

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**MEDİAL TİBİAL STRES SENDROMUNDA
AYAK BİLEĞİ İZOKİNETİK KUVVET DENGELERİ
VE
BÖLGESEL KEMİK MİNERAL YOĞUNLUĞU**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

HAZIRLAYAN
Dr. Oğuz YÜKSEL

DANIŞMAN
Doç. Dr. Cengizhan Özgürbüz

İZMİR - 2009

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
ÖZET	iii
GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	3
Anatomi	3
Kemik Yeniden Yapılanması	16
Dual-Enerji X-ray Absorbsiyometri	19
Kas Kuvvetlerinin Değerlendirilmesi	20
Koşu Biyomekaniği	21
Egzersize Bağlı Bacak Ağrıları	23
Medial Tibial Stres Sendromu	24
GEREÇ VE YÖNTEM	30
BULGULAR	36
TARTIŞMA VE SONUÇ	44
KAYNAKLAR	51

ÖNSÖZ

En sık görülen koşu yaralanmalarından biri olmasına rağmen hakkında çok az şey bildiğimiz medial tibial stres sendromu hem doktoru hem de hastayı sıkıntıya sokan bir hastalıktır. Medial tibial stres sendromu hakkında bilgimiz arttıkça hastalığı oluşmadan önlememiz ya da oluştuğunda daha erken spora geri dönüşü sağlamamız mümkün olacaktır.

Medial tibial stres sendromunun, etyolojisinde rol oynayabilecek ayak bileği izokinetik kuvvet dengelerini ve naviküler düşmeyi, akut dönemde tibia kemik mineral yoğunluğu üzerindeki sonuçlarını inceleyen çalışmamın yeni bir bakış açısı sağlayabileceği inancındayım.

Öncelikle tezimin her aşamasında değerli fikir, bilgi, deneyim ve katkılarını benden esirgemeyen tez danışmanım sayın Doç. Dr. Cengizhan Özgürbüz'e, verilerin toplanmasında büyük destek sağlayan sayın Dr. Nevzat Denerel'e, tezin yazımı sırasında değerli bilgi ve görüşleri ile beni yönlendiren sayın Prof. Dr. Çetin İşlegen, sayın Prof. Dr. Oğuz Karamızrak, sayın Prof. Dr. Ahmet Ertat, sayın Prof. Dr. Emin Taşkiran ve sayın Doç. Dr. Metin Ergün'e, istatistiksel analiz sırasında değerli bilgileri ile bana yardımcı olan Doç. Dr. Funda Atamaz'a, tez konusunun oluşumu sırasında yardımlarını esirgemeyen eski mesai arkadaşım sayın Dr. Seçkin Şenışık'a, DEXA laboratuvarının kullanımı için her türlü kolaylığı gösteren Nükleer Tıp Anabilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Hayal Özkılıç'a, Dexa laboratuvarı teknisyenleri sayın Hüseyin Atmaca'ya, sayın Ebru Akgüngör'e, İzokinetik kuvvet ölçümlerindeki yardımlarından dolayı Arkas Spor kulübüne ve sayın Nurcan Celep'e, MLA ve Naviküler Düşme ölçümlerini yapan kardeşim Semih Sami Yüksel'e, sevgi ve destekleri hiç bitmeyen annem Seher Yüksel ve babam Abdullah Yüksel'e, tezin yazımı sırasında bana yardımlarını teklif eden sayın Dr. Mustafa Sürücü'ye, Anabilim Dalı sekreterimiz sayın Erol Girgin'e ve Spor Hekimliği personeline ve bana her zaman destek olup sevgi ve şefkatini esirgemeyen eşim Dr. Saliha Yüksel'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Nisan 2009

ÖZET

Giriş: Medial tibial stres sendromu koşu ile ilişkili olarak en sık gözlenen yaralanmalardan biridir. Patofizyolojisi ve patolojik lezyon hakkındaki bilgilerimiz sınırlıdır.

Amaç: Medial tibial stres sendromulu hastalarda, hastalığın patofizyolojisinde rol oynayabilecek; ayak bileği kas kuvvet dengelerindeki olası disbalansın, medial longitudinal ark ve naviküler düşme ölçümlerinde artışın, diyetle az kalsiyum alımının araştırılmasıdır. Bir diğer amacida yaralanmanın sonuçlarından birisi olabileceği hipotez edilen, tibiadaki ağrı lokalizasyonunda kemik mineral yoğunluğunda azalma varlığının araştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya Ege Üniversitesi Spor Hekimliği polikliniğine başvuran 15 (11 erkek, 4 kadın) medial tibial stres sendromu hastası alındı. Hastaların ortalama yaşı 21 ± 2.8 yıl (16 - 26 yıl arası), vücut kitle endeksleri 22.2 ± 2.8 kg/m² (18.9 – 27.8 kg/m² arası) idi. Kontrol grubu düzenli spor yapan 13 (7 erkek, 6 kadın) kişiden oluştu. Kontrol grubunun ortalama yaşı 23.2 ± 3.1 yıl (17 – 27 yıl arası), vücut kitle endeksleri 21.7 ± 2.9 kg/m² (17.7 – 27.5 kg/m² arası) idi. Tüm deneklere bir beslenme ve egzersiz sorgulaması yapıldı. Ayak bileği kas kuvvet değerlerinin ölçümü için izokinetik test uygulandı. Standart DEXA ölçümleri ile birlikte her iki tibia'nın üç farklı bölgesinin kemik mineral değişiklikleri ölçüldü. Ayak üzerine vücut ağırlığı verilirken ve verilmezken ayak fotoğrafları çekilerek, medial longitudinal ark deformasyonu ve naviküler düşme ölçümleri yapıldı.

İstatistiksel yöntem: İstatistiksel değerlendirme "SPSS 13.0 software paket programı" kullanılarak yapıldı. Sayısal veriler için tanımlayıcı ortalama ve standart sapma (SS) değerleri, oransal veriler için sıklık değerleri hesaplandı. Grup içi varyans homojenitesi ön koşulunun karşılanamamasından dolayı non-parametrik olarak değerlendirilen verilerin gruplar arası karşılaştırılması Mann-Whitney U testi ile diğer verilerin karşılaştırılması independent samples T test ile gerçekleştirildi. İstatistiksel olarak anlamlılık sınırı <0.05 olarak kabul edildi.

Bulgular: Hasta grubunun 30°/sn hızda, ortalama ve pik eversiyon konsantrik kuvvetleri kontrollerden istatistiksel anlamlı yüksek bulundu ($p<0,05$). Hasta

grubunda 30°/sn hızda inversiyon/eversiyon oranı kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı düşüktü ($p<0,05$). 120°/sn hızda hasta grubunun ortalama konsantrik eversiyon kuvveti kontrollerden istatistiksel anlamlı yüksekti ($p<0,05$).

Hasta ve kontrol grubu arasında yüklü veya yüksüz medial longitudinal ark açısı, medial longitudinal ark deformasyonu ve naviküler düşme ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$).

Tibial DEXA ölçümleri olan R1, R2 ve R3 hasta ve kontrol grubunda istatistiksel anlamlı bir farklılık göstermedi ($p>0,05$). Hasta ve kontrol grubunun standart DEXA ölçümlerinin karşılaştırılmasında lomber T skoru kontrol grubunda istatistiksel anlamlı yüksek bulundu ($p<0,05$). Diğer DEXA ölçümlerinde anlamlı farklılık yoktu.

İki grup birlikte değerlendirildiğinde aylık tüketilen süt miktarı ile femur boynu KMY ($r= 0,445$; $p= 0,020$) , femur total KMY ($r= 0,500$; $p=0,008$), femur boynu T skoru ($r= 0,421$; $p=0,029$), femur total T skoru ($r=0,487$, $p=0,010$) ve lomber KMY ($r= 0,381$; $p= 0,050$) arasında istatistiksel anlamlı pozitif korelasyon bulundu. Aylık ortalama yoğurt tüketimi ile femur boynu KMY ($r= 0,456$; $p= 0,017$), femur boynu T skoru ($r= 0,533$; $p=0,004$) ve femur total T skoru ($r=0,414$; $p= 0,032$) arasında korelasyon bulundu. Aylık toplam kalsiyum alımı ile femur boynu KMY arasında korelasyon bulundu ($r=0,395$; $p=0,041$).

Sonuç: Medial tibial stres sendromlu hastalarda ayakta duruş sırasında naviküler düşme ve medial longitudinal ark deformasyonu gibi pronasyon göstergeleri artmamış olsa bile hastalık gelişebilmektedir. Bu kişilerde medial tibial stres gelişmesindeki predispozan faktörlerden birisi evertör kaslar lehine artmış evertör-invertör kas kuvveti inbalansı olabilir.

Medial tibial stres sendromlu hastalarda ağrı bölgesinde tibial kemik mineral yoğunluğu erken dönemde değişmiyor görünmektedir.

Koşu antrenmanlarına yeni başlayacak kişilerde yapılacak, izokinetik kas kuvveti ölçümleri ile birlikte koşu ve sıçrama biyomekaniklerinin analizini içeren prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

1 - GİRİŞ VE AMAÇ

Medial Tibial Stres Sendromu (MTSS) egzersize bağlı bacak ağrısının en sık nedenlerinden biridir. Tibia'nın distal (2/3) posteromedial yüzünde giderek artan ağrı ile karakterizedir. İki geniş epidemiyolojik çalışmada; koşuculardaki 1800 yaralanmanın %13,1 'i aerobik dansçılardaki 385 yaralanmanın %22 'si MTSS olarak bildirilmiştir (1,2).

