

Buzdağının Görünmeyen Yüzünü Keşfetmek: Ortopedi Hastalarında Kompartman Sendromu Ve Hemşirelik Yaklaşımları *

Hale Turhan Damar*, Özlem Bilik**

Özet

Kompartman sendromu, erken tanılanmadığında bireylerin yaşam kalitesini bozabilen ciddi bir durumdur. Genellikle travma, ameliyat, immobilizasyon ve enfeksiyon nedeniyle meydana gelen kompartman sendromunun akut, kronik ve crush olarak üç tipi vardır. Özellikle ortopedik cerrahi geçiren ve travmaya maruz kalan kişilerde görülme sıklığı daha fazla olduğundan, kompartman sendromunun önlenmesinde, erken tanılanmasında ve gerekli girişimlerin başlatılmasında ortopedi hemşirelerine büyük sorumluluklar düşmektedir. Son derece önemli olan bu sorun erken saptanamadığında amputasyon ile sonuçlanabilmektedir. Önemi büyük olmasına rağmen ülkemizde hemşirelik literatüründe bu konuya yeterince yer verilmemiştir. Bu gereksinim doğrultusunda yazılan bu derleme makalede kompartman sendromunun tanımı, insidansı, etyolojisi, fizyopatolojik süreci, belirti ve bulguları, önlenmesi, erken tanılanması, tedavisi ve hemşirelik bakımına ilişkin bilgiler sunulmuştur.

Anahtar Kelime: Kompartman Sendromu, Ortopedi Hastaları, Hemşirelik.

Exploring Invisible Part of The Iceberg: Compartment Syndrome in Orthopaedic Patients and Nursing Approaches

Abstract

Compartment syndrome is a serious condition, if it can not be early diagnosis that may impair the quality of life of individuals. Generally trauma, surgery, immobilization, and infections are caused by compartment syndrome that included three types as acute, chronic and crush. Because of the incidence of compartment syndrome is higher in individuals especially who is exposed to trauma and orthopedic surgery, orthopedic nurses have great responsibilities related compartment syndrome prevention, early diagnosis, and initiation of necessary interventions. This problem is extremely important when if it can not early diagnosis, so it can be result in amputation. Despite of compartment syndrome has great importance, this subject has not been given enough in nursing literature in our country. Through with the requirements of this review article written and it was provided the knowledge on description of compartment syndrome, incidence, etiology, pathophysiological process, signs and symptoms, prevention, early diagnosis, treatment and nursing care.

Key Words: Compartment Syndrome, Orthopaedic Patients, Nursing.

Geliş tarihi:08.04.2014 Kabul tarihi: 01.07.2014

Kompartman sendromu; ekstremitelerde kapalı kas fasyalarının içinde artan perfüzyon basıncının neden olduğu iskemi sonucu kas ve sinir dokularında fonksiyon kaybı ile karakterize klinik bir tablodur (Child, 2007; Altizer, 2004; Heron Evans, 2006; McQueen, Gaston ve Court-Brown, 2000). Kompartman sendromu 100.000 kişide 3.1 oranında olup, erkeklerde kadınların 10 katı daha fazla görülmektedir (McQueen, Gaston ve Court-Brown, 2000). Olson ve Galsgow'un (2005) makalesinde erkeklerde yüzbinde 7.3, kadınlarda yüzbinde 0.7 oranında görüldüğü belirtilmiştir. Vücut içerisinde toplam 46 kompartman alanı vardır; bunun 8'i gövdede, 38'i alt ve üst ekstremitelerde bulunmaktadır (Altizer, 2004; Child, 2007; Tumbarello, 2000). Özellikle ortopedi hastalarında etkilenen alanlar kol, el, gluteal bölge, bacak ve ön koldur (Duckworth ve Mcqueen, 2011; Morin, Swan ve Tan, 2009; Simpson ve Jupiter, 1995). Kompartman sendromunun erken tanılanmasında ortopedi hemşiresinin önemli bir sorumluluğu vardır. Narkotik analjeziklere yanıt vermeyen ağrının tanılanması ve nörovasküler izlemin yapılması önemli olmakla birlikte, ayırt edici tanıda kompartman içi basıncın ölçülmesi gerekmektedir (Altizer, 2004; Child, 2007; Harvey, 2001; Judge, 2007; Love, 1998; Matthew, Daniel, Laith, 2005; Middleton, 2003; Miller ve Askew 2007). Tedavide öncelikli amaç erken tanılamak ve önlemektir. Kontrol altına alınamayan durumlarda; başlangıçta hastanın aktivitelerinin durdurulması, fizik tedavi, germe, uygun ayakkabının sağlanması, nonsteroidal antiinflamatuvar ilaç kullanımı ve ortostatik araçlar ile cerrahi dışı tedaviler uygulanmaktadır. Kompartman basıncının azaltılması

mümkün olmadığında fasiyotomi yapılmaktadır (Altizer, 2004; Child, 2007; Matthew, Daniel, Laith, 2005).*

Etiyoloji

Kompartman sendromuna neden olan birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar arasında en sık görülen nedenler travma, cerrahi girişim, immobilizasyon ve enfeksiyondur.

Travma: Travmanın, dokular üzerine doğrudan etkilerinin yanısıra ödeme sekonder gelişen kompartman sendromuna bağlı kas-sinir hasarı olmak üzere dolaylı etkileri mevcuttur (Özbek, 2003). Özellikle kemik kırıkları, kas ve yumuşak dokuda oluşan ezilme yaralanmaları etiyojide rol oynamaktadır. Genellikle uzun kemik kırıklarında, özellikle de kol ve bacak kemiklerinde oluşan kırıklarda gelişme olasılığı yüksektir (Tucker, 1998). Kompartman sendromu gelişen ortopedi hastalarındaki travma nedenleri incelendiğinde; tibia kırığına bağlı %36, distal radius kırığına bağlı %9.8, ön kol kırığına bağlı %7.9, femur kırığına bağlı %3, yumuşak doku yaralanmalarına bağlı %23.2 ve crush sendromuna bağlı %7.9 oranında görüldüğü bildirilmiştir (Duckworth ve Mcqueen, 2011).

