo al brazo. Una disminución prolongada en el flujo de sangre ocasiona daño a los nervios y músculos, haciendo que se acorten y se vuelvan rígidos (cicatrización).

En la contractura de Volkmann, los músculos del antebrazo están gravemente lesionados, lo cual lleva a deformidades por contracturas en los dedos de la mano, la mano y la muñeca.

No debemos confundir el Síndrome compartimental agudo con la Contractura Isquémica de Volkman, la segunda es una secuela de la primera.

### ❖ Complicaciones menores:

Dentro de las complicaciones menores podríamos destacar alteración de la sensibilidad, prurito, edema, ulceración recurrente, herniación muscular.

### ❖ Complicaciones postfasciotomía:

La fasciotomía no es benigna completamente, presenta complicaciones en más de un 25% de los casos, complicaciones como infección, inflamación crónica, dolor crónico, debilidad muscular, lesión neurovascular iatrogénica, defectos estéticos.

## DIAGNOSTICO Y DIAGNOSTICO DIFERENCIAL

El diagnóstico del Síndrome Compartimental es clínico y no se requiere medición de la presión del compartimento, en particular si esto demora el inicio del tratamiento.

Un examen físico revelará:

- Dolor al presionar el área.
- Dolor intenso al mover el área afectada (por ejemplo, una persona con síndrome compartimental en el pie o en la parte inferior de la pierna experimentará dolor intenso al mover los dedos de los pies hacia arriba y hacia abajo).
- Hinchazón en el área.

Sin embargo, la **medición de la presión compartimental** es la técnica más adecuada para el diagnóstico, se encuentra indicada en aquellos casos en los que el examen clínico no es fiable (pacientes con alteración en el sensorio o bajo anestesia general, niños pequeños, pacientes con múltiples lesiones y aquéllos con lesiones nerviosas periféricas).

Cuando se sospecha de Síndrome Compartimental incipiente en un paciente cuyo examen clínico es dudoso o poco confiable, deberá realizarse la medición de la presión compartimental, si la presión es menor de 30 mmHg deberá vigilarse en forma estrecha y con monitorización continua en las siguientes 24 horas (periodo de mayor riesgo).

Aunque no existe un consenso exacto entre los autores de cuándo realizar la descompresión quirúrgica, se considera que las presiones por arriba de 30 mmHg son indicación de fasciotomía.

Se considera normal una presión intracompartimental inferior a 10 mmHg.

Existen diferentes **técnicas desarrolladas para la monitorización de la presión compartimental**.

Whitesides, recomienda que la presión intracompartimental sea comparada con la presión diastólica e indica la fasciotomía cuando la diferencia entre la presión diastólica y la presión intracompartimental es de 20 a 30 mmHg (Figura 6).

Mubarak y colaboradores han popularizado la utilización de un catéter rígido para medir la presión intracompartimental, recomendando la fasciotomía cuando la presión está por encima de 30 mmHg en pacientes normotensos y mayor de 20 mmHg, en pacientes hipotensos (Figura 7).

Recientemente, ha tomado auge la medición de la presión intracompartimental, mediante espectrografía infrarroja, es un método transcutáneo, no invasivo, que mide el grado de oxigenación de los tejidos dentro del compartimento. Se basa en la absorción y reflexión de la luz a través de los tejidos y de moléculas cromóforas específicas, principalmente la oxihemoglobina y la desoxihemoglobina. Se considera que una presión parcial de oxígeno (PmO<sub>2</sub>) de 10 mmHg dentro del compartimento, representa un punto crítico para isquemia muscular irreversible.

## DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL:

- Celulitis.
- Osteomielitis.
- Fractura de estrés.
- Tenosinovitis.
- Trombosis venosa profunda.
- Oclusión arterial (No hay aumento de la presión ni pulso presente).
- Neuropraxia (No hay aumento de la presión ni dolor a la extensión).