En sık şikayet distal posteromedial tibia'da sızlayıcı tarzda ağrıdır. MTSS 'de anatomik lokalizasyon net olarak bilinmesine rağmen patofizyolojik mekanizma ve spesifik patolojik lezyon bilinmemektedir. Koşu sırasında, ayak rölatif supinasyondan pronasyona gelirken, soleus kasının medial kısmı eksantrik olarak kasılmaktadır. Bu da medial soleus kasının fasiyal yapışma yerinde, muhtemelen periostu çaprazlayarak tibia'ya giren Sharpey lifleri aracılığıyla stres oluşturmaktadır. Bu strese uzun süre aşırı miktarda maruz kalmanın MTSS 'ye yol açtığı düşünülmektedir (2,3).

Tanı ve ayırıcı tanıda önemli bir rol üstlenen üç fazlı kemik sintigrafisinin 3. fazında artmış tutulum gözlenmektedir. Bu da artmış kemik remodeling'ini destekler yöndedir (4,5). Kronik MTSS hastalarının tibialarında, ağrının hissedildiği spesifik lokalizasyonda kemik mineral yoğunluğunun (KMY) azaldığı gösterilmiştir (6). Hastalığın erken dönemlerinde tibiada bölgesel kemik mineral yoğunluğunun nasıl etkilendiği bilinmemektedir.

Bu kesitsel çalışmanın amacı akut dönem (12 aydan kısa) MTSS hastalarında bölgesel kemik mineral yoğunluğu değişikliklerini araştırmak, bölgesel kemik mineral yoğunluğunda azalma saptanması durumunda yeni tedavi metodlarının geliştirilmesine önayak olmaktır.

Çalışmanın diğer amaçları; ayak bileği plantarfleksiyon, dorsifleksiyon, eversiyon, inversiyon konsantrik kas kuvvetleri ile MTSS varlığı ve tibia bölgesel KMY ilişkisini araştırarak, yeni rehabilitasyon programlarının geliştirilmesini sağlamak, medial longitudinal ark deformasyonu ve naviküler düşme ölçümleri ile MTSS ilişkisini araştırarak olası ilişki durumunda hastalarda ayakkabı içi ortez kullanımının tedavinin bir parçası haline getirilmesidir.

2 - GENEL BİLGİLER

2. 1. Anatomi

Ayak ve ayak bileği 26 irregüler şekilli kemik, 30 sinovyal eklem, 100'den fazla bağ ve segmentlerine etki eden 30 kastan oluşan kompleks bir yapıdır. Ayak hareketlerinin çoğunluğu sinovyal eklemlerin üçünde gerçekleşir; talokrural, subtalar ve midtarsal eklemler. Ayak, çoğunluğu “arka ayak” ta gerçekleşen üç düzlemde hareket eder. Dururken ve yürürken vücut ağırlığını taşır ve düzensiz yüzeylere temas sırasında yüzeye adapte olur. Yere temas sırasında oluşan büyük kuvvetleri azaltan bir şok emici olarak görev yapar. Geç destek fazında, efektif ileri ivmelenme için rijid bir manivela gibi davranır. Duruş fazında ayak sabit iken alt ekstremité rotasyonunu absorbe eder. Tüm bu fonksiyonlar kapalı kinetik zincir içinde, sürtünme ve reaksiyon kuvvetlerine maruz kalırken gerçekleşir.

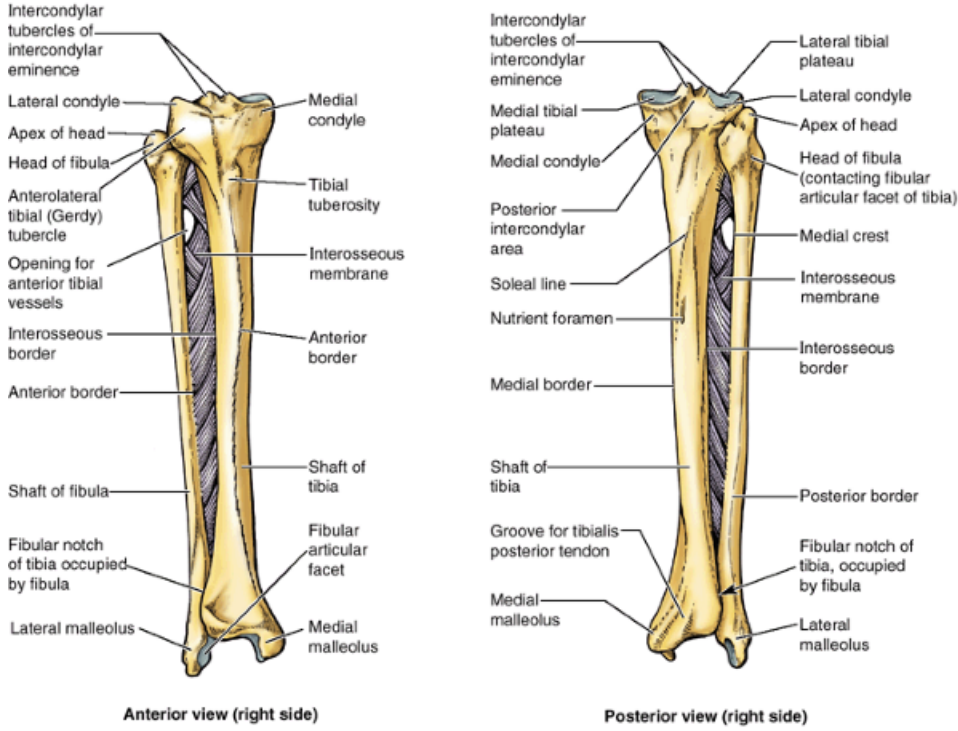
Ayak üç bölüme ayrılabilir; talus ve kalkaneustan oluşan arka ayak, naviküler, kuneiformlar ve kuboidden oluşan orta ayak, falankslar ve metatarsalleri içeren ön ayak .

2. 1. 1. Bacak Kemikleri

2. 1. 1. 1. Os Tibia

Bacağın anteromedialinde olan ve fibulaya paralel uzanan tibia vücudun en büyük ikinci kemiğidir. Her iki ucunda eklemleri oluşturmak ve yük transferini sağlamak için genişler. Proksimal uç genişleyerek medial ve lateral kondilleri oluşturur. Lateral kondil, posterolateralinin inferiorundaki fibular artiküler faset aracılığı ile fibulanın başıyla eklem yapar. Tibianın shaftı bacakta vertikal olarak uzanır. Kesiti üçgen şeklindedir. Üç yüzeyi ve üç köşesi vardır; medial, lateral/interosseöz, posterior. Tibianın anterior kenarı en belirgin kenarıdır. Bitişindeki anterior yüzü seyri boyunca subkutanöz seyreder. Tibial shaft distal ve medial 1/3 ün bileşiminde en incedir. Distal ucu proksimal ucundan küçüktür. Distalde sadece mediale doğru genişleyerek medial malleolü oluşturur. Tibianın interosseöz köşesi keskindir ve fibulayla tibia arasındaki interosseöz membran buraya yapışır. İnferiorda, keskin köşe oluklaşarak fibulanın

distal ucuyla fibröz birleşmeyi sağlayan fibular çentiği oluşturur. Proksimal tibial shaftın posteriorundaki diagonal çıkıntı soleus çizgisi adını alır, medial kenara doğru inferomedial olarak uzanır. Çizgiye yapışan soleus, çizginin devamında aponevrozuyla tibial shafta yapışarak aşağı doğru devam eder (şekil 1), (7).



Şekil 1. Tibia ve fibula kemikleri anterior ve posterior görünüm

2. 1. 1. 2. Os fibula

Fibula tibiaanın posterolateralinde bulunur ve interosseoz membranıda içine alan tibiofibular sindesmos ile tibiaya sıkıca bağlıdır. Fibulanın yük taşıma görevi yoktur ve temelde kasların yapışması için hizmet eder. Bir kasın insersiyosu ve sekiz kasın origosu fibuladadır. Distalde laterale ve inferiora doğru genişleyerek lateral malleolü oluşturur (Şekil 1), (7).

2. 1. 2. Bacak Kasları

Bacaktaki kaslar anterior, posterior ve lateral kompartman olarak üç bölümde incelenmektedir.

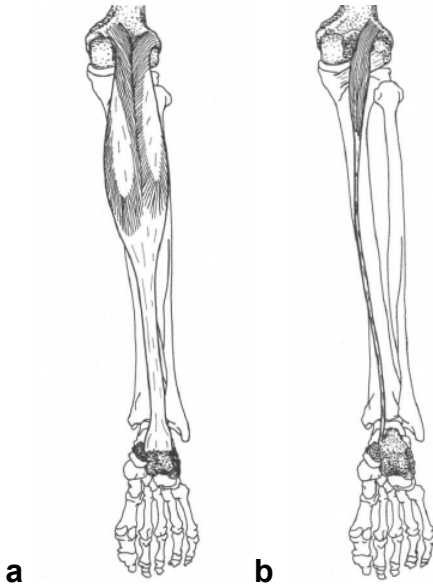
2. 1. 2. 1. Posterior Kompartman Kasları

Posterior kompartman kasları derin ve yüzeysel olmak üzere iki grupta incelenir.

Yüzeysel grup

Gastroknemius

Bacak posterior kompartmanındaki en yüzeysel kastır. Lateral ve medial olmak üzere iki başı vardır. Medial başı, distal femurun posterior yüzünde medial kondilin eklem yüzünün üstüne yapışır. Lateral başı, lateral femoral kondilin posterolateral yüzeyinden başlar(şekil 2a) . Üst bacakta gastroknemiusun başları birleşerek tek bir kas gövdesi oluşturur. Alt bacakta gastroknemius lifleri derindeki soleusla birleşerek aşıl tendonunu oluşturur ve kalkaneusa yapışır. Gastroknemius ayağa plantar fleksiyon, diz ekleminde bacağı fleksiyon yaptırır (7).

