



Deprem sonrası ortopedik yaralanmalı çocuk hasta, kompartman sendromu

Pediatric patient with orthopedic injury after earthquake, compartment syndrome

Ali Turgut¹, Gökhan Cansabuncu²

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İzmir

²Bursa Medica Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Bursa

Çocuklar, afetlerde en savunmasız yaş gruplarından biridir. Deprem sonrası meydana gelen ortopedik çocuk yaralanmaları sıkışma veya enkaz altında kalma gibi ezilme sonrası meydana geldiğinden dolayı günlük ortopedik pratikte karşılaştığımız yaralanmalardan farklılık gösterir. Çocuklara ait deprem yaralanmaları alt yaş gruplarına göre incelendiğinde, yaşla birlikte ekstremitelerdeki yaralanma oranlarının arttığı görülmektedir. Ezilme (*crush*) yaralanmaları deprem sonrası meydana gelen ölüm nedenleri arasında ikinci sırada yer almaktadır. Özellikle ekstremitelerin ezilme yaralanmaları sonrası meydana gelen kompartman sendromu ve ezilme (*crush*) sendromu diğer adıyla “travmatik rabdomyolizis” ekstremitelerde fonksiyon kaybına, çeşitli ampütasyonlara ve hatta akut böbrek yetmezliği gibi ciddi sistemik komplikasyonlara neden olabilir. Kompartman sendromu gerçek ortopedik acillerden biridir. Sebep olan faktörden bağımsız olarak bir kompartman içindeki basıncın artması sonrası meydana gelir. Kompartman sendromu klinik bir tanıdır ve semptomlar-bulgular gelişebilecek kompartman sendromunun erken tanısında çok önemli bir rol oynar. Özellikle beş yaş altı çocuklarda, sınırlı iletişim kurulabilmesi, muayene sırasında hastadaki kaygı ve endişe nedeniyle kompartman sendromunu tanımasını koymak zor olabilir. Bu nedenle risk altındaki hastaları belirlemek, doğru tanı koymak ve hızlı tedavi büyük önem taşır. Atlanmış ve gecikmiş tanı sonrası iskemi ve doku nekrozuna bağlı çeşitli kontraktürler, ekstremitelerde fonksiyon kaybı veya ampütasyon gibi komplikasyonlarla sonuçlanabilir.

Anahtar sözcükler: deprem yaralanması; ezilme sendromu; kompartman sendromu; çocukluk çağı

Children are one of the most vulnerable age groups in disasters. Pediatric orthopedic injuries that occur after an earthquake differ from the injuries we encounter in daily orthopedic practice, as they occur after crushing, such as compression or being under debris. When earthquake injuries of children are analyzed according to lower age groups, it is seen that the rate of extremity injuries increases with age. Crush injuries are the second most common cause of death after an earthquake. Compartment syndrome and crush syndrome, also known as “traumatic rhabdomyolysis”, which occurs especially after crush injuries of the extremities, can cause loss of function in the extremities, various amputations and even serious systemic complications such as acute renal failure. Compartment syndrome is one of the true orthopedic emergencies. It occurs after an increase in pressure within a compartment, regardless of the causative factor. Compartment syndrome is a clinical diagnosis and symptoms and signs play a very important role in the early diagnosis of compartment syndrome. Especially in children younger than five years old, it may be difficult to diagnose compartment syndrome due to limited communication and anxiety in the patient during the examination. For this reason, it is of great importance to identify patients at risk, make an accurate diagnosis, and prompt treatment. After missed or delayed diagnosis, various contractures due to ischemia and tissue necrosis may result in complications such as loss of function in the extremity or amputation.

Key words: earthquake injury; crush syndrome; compartment syndrome; childhood

Çocuklar, afetlerde en savunmasız yaş gruplarından biridir. Deprem gibi doğa olaylarında çocuk yaş grubu hastaların korunma ve bakım için yetişkinlere bağımlı olmaları nedeniyle yaralanma ve ölüm riski artar.^[1] Çocuk kırıklarının insidansı; çocuğun yaşı, cinsiyeti, mevsimsel ve sosyokültürel etmenler gibi

birçok faktörden etkilenir. Etiyolojide başlıca basit düşmeler yer alır ve sıklıkla üst ekstremiteler (sırasıyla; radius alt uç, humerus alt uç, klavikula) etkilenir. Çocuk kemiğinin kendine has kısa iyileşme süresi ve yeniden şekillenme özelliği nedeniyle büyük çoğunluğu, başta kapalı redüksiyon ve alçılama olmak üzere, konservatif

