

## EL SÍNDROME COMPARTIMENTAL EN LA MEDICINA DEPORTIVA

### THE COMPARTMENTAL SYNDROME IN SPORTS MEDICINE

**ORTIZ-CARRILLO JUAN CARLOS**

[jcortizc@ut.edu.co](mailto:jcortizc@ut.edu.co)

Profesor del Departamento de Ciencias Clínicas.  
Programa de Medicina.  
Universidad del Tolima.  
Ibagué

**MAHECHA VANEGAS MARIO ROMAN**

Estudiante del Programa de Medicina.  
Universidad del Tolima.  
Ibagué

#### Resumen:

El síndrome compartimental es una entidad de aparición poco frecuente en el deporte, si lo comparamos con un sin fin de lesiones presentadas en medicina deportiva; sin embargo, es importante conocerlo porque induce a una consulta médica de emergencia en los escenarios deportivos, en los casos agudos, e incapacita al deportista en casos crónicos. El síndrome compartimental se asocia principalmente con los deportes de contacto o de resistencia y su clasificación es de acuerdo al tiempo de aparición, en agudo y crónico (por sobreesfuerzo) o según el sitio anatómico. Para detectarlo de forma aguda, sus signos y síntomas clásicamente definen de manera nemotécnica las “6 P”. Existen aún controversias con relación a estas dos entidades: el síndrome compartimental crónico podría aparecer con otros hallazgos asociados, dependiendo del sitio comprometido, haciendo que se confunda fácilmente con otros procesos. Esta entidad debemos sospecharla en todo deportista cuando aparezca un dolor que es exagerado en la extremidad o compartimiento del cuerpo afectado, comparado con el mecanismo de la lesión y cuando existen en la extremidad afectada los signos para completar las “6 P”, asociado con las causas que lo originan y a los factores de riesgo.

Si se sospecha el síndrome compartimental agudo (SCA), es mandatorio comprobarlo con la medición de las presiones intra-compartimentales, de tipo invasivo por el profesional médico que atiende al paciente, y descartar otras entidades. También es útil enviar exámenes paraclínicos séricos para comprobar mio-necrosis asociada, junto con la toma de exámenes imagenológicos, si la atención tecnológica lo permite. Siempre ante un síndrome compartimental se debe pensar en las complicaciones asociadas consecuentes. La fasciotomía temprana es el tratamiento de elección en el SCA y queda a criterio del especialista el practicarla en el síndrome compartimental crónico de esfuerzo (SCCE). Con relación al SCCE, se debe suspender la actividad que se esté realizando, tratar al paciente con otras medidas que podrían disminuir el proceso, incluyendo analgesia

potente, manejo del calzado o manejo de superficie para evitar aumentarlo, analgésicos bajo escalas del dolor y hasta fármacos como la toxina A botulínica por personal experto. El SCCE debe siempre manejarse de manera expectante por un especialista, porque podría necesitar manejo quirúrgico de forma definitiva. La evaluación especializada y la toma de decisiones adecuadas prontamente por el personal de entrenamiento deportivo pueden evitar complicaciones transitorias o permanentes en el individuo afectado. Esperamos que esta revisión pueda despertar la conciencia en todas las personas que practican los deportes, sus orientadores y el personal médico y no médico, para una mejor detección de esta complicación de las lesiones deportivas.

**Palabras clave:** Síndrome compartimental, síndrome compartimental agudo, síndrome compartimental crónico de esfuerzo, atletas corredores, deportes de contacto, deportes náuticos, motociclistas, diagnóstico, fisiopatología, tratamiento, fasciotomía.

#### **Abstract:**

The compartment syndrome is an entity of rare appearance in sports, if we compare to the myriad of injuries presented in sports medicine; however, it is important to know it, because it induces an emergency medical consultation in sports scenarios, in acute cases, and incapacitates the athlete in chronic cases. The compartment syndrome is mainly associated with contact or endurance sports and its classification is according to the time of appearance, in acute and chronic (by exertional) or according to the anatomic site. In order to detect it in an acute presentation, their signs and symptoms classically define in a nemotechnical "6 P's". There are still controversies in relation to these two entities: the chronic compartment syndrome could appear with other associated findings, depending on the committed site, making it easily confused with other processes. This entity should be suspected in every sportsman or woman when pain appears that is exaggerated in the affected extremity or body compartment, compared to the mechanism of the injury and when there are signs in the affected extremity to complete the "6 P's", associated with the causes that originate it, and the risk factors.

If the acute compartment syndrome (ACS) is suspected, it is mandatory to check it, with the measurement the intra-compartment pressures of an invasive type must be checked by the attending medical professional for, and rule out other entities. It is also useful to send serum para-clinical tests to check for associated mio-necrosis, together with the taking of imaging tests, if technological care allows it. Always when faced with a compartment syndrome, the associated complications must be considered. Early fasciotomy is the treatment of choice in ACS and it is up to the specialist to practice it in the exertional chronic compartment syndrome (ECCS). In relation to ECCS, the activity that is being carried out must be suspended, to treat the patient with other measures that could diminish the process, including powerful analgesia, shoe handling, or surface handling to avoid to increase it, analgesics under scales of pain and until drugs like the botulinum toxin A by expert personnel. ECCS should always be managed expectantly by a specialist, because it could need surgical handling of definitive form. Specialized evaluation and appropriate decision making by sports training staff in a timely manner can avoid temporary or permanent complications in the affected individual. We hope that this review can awaken the conscience

among all the people who practice sports, their counselors, and medical and non-medical personnel for better detection of this complication of sports injuries.

**Key words:** Compartment syndrome, acute compartment syndrome, chronic exertional compartment syndrome, athlete runners, contact sports, water sports, motorcyclists, diagnosis, pathophysiology, treatment, fasciotomy.