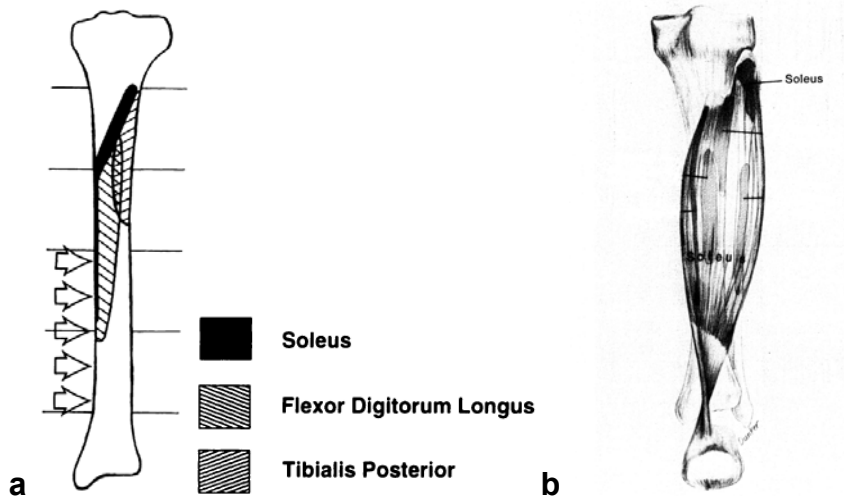


Şekil 2. Gastroknemius ve popliteus kasları

Soleus

Soleus kası, fibulanın 1/3 üst kısmı, proksimal tibianın soleus çizgisi ve tibianın orta 1/3 posteriorundan kaynaklanan U-şekilli origosu olan düz, kalın bir kastır. Soleusun medial origosunun uzunluğu değişmekle birlikte, medial malleolden yaklaşık 10 cm yukarıda sonlanmaktadır. Ancak devam eden fasyası medial malleole kadar uzanmaktadır(şekil 3a). Soleusun insersiyosu kompleks bir yapıdır. Soleusun tendinöz kısmı aşıl tendonunun 1/3 anteriorunu oluşturur. Aşıl tendonu kalkaneal

yapışma yerine doğru 90 derece dönerek, tendonun soleus kısmı kalkaneusun 1/3 medialine yapışır (şekil 3b). Gastroknemius kısmı ise 2/3 lateraline yapışır. Soleus kasının anterior ve posteriordan kası içine alan sert aponevrotik bir kılıfı vardır. Bu fasya aşağı doğru uzanırken tibia'nın posterior medial kenarına, tahminen Sharpey fibrilleri aracılığıyla yapışarak ilerler (4).



Şekil 3. a)Soleus, fleksör digitorum longus ve tibialis posteriorun origosu, b) soleusun insersiyosu

Tibialis posterior kası interosseöz membranın 2/3 üst kısmından, medial fibuladan ve lateral tibiadan başlamaktadır. Fleksör digitorum longus kası soleusun arkasında tibia'nın posterior yüzünden başlamaktadır. Fleksör hallusis longus kasının lateral olan origosu fibula ve interosseöz membrandır (4).

Elektromyografik çalışmalar soleus kasının sadece ayağın çok güçlü bir plantar fleksörü olmadığını aynı zamanda topuğun bir invertörü olduğunu göstermiştir (4).

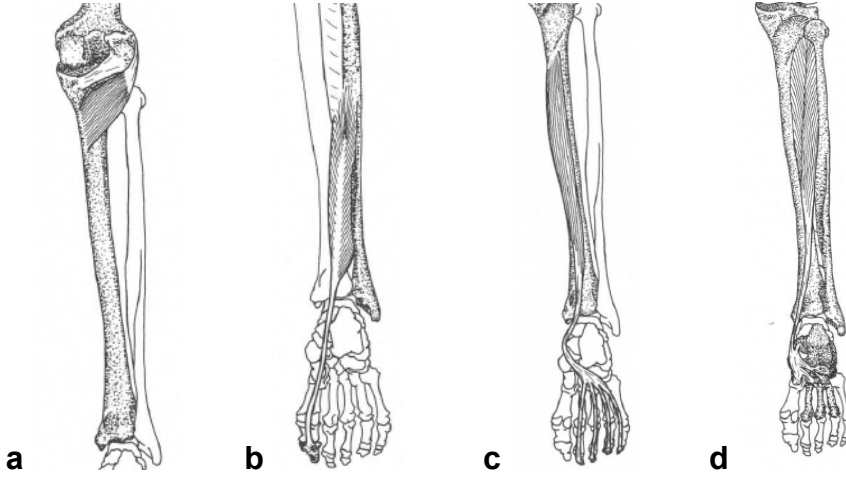
Plantaris

Küçük bir kas gövdesi ve uzun ince bir tendonu vardır. Bacak boyunca inerek aşil tendonuna katılır. Femur lateral suprakondiler çizgisinin inferiorundan başlar (şekil 2b). Plantaris ayağın plantar fleksiyonuna ve diz ekleminde bacağın fleksiyonuna yardımcı olur (7).

Derin grup

Popliteus

Bacak posterior kompartmanındaki derin grup kasların en küçüğü ve üsttekidir. Düz ve üçgen şekillidir. Tibia arka yüzü soleus çizgisinin üstünden başlar. Tendonu laterale ve yukarıya doğru çıkarak diz eklemlerinin kapsülünün fibröz membranını deler. Tendon lateral menisküs ve fibröz membranın arasından geçerek laterale ve yukarı çıkmaya devam eder. Lateral femoral kondilin inferolateralindeki bir çentiğe yapışır (şekil 4a). Ayakta dururken popliteusun kasılmasıyla femur kilitleti tibia'nın üzerinde laterale döner, bu da diz ekleminin kilidini açar (7).



Şekil 4. Posterior görünüm a) popliteus, b) fleksör hallusis longus, c) fleksör digitorum longus, d) tibialis posterior

Fleksör hallusis longus

Fibulanın posterior yüzünden ve interosseöz membrandan başlar. Baş parmak distal falanksının plantar yüzüne yapışır (şekil 4b). Baş parmağa fleksiyon yaptırır (7).

Fleksör digitorum longus

Tibia posterior yüzeyinin medial kısmından başlar. Lateral dört ayak parmağının distal falankslarının plantar yüzüne yapışır (şekil 4c). Lateral dört ayak parmağına fleksiyon yaptırır (7).

Tibialis posterior

İnterosseoz membranın posterior yüzünden ve aynı bölge tibia ve fibuladan başlar. Naviküler çıkıntı ve devamında medial kuneiformda sonlanır (şekil 4d). Ayağa plantar fleksiyon ve inversiyon yaptırır. Yürüyüş sırasında ayağın medial arkına destek olur .

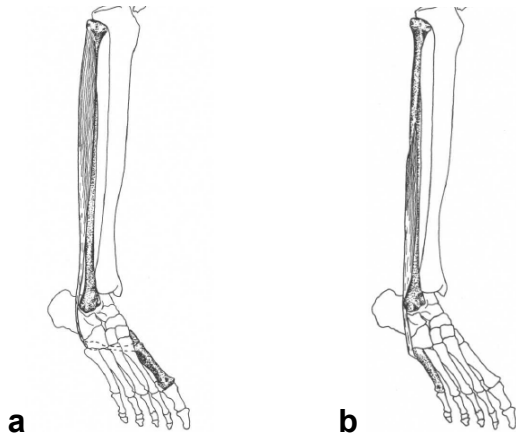
2. 1. 2. 2. Lateral Kompartman Kasları

Peroneus longus

Fibulanın üst lateral yüzü, fibulanın başı ve lateral tibial kondilden başlar. Ayak tabanından geçerek, medial kuneiformun distalinde lateral kısmına ve 1. metatars tabanına yapışır (şekil 5a). Ayağa eversiyon ve plantar fleksiyon yaptırır. Ayak arklarını destekler (7).

Peroneus brevis

Fibula gövdesinin alt 2/3 lateral yüzünden başlar. 5. metatars tabanında lateal tüberküle yapışır (şekil 5b). Ayağa eversiyon yaptırır (7).



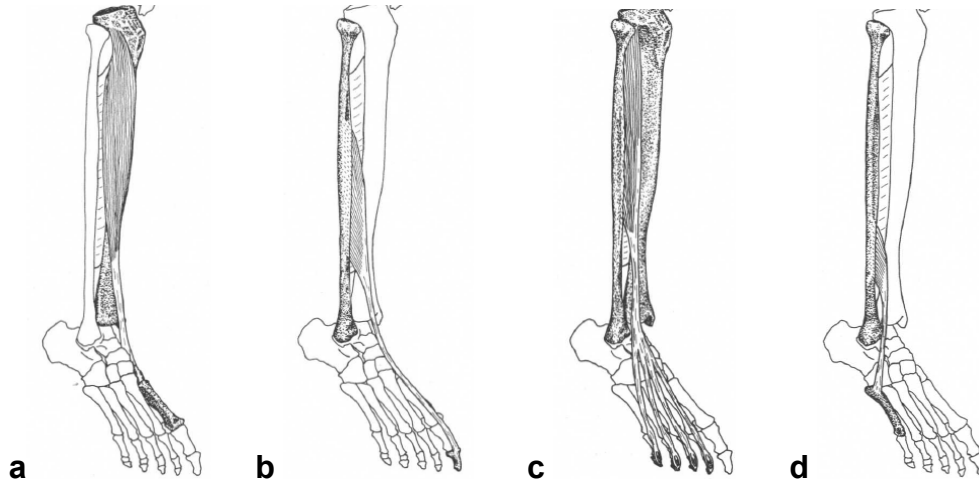
Şekil 5. Anterolateral görünüm a) peroneus longus, b) peroneus brevis

2. 1. 2. 3. Anterior Kompartman Kasları

Tibialis anterior

Tibia gövdesinin lateral yüzünün üst 2/3'ünden ve bitişiğindeki interosseoz membrandan başlar. Ayak medialine doğru inerek medial kuneiformun medial ve inferior yüzüne ve 1. metatars tabanına yapışır (şekil 6a). Ayağa ayak bileği

ekleminde dorsifleksiyon yaptırır ve intertarsal eklemlerde ayağa inversiyon yaptırır. Yürüme sırasında ayak medial arkına dinamik destek sağlar (7).