İletişim / Contact: Doç. Dr. Ali Turgut • E-posta / E-mail: aliturgutpd@gmail.com

ORCID iD: Ali Turgut, 0000-0002-0429-2165 • Gökhan Cansabuncu, 0000-0002-0036-6382

Geliş / Received: 31 Ocak 2022 • **Kabul / Accepted:** 12 Nisan 2022

tedavi yöntemleri ile tedavi edilmektedir.^[2] Deprem sonrası meydana gelen ortopedi ve travmatoloji alanındaki çocuk yaralanmaları sıkışma veya enkaz altında kalma gibi ezilme sonrası meydana geldiğinden dolayı günlük pratikte karşılaştığımız yaralanmalardan farklılık gösterir. Çocukların erişkinlere göre boyutlarının daha küçük olmasından dolayı, çocukların sarsıntı esnasında veya deprem sonrası meydana gelen enkaz altındaki küçük boşluklara sığınarak yaralanmalardan korunabildiği bildirilmiştir.^[3] Çocuklara ait deprem yaralanmaları alt yaş gruplarına göre incelendiğinde, yaş artışıyla birlikte uzuv yaralanma oranlarının arttığı görülmektedir. Özellikle vücut ve kafa yaralanmalarının oranının 0-5 yaş grubunda diğer yaş gruplarına göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu yaş grubunda baş ve gövdenin orantılı olarak daha büyük olması bu bölgelerin etkilenmesinde etken olabilir.^[4] 1999-2004 yılları arasında meydana gelen depremlerde ortopedik yaralanması olup tedavi edilen çocuk hastaların değerlendirildiği sistematik bir derlemede; travmatik yaralanma nedeni ile hastaneye başvuru oranlarının %46,9-100 arasında olduğu ve hastaların %55'inde çeşitli yumuşak doku yaralanmalarının eşlik ettiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada çocuk hastalarda, günlük pratiğin aksine alt ekstremitte yaralanmalarının daha sık olduğu, hastaların tedavisinde cerrahi müdahalelerin %44-70,97 arasında değiştiği, debridman ve eksternal fiksator uygulamalarının en sık tedavi biçimi olduğu bildirilmiştir.^[5] Deprem sırasında meydana gelen yaralanmalar sıklıkla majör travma ve ezilme yaralanmaları şeklinde karşımıza çıkar. Deprem sonrasında hastanelerde tedavi edilen çocuk kırıklarının %11-52'si açık kırıklardan oluşmaktadır.^[3,6,7] Ayrıca çeşitli çalışmalarda deprem sonrası travma nedeniyle hastanelere başvuran çocuk hastaların %3-87'sinde ezilme (*crush*) yaralanması, yanıklar, periferik damar-sinir lezyonları, kas yaralanmaları, hematoma gibi ciddi cilt ve yumuşak doku yaralanmaları tespit edilmiştir.^[4,8] Erişkinlerde olduğu gibi çocuklarda da yaralanmanın şekli (ezilme, sıkışma vb.), enkaz altında geçen süre, ilk yardım ekiplerinin afet noktalarına ulaşma süresi, ilk müdahale zamanı hastalardaki mortalite ve morbiditeyi etkileyen faktörlerin başında yer alır. Ezilme (*crush*) yaralanmaları, deprem sonrası meydana gelen ölüm nedenleri arasında ikinci sırada yer almaktadır.^[9] Ayrıca özellikle ekstremitelerin ezilme yaralanmaları sonrası meydana gelen kompartman sendromu ve ezilme (*crush*) sendromu diğer adıyla "travmatik randomiyolizis" ekstremitelerde fonksiyon kaybına, çeşitli amputasyonlara ve hatta akut böbrek yetmezliği gibi ciddi sistemik komplikasyonlara neden olabilir. Çeşitli çalışmalarda, enkaz altında kalan yaralıların %15-40'ında kompartman sendromu geliştiği ve bu kişilerin yaklaşık üçte birinde akut böbrek yetmezliğine

yol açan ezilme (*crush*) sendromu geliştiği bildirilmiştir.^[10-12] Deprem sonrası travmatik yaralanmalarla cerrahi tedavi edilen çocuk hastalarda %4-11 oranında amputasyon gereksinimi bildirilmiştir.^[3,6] Uzamış ekstremitte iske mi süresi, ileri dereceli yumuşak-kemik doku kaybının eşlik ettiği ezilme yaralanmaları, ciddi enfeksiyon veya kontrol edilemeyen sepsis ve kompartman sendromu sonrası başarısız fasiyotomi en sık amputasyon nedenleridir.^[3,4,6,13] Sonuç olarak ortopedik travmalı çocuk hastaların tedavilerinin erişkinlerden farklı olduğu akıld a bulundurulmalıdır.