Cerrahi: Ameliyat sonrası dönemde oluşan inflamasyona bağlı gelişen ödem ve hematoma, kompartman sendromunu hızlandırmaktadır. Cerrahi sonrası uygulanan alçı ya da sıkı bandaj ve traksiyon da etki eden diğer faktörlerdir (Tucker, 1998; Olson ve Glasgow, 2005). Traksiyon fasyayı sıkıştırarak kompartman hacmini azaltmaktadır. Uygulanan traksiyon bölgesine göre etkilenen kompartmanlar da değişmektedir. Örneğin tibia kırıklarında

* 29 Ekim – 3 Kasım 2013 tarihleri arasında Antalya'da 6. Ortopedi ve Travmatoloji Hemşireliği Kongresi'nde "poster" olarak sunulmuştur.

**DEU Hemşirelik Fakültesi Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği AD

kalkeneal traksiyonların anterior ve derin posterior kompartmanlarda basınç değişikliklerine neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca kırık ameliyatlarında oymasız çivi kullanılması da önerilmektedir (Olson ve Glasgow, 2005).

İmmobilizasyon: Perioperatif süreç boyunca hastanın ekstremitelerindeki pozisyona bağlı artan basınç kompartman sendromu gelişimini kolaylaştırmaktadır (Tucker, 1998). Ayak bileği ve bacağın pozisyonu da kompartman hacmi ve basıncını etkileyerek kompartman sendromu oluşumunu hızlandırır. Ayak bileğinin 0-37 derece plantar fleksiyonu, anterior ve posterior kompartman sendromunu minimize etmede en koruyucu pozisyonudur. Ortopedik ameliyatın tipi, süresi ve ameliyat sırasında kullanılan pozisyon da önemlidir. Örneğin femur kırıklarında intramedüler çivileme ameliyatı sırasında bacağın uzun süre fleksiyon, elevasyon ve abduksiyonda tutulmasına bağlı kompartman sendromu gelişebilir (Olson ve Glasgow, 2005).

Enfeksiyon: Kompartman sendromu oluşmasında ön plana çıkan nedenlerden biri de enfeksiyondur (Ramos ve ark., 2006). Özellikle clostridium perfringens enfeksiyonu akut kompartman sendromunda internal kompresyona neden olan predizpozan faktör olarak kabul görmektedir (Tumbarello, 2000).

Ayrıca hastaya uygulanan bandajlar, ateller, aşırı traksiyon, uzun süreli kompresyon, pnömatik antişok giysileri, fasyanın erken kapanması, intravenöz (IV) sıvı infiltrasyonu, kasların avulsiyonu, yanık, ateşli silah yaralanmaları, böcek ısırıkları, kanama bozuklukları, aşırı egzersiz, ödem ve kanama gibi nedenler de kompartman basıncının artmasına neden olan faktörlerdir (Heron Evans 2006; Olson ve Glasgow, 2005; Ward ve ark., 2007; Yamaguchi ve Viegas, 1998). Ortopedi hastalarında tedavi amaçlı kullanılan alçı ve bandajın sıkı olması dolaşımı bozarak kompartman sendromunu kolaylaştırmaktadır (Heron Evans, 2006; Love, 1998, Love 2000). Rijid bandajlardan biri olan Paris flasterinin esnemeyen bir yapısı olduğundan, bandajın sıkı yapılması dolaşımı sıkıştırarak kompartman sendromuna yol açabilmektedir (Love 1998, Love 2000). Doğru bandajlamada basıncın dereceli uygulanması amaçlanmaktadır. Bu başarısız olduğunda venöz kan akımının geri kaçmasına, IV basıncın artmasına ve iskemiyeye neden olur. Sonuçta ven dokusu bozulur; interstisyel aralıklarda plazma kaçığına, osmotik denge bozukluğuna ve venöz yetersizliğe bağlı konjesyon gelişir. En sonunda da kompartman sendromuna neden olan dolaşım bozukluğu meydana gelir. Bandaj; sıvı tedavisinde kanülü korumak, yapışkan bandın cildi tahriş etmesini önlemek ve kanülün yerinden çıkmasını engellemek için yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bilek ve ön kolun etrafında sarılı bandaj dolaşımı sıkıştırarak özellikle kolun şişmesine neden olur. Kanülün veni penetre etmesiyle sıvının ekstrasvasyonu veya vende flebit ya da sellülit enfeksiyonu varlığı, koldaki KS'unun nedenleri olarak bilinmektedir. Hasta konuşmıyorsa bu risk daha da artar. Eğer parmaklar şişiyorsa ve soğuksa, bandaj çıkarılarak kalp seviyesini aşmayacak düzeyde kol altına yastık yerleştirilmeli ve hemen hekime bildirilmelidir (Love, 2000).

Herhangi bir ekstremitte cerrahisi sonrası nörovasküler gözlemi planlarken, dolaşım bozukluğunun temel nedeninin bandaj olmadığının farkında olmak önemlidir. Kompartman sendromuna neden olan kas içi basıncın artması durumunda, yaranın kapanması yeterli

olmayabilir. Ameliyat bölgesi kansız alan olduğunda, kanama noktalarını kaçırma açısından özellikle risk oluşturur. Bandaj dolaşımı sıkıştırdığında, çıkarıldıktan sonra belirtiler hemen gidebilir. Eğer dolaşımdaki bozulmanın nedeni bandaj değil de cilt ya da kas dokusu ise, basıncı azaltmak ve dolaşımı düzenlemek için fasiyotomi ameliyatı gerekebilir (Love, 2000).