Şekil 6. Anterolateral görünüm a) tibialis anterior, b) ekstansör hallusis longus, c) ekstansör digitorum longus, d) peroneus tertius

Ekstansör hallusis longus

Fibula medial yüzünün orta 1/2'sinden ve bitişiğindeki interosseöz membrandan başlar. Baş parmak distal falanksının tabanının dorsal yüzüne yapışır (şekil 6b). Baş parmağa ekstansiyon ve ayağa dorsifleksiyon yaptırır (7).

Ekstansör digitorum longus

Ekstansör hallusis longus kasının origosunun hemen üstünde ve lateralinde fibula medial yüzünün üst 1/2'sinden başlar. Tendonu, ayak dorsal yüzünde, dörde ayrılarak lateral dört ayak parmağının orta ve distal falankslarının dorsal yüzüne yapışır (şekil 6c). Lateral dört ayak parmağına ekstansiyon ve ayağa dorsifleksiyon yaptırır (7).

Peroneus tertius

Ekstansör digitorum longus kasının origosunun hemen altında fibula medial yüzünden başlar. Fibularis tertiusun tendonu, 5. metatars tabanının dorsomedial yüzüne yapışır (şekil 6d). Ayağa dorsifleksiyon ve eversiyon yaptırır (7).

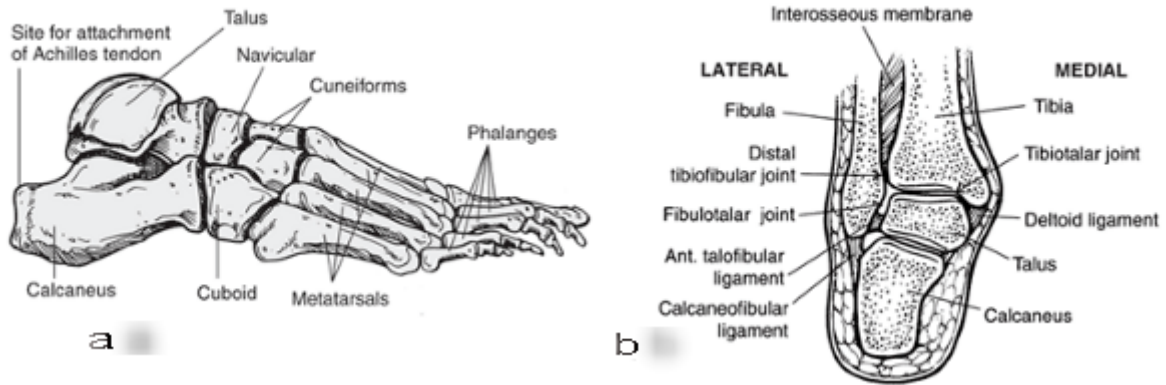
2. 1. 3. Ayak ve Ayak Bileği Eklemleri

2. 1. 3. 1. Talokrural Eklem

Ayağın proksimal eklemi talokrural (ayak bileği) eklemdir. Tibia ile fibula (tibiofibuler eklem) ve tibia ile talusun (tibiotalar eklem) oluşturduğu uniaksial bir menteşe eklemdir (şekil 7). Hareketlilikten çok stabiliteye yönelik bir yapısı vardır. Tibia ve fibula talusun trokleasına uyan derin bir soket oluşturur. Bu yuvanın medialini medial malleolün (tibia) iç kısmı, lateralini lateral malleolün (fibula) iç kısmı oluşturur. Lateral malleol mediale göre daha distale uzanır.

Anterioru posterioruna göre geniş bir kemik olan talusun trokleasının üstüne tibia ve fibula rahatça oturur. Talusun posteriorunun daha dar olması bir miktar abduksiyon ve adduksiyona izin verirken, dorsifleksiyonda talus en geniş bölgesinden sıkıştığında bu özellik ortadan kalkar.

Ayak bileği ekleminin rotasyon eksenini tibiaya oblik, vücutla aynı hizada olmayan iki malleol arasından geçen çizgidir. Dorsifleksiyon ayağın bacağına yaklaşması (parmakları ve ön ayağı yerden kaldırma) ile yada bacağın ayağa yaklaşması (ayak yerde düz iken çömelme) ile meydana gelir (7).



Şekil 7. a) ayak kemikleri, b) talokrural (tibiotalar ve tibiofibuler eklem), talokalkaneal (subtalar) eklemler.

2. 1. 3. 2. Subtalar Eklem

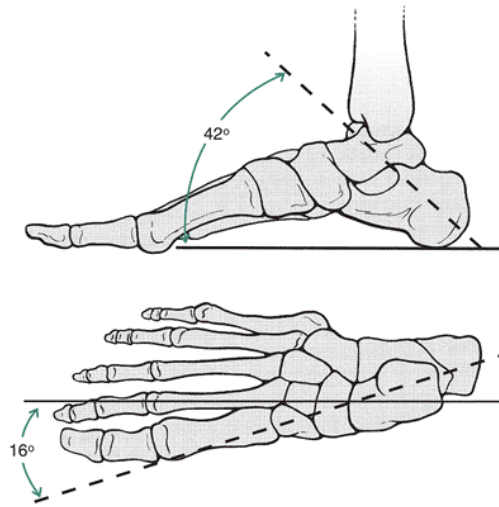
Talokrural eklemin distalinde, talus ve kalkaneusun arasındaki subtalar (talokalkaneal) eklem bulunur. Talus, tibia ile fibulayı ayak ile birleştiren yapıdır ve

kilittaşı denir (şekil7). Talusa kas yapışmaz. Kalkaneus aşil tendonu için bir moment kolu sağlar ve topuk vuruşu sırasındaki ani darbelere ve gastroknemius ile soleustan gelen büyük tensil kuvvetlere uyum sağlar.

Talusun konveks yüzeyi kalkaneusun konkav yüzüne oturarak anterior, posterior ve medial olmak üzere üç yönden eklem yapar.

Subtalar eklem alt ekstremite hareketlerindeki şiddetli streslere direnen beş tane kısa ve kuvvetli ligamentle desteklenmiştir. Talusu destekleyen ligamentler subtalar eklem hareketlerini kısıtlar.

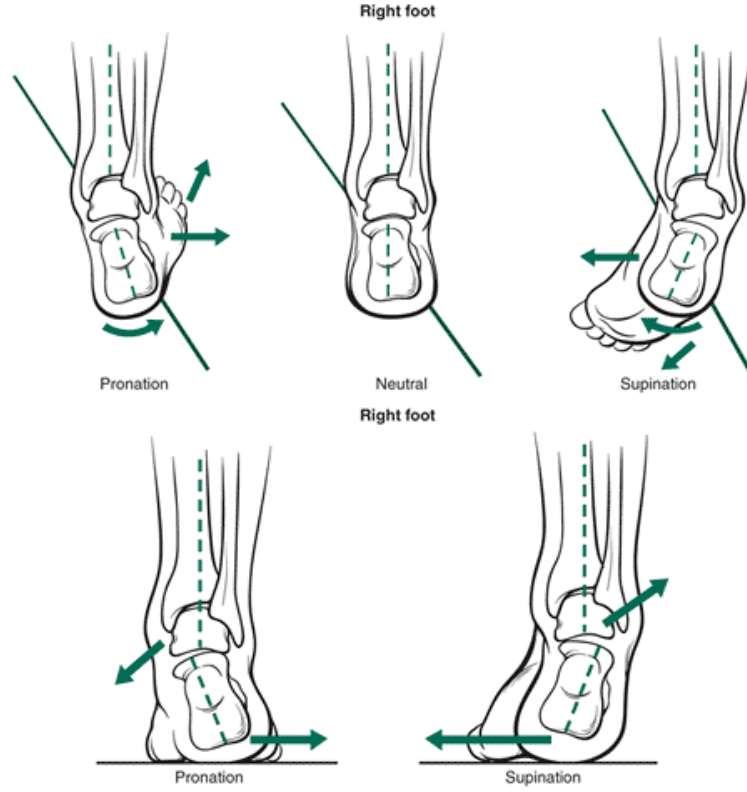
Subtalar eklem rotasyon eksenidir; talusun posterior lateral plantar yüzeyinden anterior dorsal medial yüzüne oblik olarak uzanır (şekil 8). Subtalar eklem eksenini ayağın sagittal, frontal ve transvers düzlemlerine oblik olduğu için bu eklem üç düzlemli hareket oluşturabilir.