### Resumo:

A síndrome compartimental é uma entidade de rara aparência no esporte, se compararmos com a miríade de lesões apresentadas na medicina esportiva; entretanto, é importante conhecê-la, pois induz uma consulta médica de emergência em cenários esportivos, em casos agudos, e incapacita o atleta em casos crônicos. A síndrome compartimental está associada principalmente aos esportes de contato ou de resistência e sua classificação é de acordo com o tempo de aparecimento, em casos agudos e crônicos (por esforço) ou de acordo com o local anatômico. A fim de detectá-la em uma apresentação aguda, seus sinais e sintomas definem classicamente em um "6 P's" nemotécnico. Ainda existem controvérsias em relação a estas duas entidades: a síndrome do compartimento crônico poderia aparecer com outros achados associados, dependendo do local comprometido, tornando-o facilmente confundido com outros processos. Esta entidade deve ser suspeita em todo desportista quando a dor aparece exagerada na extremidade afetada ou no compartimento corporal, em comparação com o mecanismo da lesão e quando há sinais na extremidade afetada para completar os "6 P's", associados às causas que a originam, e aos fatores de risco.

Se houver suspeita da síndrome do compartimento agudo (SCA), é obrigatório verificá-la, com a medida as pressões intra-compartimentais de um tipo invasivo devem ser verificadas pelo profissional médico assistente para, e descartar outras entidades. Também é útil enviar testes paraclinicos de soro para verificar a mio-necrose associada, juntamente com a realização de testes de imagem, se os cuidados tecnológicos o permitirem. Sempre quando diante de uma síndrome compartimental, as complicações associadas devem ser consideradas. A fasciotomia precoce é o tratamento de escolha na SCA e cabe ao especialista praticá-la na síndrome compartimental crônica do esforço (SCEC). Em relação à ECCS, a atividade que está sendo realizada deve ser suspensa, para tratar o paciente com outras medidas que possam diminuir o processo, incluindo analgesia potente, manipulação de sapatos ou manipulação de superfície para evitar aumentá-la, analgésicos sob escalas de dor e até drogas como a toxina botulínica A por pessoal especializado. O ECCS deve sempre ser gerenciado com expectativa por um especialista, pois pode precisar de manuseio cirúrgico de forma definitiva. A avaliação especializada e a tomada de decisão apropriada pelo pessoal de treinamento esportivo de forma oportuna podem evitar complicações temporárias ou permanentes no indivíduo afetado. Esperamos que esta revisão possa despertar a consciência entre todas as pessoas que praticam esportes, seus conselheiros e o pessoal médico e não médico para melhor detectar esta complicação de lesões esportivas.

**Palavras-chave:** Síndrome compartimental, síndrome do compartimento agudo, síndrome do compartimento de esforço crônico, corredores esportivos, esportes de contato, esportes aquáticos, motociclistas, diagnóstico, fisiopatología, tratamiento, fasciotomía.

## **Introducción**

El practicar deporte puede producir estrés en los tejidos musculoesqueléticos, en los casos extremos pueden afectar dichos tejidos, de una forma catastrófica de forma aguda o crónica, como es el síndrome compartimental. Esta entidad ocupa un lugar importante en las lesiones deportivas graves, sin embargo, el personal que asesora a los deportistas en la salud y el rendimiento deportivo, desconocen su existencia en un gran porcentaje, llegando a generar verdaderas emergencias médicas en los sitios de práctica deportiva.

El objetivo del presente artículo es definir el síndrome compartimental en los tejidos blandos (músculo-esqueléticos), su epidemiología dentro de las lesiones deportivas en los deportes de contacto, su clasificación, sus causas, los signos y síntomas, el diagnóstico, el tratamiento y las complicaciones de la entidad, para el conocimiento del personal que asesora a los deportistas en salud, así como a los deportistas per se.

## **definición del síndrome compartimental:**

En el cuerpo humano, existen unos compartimientos o espacios cerrados, cubiertos de fascias, que contienen músculos, paquetes vasculo-nerviosos e intersticio, que se encuentran repartidos en todo el cuerpo, principalmente en las extremidades y el tronco. Se define como síndrome compartimental al aumento de la presión de un compartimiento anatómico, donde se encuentran compartimientos mio-fasciales. (Sherry, 2002; Zenteno-Chavez,2018; Schmidt, 2016; Jara et al, 2020)

## **Epidemiología y causas del síndrome compartimental**

Las investigaciones mundiales indican las tasas de la incidencia total con relación en las lesiones deportivas, que en general dependen del tiempo de práctica, horas de competición o juegos y estas tasas son muy variables: desde 1,7 a 53 lesiones por 1000 horas de práctica deportiva, entre 0,8 y 90,9 por 1000 horas de entrenamiento, entre 3,1 y 54,8 por 1000 horas de competición y de 6,1 a 10,9 por 100 juegos. Esta variación es producto de factores que se podrían explicar por las diferencias existentes entre los deportes, los países, el nivel competitivo, las edades de las personas y la metodología empleada en los estudios. Sin embargo, en las investigaciones de países industrializados, como Australia, se reporta una incidencia del síndrome compartimental en el 3,5 % del total de las lesiones deportivas. Este estudio reporta este porcentaje, en el seguimiento de un total de 2429 deportistas, en los deportes de contacto y los deportes de resistencia (Osorio et al, 2007). La interpretación que podemos otorgar a estos estudios se concluye que en las estadísticas anteriores no se especifican si los síndromes compartimentales son agudos o crónicos (por esfuerzo) en la población estudiada.

#### Causas del Síndrome Compartimental:

En la tabla 1, se describen las causas de síndrome compartimental agudo (SCA) desde el punto de vista médico que pueden ser: fracturas, contusiones, trastornos hemorrágicos, quemaduras, vendajes o yesos demasiado apretados o los procesos de revascularización después de la isquemia en una enfermedad determinada (Márqueza et al,2020).

Dentro de las causas de la tabla 1, las 2/3 del total del SCA son secundarios a fracturas, siendo la fractura en la diáfisis tibial, la responsable de 1/3 de todas las presentaciones (Duckworth & McQueen, 2017; Sherry,2002). El segundo sitio de aparición es el antebrazo con una prevalencia de hasta un 3% en caso de ser precedido por una fractura diafisaria, o un 0,25% en caso de fractura distal del radio (Duckworth & McQueen, 2017).