Fizyopatoloji

Kompartman sendromu, ekstremitelerde kapalı kas fasyalarının içinde artmış perfüzyon basıncı nedeni ile meydana gelen iskemi sonucu, kas ve sinir dokularında fonksiyon kaybı ile karakterize klinik bir tablodur. Kompartman sendromu, dokulardaki basınç artışı, ödem veya hemoraji nedeni ile kompartman alanının azalmasına ya da kompartman içi hacim artışına bağlı olarak gelişir (Heron Evans, 2006; Yamaguchi ve Viegas, 1998). Kompartman içi basınç artışına neden olan faktörlerin etkisiyle venöz basıncın artması ve arteriyel basıncın azalması sonucu kapiller dolaşım bozulur. Oluşan iskemi ATP ve glikojen depolarının azalmasına yol açar. İskemi gelişmesi ve sonrasında reperfüzyona bağlı olarak artan polimorfonükleer lökosit (PMN), tümör nekroz faktör, lökotrienler ve serbest oksijen radikalleri; intravasküler kompartmandan sıvı akışına ve kompartmandaki dokunun hasarlanmasına neden olmaktadır (Tollens, Janzing ve Bros, 1998). İlk hasar, kompartman alanındaki travmatik veya hemorajik ödem ile oluşmaktadır. Ödem damar üzerinde basınç oluşturarak venöz tıkanıklığa ve venöz dolaşımın azalmasına neden olabilir. Arteriyel dolaşımın da azalmasıyla ekstremitede iskemi meydana gelir. İskemi 4 saatten 12 saate kadar devam ederse kas ve sinir hücreleri zarar görmeye başlar, sağlıklı dokunun yerine fibrötik dokular yer alır. Tanılamanın gecikmesi ile hastada geri dönüşümsüz kas ve sinir iskemisi meydana gelir (Altizier, 2004; Heron Evans, 2006; Middleton, 2003). Venlerin sonlandığı kapiller yataktaki damar duvarına yapılan basınç, damar duvarlarını zayıflatarak kompartman içi basıncın artmasına neden olmaktadır. Kompartman içi basıncın artması ile hidrostatik basınç da artmakta, böylece kısır döngü gelişmektedir (Tiwari, Hag, Myint ve Hamilton, 2002). İntertisyel aralıktaki sıvı hacmindeki artış kapiller yataklarda bulunan sıvıdan daha fazla olmaktadır. Ayrıca kapiller duvarın kollabe olması hipoksiye yol açmakta; salınan histamin ile kapiller permeabilitenin artması kolloid proteinlerin ve sıvının dokular arasına kaçışına neden olarak ödem oluşturmaktadır. Böylece ödem basıncın artmasına, dokuya gelen kan akımının azalmasına ve sinir bloklarına neden olmaktadır.

Komplikasyonlar

Kompartman sendromunda komplikasyon gelişmesinin en önemli nedenlerinden biri, tanılanmasının gecikmesidir. Bu durumda olası komplikasyonlar gözden kaçabilir (Middleton, 2003; Tumbarello, 2000). Kompartman sendromuna neden olan faktörler; kas içi dokuda kompartman basıncının artması o bölgeye gelen kan akımının azalmasına neden olup, kas hücrelerin ölümüne ve paraliye kadar uzanmaktadır (Ward ve ark., 2007). Kas dokusunun iskemiyeye uğraması 4-12 saatten sonra, nöropati ise 12-24 saat sonrasında gelişmektedir. Basınç ortadan kaldırılamadığında ekstremitte 24-48 saat içinde kullanılmaz hale gelmektedir. Kompartman sendromuna bağlı gelişen diğer komplikasyonlar içinde enfeksiyon, uzamış iskeminin ardından gelişen kontraktürler ve gangren bulunmaktadır. Doku onarılamayacak durumda

olduğunda gangreni önlemek için amputasyon en iyi tedavi seçeneğidir. Ortopedi hastaları açısından kompartman sendromunun önemli etkilerinden biri de kemik iyileşmesini yavaşlatmasıdır. Dokuya gelen kan miktarının azalması oksijenizasyonu ve kemiğin beslenmesini azaltarak kırık iyileşmesini 15 haftadan 30 haftaya kadar uzatabilmektedir (Heron Evans, 2006; Love, 1998; Tumbarello, 2000). Etkilenen kas dokusu alanının artmasıyla myoglobini artarak renal yetmezliğe yol açmakta ve yaşamı tehdit edici boyuta gelmektedir (Heron Evans, 2006; Love, 1998; Middleton, 2003; Tumbarello, 2000; Ward ve ark., 2007). Ayrıca hiperkalemiye sekonder doku nekrozunun neden olduğu kardiyak aritmiler nedeniyle de ölüm gerçekleşebilir (Heron Evans, 2006; Middleton, 2003; Tumbarello, 2000).

Sınıflandırılması

Kompartman sendromu akut, kronik ve crush olmak üzere üç şekilde sınıflandırılabilir (Altizier, 2004; Tucker, 1998). Akut kompartman sendromu; basıncın hızla arttığı durumlarda, sıklıkla da aniden ve şiddetli gelişen travmalar sonrasında ortaya çıkar. Özellikle traksiyonlu femur kırığı olan hastalarda daha sık görülmektedir. Üst ekstremitelerde kırıklarında da (humerus, radius, ulna) sık gelişir (Altizier, 2004). Tanıda klinik bulguların yanısıra kompartman içi basınç ölçümü, manyetik rezonans görüntüleme ve elektronöromyografik inceleme önem taşımaktadır (Ward ve ark., 2007; Tollens, Janzing ve Bros, 1998). Akut kompartman sendromu yaygın görülmesi de, geliştiğinde acil durum oluşturmaktadır (Heron Evans, 2006).

Kronik kompartman sendromu ise uzayan strese bağlı gelişmektedir. Özellikle de alt ekstremitelerde zorlanmalara ve aşırı egzersizlere bağlı görülür. Genellikle alt ekstremitenin anterior ya da lateral alanında oluşmaktadır. Hastalar egzersizden 20-30 dakika sonra ağrı ve gerginlik hissetmeye başlar. Daha az olmakla birlikte üst ekstremitelerde de gelişebilir (Tumbarello, 2000; Zandi ve Bell, 2005). Egzersiz kapiller alanı ve basıncı artırır. Kapiller arasında geçişin artması ile kas hacmi %20 oranında artar. Kronik kompartman sendromu genellikle nörolojik defisit bırakır ve dinlenmekle geçmez. Çoğunlukla genç ve aktif kişilerde 24 saate kadar ortaya çıkar. Tekrarlı basınç artışı sonucunda, kompartman basıncını azaltmak için fasyotomi gereksinimi ortaya çıkar (Altizier, 2004; Middleton, 2003; Pritchard, Williams, Heath, 2005). Ayak veya bacakta ağrı, şişme, karıncalanma ve hissizlik; bacağın alt kısmında, ayak bileğinde ya da ayakta güçsüzlük; etkilenen alanda ısı artışı; ayak düşmesi; ayak başparmağının fleksiyona gelmesi ya da dokunulmasıyla oluşan ağrı olduğunda atletlerin hekime başvurmaları gerektiği belirtilmiştir (Middleton, 2003). Kronik kompartman sendromunun kontrol altına alınmasında dinlenme, soğuk uygulama, elevasyon ve günlük aktivitelere dereceli olarak geri dönmenin yararlı olduğu, konservatif tedavinin etkili olmadığı durumda fasyotomi yapılması gerektiği belirtilmiştir (Tumbarello, 2000).