Yaralanma sonrası komplikasyonların azaltılması, mortalite ve morbiditenin önlenmesi için çocuk travmatoloji ekiplerinin kurulması ve afet dönemlerinde hızlıca organize edilmesi önem taşımaktadır. Ayrıca deprem sonrası dönemlerde hastanelerdeki yoğunluğun azaltılıp, daha çok hastaya etkin bir şekilde müdahale edilmesini sağlamak için "hasar kontrollü cerrahi" ile daha kısa süreli prosedürler uygulamak "erken total bakım"dan daha etkin ve güvenli olabilir.^[14]

KOMPARTMAN SENDROMU

Kompartman sendromu, gerçek ortopedik acilerden biridir. Sebep olan faktörden bağımsız olarak bir kompartman içindeki basıncın artması sonrası meydana gelir. Artmış kompartman basıncı perfüzyon basıncının azalmasına, dolayısıyla kas ve sinir dokusunun iskemisine neden olur. Uzamış iske mi süresi kas, sinir, kan damarları ve ciltte geri dönüşümsüz hasarlara yol açarak uzun dönemde morbiditeyi arttırabilir. Bu nedenle risk altındaki hastaları belirlemek, doğru tanı koymak ve hızlı tedavi büyük önem taşır.^[15]

Çocuk yaş grubu, kas kütlelerinin kompartman hacmine oranla göreceli olarak yüksek olmasından ve fasyal yapıların daha güçlü olmasından dolayı kompartman sendromu gelişmesi açısından daha fazla risk altındadır.^[16] Çocuk yaş grubunda görülme sıklığı 0,7-7,3/100.000 olarak bildirilmiştir.^[17] Kompartman sendromu, çocukluk çağında en sık 8-12 yaş aralığında görülür.^[18] On yaş altında görülen kompartman sendromlarında neden, genellikle vasküler yaralanma veya enfeksiyonken, 14 yaş üzeri çocuklarda neden sıklıkla travma ve cerrahi sırasında uygulanan yanlış pozisyonlamadır.^[18,19] Travma ile oluşan kırıklar hem çocuklar hem de erişkinlerde kompartman sendromu gelişmesinde en sık görülen nedenler olup çocukluk çağında görülen kompartman sendromunun %85'ini oluştururlar.^[20] Çocuklarda en sık etkilenen anatomik bölgeler ön kol ve bacadır. Ön kol kompartman sendromu, suprakondiler humerus kırıkları sonrası veya ön kolun kanal içi tespiti sonrası meydana gelirken bacak kompartman sendromu sıklıkla tibia kırıkları sonrası oluşur.^[21]

Akut kompartman sendromu, birçok farklı nedenle kapalı bir fasyal boşluk içerisinde basıncın artarak perfüzyonu azaltması ve sonrasında doku hasarı meydana gelmesiyle oluşur (Şekil 1). Kompartman içerisindeki

basıncın artmasına neden olan faktörler; eksternal (kompartmana dışarıdan basınç uygulanması veya sıkıştırılması) ve internal (kompartman içeriğinin artması) olmak üzere ikiye ayrılır (Tablo 1).^[17]



Şekil 1. Farklı nedenlerle kompartman sendromu meydana gelişmiş hastalar görülmekte. Hasta 1; intravenöz infüzyon sırasında sıvı ekstravazasyonu sonrası kompartman sendromu meydana gelen 18 aylık hasta. Ameliyat öncesi ön kolun görünümü (**1a-1b**). Fasiyotomi sonrası görünüm (**1c-1d**). Hasta 2; Elektrik çarpması sonrası önkolda skar dokusu gelişerek kompartman sendromu gelişmiş 14 yaşında hasta. Ameliyat öncesi görünüm (**2a**), Fasiyotomi sonrası dolaşım sağlanmış hâlinin ameliyat görünümü (**2b**). Hasta 3; Tip 3 suprakondiler humerus kırığı sonrası uzun kol sirküler alçı uygulanmış 9 yaşında hasta. Gecikmiş kompartman sendromuna ait ön kolün önden ve yandan görünümü (**3a-3b**).