<u>CAUSAS DEL SINDROME COMPARTIMENTAL</u>	
<p><b><u>TRAUMATICAS:</u></b>  <b>Fracturas</b> :1/3 casos y las 2/3 partes de estas son Fracturas tibiales diafisarias; radio, ulna, otras.  <b>Contusiones</b>  <b>Quemaduras</b>  <b>Heridas por aplastamiento</b>  <b>Otras:</b> mordeduras de serpientes, picaduras por insectos, infección.</p>	<p><b><u>NO TRAUMATICAS:</u></b>  <b>Trastornos de Coagulación</b>  <b>Sobredosis de drogas</b>  <b>Ejercicio</b>  <b>Otras:</b> Obesidad, postración, Síndrome de Ehler-Danlos, anemia drepanocítica, rabdomiolisis, síndrome nefrótico, malignidad o síndrome linfoblástico.  <b>Iatrogénicas:</b>                      Vendajes o yesos apretados, pantalones antishock (MAST);                      Fármacos: Anticoagulantes, Estatinas, vasoconstrictores;                      Venoclisis, infiltraciones Anestésicas, infusión intraosea;                      Choque y resucitación exhaustiva.                      Quirúrgicas: Revascularización quirúrgica, cierre de defectos faciales, posición prolongada durante la cirugía.</p>

Tabla 1. por los autores, basado en las referencias.

En general, a pesar de las múltiples causas del SCA, se considera una entidad frecuente en pacientes jóvenes con una incidencia anual de 3.1 por cada 100.000 habitantes (Duckworth & McQueen, 2017; Márqueza et al,2020). Se considera una mayor prevalencia en los jóvenes por presentar una mayor masa muscular y una menor perfusión por la presión arterial, en comparación con los adultos mayores o ancianos; que tienen lo contrario (Duckworth & McQueen, 2017; Schmidt, 2017).

Los hombres son los más afectados, llegando a 7,3 por cada 100000 habitantes, en comparación con las mujeres que tienen una estimación de 0,7 por cada 100000 habitantes, y la relación entre hombre: mujer se presenta una relación 10: 1 (Duckworth & McQueen, 2017).

Dependiendo del sitio anatómico las causas del SCA pueden también variar, constituyéndose en factores de riesgo para la aparición de la entidad (Jara et al, 2020; Marqueza et al, 2020).

Otras causas relacionadas con SCA son: fracturas diafisarias de antebrazo y las fracturas de la parte distal del radio, heridas por aplastamiento, la sobredosis de drogas y el uso de anticoagulantes, entre otros (Duckworth & McQueen; 2017; Márqueza et al,2020). En la tabla 2 se enuncian otros los factores de riesgo para un SCA en medicina y los factores de riesgo que demoran su diagnóstico, considerado como una emergencia médica en la actualidad (Duckworth & McQueen, 2017).

<u>FACTORES DE RIESGO PARA EL DESARROLLO O DIAGNOSTICO TARDIO DE UN SINDROME COMPARTIMENTAL AGUDO</u>	
<u>FACTORES DE RIESGO PARA EL DESARROLLO DE UN SINDROME COMPARTIMENTAL AGUDO</u>	<u>FACTORES DE RIESGO PARA EL DIAGNOSTICO TARDIO DE UN SINDROME COMPARTIMENTAL AGUDO:</u>
EDAD (joven)	Confianza en solamente los signos clínicos.
FRACTURA (de tibia)	Infancia
FRACTURA DE ALTA ENERGIA (femoral con astillas o de antebrazo)	Daño neurológico asociado
ANORMALIDADES DE LA COAGULACIÓN (uso de warfarina)	Disminución o Alteración en el nivel de la conciencia
POLITRAUMATISMO	Anestesia Regional
Incremento de LACTATO O DEFICIT DE BASE	Analgesia controlada por el paciente
TRANSFUSIONES	Inexperiencia en el personal médico

Tabla 2 según Duckworth & McQueen, 2017

Con relación al Síndrome Compartimental crónico de esfuerzo (SCCE), estudios indican que aparece frecuentemente en los adultos que hacen ejercicios repetitivos productos de los deportes de resistencia como los atletas corredores (de aparición en miembros inferiores) o deportes náuticos de remo o en motociclistas profesionales (de aparición en miembros superiores), junto con actividades deportivas o militares de marcha; sin embargo, inicialmente no es considerado como emergencia médica (Buerba, 2019, Bastias & Del Fresno, s.f).

Por otra parte, se ha observado un aumento de los casos de síndrome compartimental en población pediátrica, adolescente y en género femenino ( Buerba et al, 2019). En nuestra revisión de literatura actualizada, aún se desconoce la razón del cambio de la tendencia a población adolescente y pedriatica, la incidencia y prevalencia de este padecimiento en Latinoamérica, e incluso en nuestro país aún no existen reportes oficiales de la incidencia del síndrome compartimental agudo o crónico en las lesiones deportivas de los deportes de contacto o de resistencia.

### **Clasificación:**

En esta revisión la clasificación del síndrome compartimental se toma según el tiempo de su aparición y según la localización anatómica. En teoría y desde el punto de vista anatómico, en cualquier parte de las extremidades o del tronco, donde existen compartimientos musculoesqueléticos, podría aparecer un síndrome compartimental (Ortiz-Carrillo, 2015a).

La tabla 3, es una representación esquemática al respecto de los compartimientos en la extremidades superiores e inferiores:

Compartimientos	Miembro superior	Miembro inferior
compartimientos <u>proximales</u> (en brazo y en muslo)	Deltoideo, Anterior y Posterior	Glúteo, Iliaco, Anterior y Posterior.
compartimientos <u>medios</u> ( en antebrazo y pierna)	Volar, Lateral y posterior.	lateral, posterior profundo, posterior superficial.
compartimientos <u>distales</u> ( en mano y pie)	Palmar medio, tenar e hipotenar	anterior, lateral y medial

Tabla 3, según Bastias & Del Fresno, s.f.; Ortiz-Carrillo, 2015a.