Crush sendromu; kompartman sendromunun üçüncü türüdür. Sıklıkla deprem ve travmalar nedeniyle görülür. Kas ve yumuşak dokuların uzun süre travmaya maruz kalması sonucu oluşmaktadır. Kas dokusunun zarar görmesine bağlı olarak iskemi gelişir ve myoglobini ortaya çıkar. Aynı zamanda hücresel hasar nedeniyle potasyum yükselir ve böbrek yetmezliğine neden olur. Hiperkaleminin kardiyak etkisinden dolayı disritmi

gelişebilir (Altizier, 2004; Heron Evans, 2006; Middleton, 2003).

Tanımlama

Kompartman sendromunun belirti ve bulgularını tanımlamak, çoğu zaman buzdağının görünmeyen yüzünü keşfetmeye benzer. Bu nedenle erken tanımlama ve tedaviyi erken başlatma son derece önemli olup, hastanın sinir ve kaslarının zarar görmesini önlemeyi amaçlamaktadır. Kompartman sendromunun klasik semptomları, sürekli devam eden özellikle kasın pasif olarak gerilmesi ile belirgin artış gösteren, ağrı kesicilere yanıt vermeyen şiddetli ağrı ve parestezidir. Ağrı kompartman sendromunda ilk ve ciddi bir belirti olarak yer almaktadır. Şişlik, his ve renk değişikliği, hareket ya da fonksiyon kaybı, nabız alınamaması gibi dolaşım bozukluğuna ait bulgular olabilir. Periferik sinir etkilenmesine bağlı olarak duyu ve motor sinir yaralanmaları da belirtilere eklenmektedir. Ayrıca vücut ısısının artması, ödem veya basınç ya da gerginlik hissi de patolojik bulgu olarak yorumlanmaktadır (Child, 2007; Love, 1998; Louisiana State University (LSU) Standard, 2009; Middleton, 2003; Tucker, 1998). Bu belirtiler birçok hastalığın da belirtisi olduğundan ayırt edici olamayacağı belirtilmiştir. Yapılan laboratuvar testleri de kompartman sendromunun tanılanmasına yardımcı olmayabilir. Hastaların kreatin fosfokinaz seviyesi yükselir. Bu değerlerin yükselmesi kasların zarar görmesi nedeniyle olduğundan, spesifik tanılamada yardımcı olmaz (Middleton, 2003; Tumbarello, 2000). Fakat kompartman içi basıncın yüksek olması kompartman sendromuna özgü bir belirtidir (Child, 2007; Middleton, 2003; Tucker, 1998; Tumbarello, 2000).

Kompartman sendromunun ilk belirtileri kendini 30 dakika ila 2 saat içinde göstermekle beraber, travma sonrası 6 gün boyunca devam etmektedir (Harvey, 2001; Tucker, 1998). Literatürde, kaslar üzerindeki değişikliklere bağlı belirtilerin 4-12 saat içerisinde meydana geldiği ve 12 saatten sonraki dönemlerde sinir hasarı oluşabileceği belirtilmiştir (Harvey, 2001; Tucker, 1998; Child, 2007). Kompartman sendromu belirtileri İngilizce harflerden oluşan "6P" ile karakterizedir.

Parestezi: Yanıltıcı olabilen ilk belirtidir. Karıncalanma ve yanma hissedilir, hipoesteziye neden olabilir (Harvey, 2001; Child, 2007; Middleton, 2003).

Ağrı: Pasif germe hareketlerinden sonra ortaya çıkan ağrı zonklayıcı veya derin olabilmekte ve hem lokalize hem de yaygın olarak tanımlanmaktadır. Ekstremitte elevasyonu ile ağrı şiddeti artmaktadır. Ağrının önemli özelliklerinden biri de narkotiklere yanıt vermeyen nitelikte olmasıdır (Harvey, 2001; Child, 2007; Middleton, 2003).

Basınç: Etkilenen alanda kompartman içi basınç artar (Middleton, 2003). Cilt ince, parlak ve selülitik görünebilir (Harvey, 2001). Kompartman içi basıncın 0-15 mmHg arasında olması beklenirken, 30-50 mmHg'ya yükselmesi kompartman sendromunun tanılanmasını sağlamaktadır (Child, 2007). Kronik kompartman sendromunda basınç dinlenme anında 15 mmHg'nın üzerinde olup, egzersizden 1 dakika sonra 30 mmHg veya egzersizden 5 dakika sonra 20 mmHg'dır (Altizier, 2004). Ayrıca hastanın doğrudan ölçülen kompartman basıncı ile diastolik basıncı arasındaki farkın 30 mmHg'dan az olması, kompartman perfüzyonunun dengesiz olduğunu göstermektedir (Harvey, 2001; Child, 2007). Örneğin; hastanın diastolik basıncı 80 mmHg ve doğrudan ölçülen kompartman basıncı 60 mmHg olduğunda, aradaki fark 20 mmHg olup,

sonuç perfüzyonun dengesiz olduğuna işaret etmektedir (Mqueen ve Court Brown, 1996).

Solukluk: Geç belirtidir. Cilt renginin grimsi, soluk ve beyaz tonlarda gözlenmesi, kapiller dolunun 3 saniyeden uzun olması ile karakterizedir (Harvey, 2001; Child, 2007; Middleton, 2003).

Paralizi: Paralizi de geç belirtir olup, eklemelerde ve distal aktivitelerde zayıflık ortaya çıkar (Middleton, 2003).

Periferik nabızın azalması ya da kaybı: Arteriyel dolaşımın azalması ya da bozulmasına bağlı görülür (Child, 2007; Middleton, 2003).

Tedavi

Kompartman sendromunun tedavisinde öncelikli amaç erken tanılamak ve önlemektir. Hastanın ödeminin ve kanamasının azaltılması gerekmektedir. Travmaya bağlı gelişen kırığın etrafındaki dokulara zarar vermemesi için, kırığı olan ekstremitenin hareketinden kaçınılmalı ve inflamasyon kontrol altına alınmalıdır (Child, 2007). Kompartman sendromunun tedavisinde farklı yöntemler seçilebilir. Bu seçimlerden biri cerrahi dışı tedaviler ve hastanın aktivitelerinin durdurulmasıdır. Cerrahi dışı yöntemler; fizik tedavi, germe, uygun ayakkabının sağlanması, nonsteroidal antiinflamatuvar ilaç kullanımı ve ortostatik araçlardır. Kompartman sendromuna yol açan temel nedenin (travma, ameliyat, aşırı egzersiz, metabolik tablo vb) tedavisi yetersiz kaldığında ve kompartman basıncının azaltılmasının mümkün olmadığı durumda cerrahi tedavi gerekebilir. Bu durumda parsiyel veya tam fasiyotomi tercih edilmektedir (Altizier, 2004; Matthew, Daniel, Laith, 2005; Tumbarello, 2000).