Şekil 8. Subtalar eklem aksı, sagittal düzlemde 42°, transvers düzlemde 16°

Subtalar eklem üç düzlemli hareketlerine pronasyon ve supinasyon denir. Ayak boşluktayken açık kinetik zincir sistemi içinde oluşan pronasyon; kalkaneal eversiyon, abduksiyon ve dorsifleksiyonun birleşimidir. Eversiyon; yük verilmezken ayağın lateral kenarının bacağa doğru yaklaştığı yada yük verilirken bacağın ayak lateral kenarına doğru yaklaştığı frontal düzlemdeki harekettir. Transvers düzlem hareketi abduksiyon (ayak parmaklarının dışarıya yönelmesi); yük verilmezken ayağın bacak üzerinde eksternal rotasyonu ve kalkaneusun lateral hareketi ile meydana gelirken,

yük verilirken bacağın kalkaneusa göre internal rotasyonu ve talusun mediale hareketi ile gerçekleşir. Sagittal düzlem hareketi olan dorsifleksiyon yük verilmezken kalkaneusun talus üzerinde yukarı hareketi ile yada yük verilirken talusun kalkaneus üzerinde aşağı hareketi ile gerçekleşir (Şekil 9).



Şekil 9. Yük verirken (aşağısı) ve vermezken (yukarısı) ayak bileğinin pronasyon ve supinasyon hareketi

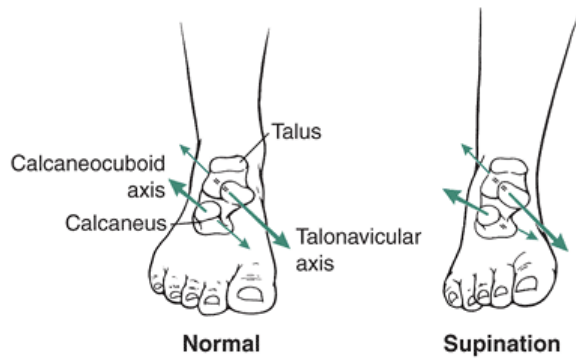
Supinasyon pronasyonun tam tersidir. Yük verilmezken kalkaneal inversiyon, adduksiyon ve plantarfleksiyon, yük verirken kalkaneal inversiyon, talar abduksiyon ve dorsifleksiyon ile oluşur. Frontal düzlem hareketi olan inversiyon yük verilmezken ayağın medial kenarının bacak medialine hareketi ile ya da yük verilirken bacak medialinin ayak medial kenarına doğru hareketi ile oluşur. Transvers düzlemde adduksiyon; yük verilmezken ayağın internal rotasyonu ve kalkaneusun mediale hareketi ile ya da yük verirken ayak üzerinde bacağın eksternal rotasyonu ve talusun laterale hareketi ile meydana gelir. Sagittal düzlemdeki plantarfleksiyon hareketi yük vermezken kalkaneusun distale hareketi ile ya da yük verirken talusun proksimale hareketi ile meydana gelir.

Subtalar eklemin primer fonksiyonu yürümenin duruş fazında alt ekstremite rotasyonunu absorbe etmektir. Subtalar eklem; ayak zeminde sabitlenmişken femur ve tibianın duruş fazının başındaki internal rotasyonunu ve sonundaki eksternal rotasyonunu, sırasıyla pronasyon ve supinasyonu kullanarak absorbe eder. Subtalar eklemin bir diğer görevinde pronasyonu kullanarak şok absorpsiyonudur (7).

2. 1. 3. 3. Midtarsal Eklem

Midtarsal eklem, lateralde kalkaneokuboid eklem ve medialde talonaviküler eklemden oluşur. Birlikte oblik ve longitudinal iki eksenli olan S şekilli bir eklem oluştururlar. Bu iki eklem hareketi ayak bileği eklemine ve subtalar eklemine inversiyon-eversiyon, abduksiyon-adduksiyon ve dorsifleksiyon-plantarfleksiyon hareketlerine katkıda bulunur. Midtarsal eklem hareketi subtalar eklem pozisyonuna bağlıdır. Subtalar eklem pronasyonda midtarsal eklem iki eksenli paraleldir. Bu eklem kilidini açarak ayağın hipermobilitasını sağlar. Böylece yerle temas sırasında şok absorpsiyonu ve bozuk zeminlere uyum için yeterli mobilite sağlanır. Midtarsal eklem hareketi topuk vuruşu fazından tam temas fazına kadar kısıtlanmamıştır.

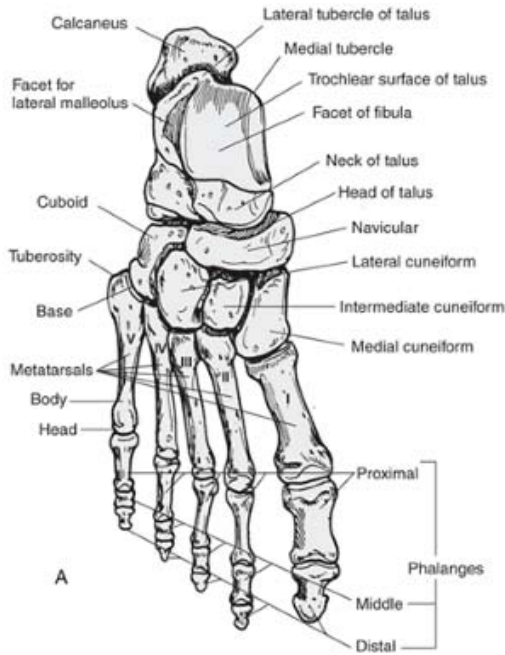
Subtalar eklem supinasyonu sırasında iki eksenli midtarsal eklem bileşkesine doğru kayar. Bu eklemi kilitleyerek duruşun sonraki evrelerinde yeterli kuvvetin uygulanması için gerekli olan rijiditeyi sağlar. Midtarsal eklem, ayak supinasyon yaparak tam temas fazından parmak kalkışı fazına giderken rijidleşir. Duruş fazının %70 inde stabil olarak kaldıraç görevi görür (8). Bu sırada midtarsal eklem üzerinde artan yük talus ve naviküler arasındaki eklemi daha da stabilize eder (şekil 10).



Şekil 10. Midtarsal eklemin normalde ve supinasyonda aksları

2. 1. 3. 4. Ayağın Diğer Eklemleri

Orta ayaaktaki diğer eklemler kayan eklemlerdir. Kuneiformlar, naviküler ve kuboid arasındaki eklemler (şekil11) küçük miktarda kaymaya ve rotasyona izin verir (9). İnterkuneiform eklemlerde küçük vertikal hareketler oluşur, böylece ayaaktaki transvers arkın şekli değişir (10).

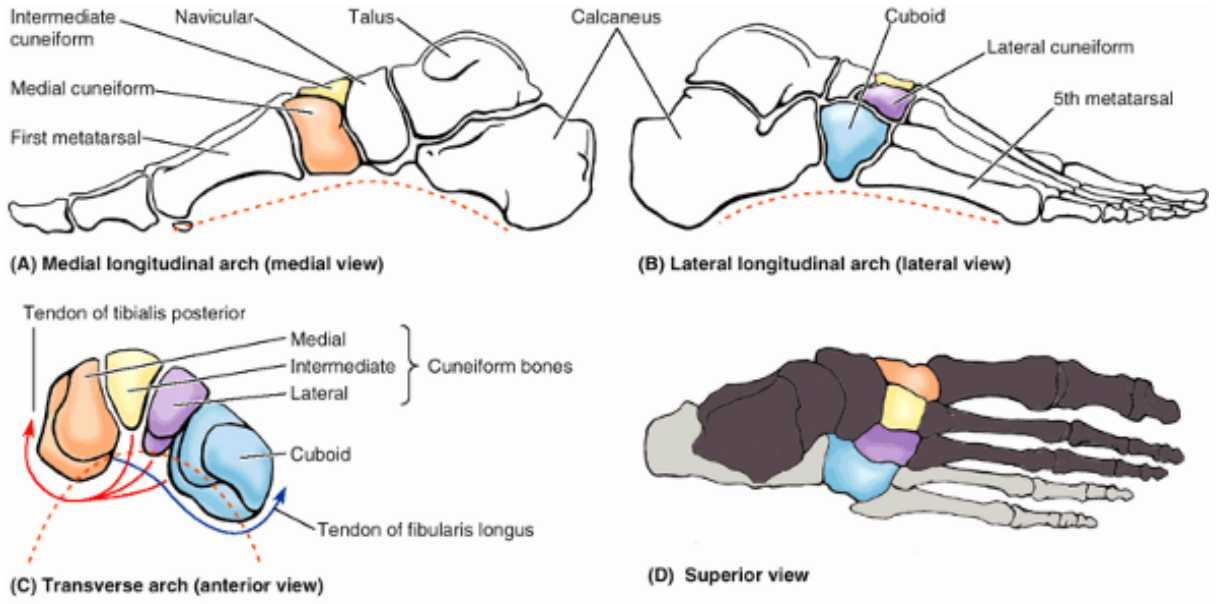


Şekil 11. Ayak Kemikleri

2. 1. 4. Ayak Arkları

Ayaaktaki tarsal ve metatarsaller üç tane ark oluştururlar. İki tanesi longitudinal bir tanesi transvers olan bu arklar elastik, şok emen bir yapı oluştururlar. Ayaktayken yükün yarısı topukta diğer yarısı metatarsallerde taşınır. Metatarslardaki yükün üçte biri birinci metatarsta geri kalanı diğer metatarslardadır. Ayak arkları, bir kürenin dörtte biri büyüklüğünde konkav bir yüzey oluştururlar (Şekil 12).