### Síndromes compartimentales según la localización:

En cuanto la clasificación del síndrome compartimental, según el compartimento anatómico afectado por el mismo, se propone una organización anatómica desde lo craneal a lo caudal:

En la extremidad superior:

**Síndrome compartimental del antebrazo:** afectando el compartimento del antebrazo, es considerado el segundo más común del originado por las fracturas, luego de la diáfisis de la tibia en la pierna (Duckworth & McQueen; 2017). El síndrome compartimental del antebrazo se manifiesta con dolor en la articulación de la muñeca o en el antebrazo y puede ocurrir de forma aguda o crónica por sobre-esfuerzo. EL SCCE aparece principalmente en motociclistas, deportistas de Kayak o remeros (O'hEireamhoin et al, 2011).

**Síndrome compartimental de la mano:** Este síndrome es de localización poco frecuente y pueden tener múltiples desencadenantes, entre los que se encuentran: fractura, trauma, quemaduras, infiltración intravenosa, compresión externa, infección, hemorragia, envenenamiento por serpientes y picaduras por insectos (Jara et al, 2020; Orta et al, 2018). Según la literatura, el compartimento de la mano más comprometida en traumas son los músculos interóseos (Orta et al, 2018).



En el tronco:

**Síndrome compartimental paravertebral lumbar:** Es una entidad aún más rara, que puede ocurrir en personas sin antecedentes de traumas o de lumbago, pero siempre está asociado a un sobre esfuerzo lumbar por las posturas extremas en extensión del tronco en los largos periodos de tiempo, en algunos deportes náuticos, como la vela (Ogoshi et al, 2020). Es de difícil diagnóstico, y se puede sospechar por la aparición de dolor intenso paravertebral repentino con disestesia en la región paravertebral, sin embargo, es importante confirmarlo y asociarlo con exámenes paraclínicos como la CPK alta sérica, la mioglobina sérica alta y el estudio de imagenología (ver adelante en el diagnóstico).

En la extremidad inferior:

**Síndrome compartimental glúteo:** Es de localización poco frecuente y se relaciona más con las inmovilizaciones prolongadas como en el caso de pacientes inconscientes o cirugías prolongadas (Márqueza et al,2020). Dentro de los factores de riesgo para el desarrollo del mismo encontramos: pérdida de conocimiento prolongada, posición inadecuada durante procedimiento quirúrgico prolongado, anestesia epidural, obesidad, tratamiento con antiagregante/anticoagulante, con estatinas, intramusculares en glúteo, adicción drogas/alcohol Síndrome de Ehler-Danlos, anemia drepanocítica (Márqueza et al,2020).

**Síndrome compartimental tibial:** Es el síndrome compartimental más común. Anatómicamente es dada por la afección de los compartimentos musculares contiguos a la tibia, donde se encuentran 4 compartimentos musculares: anterior, lateral, posterior superficial y posterior profundo (Duckworth & McQueen, 2017; Ortiz-Carrillo JC, 2015a). Se confirma clínicamente es cuando la presión del compartimiento de la pierna excede 30 mm Hg (o dentro de 10 a 30 mm Hg de la TA diastólica comparativamente (Sherry, 2002). Ver diagnóstico más adelante.

**Síndromes compartimentales según el tiempo de aparición:**

En cuanto a la clasificación según el tiempo de la lesión nos encontramos con 2 tipos de síndrome compartimental (Bastias & Del Fresno, s.f):

**Síndrome compartimental agudo (SCA):** caracterizado por aparecer de manera repentina, suele ser secundario con una etiología variable (ver tabla 1 y 2), siendo la causa más frecuente, el trauma con fracturas (Duckworth & McQueen, 2017; Schimdt,2016; Schmidt,2017). En su presentación, afecta a las extremidades de forma unilateral y con rápida evolución, con las consecuencias irreversibles si no se maneja de manera rápida y eficiente (Duckworth & McQueen, 2017).

**Síndrome compartimental crónico del esfuerzo (SCCE):**

Según Buerba (2019), fue descrito por primera vez descrito en 1912, y suele aparecer de manera progresiva y de manera transitoria, durante la realización de ciertas actividades que producen movimientos repetitivos musculares en las extremidades. Las actividades relacionadas en el deporte son: a) En los miembros superiores: atletismo (corredores) , deportes en “canchas” y marchistas militares de larga distancia; b) en los miembros superiores: remadores de deportes náuticos y motociclistas profesionales. ( Buerba et al, 2019). A diferencia del SCA , este síndrome compartimental puede ser reversible y suele presentarse de forma bilateral, relacionándose además con eventos como las hernias o las insuficiencias en la elasticidad muscular (Sherry, 2002).

Por su cuadro clínico, el SCCE es más difícil de detectar porque la mayoría de las veces se piensa en otras entidades.

Otras clasificaciones:

En revisiones anteriores, como Falcón González et al (2009), aparece una tercera entidad denominado SINDROME DE APLASTAMIENTO (en inglés Crush Síndrome), que se puede entender como la expresión más extrema de un SCA, con una asociación causal entre el tiempo prolongado por la compresión de la extremidad y que puede llevar a las consecuencias posteriores que ocurren en un SCA.

**Fisiopatología del síndrome compartimental agudo y crónico:**

La teoría más aceptada es **la teoría del gradiente de la presión**, dentro de la masa compartimental miofascial (Schmidt, 2016), pero a pesar de esta teoría, su completa fisiopatología no está explícita aún, (Bastias & Del Fresno, s.f, Schimdt, 2016; Duckworth & McQueen, 2017). Esta teoría propone que si el flujo sanguíneo es insuficiente para un compartimento se producirá una isquemia de los tejidos, que favorece el estado de inflamación, con su aumento de la presión osmótica junto al edema e hinchazón. Algo muy similar a la teoría de Monro-Kellie, que explica el desbalance de las presiones dentro del cráneo humano y que podría afectar el sistema nervioso central (Ortiz-Carrillo, 2015b). De manera secuencial, en los compartimientos musculo-esqueléticos, el proceso en conjunto comprometerá aún más el aporte sanguíneo, este círculo vicioso aumentará el gradualmente la presión, en un compartimento donde el espacio es limitado, y con el aumento de la presión intra-compartimental, conducirá a la necrosis tisular y a daños irreversibles (Bastias & Del Fresno, s.f, Schimdt, 2016; Grijelmo et al., 2017).