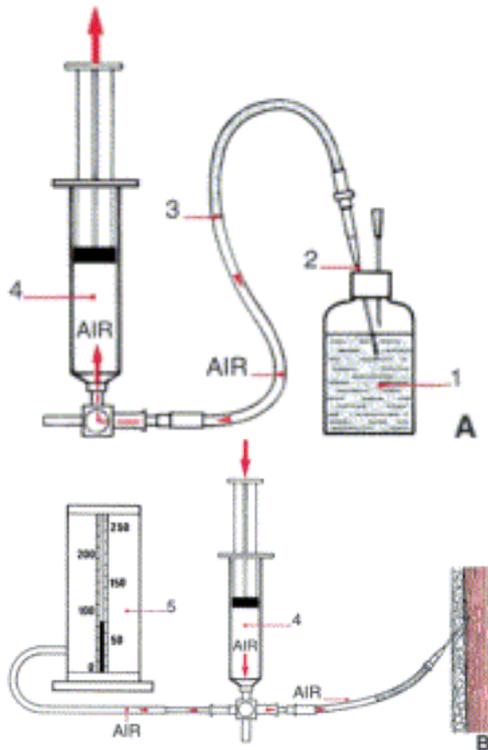


Figura 6.

Medición de las presiones intramusculares con la técnica de Whitesides.

A. En una primera fase, se introduce solución fisiológica con una jeringa hasta la mitad del conducto que contiene la aguja intramuscular.

B. Después de introducir la aguja en el músculo, se ponen en comunicación la jeringa, la columna de líquido y el manómetro de mercurio con la llave de tres vías. 1. Frasco de solución fisiológica; 2. aguja intramuscular nº 18; 3. conducto de perfusión con menisco de solución fisiológica; 4. jeringa de 20 ml; 5. manómetro de mercurio.



Figura 7

Dispositivos para medición directa de presión intracompartimental

### PREVENCION DEL S. COMPARTIMENTAL EN EL PACIENTE TRAUMATICO

Es fundamental tomar una serie de medidas que eviten el desarrollo del síndrome compartimental agudo en el paciente que sufre un traumatismo.

- Historia clínica y exploración: Al valorar una fractura es necesario una correcta exploración nerviosa, vascular y muscular.
- Reducción y fijación correcta de la fractura y sin mucha manipulación, para no agravar la lesión.
- Correcta colocación de drenajes y yesos.
- Vigilancia durante 48 horas de los siguientes parámetros:
  - Pulso
  - Movilidad
  - Dolor
  - Drenaje venoso

Cuando hay alteración de estos parámetros se recomienda medir la presión intracompartimental.

## TRATAMIENTO

Se requiere cirugía inmediatamente mediante la apertura de la fascia muscular para descomprimir el compartimento afecto (fasciotomía). El hecho de demorar la cirugía puede llevar a un daño permanente, debiendo instaurarse el tratamiento en las primeras 6 horas.

Si el diagnóstico se demora más de 24-36 h es recomendable la abstinencia terapéutica, pues la fasciotomía presenta gran morbilidad (alto índice de infección, amputación o muerte del paciente por la aparición de un síndrome de aplastamiento).

Se hacen incisiones quirúrgicas largas a través del tejido muscular con el fin de aliviar la presión, deben evitarse fasciotomías subcutáneas. Las heridas se pueden dejar abiertas (cubiertas con un apósito estéril) y cerrarlas durante una segunda cirugía, generalmente de 48 a 72 horas más tarde.

Es posible que se requieran injertos de piel para cerrar la herida.

Se puede instaurar un tratamiento con cefalosporina de 2ª generación para prevenir infecciones y una férula en posición funcional sin compresión excesiva para mantener inmovilizadas las articulaciones.

Si el problema lo está ocasionando un yeso o un vendaje, se debe aflojar o cortar el apósito para aliviar la presión.

Comenzaremos con medidas iniciales e iremos tomando medidas más agresivas a medida que vemos la evolución del cuadro clínico, en un primer momento quitaremos los vendajes o yesos apretados en los casos que sea ésta la causa.

Si con estas primeras medidas no evoluciona satisfactoriamente procederemos a la realización de una fasciotomía, que consiste en descomprimir un compartimento practicando la apertura completa del mismo. Puede ser necesario abrir varios compartimentos. La herida se deja abierta, y se cubre con un apósito estéril. A los 3-5 días el miembro es examinado de nuevo en quirófano y se comienza la sutura de la piel si el edema ha disminuido y se puede aproximar sin tensión.



Figura 8

La localización de las incisiones dependerá del compartimento afecto:

- Brazo:
  - Compartimento anterior: Incisión anterointerna.
  - Compartimento posterior: Incisión longitudinal posterior
  
- Antebrazo:
  - 3 compartimentos comunicados entre si (anterior, posterior y lateral): Suele ser suficiente una sola incisión curvilínea sobre toda la longitud de la cara volar del antebrazo llegando hasta el túnel del carpo (figura 10).
  