Lateral longitudinal arkı kalkaneus, kuboid, 4. ve 5. metatarslar oluşturur (şekil 12b). Nispeten düz ve hareketi sınırlıdır (11). Medial arkta alçak olduğu için yerle temas edip hareket sırasında ağırlığın bir kısmını taşır. Böylelikle ayakta destek rolü üstlenir.



Şekil 12. Ayak arkları

Daha dinamik olan medial longitudinal ark (şekil 12a) kalkaneus, talus, naviküler, kuneiformlar ve ilk üç metatars boyunca uzanır. Lateral arkta çok daha esnek ve mobildir. Şok absorpsiyonunda önemli bir rol üstlenir. Topuk vuruşunda ilk kuvvetin bir kısmı kalkaneus altındaki yağ desteğinin sıkışması ile azaltılır. Bunu medial longitudinal arkın, parmak teması sırasında maksimuma ulaşan hızlı uzaması (esnemesi) takip eder. Medial ark orta destek fazında kısalır sonra yavaşça uzar ve parmak kalkışı fazında hızla kısalır (11).

Medial ark çok esnek olmasına rağmen, kişinin fonksiyonel düz tabanlılığı yok ise yerle temas etmez. Medial arkın kilit taşı naviküler kemiktir.

Transvers ark tarsallerin ve metatars tabanlarının kamalaşmasıyla (kama şeklinde birbirleri ile temas ederek kemer oluşturmaları) şekillenir (şekil 12c-12d). Yük binmesi ile düzleşir.

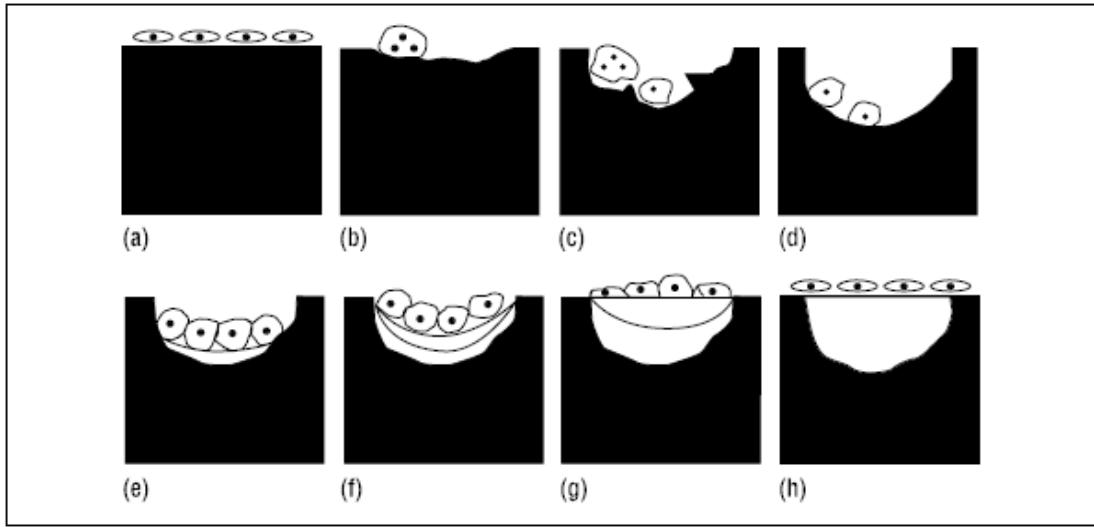
2. 2. Kemik Yeniden Yapılanması (=remodelling)

Erişkin insanda iskeletin boyutunda herhangi bir azalma ya da artış meydana gelmez. Buna rağmen kemik dokusu devamlı olarak yıkılır ve yapılır. Diğer bir ifade ile kemik rezorbe eden hücrelerin net aktivitesi kemik yapıcı hücrelerin net aktivitesine eşittir. Erişkinde bu aktivite başlıca kemiğin yeniden yapılanması

(remodelling) yolu ile oluşur. Yeniden yapılanmada kemik yıkımını kemik yapımı takip eder. Böylece kemiğin kendi kendini tamir mekanizması kurulmuş olur ve strese karşı adaptasyon sağlanır(12).

Kemiğin yeniden yapılanmasındaki ilk görülebilen adım osteoklastların kemik yüzeyine fokal olarak çekimidir.

Sağlıklı ve osteoporotik kemikte 'remodelling'in safhaları iyi bir şekilde tanımlanmıştır (şekil 13), (13).



Şekil 13. Trabeküler kemikte remodelling safhaları a) Dinlenme fazındaki kemik yüzeyi, b) Osteoklastların fokal çekimi ile kemik rezorpsiyonunun aktivasyonu, c) Osteoklastlar tarafından rezorpsiyon kavitesinin oluşturulması, d) Mononükleer hücrelerin erozyon kavitesini düzgün hale getirmesi (geri dönüşüm), e) Erozyon kavitesi içinde osteoblastların farklılaşması (coupling), f) Matriks sentezi ve mineralizasyonun başlaması, g) Matriks sentezinin tamamlanması, h) Kemik yüzeyinin yeniden astar hücreleri ile kaplandığı ve 'remodelling' in tamamlandığı dönem.

2. 2. 1. Aktivasyon

Kemik yüzeyi üzerindeki bir lokusa bir osteoklast ekibinin çekilmesine aktivasyon denir. Bu terim osteoklastların aktivitesini değil, osteoklastların çekim olayını ifade eder. Aktivasyon sıklığı ise kemik yüzeyleri üzerinde oluşan aktivasyon olaylarının

sıklığını belirler. Normalde aktivasyon her 10 saniyede bir tekrarlanır ve sıklığı kemik dokusu üzerindeki yeni remodelling alanlarının sayısını belirleyecektir. Paratiroid hormon ve tiroid hormonları aktivasyon sıklığını artırır. Kalsitriol de aktivasyon sıklığını artırır ancak bu fizyolojik bir etkiden çok farmakolojik bir etkidir. Gonadal steroidler ve kalsitonin aktivasyon inhibitörleridir.

2. 2. 2. Rezorpsiyon

Rezorpsiyon fazında osteoklastlar kansellöz kemiğin yüzeyi üzerinde 20 mikrometre/gün'e kadar ulaşan bir çukur açarlar. 4 -12 gün içinde 40 - 60 mikrometre derinliğinde bir erozyon kavitesi açılır (şekil 13). Ardından, multinükleer hücreler kaybolur ve yerini mononükleer hücreler alır. Bu hücreler biraz rezorpsiyon yapma yeteneğinde olup rezorpsiyon kavitesinin yüzeyini düzleştirirler. Daha sonraki 7 -10 gün boyunca proteoglikanlar, glikoproteinler ve asit fosfatazdan zengin ancak kollajenden fakir bir semen maddesi depolanır. Bu faz geri dönüşüm fazı olarak adlandırılır ve osteoklastik kemik rezorpsiyonunun bitmesi ile kemik formasyonu arasındaki zaman aralığını ifade eder.

2. 2. 3. Eşleşme (coupling)

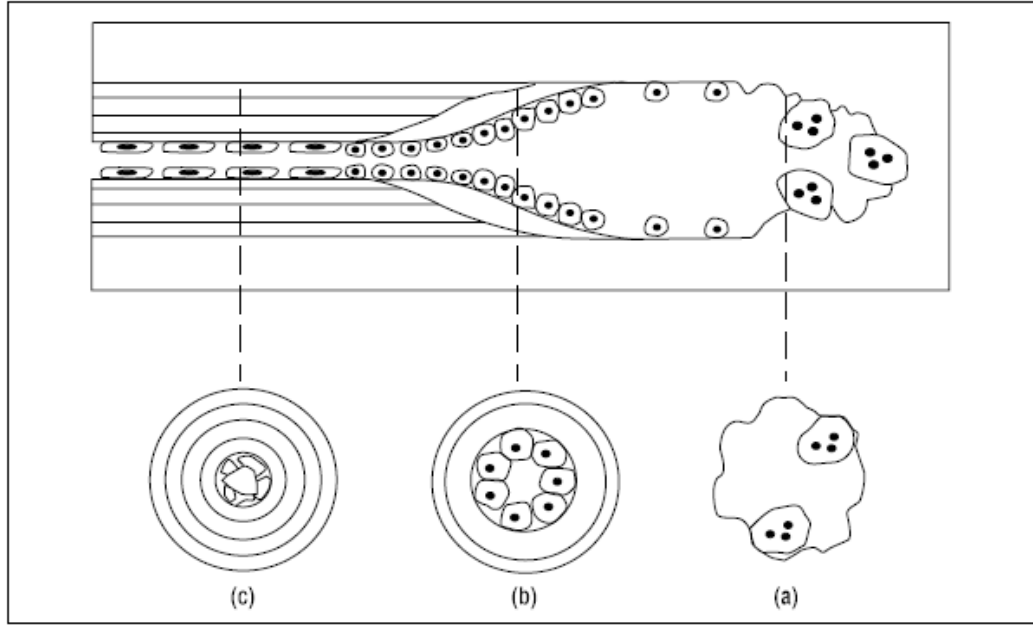
Rezorpsiyon ve geri dönüşüm fazları tamamlandıktan sonraki bu fazda osteoblastlar erode olan yüzeye gelirler ve orada osteoid matriksi sentez ederler (şekil 13). Eşleşme sinyali bilinmemektedir, ancak rezorpsiyon kavitesi içindeki geri dönüşüm hücreleri, geri dönüşüm yüzeyindeki semen maddesi veya kollajen parçacıkları ya da transforme edici büyüme faktörleri kemik matriks içindeki kemotaktik proteinlerin açığa çıkması aracılığı ile oluşabilir. Yeni oluşturulan kemiğin miktarı mevcut osteoblastların sayısı ve aktivitesi ile de ilgilidir. Rezorpsiyon olayında olduğu gibi sayı ve aktivitedeki değişiklikler histolojik teknikler ile ölçülebilir. Osteoblastlar rezorpsiyon kavitesi içinde bir hücre tabakası oluştururlar ve mineralize olmamış kemik dokusu ve diğer matriks proteinlerini içeren osteoid matriks katlarını sentez ederler. Formasyon fazının başlangıcında matriks sentezi hızlıdır. Yeni oluşan osteoid lamelleşmiş bir kollajen düzenlemesine sahiptir. Kansellöz kemikte lameller genellikle trabeküllere paraleldir.