### **Fisiopatología del síndrome compartimental agudo:**

En el caso de SCA, los cambios anteriormente comentados de aumento de presión intracompartimental produce acumulación de sangre a nivel venoso (hipertensión venosa) , con salida de líquido hacia los tejidos ( transudado), producto de la pérdida de equilibrio entre las presiones intravasculares y presiones tisulares, por medio de las fuerzas de Starling ( Ortiz-Carrillo; 2015b),llevando a edema en los tejidos, luego isquemia y luego mio-necrosis ( Ortiz-Carrillo, 2015b; Schmidt, 2016). Se ha estimado que la mio-necrosis puede ocurrir en las siguientes 2 horas del comienzo del daño en más del 35% de los pacientes con SCA (Vaillancourt et al, 2004). Los cambios en la liberación de la mioglobina de las células musculares lesionadas, hacia el sistema sanguíneo, causarían finalmente mioglobinuria, junto con la acidosis metabólica e hiperpotasemia producidas por las lesiones consecuentes. La consecuencia posterior, en casos extremos, producto de la mioglobinuria y junto a la hiperpotasemia, conyebará a la insuficiencia renal (Márqueza et al,2020; Grijelmo et al., 2017), las arritmias cardiacas e inclusive el paro cardiorrespiratorio (Falcon Gonzalez et al, 2009; Márqueza et al,2020).

Por todas estas consecuencias que pueden llevar a la fatalidad en el paciente, se considera al síndrome compartimental agudo (SCA) como una emergencia médico-quirúrgica que debe ser atendida lo más rápido posible (Marqueza et al,2020).

Es importante decir que la presencia de una herida abierta no implica necesariamente que los compartimentos estén descomprimidos. Es por esto, que el SCA puede observarse luego de presentarse una fractura abierta (Falcón González et al, 2009).

### **Fisiopatología del síndrome compartimental crónico por esfuerzo:**

El SCCE es de etiología multifactorial que involucra una serie de eventos a saber: inicia con una sobreactividad de la actividad muscular, que produce un aumento del volumen muscular y micro desgarros, se genera así un círculo vicioso que comienza con el edema muscular dentro de una fascias inelástica, se aumenta la presión del tejido, y según Ortiz-Carrillo (2015b) se producen los mismos mecanismos del desequilibrio en las fuerzas de Starling a nivel fisiológico, haciendo que haya una presión sobre los vasos sanguíneos que suplen de oxígeno al tejido, con la siguiente acumulación de productos metabólicos de desecho intratisular, conduciendo a la hipercapnia ( aumento de CO<sub>2</sub> ), vasodilatación local consecuyente, aumento de la permeabilidad capilar y aumento del volumen del líquido intra y extravascular. Este proceso conlleva a un mayor edema tisular intramuscular e intersticial, insuficiencia linfática y venosa, con la disminución de la perfusión sanguínea en el compartimiento afectado, siguiendo el ciclo hasta producir consecuencias como la isquemia tisular con sus signos y síntomas (Buerba et al 2019; Falcon González et al, 2009; Sherry, 2002).

En general, a pesar de la pérdida de consenso en su fisiopatología, aún hay eventos poco comprendidos, que producen el SCCE aceptando primariamente el sobre-esfuerzo muscular repetido dentro de un compartimiento con una fascia inelástica aunado a una disminución de la perfusión en el miembro afectado (Buerba et al, 2019).

### Signos y síntomas:

Al ser un síndrome con afectación específica del compartimento afectado, en la etapa aguda, osea en el SCA, se observan una serie de signos y síntomas que afectan exclusivamente dicho compartimento, estos son los llamados *signos clásicos*, que los autores describen como un dolor exacerbado por el estiramiento, la extremidad hinchada y tensa, la falta de pulso en la extremidad, la palidez al observar la extremidad y la sensación de parestesias y pérdida de fuerza o paresias (Badeh et al., 2009; Prayson et al., 2006; Schmidt, 2016). Según Arroyo Lopez et al (2018), los síntomas clásicos que comprenden dolor, parestesia, palidez y perdida funcional o paresia de la zona afectada, aparecen cuando la presión intra-compartimental está entre 20-30 mm Hg, siendo la presión más crítica cuando es  $> 30$  mm Hg (Ver adelante en el diagnóstico).

De manera didáctica, se puede decir que el síndrome compartimental contiene los síntomas y signos de las “**seis P**”: Según Arroyo Lopez et al (2018) existen 5 “P” en Inglés: Pain (dolor), Pallor (Palidez), Pulselessness (Ausencia de Pulso), Paresthesias (parestesias), Paralysis (parálisis). Y nosotros adicionamos la sexta “P”, según Falcón González et al (2009), en español: la Presión a palpación (es decir, se palpa tensa la piel).

Según el anterior documento, la aparición en el tiempo de estas “P” son los siguientes: los signos iniciales son Pain ( dolor) y Parestesia ; y los signos tardíos son la Palidez, Pulselessness ( ausencia de Pulso) y Parálisis. Sin embargo, existen compartimientos del cuerpo humano que no tienen los signos clásicos y pueden tener variaciones en su presentación clínica, a saber:

- El dolor es el síntoma considerado como un marcador temprano más fiable del desarrollo del síndrome compartimental; sin embargo, no todos los pacientes con alteraciones de la sensibilidad desarrollan este síntoma, ya que se encuentran casos documentados donde se presenta un síndrome compartimental sin la aparición de dolor en el cuadro clínico (Badeh

et al., 2009), por ejemplo en pacientes inconscientes (Schmidt,2016). Se ha observado que el dolor que no se correlaciona con el daño y el dolor a la extensión pasiva del compartimento afectado, presenta una sensibilidad del 19% y una especificidad del 97%; (Buerba et al 2019; Duckworth & McQueen, 2017)

Con relación al SCA de la mano, se encuentra una mano tensa y edematosa, postura de extensión de las articulaciones metacarpo-falángicas, y flexión de las articulaciones inter-falángicas proximales y distales (Jara et al, 2020).En cuanto a la hinchazón del compartimento, posee una sensibilidad del 54% pero solo una especificidad del 74%.