- Mano:
  - Compartimentos interóseos: 2 incisiones dorsales longitudinal al 2º y 4º metacarpiano.
  - Compartimentos palmares: 2 incisiones sobre las eminencias tenar e Hipotenar.
  
- Muslo:
  - Compartimento anterior y posterior: Una única incisión grande sobre la cara lateral, aunque a veces hay que realizar incisión adicional sobre la musculatura aductora (Figura 9).
  - Incisión posterolateral para descomprimir los músculos glúteo mayor, mediano y menor.
  
- Pierna:
  - Compartimentos anterior y lateral: 2 incisiones una vertical anteroexterna desde el tubérculo de Gerdy hasta el ángulo tibioperoneo inferior para los dos primeros (Figura 11).
  - Compartimento posterior superficial y profundo: Incisión vertical de unos 2 cm posterior al borde tibial posterior.
  
- Pie:
  - Compartimentos interóseos: 2 incisiones longitudinales sobre el dorso del pie centrada sobre la diáfisis del 4º metacarpiano y la otra entre el 1º y 2º metacarpiano (Figura 8).
  - Compartimentos medial, lateral, central superficial, aductor del primer dedo y calcáneo: Incisión en “L” sobre la cara medial del pie.

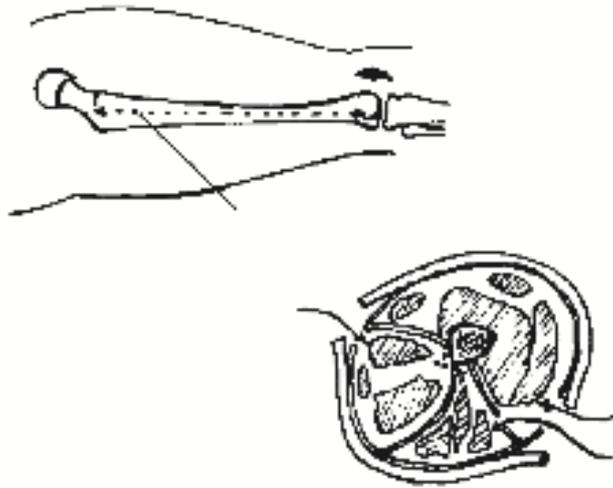


Figura 9. Fasciotomía del muslo

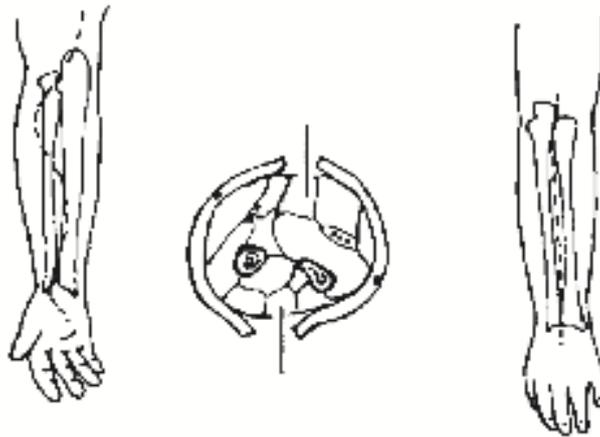


Figura 10. Fasciotomía del antebrazo

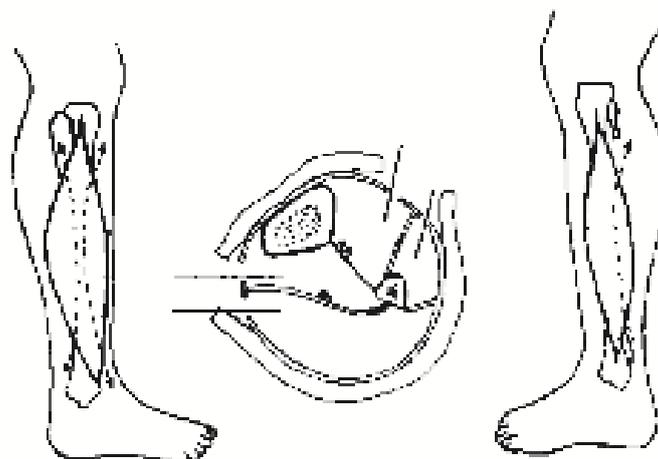


Figura 11. Fasciotomía de la pierna

## CONCLUSIONES

- El síndrome compartimental es el conjunto de signos y síntomas secundarios al aumento de la presión en una celda fascial de un miembro, hasta disminuir o eliminar la presión de perfusión capilar comprometiendo la viabilidad de los tejidos en dicha celda.
- En el 70% de los casos es debido a origen traumático.
- La clínica del síndrome compartimental incluye las 6 "P": Pain, parestesia, presión, palidez, parálisis, pulselessness.
- Las complicaciones mas severas abarcan lesiones permanente en los nervios y los músculos y en casos más severos, se puede requerir la amputación.
- El diagnóstico es clínico y no se requiere medición de la presión del compartimento, en particular si esto demora el inicio del tratamiento y en caso de precisas medición, se podrá usar medidores de presión.
- El diagnostico diferencial hay que realizarlo sobretodo con la oclusión arterial y con la neuropraxia.
- En el síndrome compartimental agudo en primer lugar deben ser retirados los vendajes constrictivos y yesos, luego observar y reevaluar clínicamente en 30-60 minutos y finalmente realizar fasciotomía.