2. 2. 4. Mineralizasyon

Osteoblastlarca matriks sentezinden birkaç gün sonra yeni oluşturulan osteoid mineralize olur (14). Matriks sentezinin başlangıcı ile mineralizasyonun başlangıcı arasındaki gecikme normal kemikte osteoid dokunun görülmesine neden olur. Bu esnada osteoidin hem matürasyonu hem de diğer kemik proteinleri ile birleşmesi sağlanır. Kalsifikasyonun ilk önce alkali fosfataz enziminden zengin olan membrana bağlı küçük veziküllerin içinde veya çevresinde başladığı sanılmaktadır. Bu ektoenzim osteoblasttan ekstrasellüler sıvıya sızar ve serumdaki aktivitesinin ölçümü iskelet metabolizmasının klinik pratikte sık olarak kullanılan göstergelerinden birini sağlar. Osteokalsin (kemik gla protein) özellikle osteoblastlarca üretilen birkaç kemik proteininden bir diğeridir ve yine serumda ölçülür. Fonksiyonu kesin belli olmamakla birlikte mineralin kemik matriksi üzerine adsorpsiyonu için önemli olabilir. Mineralizasyon toluidin mavisi gibi boyalar ile veya tetrasiklin ile önceden işaretlendikten sonra ultraviyole floresansı altında belirlenebilir. Osteoblastın matriks sentezi tamamlandıktan sonra osteoblastın morfolojisi değişir ve mineralizasyon sırasında uzunlaşır. Mineralizasyon bittikten sonra dinlenme durumundaki osteoblastlar yassılaşır ve remodelling sona erer.

Rezorpsiyon evresi yaklaşık 10-14 gündür. Osteoblastlar rezorpsiyon çukurunu dolduran yeni kemik veya osteoid üretirler. Osteoid yaklaşık 3 ay içinde mineralize olur. Kemik oluşumu 3 veya 4 ay sürebilir. Bundan dolayı, erişkinlerde kemik remodeling döngüsü 4 ile 6 ay sürebilir (12).

Aktivasyon, rezorpsiyon, geri dönüşüm, formasyon ve mineralizasyon kemik yüzeyinin küçük bir bölümünde gerçekleşir. Herhangi bir anda mevcut kemik yüzeylerinin yaklaşık %90'ı nötral durumdadır. Aynı olaylar dizisi kortikal kemikte gelişir (şekil14), (15).



Şekil 14. Kortikal kemikte bir kemik remodelling ünitesi; Osteoklastlar korteksin uzun aksı boyunca bir kesim konisi yaratmak üzere bir tünel açarlar (a) Geri dönüşüm fazı sırasında erozyon kavitesi düzgün hale getirilir. Daha sonra, osteoblastlar konsantrik lameller (b) halinde bir osteoid matriks sentez ederek ortada yeni bir haversian kanalı (c) bırakırlar. Trabeküler kemiğin aksine rezorpsiyon kavitesi aşırı doldurulamaz.

2. 3. Dual-Enerji X-Ray Absorbsiyometri

Dual-enerji x-ray absorbsiyometri (DEXA) vücut kompozisyonu tayininde kullanıma giren hızlı, kolay, noninvazif, hasta uyumu yüksek ve hastayı 5 mrem'den daha az radyasyona maruz bırakan bir tekniktir (16,17). Yetmiş ve 140 keV'lik iki enerji seviyesinin dokulardaki soğurulma miktarının saptanması ile üç kompartıman modelinde yer alan yağ, kemik ve yağsız vücut kitlesi ölçülebilmektedir (17,18). Hem trabeküler hem de kortikal kemikte cm^2 'ye düşen kemik mineral yoğunluğunu (KMY) gr. olarak verir ve kemik mineral içeriği (KMİ) hakkında bilgi verir.

Bu yöntemde hata payı kemik dokusu, yağ dokusu ve yağsız doku için sırasıyla %1.8, %1.5 ve %1.5 olarak belirtilmiştir (19,20).

2. 4. Kas Kuvvetlerinin Değerlendirilmesi

Ayak bileği plantarfleksiyon, dorsifleksiyon, eversiyon ve inversiyon kuvvetlerinin değerlendirilmesi amacıyla izokinetik testler kullanılmaktadır. İzokinetik testleri yapabilmek için Cybex, Biodex gibi dinamometre cihazlarından faydalanılmaktadır.

2. 4. 1. İzokinetik Testler

Konsantrik ve eksantrik egzersiz tipleri vardır. Konsantrik egzersizde; alet itme gücüne karşı direnç uygularken eksantrik egzersizde ise itme gücüne karşı ters yönde çekerek etki eder. İzokinetik egzersiz, diğer egzersizlerden farklı olarak tam eklem hareket aralığı boyunca maksimum kas kasılmasına müsaade eder. Bu egzersiz tipinde hız kontrol edilmektedir. Direnç ise hareket aralığı boyunca güç miktarına göre değişebilmektedir.

2. 4. 2. Güç Hız İlişkisi

Meydana gelen güç miktarı ve hız arasında direkt bir ilişki vardır. Konsantrik kasılmalarda hız arttıkça kaslar tarafından oluşturulan maksimal momentte paralel bir azalma vardır. Bunun sebebi nöromusküler kullanım paternleridir; örnek olarak hem tip 1 hem de tip 2 lifleri düşük hızlarda birlikte aktive olmaktadır. Fakat hız arttıkça daha az tip 1 lifleri kullanılmaktadır ve sonuçta inaktif olmaktadır. Çok yüksek hızlarda daha az lif kullanılmaktadır (21).

Eksantrik kasılmalarda maksimal moment başlangıçta artabilir, fakat daha yüksek hızlarda nöromusküler kolaylaşmaya bağlı olarak plato yapar ve sonrada azalır.

2. 4. 3. Tork

Bir obje-cisim üzerine etki eden gücün döndürme-moment etkisidir.

2. 4. 4. Pik Tork

İzokinetik ölçümlerdeki altın standart olarak düşünülmektedir (21). Bir kişiyi değerlendirmek için pik tork kullanılıyorsa sağ ve sol tarafı karşılaştırmak ve %5 üzerindeki farklılıklara bakmak uygundur (22).

2. 4. 5. Pik Tork/Ağırlık Oranı

Kişiler arasındaki değerlerin karşılaştırılabilmesi pik momentin vücut ağırlığına bölünmesi ile yapılmaktadır. Alt ekstremité kuvveti vücut ağırlığına bağımlıdır ve bu yolla ifade edilebilmektedir. Ağır kişiler daha zayıf kişilere oranla daha fazla pik tork meydana getirebilirler.

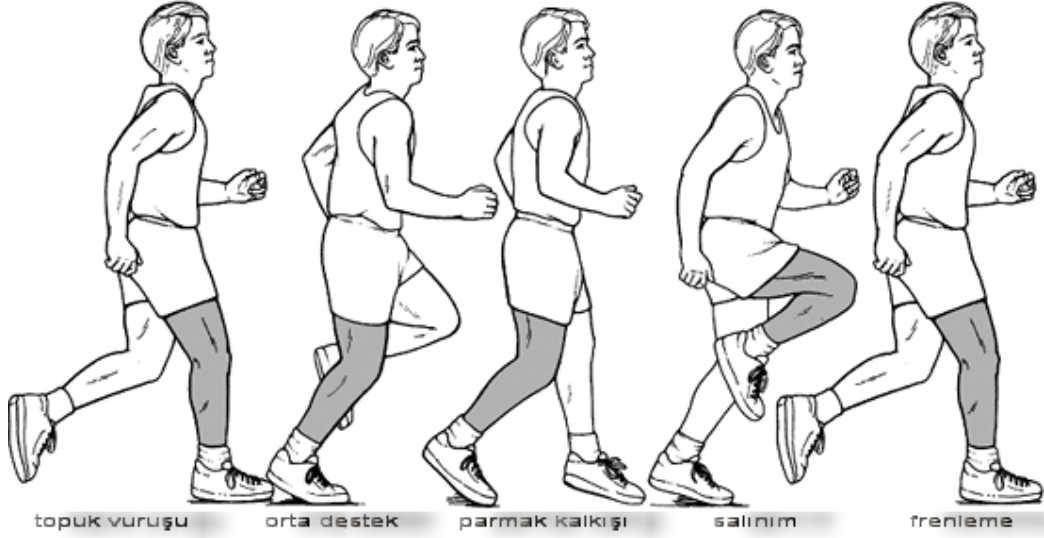
2. 4. 6. Genel Kurallar

İki bacak arasında %10'a kadar olan kuvvet dengesizliği normal olarak düşünülmektedir. %10-20 arasındaki dengesizlik olasılıkla anormaldir (yaralanmada muhtemelen anormal olarak düşünülmektedir). %20 veya daha fazla dengesizlik olasılıkla anormaldir (yaralanmada kesinlikle anormaldir).