Por toda esta disparidad entre los hallazgos en el examen físico, se debe hacer un diagnóstico más preciso midiendo las presiones intra-compartimentales (Buerba et al 2019; Duckworth & McQueen, 2017, Schmidt, 2016).

Con relación al SCCE, cuando se produce el proceso circular, los síntomas que se presentan denotan inicialmente la isquemia tisular (producto de la hipoxemia tisular), como: el dolor intenso (asociado o no a desaparecer con la inmovilización o con la analgesia habitual), el deterioro de la función muscular pasiva y activa, la parestesia, y los cambios de la sensibilidad nerviosa, con parálisis del nervio e incluso pie caído ( Buerba et al 2019, Sherry,2002). En el SCCE el dolor típicamente empeora cuando se inicia la actividad deportiva, pero tiende a mejorar en minutos u horas con la inactividad o el reposo (Buerba et al, 2019).

### **Diagnóstico**

Desde el punto de vista de medicina deportiva el síndrome compartimental es poco diagnosticado, por falta de conocimiento del personal de salud y del personal de asesoría en el entrenamiento deportivo. En nuestra revisión, el mejor diagnóstico se basa en la sospecha basada en la anamnesis clínica (Zenteno-Chavez,2018), es decir, basado en lo que dice el deportista o los signos que encuentra en el examen físico.

Con relación al SCA cuando el dolor es desproporcionado comparado con el daño y se agrava con el estiramiento pasivo del compartimiento afectado, y debería confirmarse el diagnóstico con un monitoreo diagnóstico de presión (Badeh et al., 2009). En la revisión de literatura, los autores indican que la medición de la presión compartimental estará indicada siempre que existan dudas diagnósticas en pacientes con riesgo (Falcón González et al, 2009; Schmidt, 2016).

Con relación al diagnóstico diferencial del SCCE a nivel médico especializado, con otras entidades, no es propósito de esta revisión.

#### **Método de medición de presión intra compartimental:**

Desde la década de los 1970s la presión intracompartimental ha sido instaurada, y representa la presión de perfusión tisular como un valor fisiológico importante que representa las presiones intracompartimentales de los tejidos en un tiempo determinado. La presión de perfusión tisular, conocida como Delta P, es definida como la diferencia entre la presión diastólica del paciente y la presión intra compartimental medida por la técnica (Schmidt, 2016). Para la década de los 90's se instauró el **método de medición de las presiones de Whiteside** ( Whitesite & Hackeman (1996). Para este siglo XXI presente, algunas industrias desarrollaron agujas con monitores electrónicos portátiles de última generación.

Basado en diferentes estudios, se ha definido una presión intra compartimental normal por debajo de 8 mmHg; con síntomas entre los 20-30 mmHg; y niveles por encima de 30 mmHg indica el diagnóstico de síndrome compartimental (Jara et al, 2020; Márqueza et al., 2020; Duckworth & McQueen, 2017; Prayson et al., 2006).

Se acepta que para los SCA y los SCCE en las extremidades, la medición de las presiones de compartimientos con aguja con monitoreo continuo es el Gold standard actualmente ( Buerba et al, 2019). En Norteamérica se utiliza como norma el monitor Striker ICP (intracompartimental

pressure) ®, que es de monitoreo continuo de presión intracompartimental (Duckworth & McQueen, 2017).

Actualmente, para los síndromes compartimentales agudos en sitios poco frecuentes, no existen datos estandarizados de las presiones dentro de los compartimientos, como, por ejemplo, el compartimiento paravertebral (Ogoshi et al, 2020).

### **Exámenes complementarios:**

En cuanto a las exploraciones complementarias, que pueden ayudar a comprobar el diagnóstico en sitios poco frecuentes encontramos (Ogoshi et al, 2020; Márqueza et al, 2020; Orta et al 2018): Ecografía músculo-esquelética (principalmente en el caso del síndrome compartimental glúteo, junto con el angio-TAC y en el SCCE en la mano), Tomografía computarizada con contraste, pruebas de función renal ( para descartar insuficiencia renal aguda secundaria a mioglobinuria), Creatinfosfocinasa (CPK) y mioglobina en suero ( ambas miden el nivel de destrucción muscular asociado), Lactato deshidrogenasa sérica (LDH) y Mioglobina urinaria.

### **Métodos no invasivos para la medición de presiones intra-compartimentales:**

Dentro de los métodos no invasivos para la medición de presiones intra-compartimentales encontramos: la espectroscopia con infrarrojo cercano y el escaneo por ultrasonido de ondas secundarias de un desplazamiento fascial por el pulso arterial (Duckworth & McQueen, 2017).

En la actualidad estas ambas técnicas faltan validarlas con más estudios en la literatura (Duckworth & McQueen, 2017).

## **Tratamiento**

### **Tratamiento en el SCA:**

Es primordial iniciar el tratamiento temprano de las lesiones para cualquier tipo de Síndrome Compartimental. El tratamiento clásico del SCA es la realización de **fasciotomías** que provoquen la disminución inmediata de la presión, para evitar los múltiples daños en el tejido muscular por



la isquemia o daño neurológico irreversible (Grijelmo et al., 2017; Livingston et al., 2017; Schmidt, 2017; Schmidt, 2016; Sherry,2002).

Con relación al tiempo para realizar la fasciotomía, las técnicas de fasciotomía, sus contraindicaciones y el manejo quirúrgico o médico de SCA en los sitios atípicos, no es tema de esta revisión.

Lo ideal en el manejo pre-hospitalario cuando se diagnostique un SCA es un tratamiento previo a la fasciotomía en el traslado al centro hospitalario, idealmente antes de las primeras 4 horas, usando ferulización del punto de dolor a la presión o vendajes cutáneos (pero nunca intracutáneos) y la elevación de la extremidad (pero nunca por encima del corazón para no agravar la isquemia sanguínea).

En este manuscrito, para recordar, basado en Schimdt (2016), se desea con este manuscrito dejar la nemotecnia para los **factores de riesgo de la aparición de un SCA en un paciente**, con el propósito de orientar a profesionales de medicina deportiva, ortopedistas, médicos y otros profesionales de la salud, a definir si deciden la intervención quirúrgica en el paciente:

**Nemotecnia: “YouTibi FX co”:**

“Young”: paciente joven con trauma de alta energía;

“Tibi FX”: con fractura de tibia asociada en el sitio compartimental.