Tablo 1. Kompartman sendromu nedenleri^[17]

İnternal nedenler	Eksternal nedenler
Kırıklar	Alçılama
Sıvıların ekstrevasyonu	Sıkı bandaj
Enfeksiyonlar	Yanıklar
Böcek/Yılan sokmaları	Ezilme yaralanmaları
İntramüsküler hematomlar	Cerrahi esnasında yanlış pozisyonlama
Intraosseöz infüzyon	

Kompartman basıncının artmasına bağlı meydana gelen iskemi sonrası kas ve sinir dokuları hızlıca fonksiyonlarını kaybeder. Sinir iskemiye en duyarlı doku olup iskemi geliştikten sonra ilk 30 dakika içerisinde hipoestezi ve parestezi gibi fonksiyonel anormallikler gösterebilir. Ancak geri dönüşümsüz hasarlar için iskemi süresinin 12-24 saat devam etmesi gerekir. Diğer taraftan kas dokusu, fonksiyonel kapasitesini 2-4 saatlik iskemi boyunca koruyabilir ancak dördüncü saatten sonra geri dönüşümsüz hasar başlar.^[15] Bu bulgular göz önünde bulundurulduğunda geri dönüşümsüz hasar başlamadan tanının konulması ve tedavinin uygulanması büyük önem taşır.

Kompartman sendromu klinik bir tanıdır ve hasta tarafından belirtilen semptomlar gelişebilecek kompartman sendromunun erken tanısında çok önemli bir rol oynar. Özellikle beş yaş altı çocuklarda, sınırlı iletişim kurulabilmesi ve muayene sırasında hastadaki kaygı ve endişe nedeniyle kompartman sendromun tanısını koy-mak zor olabilir.^[22]

Kompartman sendromu tanısında ilk olarak akla 5P bulgusu; *pain* (ağrı), *pallor* (solukluk), *paresthesia* (uyuşma hissi), *pulselessness* (zayıf nabız), *paralysis* (güçsüzlük) gelir. Ancak kompartman sendromu tanısında bu sayılan 5P bulgularının oluşması beklenilirse geç kalınacaktır. Yaralanma veya muayene ile orantısız şekilde meydana gelen şiddetli ağrı sıklıkla ilk bulgudur. Ağrı genellikle derin, şiddetli ve yanma şeklinde olup ilgili kompartmanın pasif olarak gerilmesi ile şiddetlenir.^[23] Tanı klinik olarak konulsa da ne yazık ki, semptomların çoğu, yani şiddetli ağrı, pasif gerilmeyle ağrı, parestezi ve paralizisi tanı için zayıf duyarlılığa sahiptir. Bu nedenle bunların yokluğu tanıyı dışlamak için kullanılamaz.^[24] Bundan dolayı kompartman sendromu düşünülen hastanın klinik bulguları yakın aralıklarla dikkatli bir değerlendirme gerektirir.^[17] Ajite durumdaki çocuk yaş grubu hastalarla iletişim zorlukları nedeniyle 5P bulgusu yerine 3A bulgusunun (Artmış analjezik ihtiyacı, Anksiyete, Ajitasyon) daha uygun olduğu gösterilmiştir.^[25] Ayrıca yapılan bir çalışmada özellikle

çocuk hastalarda artmış analjezik kullanımının nörovasküler değişikliklerden ve kontrolsüz ağrıdan daha spesifik ve erken bir bulgu olduğu gösterilmiştir.^[26]