Fasiyotomi işlemi, kası çevreleyen fasyalara uygulanan basit bir cerrahi girişimdir (Altizier, 2004; Heron Evans, 2006; Tumbarello, 2000). Bu girişim, etkilenen alandaki dolaşımı düzelterek basıncı azaltmaktadır. Fasiyotomi endikasyonu oluşturan basıncın ne olduğu konusunda görüş birliği bulunmamaktadır. Hastanın hemodinamik durumuna göre karar verilir (Heron Evans, 2006). Ekstremitede inatçı, progresif ve immobilizasyonla ortadan kaldırılamayan ağrının varlığı ve bu ağrının pasif germeyle artması; duyu ve kas gücünün azalması, ekstremitenin palpasyonda gergin ve sert olması, distal nabızların zayıf hissedilmesi veya hissedilmemesi fasiyotomi endikasyonudur (Özbek, 2003). Erken dönemde rutin yapılan fasiyotomiler nekroza uğrayan kas kitlesini, böbrek yetmezliğinin şiddetini, periferik nöropatiyi ve iskemik kontraktür risklerini azaltabilir. Diğer taraftan da fasiyotomi girişimi sık enfeksiyon riski taşımaktadır. Bu nedenle her hastaya rutin olarak uygulanmamaktadır. Ancak distal nabız alınmadığında ve kompartman içi basınç 40-50 mmHg'yi aştığında yapılmalıdır (Al ve ark., 2006). Fasiyotomi yarası yaklaşık beş gün açık bırakılır. Eğer yara çok geniş ise, gerektiğinde kas ve deri grefti yapılabilir. Hasta normal aktivitelerine üç ay sonra dönebilir (Altizier, 2004; Heron Evans, 2006). Fasiyotomi sonrasında genel ameliyat sonrası bakım ilkelerinin yanısıra ağrının değerlendirilmesi, yüksek dozda narkotik ya da anestezi ile ağrı kontrolünün sağlanması, NVT yapılması, enfeksiyonun önlenmesi, greft uygulandıysa dokunun kanlanmasının izlenmesi, eklem hareketlerinin gözlenmesi ve 4 saatte bir egzersiz yaptırılması (Range of Motion-ROM) ön plana çıkan hemşirelik aktiviteleridir. Eğer kırık varsa ROM egzersizleri yaptırılmaz (Erdil ve Özhan Elbaş, 2001; Heron Evans, 2006).

Ortopedi Hemşiresinin Sorumlulukları

Ortopedi hemşiresinin sorumlulukları *kompartman sendromunun erken tanınması, kompartman sendromu gelişen hastanın izlenmesi, fasiyotomi öncesi ve sonrası hemşirelik bakımı* olarak gruplandırılabilir. Hemşirenin bu sorumlulukları yerine getirirken her şeyden önce akut kompartman sendromunun nedenlerini, kompartman sendromunu hızlandıran hasarları ve nörovasküler izlem sonuçlarını bilmelidir (Love, 1998). Geridönüşümsüz iskemik kısa sürede geliştiğinden, ortopedi hemşiresinin akut kompartman sendromunun gelişme olasılığının farkında olması gerekir (Tumbarello, 2000).

Kompartman sendromunun erken tanınmasında hastayı değerlendirmek ortopedi hemşiresinin en önemli sorumluluklarından biridir. Hemşirenin süreci doğru değerlendirebilmesi için uygun aracı kullanması gerekmektedir. Tüm hemşirelik değerlendirmeleri ve uygulamaları kayıt edilmelidir. Çünkü kompartman sendromu tanılanamayabilir ya da yanlış teşhis edilebilir. Bu nedenle ilk olarak kompartman sendromunu tanımlamak çok önemlidir. Bu intrakompartmanal basıncın düzenli ölçülmesi ile sağlanabilir (Child, 2007; Middleton, 2003; Tucker, 1998). Ancak basınç ölçümünün sağlanmadığı durumlarda hemşirenin yukarıda açıklanan 6P belirtilerini saptaması yaşamsal öneme sahiptir (Altizier, 2004; Harvey, 2001; Love, 1998; Middleton, 2003). Özellikle ağrı kompartman sendromunda ilk ayırt edici bulgudur. Analjezik kullanımı ile azaltılmayan ağrı gözardı edilmemelidir. Duyu kaybı ve hareketsizlik de hemşire için önemli bulgulardandır (Child, 2007; Love, 1998; Middleton, 2003; Tucker, 1998). Ağrı tanılamının ilk tanılamadan sonra saatlik yapılması gerektiği belirtilmiştir (Tumbarello 2000). Özellikle travma geçiren hastalarda, büyük kırık ameliyatlarından ve diğer ortopedik girişimlerden sonra hastaların düzenli nörovasküler tanılamasının (NVT) yapılması kompartman sendromunu erken tanılamada çok önemli bir yere sahiptir (Bilik, 2012; Love, 1998; Middleton, 2003; Tumbarello, 2000). Akut kompartman sendromunu erken saptamak için hemşirenin NVT'yi saatlik ya da daha sık yapması önerilmektedir (Tumbarello, 2000). Travma ya da ameliyattan 4-6 saat sonra kas iskemisi ve geri dönüşümsüz doku kaybı oluşabilir. Bu durum daha sonra kalıcı problemlere yol açabilir ve etkilenen ekstremitenin amputasyonuna kadar ilerleyebilir. Bu noktada öncelikli amaç ekstremitte kaybını önlemektir.