“co”: paciente con co-morbilidades asociadas al síndrome compartimental, con o sin fractura de tibia.

**Tratamiento en el SCCE:**

Como hemos visto en la fisiopatología y los síntomas, es importante evitar el círculo vicioso presentado. Los autores recomiendan las siguientes alternativas de tratamiento ( Buerba et al, 2019; Sherry,2002): modificar la actividad física; terapia física y masajes locales; excluir que el problema sea de calzado o superficie (probar con zapatillas deportivas que tengan tacón/ suelas que amortigüen los impactos o superficies donde se entrenan); uso se AINES durante un tiempo;

manejo ortopédico (cuña medial para el compartimiento posterior) y entrenamientos alternativos (ciclismo). Finalmente, cuando no da resultado lo anterior, se lleva a fasciotomía (efectiva en el 80% de los casos o fasciotomía cuidadosa con micro incisiones cutáneas y cierre cutáneo/ drenajes (Sherry, 2002).

### **Nuevos tratamientos del siglo XXI para el síndrome compartimental:**

Aunque la fasciotomía es efectiva para la resolución del SCA y en el caso recidivante del SCCE, se ha desarrollado nuevas técnicas quirúrgicas están siendo desarrolladas, incluso tratamientos no quirúrgicos como la inyección local de toxina A botulínica (Buerba et al ,2019) realizado con personal entrenado, junto al monitoreo ecográfica in situ y la inyección de la toxina A botulínica (Orta et al, 2018).

Dentro de estas nuevas técnicas se están desarrollando la liberación compartimental asistida endoscópica (endoscopy- assisted compartment release) en la población pediátrica, con grandes tasas de éxito y bajo riesgo de complicaciones (Buerba et al 2019).

Aunque existen diferentes manejos no quirúrgicos del SCCE, los tratamientos son actualmente de casos esporádicos de pacientes y muy específicos para cada situación clínica, faltando estudios multicéntricos controlados para comparar el efecto de fármacos como la toxina botulínica tipo A en un largo plazo comparado con el tratamiento estándar.

### **Complicaciones**

Las complicaciones del síndrome compartimental agudo o crónico por su demora en el diagnóstico y manejo incluyen: isquemia (que ocurre luego de las 4 horas de instaurado), necrosis tisular, contracturas musculares, daño neurológico permanente con incapacidad motora en la extremidad, dolor crónico, infecciones, complicaciones de fracturas no unidas, amputaciones y muerte (Duckworth & McQueen, 2017; Sherry, 2002).

En el SCA, Vaillancourt et al (2004) encontró que la mio-necrosis, aparece en las primeras 3 horas en casi el 35% de los pacientes. Otros autores encontraron que el daño irreversible puede aparecer dentro de las 6 horas posterior a la elevación en la presión del compartimento (Prayson et al., 2006), y puede volverse permanente este aumento de presión en el compartimento a partir de las 8 horas (Grijelmo et al., 2017; Livingston et al., 2017; Schmidt, 2017). Con estos hallazgos se puede concluir que la magnitud y duración del SCA influyen directamente en la viabilidad del tejido, siendo una emergencia médica en toda la literatura reportada, y es mandatorio la fasciotomía en sitios típicos, Es por esto que la fasciotomía precoz , y a tiempo, evitaría un daño neurológico permanente, evitando así también las contracturas musculares, amputaciones y otras complicaciones por el desbridamiento de los tejidos isquémicos/ necróticos (Jara et al, 2020; DePasse et al., 2017; Sherry,2002).

Sin embargo, el tratamiento quirúrgico no deja de tener complicaciones: En la literatura, la fasciotomía puede causar dolor crónico, la necesidad de futuras cirugías para desbridamientos, problemas cosméticos, daño en los nervios de la zona, debilidad muscular permanente e insuficiencia venosa crónica. (Duckworth & McQueen, 2017; Schmidt, 2016).

Con relación a los detalles en las complicaciones de la fasciotomías, el manejo de estas complicaciones no es tema de esta revisión.

## **Conclusiones**

El síndrome compartimental es una entidad clínica que aparece en las disciplinas deportivas de contacto y de alto rendimiento. En el caso del SCA, sus síntomas y signos, muy fáciles de detectar, inducen a una consulta médica de emergencia en los casos agudos, porque afectan los tejidos blandos (músculo-esqueléticos) y a los paquetes vasculo-nerviosos en los escenarios deportivos. Sin embargo, por la forma de presentación del SCCE, que aparece luego de los movimientos o ejercicios repetidos en el deportista en los miembros inferiores o superiores según la actividad, no se considera inicialmente como una emergencia médica y también se podría confundir con otras entidades en el deportista o paciente afectado.

Hasta la fecha, aún desconocemos la incidencia de esta entidad en nuestro medio, por lo que recomendamos más estudios de la incidencia y prevalencia de SCA y SCCE dentro de los diferentes grupos poblacionales por la edad, el género y los deportes; se sugieren estudios de los factores de riesgo para la presentación de SCCE en los deportes. Finalmente, la validación en la literatura de los métodos menos invasivos y más exactos (con un alto % de sensibilidad y especificidad), que sean desarrollados con la tecnología del siglo XXI, podrían ayudar para determinar con una mayor precisión las presiones intra-compartmentales. También se necesitan más estudios evaluando los tratamientos no quirúrgicos (tanto médicos o no médicos) en una mayor cantidad de pacientes comparados con el Gold standard (la fasciotomía) en un plazo de tiempo más largo.

Datos de contacto: Correo electrónico institucional: [jcortizc@ut.edu.co](mailto:jcortizc@ut.edu.co)

**Agradecimientos:** Al exprofesor de la Licenciatura en Deporte de la Universidad del Tolima, Dr. Alberto Moreno por el apoyo en las publicaciones de los integrantes del semillero Seforih de estudiantes, de la Universidad del Tolima.