- Se requiere cirugía inmediatamente mediante la apertura de las fascia muscular para descomprimir el compartimento afecto (fasciotomía). El hecho de demorar la cirugía puede llevar a un daño permanente, debiendo instaurarse el tratamiento en las primeras 6 horas.
- La realización de la fasciotomía depende del compartimento a descomprimir, por lo tanto según la región hay que realizar el gesto quirúrgico de una u otra manera.

## BIBLIOGRAFIA

1. Botte  
extremity. *Hand Clin*, 1998; 14 (3): 483-97.
2. Botte, MJ; Fronek, J; Pedowitz, RA: Exertional compartment syndrome of the upper extremity. *Hand Clin*, 1998; 14 (3): 477-82.
3. Van Essen, GJ; McQueen, MM: Compartment syndrome in the lower limb. *Hosp Med*, 1998 59(4): 294-7.
4. DBotte, MJ; Gelberman, RH: Acute compartment syndrome of the forearm. *Hand Clin*, 1998; 14 (3): 391-403.
5. Gellman, H; Buch, K: Acute compartment syndrome of the arm. *Hand Clin*, 1998; 14 (3): 385-9.
6. Yamaguchi, S; Viegas, SF: Causes of upper extremity compartment syndrome. *Hand Clin*, 1998; 14 (3): 365-70.
7. Touliopolous, S; Hershman, EB: Lower leg pain. Diagnosis and treatment of compartment syndromes and other pain syndromes of the leg. *Sports Med* 1999;27(3):193-204.
8. Ortiz, JA Jr; Berger, RA: Compartment syndrome of the hand and wrist. *Hand Clin*, 1998; 14 (3): 405-18.
9. Cândido L.C., Dantas S.R.E.P., Jorge S.A: Tratamento das Feridas Cirúrgicas Pós-Fasciotomia Descompressiva dos Membros. *Rev.Esc.Enf.USP*, 33(Esp):228, 1999.
10. Kalyani BS, Fisher BE, Roberts CS, Giannudis PV, Compartente Syndrome of the forearm: A systematic review, *J Hand surg* 2011; 36A: 535-543.
11. Whitesides TE, y Heckman MM, The Pa- thophysiology of Compartment Syndrome: *Tech Orthop* 2012: 27, 2-7.
12. Matsen FA III, Rorabeck CH. Compartment syndromes. *Instr. Course Lect.* 1989; 38: 463-472.
13. Leversedge FJ, Moore TJ, Peterson BC, Seiler JG, Compartente Syndrome of the Upper Extremity, *J Hand Surg* 2011; 36A: 544-560.
14. Mubarak SJ, Owen CA, Hargens AR, et al: The wick cateter technique for measurement of intramuscular pressure: A new research and clini- cal tool. *J Bone and Joint Surg Am* 1976; 58:1016- 1020.
15. Cole AL, Smith EK, Austin AV, Freedman BA, Shuler MS: Near-infrared spectroscopy Moni- toring for Compartment syndrome. *Techniques in Orthopaedics*, 2012, 22, 1,15-21.

16. Mok JM, Hansen EN, Kang H, Kandemir U: Diagnosis of Acute Compartment Syndrome: Direct Measurement of Tissue Oxygenation. *Techniques in Orthopaedics*, 2011, 27,1, 22-29.
17. Harvey EJ, Sanders DW, Shuler MS, et al, What's New in Acute Compartment Syndrome? *J Orthop Trauma*. 2012, 26,12, 699-702.