Her ne kadar kompartman sendromu tanısı klinik muayene bulgularına dayansa da, ajite olan veya iletişim kurulamayan hastalarda kompartman basıncının ölçülmesi gerekebilir. Kompartman basıncı kırık sonrası kırığa en yakın 5 cm içerisinde en yüksek değerde olup, ölçüm gereksinimi durumunda kırık bölgesine yakın alandan ölçülmelidir.^[27] Erişkinlerde fasiyotomi gerektirecek kompartman basınç değeri hâlen tartışmalıdır. Bazı kaynaklar herhangi kompartmandaki basıncın 30 mmHg üzerinde ölçülmesinin fasiyotomi açılması için kesin endikasyon oluşturduğunu belirtse de, farklı kaynaklarda diastolik kan basıncına göre delta P değerinin 20 mmHg'den az olması veya ortalama arterial basınca göre 30 mmHg'den az olmasının daha uygun bir endikasyon olduğunu belirtmiştir.^[18] Ancak çocuklardaki kompartman basınçlarının erişkinlerden farklı olması ve henüz çocuk hastalar için fasiyotomi açısından eşik değerlerin belirlenmemiş olması kompartman içi monitarizasyonun çocuklar için güvenilirliğini azaltmaktadır.

Kompartman sendromu düşünülen hastanın tedavisi acildir ve ivedilikle fasiyotomi uygulanmalıdır. Genel kural olarak etkilenen ekstremitede bölgedeki tüm kompartmanlar gevşetilmelidir. Fasiyotomi uygulandıktan sonra insizyonlar genellikle açık bırakılır ve nemli pansumanlarla veya vakum-yardımlı kapama sistemleriyle örtülür. Açık olan yaralara genellikle fasiyotomi sonrası 48-72 saat aralıklarla ve gerekli görülmesi durumunda ek debridmanlar uygulanmalıdır. Yaranın nekrotik görünümüne sahip olmadığından emin olduğunda yaralar kapatılabilir. Kapatma, mümkün olduğunda gecikmiş primer onarımla şayet bu mümkün değilse tam kat cilt greftleme şeklinde yapılabilir.^[21]

Kompartman sendromunun majör komplikasyonu atlanmış veya gecikmiş tanı sonrası iskemi ve doku nekrozuna bağlı çeşitli kontraktürler, ekstremitede fonk-

siyon kaybı veya ampütasyondur. Tanı sonrası ilk 12 saat içerisinde uygulanan fasiyotomilerde, geç uygulananlara kıyasla fonksiyonel sonuçların daha iyi olduğu ve daha az komplikasyon görüldüğü bildirilmiştir.

Sonuç olarak kompartman sendromu doğru bir şekilde tanınmadığı ve tedavi edilmediği zaman yıkıcı sonuçlar gösterebilecek gerçek bir ortopedik acildir. Tanısının büyük oranda klinik bulgularla konulması ve çocuk hastalarla iletişimdeki zorluklar, küçük yaş grubundaki hastalarda tanıyı zorlaştırabilir. Bu yüzden suprakondiler humerus kırığı, cerrahi tedavi edilmiş ön kol kırıkları, tibia shaft kırığı, tibia tüberkül kırığı ve koagülopati açısından medikal risk faktörleri gibi kompartman sendromu gelişme riski artmış çocuk hastalarda yakın takip yapılmalıdır.^[15]