Kompartman sendromu gelişen hastada ağrının değerlendirilmesi, NVT yapılması, kompartman basıncının izlenmesi ve azaltılması, etkilenen ekstremitenin korunması ve fasiyotomi ameliyatına hazırlık ve ameliyat sonrası bakım ortopedi hemşiresinin yerine getirmesi gereken sorumluluklardır.

a) Ağrının Değerlendirilmesi: Hemşire, kompartman sendromu gelişen hastanın ağrı tanılamasını kurum politikaları doğrultusunda yapar. Genellikle NVT ile birlikte ağrı tanılamının saat başı yapılması ve hastanın ilk verilerine göre tanılama sıklığına karar verilmesi önerilmektedir. Ağrı düzeyinin zamanında değerlendirilmesi ve kayıt edilmesi, gerekli analjezik dozunu belirlemek açısından önemlidir (Tumbarello, 2000). Hemşire, hastanın pasif germe hareketiyle birlikte ağrı yaşayıp yaşamadığını yakından izlemelidir. Örneğin; alt ekstremitenin dorsofleksiyona getirilmesiyle yaşanan ağrı, derin ve yüzeysel posterior tibial kompartmanına işaret etmektedir (Love, 1998). Ekibin bir üyesi olarak hemşirenin ağrı şiddetine göre uygun analjezik tedaviyi

sürdürme sorumluluğu vardır. Ağrı kontrolünde hasta kontrollü analjezinin en uygun seçenek olduğu belirtilmiştir. Diğer ilaç seçenekleri arasında parasetamol ve nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar bulunmaktadır. Hemşire özellikle nonsterid antiinflamatuvar ilaçların gastrik ülserasyon, renal toksisite ve kanamaya neden olan trombosit agregasyonu inhibasyonu gibi komplikasyonları açısından hastayı yakından izlemelidir (Middleton, 2003).

b) Nörovasküler Tanılama Yapılması: Hemşirenin temel görevlerinden biri hastanın nörovasküler değişikliklerini saptamak ve kompartman sendromu belirtilerini önceden tanımlayabilmektir (Judge 2007, Miller ve Askew 2007; Tucker, 1998). Nörovasküler değerlendirme ölçütleri; ısı, renk, kapiller dolum, motor, duyu, ağrı ve ödemdir. İzlemin normal değerleri; hastanın ekstremitelerindeki cildin pembe ve ılık olması, ekstremitelerin ve parmakların hareket edebilmesi, uyuşukluk ve karıncalanma hissetmeden dokunmanın algılanması, nabızların güçlü ve kolay palpe edilebilir olması, kapiller dolumun 3-5 saniye içinde geri dönmesi, ağrı ve ödemin olmamasıdır (Bilik, 2012; Miller ve Askew, 2007). Kompartman sendromu gelişen hastada görülen nörovasküler değişimler saatlik izlenerek belirtilerin ilerleme durumu kontrol edilir. Hemşire hastanın durumuna göre bu izlem sıklığını arttırabilir. Ortopedi hemşiresi klinikte hasta ile daha uzun süre etkileşimde olacağı için bu görevi yerine getirmek için en uygun sağlık profesyonelidir (Love, 1998). Hemşire etkili bir iletişimle saptadığı değişiklikleri hekim ile paylaşmalıdır.

c) Kompartman Basıncının İzlenmesi: Basınç izlemi invaziv bir işlemdir ve her üniteye bulunmamaktadır. Yine de bazı ortopedistler özellikle yüksek riskli tüm yaralanmalarda basınç izleminin yapılmasını önermektedir. Kompartman içi normal basınç 0-15 mmHg'dır (Middleton, 2003; Child, 2007). Bu basıncın 30-50 mmHg'ya yükselmesi kompartman sendromunun tanılanmasını sağlamaktadır (Child, 2007).

Kompartman içi basıncın ölçülmesinde çeşitli araçlar kullanılmaktadır. Bazı ölçüm araçları basıncın bir kez okunmasını sağlarken, bazı araçlar da sürekli basınç ölçümü yapmaktadır. Bu ölçüm araçları içinde fiberoptik transducer (camino-kateter) güvenilir ve kullanımı basit olan bir araçtır (Middleton, 2003). Transkutanöz dopler ultrason ve perkutanöz yolla (filit) veya slit (yarım) kateter ile ölçüm yöntemleri de kullanılmaktadır. Transkutanöz dopler ultrason elektronik bir alet kullanılarak dinlenme ve kas kontraksiyonu sırasındaki venöz kan akımının ölçülmesini sağlar. Dinlenme durumunda iken venöz kan akım hızının 7-16 mmHg arasında olması beklenmektedir. Eğer basınç bu değerlerden daha fazla ise venlerin kollabe olmasına neden olmaktadır. Döngünün kompartman sendromuna doğru başlamış olduğunu göstermektedir (Heron Evans, 2006; Love, 1998). Sürekli izlem gerektiğinde perkutanöz yolla (filit) veya slit (yarım) kateter yerleştirilerek transdusere bağlantı yapılır. Bu ölçüm yöntemlerinin komadaki ya da yanıt vermeyen hastalarda kullanılması önerilmektedir (Heron Evans, 2006).

d) Kompartman Basıncının Azaltılması: Kompartman basıncını azaltmak için çeşitli önlemler alınabilir.

- Sıkı bandaj, alçı ve atellerin gevşetilmesinin kompartman basıncını %50-85 azaltacağı belirtilmiştir (Harvey, 2001; Middleton, 2003).

Hoover ve Siefert (2000) alçının hastaya ek olarak %35 oranında daha fazla basınç oluşturduğunu saptamıştır. Akut kompartman sendromu olgularında çift kapaklı alçılama yapılabilir (Tumbarello, 2000).