## REFERENCIAS

Arroyo López, A.P, Solano Muñoz, H., Rojas Murillo, V.M. (2018) Síndrome Compartimental, generalidades, consenso diagnóstico y técnica quirúrgica. *Revista Clínica de la Escuela de Medicina UCR-HSJD*, 8 ( 2), 11-24. Disponible en: [www.revistaclinicaahsjd.ucr.ac.cr](http://www.revistaclinicaahsjd.ucr.ac.cr)

Badeh, S., Baiju, D., Elliot, R., Rowles, J., Calthorpe, D. (2009) The 'silent' compartment syndrome. *Injury*, 40, 220-222.

Bastidas, E.V. & Del Fresno, A. (s.f). Síndrome compartimental agudo [pdf].

Disponible en:

<http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Manual%20de%20urgencias%20y%20Emergencias/compart.pdf>

Buerba,R.A, Fretes, N.F, Devana, S.K, Beck, J.J. (2019) Chronic exertional compartment syndrome:current management strategies. *Open Access Journal of Sports Medicine*,10,71–79

DePasse, J., Sargent, R., Fantry, A., Bokshan, S., Palumbo, M., Daniels, A. (2017) Assessment of malpractice claims associated with acute compartment syndrome. *Journal of the American Academy of Orthopedic Surgeons*,25, 109-113.

Duckworth, A.D. & McQueen, M.M. (2017) The Diagnosis of Acute Compartment Syndrome. *JBJS Reviews*, 5(12),e-1-11. disponible en:  
[https://journals.lww.com/jbjsreviews/Abstract/2017/12000/The\\_Diagnosis\\_of\\_Acute\\_Compartment\\_Syndrome\\_A.3.aspx](https://journals.lww.com/jbjsreviews/Abstract/2017/12000/The_Diagnosis_of_Acute_Compartment_Syndrome_A.3.aspx)

Falcón González, J.C., Navarro García, R., Ruiz Caballero, J.A., et al (2009). Fisiopatología, Etiología y Tratamiento del Síndrome Compartimental (revisión). *Canarias médica y quirúrgica*, 7 (20), 14-18.

Grijelmo, B. E., Alonso, M., Ruíz, A.D, Rivera, M., García, M. (2017) Síndrome compartimental en extremidad superior tras mordedura de Ofidio en España. *Revista Iberoamericana de Cirugía de Mano*, 45, 50-56.

Jara, R., Castillo, C., Valdés, M., Alborno, C., Andrades, P., Danilla, S., et al. (2020) Síndrome compartimental agudo como complicación de un loxoscelismo cutáneo edematoso. *Rev Chilena Infectol*, 37 (2), 175-178. Disponible en: [www.revinf.cl](http://www.revinf.cl)

Livingston, K., Glotzbecker, M., Shore, J. (2017) Pediatric acute compartment syndrome. *Journal of the American Academy of Orthopedic Surgeons*,25, 358-364.

Márqueza, B.Pd., Garcia d'Almeidab, T.A., & Álvarez, S.Q. (2020) Síndrome compartimental glúteo, *FMC*, 27(3), 128-30. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/339569766>

Ogoshi, T., Yoshimiya, M. , Ichibakase, H., Kimura, T. , Kameoka, M. ,Yoshioka, H. , Ueda, T. , Homma, M., Enokida, S. (2020). Paravertebral compartment syndrome after exercise: a case report. *J Med Case Rep*,14, 208. doi: 10.1186/s13256-020-02535-1

O'hEireamhoin, S., Baker, J.F, Neligan, M. ( 2011) Chronic Exertional Compartment Syndrome of the Forearm in an Elite Rower. *Case Reports in Orthopedics*, 2011, 1-2.  
doi:10.1155/2011/497854

Orta, C., Petit, J., Gremeaux, V. (2018) Chronic exertional compartment syndrome in hands successfully treated with botulinum toxin-A: A case. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61,183–185. Disponible on line en: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Ortiz-Carrillo JC. (2015a). Clasificación fisiológica de los músculos esqueléticos del cuerpo humano. Clase de Fisiología de la contracción muscular y la placa motora. Asignatura Sistemas orgánicos I. programa de Medicina. Universidad del Tolima [power point]. Ibagué. Disponible en: <https://ut-co.academia.edu/JuanCarlosOrtizCarrillo>

Ortiz-Carrillo JC. (2015b). Teoría de Monro-Kellie en el manejo de las presiones intracraneales. Clase de Neurofisiología del flujo sanguíneo-PIC y del LCR. Asignatura Sistemas orgánicos I. programa de Medicina. Universidad del Tolima [power point]. Ibagué.

Osorio Ciro, J.A., Clavijo Rodriguez, M.P., Arango, E., Patiño Giraldo, S., Gallego Ching, I.C. (2007) Lesiones deportivas. *Iatreia*, 20 (2), 167-177. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180513859006>

Prayson, M.C., Hampers, J., Vogt, D., Fenwick, M., Meredick, J.R. (2006). Baseline compartment pressure measurements in isolated lower extremity fractures without clinical compartment syndrome. *The Journal of trauma injury, infection, and critical care*, 6 (5), 1037-1040.

Sherry, E. (2002). Síndrome Compartimental. En: Manual Oxford de Medicina Deportiva. Sherry E., & Wilson S.F. (editores). Paidotribo : Barcelona. 365-369.

Schmidt, A. (2016) Acute Compartment syndrome. *Orthopedic Clinics of North America*. 4, 517-525

Schmidt, A. (2017) Acute Compartment syndrome. *International journal of the care of the Injured*, 48, 22-25.

Vaillancourt, C., Shrier, I., Vandal, A, et al. Acute compartment syndrome: how long before muscle necrosis occurs? *CJEM* 2004, 6(3), 147-54.

Whiteside, T.E & Heckman, M.M. (1996). Acute compartment syndrome: update of diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surgery*, 4 (4) 209-218, doi: 10.5435/00124635-199607000-00005.

Zenteno-Chavez, B. (2018). Manejo del síndrome compartimental crónico de la pierna en atletas. Presentación de dos casos y revisión de la literatura. *Acta Ortopédica Mexicana*, 32(1), 41-43  
Disponible en: <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>