KAYNAKLAR

- Zahran S, Peek L, Brody SD. Youth mortality by forces of nature. *Children Youth and Environments* 2008;18(1):371-388.
- Özyalvaç ON, Akpınar E. Çocuk kırıklarının etiyojisi ve epidemiyolojisi. *TOTBİD Dergisi* 2019;18:305-7. [Crossref](#)
- Bar-On E, Lebel E, Blumberg N, Sagi R, Kreiss Y. Pediatric orthopedic injuries following an earthquake: experience in an acute-phase field hospital. *Journal of trauma and acute care surgery* 2013;74(2):617-21. [Crossref](#)
- Sarisözen B, Durak K. Extremity injuries in children resulting from the 1999 Marmara earthquake: an epidemiologic study. *Journal of Pediatric Orthopaedics B* 2003;12(4):288-91. [Crossref](#)
- Morelli I, Sabbadini MG, Bortolin M. Orthopedic injuries and their treatment in children during earthquakes: a systematic review. *Prehospital and disaster medicine*, 2015;30(5):478-485. [Crossref](#)
- Gamulin A, Armenter-Duran J, Assal M, Hagon O, Dayer R. Conditions found among pediatric survivors during the early response to natural disaster: a prospective case study. *J Pediatr Orthop* 2012;32(4):327-33. [Crossref](#)
- Li T, Jiang X, ChenH, Yang Z, Wang X, WangM. Orthopaedic injury analysis in the 2010 Yushu, China Earthquake. *Injury* 2012;43(6):886-90. [Crossref](#)
- Xiang B, Cheng W, Liu J, Huang L, Li Y, Liu L. Triage of pediatric injuries after the 2008 Wen-Chuan Earthquake in China. *J Pediatr Surg* 2009;44(12):2273-7. [Crossref](#)
- Peleg K, Reuveni H, Stein M. Earthquake disasters-lessons to be learned. *Isr Med Assoc J* 2002;4:361Y365.
- Armenian HK, Melkonian A, Noji EK, Hovanessian AP. Deaths and injuries due to the earthquake in Armenia: a cohort approach. *Int J Epidemiol* 1997;26:806-13. [Crossref](#)
- Kuwagata Y, Oda J, Tanaka H, Iwai A, Matsuoka T, Takaoka M, et al. Analysis of 2,702 traumatized patients in the 1995 Hanshin-Awaji earthquake. *J Trauma* 1997;43(3):427-32. [Crossref](#)
- Kuwagata Y, Hiraide A, Shimazu T, Sugimoto H. Analysis of 372 patients with Crush syndrome caused by the Hanshin-Awaji earthquake. *J Trauma* 1997;42(3):470-5. [Crossref](#)
- Jain V, Noponen R, Smith BM. Pediatric surgical emergencies in the setting of a natural disaster: experiences from the 2001 earthquake in Gujarat, India. *J Pediatr Surg* 2003;38(5):663-7. [Crossref](#)
- Taeger G, Ruchholtz S, Waydhas C, Lewan U, Schmidt B, Nast-Kolb D. Damage control orthopedics in patients with multiple injuries is effective, time saving, and safe. *J Trauma* 2005;59(2):409-16. [Crossref](#)
- Hosseinzadeh P, Hayes CB. Compartment syndrome in children. *Orthopedic Clinics*, 2016;47(3):579-87. [Crossref](#)
- McQueen MM, Gaston P, Court Brown CM. Acute compartment syndrome. Who is at risk? *J Bone Joint Surg Br* 2000;82:200-3. [Crossref](#)
- Gottlieb M, Adams S, Landas T. Current approach to the evaluation and management of acute compartment syndrome in pediatric patients. *Pediatric emergency care*, 2019;35(6):432-7. [Crossref](#)
- Livingston KS, Glotzbecker MP, Shore BJ. Pediatric acute compartment syndrome. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 2017;25(5):358-64. [Crossref](#)
- Shore BJ, Glotzbecker MP, Zurakowski D, Gelbard E, Hedequist DJ, Matheney TH. Acute compartment syndrome in children and teenagers with tibial shaft fractures: incidence and multivariable risk factors. *J Orthop Trauma* 2013;27:616-21. [Crossref](#)
- Grottkau BE, Epps HR, Di Scala C. Compartment syndrome in children and adolescents. *J Pediatr Surg* 2005;40:678-82. [Crossref](#)
- Gresh M. Compartment syndrome in the pediatric patient. *Pediatrics in review*, 2017;38(12):560-65. [Crossref](#)
- Flynn JM, Bashyal RK, Yeger-McKeever M, Garner MR, Launay F, Sponseller PD. Acute traumatic compartment syndrome of the leg in children: diagnosis and outcome. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93:937-41. [Crossref](#)
- Donaldson J, Haddad B, Khan WS. The pathophysiology, diagnosis and current management of acute compartment syndrome. *Open Orthop J* 2014;8:185-93. [Crossref](#)
- Ulmer T. The clinical diagnosis of compartment syndrome of the lower leg: are clinical findings 272 predictive of the disorder? *J Orthop Trauma* 2002;16:572-7. [Crossref](#)
- Noonan KJ, McCarthy JJ. Compartment syndromes in the pediatric patient. *J Pediatr Orthop* 2010;30(2):S96-S101. [Crossref](#)
- Bae DS, Kadiyala RK, Waters PM: Acute compartment syndrome in children: Contemporary diagnosis, treatment, and outcome. *J Pediatr Orthop* 2001;21(5):680-8. [Crossref](#)
- Heckman MM, Whitesides TE Jr, Grewe SR, Rooks MD. Compartment pressure in association with closed tibial fractures. The relationship between tissue pressure, compartment, and the distance from the site of the fracture. *J Bone Joint Surg Am* 1994;76(9):1285-92. [Crossref](#)