- Ekstremitenin kalp seviyesinde olması, arteriyel ve ven basıncının azalmasını sağlayarak ödemin azalmasına yardımcı olmaktadır (Harvey, 2001). Ancak kompartman sendromu gelişen hastada iskemiye önemli derecede arttırılabileceği için, ekstremitenin kalp seviyesinden yukarıya kaldırılmaması gerektiğine dikkat çekilmiştir. Hastada kompartman sendromu gelişti ise ekstremitenin aşırı elevasyonu venöz basıncın artmasına ve arteriyel akımın azalmasına neden olacağı için hemşire ekstremitayı kalp seviyesi üzerinde tutmamalıdır. Ayrıca hastaya bu konuda eğitim vermelidir (Middleton, 2003). Love (1998) makalesinde, Ashton'un (1975) kalp seviyesinin altındaki elevasyonda her santimetre için lokal sistolik arteriyel kan basıncında 0.8 mmHg azalma olduğunu saptadığı belirtmiştir. Eğer hastanın ekstremitesinin altına 10 cm yüksekliğinde yastık koyulursa basınç 8 mmHg azalabilir. Kalp seviyesi üzerindeki elevasyon hastanın arteriyel dolaşımının azalmasına neden olacağı, dolayısıyla oksijenlenme ve beslenmeyi olumsuz etkileyeceği için kompartman sendromu için zararlı olabilir (Love, 1998). Bu nedenle ekstremiten nörtral pozisyonda tutulmalıdır (Tumbarello, 2000).
- Soğuk uygulama vazokontrüksiyona neden olacağı için kompartman sendromu şiddetlenecektir. Bu nedenle hemşire soğuk uygulamadan kaçınmalıdır (Harvey, 2001; Middleton, 2003).
- Kolloid veya kristalloid sıvıların ve kan bileşiklerinin uygulanması, kan replasmanının sağlanması, trombosit ve plazmanın yerine konmasıyla pıhtılaşma özelliğinin korunması gerektiği önerilmiştir (Middleton, 2003). Mannitol ödemi ve serbest oksijen radikallerini gidererek basıncın düşmesini kolaylaştırır. Aynı zamanda reperfüzyon yaralanma insidansını azaltmaktadır (Tumbarello, 2000). Hemşirenin en önemli sorumluluklarından biri planlanan tedaviyi uygulamak ve sonuçlarını izlemektir.
- Kırığın cerrahi stabilizasyonunu sağlamak için oymalı çivi (reamed nail) yerine oymasız çivi (non-reamed nail) kullanmanın daha iyi olabileceği, bunun kompartman sendromu insidansını azalttığı vurgulanmıştır (Middleton, 2003; Olson ve Glasgow, 2005). Child (2007) intramedullar (IM) çivilemenin kompartman sendromunu arttırdığına yönelik çalışma sonuçları olduğu gibi, etkilemediğini de gösteren sonuçlar olduğunu belirtmiştir. Mcqueen ve arkadaşlarının (2000) çalışmasında tibia kırığının intramedullar fiksasyon ve çivileme ile tedavisinin kompartman sendromunu arttırmadığı ifade edilmiştir. Hemşire özellikle oymalı çivi kullanılan hastalarda kompartman sendromuna karşı uyanık olmalıdır.
- Kompartman içindeki basınç 30 mmHg'ya ulaştığında, açık fasiyotominin endike olduğu ve bu şekilde kompartmanın dekomprasyonunun

sağlanabileceği belirtilmiştir. Açık fasiyotomide kompartman boyunca fasya bölünerek basınç azaltılmaktadır (Middleton, 2003). Al ve arkadaşları (2006) ise distal nabız hissedilmediğinde ve kompartman içi basınç 40-50 mmHg'yi aştığında fasiyotominin yapılması gerektiğini belirtmiştir.

- Kompartman basıncı arttığında, gelişen hipotansiyon kompartman içindeki iskemiye arttırdığından kan basıncının mümkün olduğunca normal düzeyde tutulması önerilmektedir. Bu nedenle hemşire düzenli kan basıncı izlemi yapmalı, hipotansiyon geliştiğinde gerekli önlemleri almalı, hastayı kompartman sendromu belirti ve bulguları açısından değerlendirmelidir (Tumbarello, 2000).

e) Fasiyotomi ameliyatına hazırlık ve ameliyat sonrası

bakım: Fasiyotomi ameliyatına hazırlık aşamasında genel olarak ameliyat öncesi bakım ilkeleri geçerlidir. Bu dönemde hastada kompartman sendromu olduğu için, yukarıda açıklanan hemşire sorumlulukları fasiyotomi ameliyatına hazırlık aşamasında da geçerlidir. Bu aşamada hemşire hastanın anksiyete düzeyi ve korkusunu belirlemeli, duygularını ifade etmesi için hastayı cesaretlendirmeli, durumu ve yapılacak işlemleri açıklayarak anksiyetesini azaltmalı, sıcak ve güven dolu bir atmosfer yaratmalıdır (Tumbarello, 2000). Hemşire hem ameliyat öncesi hem de ameliyat sonrası dönemde ağrı değerlendirme ve kontrolü, NVT, kompartman basıncının azaltılması ve mümkünse izlenmesi, etkilenen ekstremitenin korunması, ilaç uygulamaları ve beslenmenin düzenlenmesi gibi girişimleri yerine getirmekten sorumludur. Bunun dışında ameliyat sonrası genel bakım ilkeleri geçerlidir (Heron Evans, 2006; Middleton, 2003; Tumbarello, 2000). Fasiyotomi sonrası titiz bir yara bakımı esastır. Pansuman değişiminde steril tekniğe dikkat edilerek yara enfeksiyonu önenebilir ya da azaltılabilir. İnsizyon önce salin ile ıslatılmış pansuman ile kapatılıp, üzerine kuru pansuman uygulanmaktadır. Pansuman değişimi sırasında da yara yeri enfeksiyon belirti ve bulguları açısından değerlendirilmelidir. Ameliyat sonrası 24-48 saat boyunca antibiyotik tedavisi uygulanması önerilmektedir. Dikkat edilecek bir diğer nokta da fasiyotomi sonrası ekstremitenin elevasyona alınmasıdır. Ancak cerrahi dekompresyon sağlandıktan sonra ekstremitenin elevasyona alınabileceği mutlaka not edilmelidir. Ameliyat sonrası dönemde travmanın ve ameliyatın yol açtığı metabolik gereksinimleri karşılamak için hastanın beslenmesi planlanmalı, aldığı ve çıkardığı izlemi yapılmalıdır. İmmobiliteye bağlı komplikasyonların önlenmesi açısından da ortopedi hemşiresinin önemi büyüktür. Eklemlerin hareketliliğini kazandırmak, venöz ve lenfatik drenajı geliştirmek için hemşire, hastanın aktif ve pasif hareketleri yapmasına yardımcı olmalıdır. Hasta için kontrendike değilse mobilize olması için cesaretlendirilmelidir (Tumbarello, 2000). Hasta klinikten ayrılmadan önce de taburculuk eğitiminin tamamlanması gerekmektedir.

Hasta Eğitimi

Kompartman sendromunun erken tanınması en iyi sonucu almada en önemli belirleyicidir. Bu nedenle travma ya da ameliyat nedeniyle yaralanma öyküsü bulunan hastaların taburculuk eğitiminde bu konuya duyarlı olunmalıdır. Etkilenen ekstremitede şiddetli ağrı, nabız alınmaması, yanma hissi ve güçsüzlük gibi belirtiler

oluştığında hemen doktora ya da hastaneye başvurması konusunda hastalara veya ailesine eğitim verilmelidir. Ayrıca hastalara kontrole gelmenin önemi anlatılmalıdır. Özellikle de kompartman sendromuna yol açabilecek herhangi bir yaralanma yaşadığında, hastaneye başvurması konusunda cesaretlendirilmelidir (Middleton, 2003).

Sonuç

Uzun dönemde sakatlıkların oluşmaması için kompartman sendromunun erken tanınması yaşamsal öneme sahiptir. Bunun başarılabilmesi için travma ve ortopedi hemşirelerinin durumun farkında olarak ekip ile birlikte hareket etmesi gerekir. Sağlık çalışanları; büyük risk taşıyan hastaları belirlemeli ve uygun dozda analjezi sağlamalıdır. Hastalar, bu sendromun belirti ve bulguları açısından yakından izlenmeli ve şüpheli bir durumda uygun girişimler başlatılmalıdır. Ortopedi hemşiresinin ayrıca komplikasyonları izleme ve ameliyat sonrası girişimleri uygulama sorumluluğu da bulunmaktadır.

Kaynaklar

- Al, B., Güllü, M.N., Kaplan, M., Güloğlu, C., & Aldemir, M., (2006) Crush Sendromu. *Tıp Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 31-38.
- Altizer, L., (2004) Compartment Syndrome. *Orthopaedic Nursing*, 23(6), 391-396.
- Bilik, Ö. (2012). Hemşirelik bakımında bütünü bir parçası nörovasküler tanılama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Elektronik Dergisi*, 5(4), 175-179.
- Child, S. (2007) Musculoskeletal Trauma and Orthopedic Surgery, In: Lewis L. S, Heitkemper M. M, Dirksen S.R, Obrien P. G, Bucher L., *Medical Surgical Nursing* (pp. 1071-78). Mosby Elsevier.
- Duchwort, A.D. & Mqueen, M. M. (2011) Focus on diagnosis of acute compartment syndrome. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 1, 1-8.
- Erdil, F. ve Elhan Özbaş, N. Kas İskelet Sistemine İlişkin Cerrahi Girişimler ve Hemşirelik Bakımı, In *Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği*. Genişletilmiş IV. Baskı. Aydoğdu Ofset, Ankara 2001. In: Bölüm 45. sayfa 570-571
- Harvey, C. (2001). Compartment syndrome: When it is least expected. *Orthopaedic Nursing*, 20 (3), 15-25
- Heron Evans, M.R. (2006). Interventions for Clients with Musculoskeletal Trauma. Chapter 55. In. Ignatavicius DD, Workman ML. *Medical Surgical Nursing Critical Thinking for Collaborative Care* (p. 1191-1192). Fifth Edition. Copyright by Elsevier Inc. Philadelphia.
- Hoover, T.J. and Siefert, J.A. (2000). Soft tissue complications of orthopaedic emergencies. *Emergency Medicine Clinics of North America*, 18(1), 115-139
- Judge, N.L. (2007). Neurovascular assessment. *Nursing Standard*, 21 (45), 39.
- Love, C.,(1998). A discussion and analysis of nurse-led pain assessment for the early detection of compartment syndrome. *Journal of Orthopaedic Nursing*, 2, 160-167.
- Love, C., (2000). Bandaging skills for orthopaedic nurses. *Journal of Orthopaedic Nursing*, 4, 84-91.
- Louisiana State University-LSU, (2009) Standard 2, Care of the patient with potential neurovascular impairment. *Erişim: 20.02.2014*
www.sh.lsuhs.edu/policies/policy...Care/Standard%202.pdf
- Matthew, R.B, Daniel, B.P., Laith, M.J., & Andrew, S.O. (2005). Chronic exertional compartment syndrome diagnosis and management. *Hospital for Joint Diseases*, 62, 77-84.
- McQueen, M.M., Gaston, P., & Court-Brown, C.M. (2000). Acute compartment syndrome: who is at risk? *Journal Bone Joint Surgical*, 82, 200-3.
- Mcqueen, M.M., ve Court-Brown, C.M. (1996). Compartment monitoring in tibial fractures: the pressure treshold for

- decompression. *Journal of Bone And Joint Surgery (British)*, 78(1), 99-104
- Middleton, C. (2003). Compartment syndrome: the importance of early diagnosis. *Nursing Times*; 99, 21, 30-32.
- Miller, N.C., Askew, A.E. (2007). Tibia fractures. An overview of evaluation and treatment. *Orthopaedic Nursing*, 26(4), 216-223.
- Morin, R.J., Swan, K.G., Tan, V. (2009). Acute forearm compartment syndrome secondary to local arterial injury after penetrating trauma. *Journal Trauma*, 66, 989-93.
- Olson, S.A., & Glasgow, R.R. (2005). Acute Compartment Syndrome in Lower Extremity Musculoskeletal Trauma. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 13: 436-444.
- Özbek, S., (2003). Üst Ekstemitede Fasyotomi: Endikasyonları ve Tekniği. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 37-40.
- Pritchard, M.H., Williams, R.L., & Heath, J.P. (2005). Chronic compartment syndrome, an important cause of work-related upper limb disorder. *Rheumatology (Oxford)*, 44, 1335-6.
- Ramos, C., Whyte, C.M., Harris, B.H. (2006). Nontraumatic compartment syndrome of the extremities in children. *Journal of Pediatric Surgery*. 41(12), 5-7.
- Simpson, N.S., & Jupiter, J.B. (1995). Delayed onset of forearm compartment syndrome: a complication of distal radius fracture in young adults. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 9, 411-18.
- Tiwari, A., Hag, A., Myint, F., & Hamilton, G. (2002). Acute Compartment Syndromes, *British Journal of Surgery*, 89, 397-412
- Tollens, T., Janzing, H., & Bros, P. (1998). The pathophysiology of the acute compartment syndrome. *Acta chirurgica Belgica*, 98, 171-5.
- Tumbarello, C. (2000). Acute Extremity Compartment Syndrome. *Journal of Trauma Nursing*. 7(2), 30-36.
- Tucker, K., (1998). Compartment syndrome: the orthopaedic nurse's vital role, *Journal of Orthopaedic Nursing*, 2, 33-36
- Ward, N.J. (2007). Compartment syndrome following ankle sprain. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 89(7), 953-5.
- Yamaguchi, S., & Viegas, S.F., (1998). Causes of upper extremity compartment syndrome. *Hand Clinics*, 14, 365-70.
- Zandi, H., Bell, S. (2005). Results of compartment decompression in chronic forearm compartment syndrome: six case presentations. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 35-41.