2. 5. Koşu Biyomekaniği

Yürüme çalışmalarında önemli olayların zamanlamasını tanımlamak için çeşitli terimler kullanılmıştır. Yürüme veya koşu döngüsü bir ayağın yerle temasından bir sonraki temasına kadar olan periyodu tanımlar. Yürüme döngüsü temelde iki faza ayrılır; destek fazı ve salınım fazı. Destek fazında ayak yerle temas halindedir. Destek fazı da alt fazlara ayrılır. Destek fazının ilk yarısı topuk vuruşu ile başlayıp orta destek fazına kadar olan frenleme fazıdır. Destek fazının ikinci yarısı orta destek fazıyla başlayıp parmak kalkışı fazında ayağın yerden kalkmasıyla sonlanan itme fazıdır. Salınım fazı ayağın yerle temasının olmadığı üç alt faza ayrılır; salınım başlangıcı fazı, orta salınım ve terminal salınım fazları (Şekil 15).

Koşu sırasında birçok kasta önemli miktarda kas aktivitesi meydana gelir. Eklemler yürüyüşe göre artmış bir hareket aralığında çalışır. Kas aktivitesi yürüyüştekine benzer. Koşu sırasında kilometre başına 500-1250 adım teması gerçekleşir ve vücut ağırlığının 2-3 katı bir yük ayak, bacak, uyluk, pelvis ve omurga tarafından emilir (23).



Şekil 15. Koşu fazları

Kalça ekleminde gluteus maksimus duruş fazındaki tarafta gövdenin fleksiyonunu kontrol ederken, salınım fazındaki tarafta bacağı yavaşlatır. Aynı anda duruş tarafındaki gluteus maksimus hamstringlerle birlikte eksantrik olarak kalça fleksiyonunu kontrol eder (24,25). Gluteus medius ve tensor fasya lata destek fazında pelvisi frontal düzlemde kontrol ederek karşı tarafa doğru düşmesini engeller (25). Koşunun destek fazının itme bölümünde kalça ekstansiyona gelirken hamstringler aşırı aktiftir. Gluteus maksimus geç duruş fazında ekstansiyona katılırken, parmak kalkışı sırasında eksternal rotasyon yaptırır.

Diz ekleminde, duruş fazının çeşitli bölümlerinde quadriseps femoris ve hamstring kasları birlikte aktiftir(26). Koşuda topuk vuruşu anında hamstringlerin kısa konsantrik kasılması diz eklemini fleksiyona getirerek horizontal kuvvetin emilimini ve frenleme kuvvetini azaltır . Bunu quadriseps femorisin aktivasyonu izler. Quadriseps femoris anında eksantrik olarak çalışarak negatif vertikal vücut hızını yavaşlatır. Bu aktivite orta destek fazına kadar sürer. Sonrasında quadriseps femoris konsantrik olarak çalışarak vücuda pozitif vertikal hız sağlar. Topuk vuruşundan orta destek fazına kadar olan kısımda koşuda harcanan toplam enerjinin yarısından fazlası harcanır.

Desteğin itme fazında, topuk kalkana kadar quadriseps femoris eksantrik olarak aktiftir. Sonrasında parmak kalkışına kadar konsantrik olarak aktiftir. Parmak kalkışı sırasında hamstringler de konsantrik olarak aktiftir.

Topuk vuruşundan sonra plantar fleksör aktivite keskin biçimde artar ve tüm duruş fazı boyunca dominanttır. Duruşun fren bölümünde plantar fleksörler ayak bileğine etki etmeksizin eksantrik olarak kasılarak vücudun aşağı vertikal hareketini azaltır. Bu desteği itme bölümüne kadar sürer. İtme bölümünde konsantrik kasılmaya geçerek itme kuvveti sağlar (25).

Salınım fazına başlamak üzere ayak yerden kalktığı anda, iliopsoas ve rektus femoris tarafından hiperekstansiyona gitmekte olan uyluk yavaşlatılıp fleksiyona doğru çekilerek ekstremiteler ileri doğru alınır. Vücudun ileri itilmesinde alt ekstremiteler eklem hareket aralığının büyük bölümünde aktivite gösterebildiği için rektus femoris en önemli kastır. Fleksiyon hareketini o kadar kuvvetli başlatır ki iliopsoas aktivitesi diz ekstansiyonuna katılır. İliopsoas salınım fazının %50'sinden fazlasında aktiftir. Erken salınım fazında pelvis kontrolü için abduktörlerle birlikte çalışan adduktorlar da aktiftir.

Salınım fazının sonunda hızlıca fleksiyona gitmekte olan uyluğu yavaşlatmak üzere gluteus maksimus ve hamstringlerde çok güçlü eksantrik aktivite meydana gelir. Koşunun hızı arttıkça gluteus maksimusun sorumluluğu artar.

Salınımın geç fazında uyluk alçalırken adduksiyon sağlamak üzere abduktörler eksantrik olarak aktif hale gelir. Salınım fazının başlangıcında quadriseps femoris hızlı diz fleksiyonunu yavaşlatmak için eksantrik olarak kasılır. Salınımın sonraki kısmında hem diz ekstansiyonunu hem de kalça fleksiyonunu kısıtlamak için hamstring aktif hale gelir (25).

2. 6. Egzersize Bağlı Bacak Ağrıları

Özellikle koşucularda ve düzenli egzersiz yapanlarda egzersize bağlı bacak ağrısı sık olarak görülen bir durumdur. En sık görülen üçü tibial stres kırığı, kronik kompartman sendromu ve MTSS olmak üzere, pek çok nedeni olabilir. Bu nedenler şöyle sınıflandırılabilir;

- 1) Kemik kaynaklı: MTSS, stres kırığı
- 2) Kas kaynaklı: gerilme veya yırtılma, tendinopati, kas herniasyonu
- 3) Nöral kaynaklı: safenöz veya superfisial peroneal sinir tuzaklanması, radikülopati
- 4) Fasya kaynaklı: kronik kompartman sendromu, interosseöz membran yaralanması
- 5) Vasküler kaynaklı: popliteal arter sıkışması, arterial endofibrozis, derin ven trombozu.

2. 7. Medial Tibial Stres Sendromu

Egzersize bağlı bacak ağrısına yol açan nedenlerin içinde en sık görülen MTSS'dir. Distal tibia'nın posteromedial yüzündeki egzersize bağlı bacak ağrısı "medial tibial stres sendromu" olarak adlandırılmaktadır. Genellikle aşırı kullanımdan kaynaklanır ve özellikle koşucular, triatletler ve oryantiring sporcuları gibi endurans atletlerinde görülür. Aynı zamanda basketbol, voleybol gibi zıplama içeren sporları yapanlarda da görülmektedir. İki geniş epidemiyolojik çalışmada, koşuculardaki 1800 yaralanmanın %13.1'i(1) ve aerobik dansçılarındaki 385 yaralanmanın %22'si (27) MTSS olarak bildirilmiştir.

Geçmişte ilk olarak "shin splint" şeklinde tanımlanan MTSS için, medial tibial sendrom, tibial stres sendromu, posterior tibial sendrom, soleus sendromu ve tibial periostit gibi pek çok terim kullanılmıştır. MTSS bu terimler arasında en uygun olanıdır. En az tanımlayıcı olan ve bu yüzden en çok kafa karıştıran terim olan shin splint, en problemli terim haline gelmiştir. Bu terimin spesifik orijini bilinmese de sık kullanım sonucu medikal tanı haline gelen bir halk deyişi olduğu düşünülmektedir. MTSS terimi ilk Drez tarafından kullanılmış ve Mubarek (28) tarafından yayınlanmıştır.

2. 7. 1. Etyoloji

MTSS 'de anatomik lokalizasyon net olarak bilinmesine rağmen patofizyolojik mekanizma ve spesifik patolojik lezyon bilinmemektedir. Geçmişte tibialis posterior kası suçlanmış olmasına rağmen, güncel bilgi medial soleus kasının fasyal insersiyosunu işaret etmektedir (29,4). Holder ve michael (5), kronik (ortalama 12,6 ay) posteromedial tibial ağrı şikayeti olan hastalarda üç fazlı kemik sintigrafisinde

karakteristik bir anomali rapor etmişlerdir. Bu vakalarda spesifik olarak tibianın posteromedialinde diffüz bir alan boyunca, sadece geç fazda düşük dereceli tutulum olmuştur. Kadavra üzerindeki anatomik diseksiyon çalışmaları, EMG ve kas stimülasyon çalışmaları tutulumun gözlemlendiği bölgenin, medial soleus kası ve bu kasın derin fasyal insersiyosu (soleus köprüsü) ile uyumlu olduğunu göstermiştir (4). Beck ve Osternig (29) 50 kadavra bacağında soleus, fleksör digitorum longus, tibialis posterior kaslarının ve derin krural fasyanın yapışma yerlerini incelemişlerdir. Soleus kası ve derin krural fasyanın bu bölgeye yapıştığını ama az olmakla birlikte fleksör digitorum longusun da bu bölgeye yapışabildiğini bulmuşlardır. Medial soleus kasının origosu bu hastalardaki ağrının kaynağı olarak görünmekle birlikte fleksör digitorum longusu da dışlamamak gerekmektedir.

Koşu sırasında ayak yerle rölatif supinasyonda temas eder ve destek fazına ilerlerken pronasyon yapar. Soleus ayağın primer plantarfleksörü ve invertörü olduğu için (30) , Michael ve Holder (4) ayak supinasyondan pronasyona giderken soleusun medial kısmının eksenrik olarak kasılması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Medial soleusun fasyal yapışma yerinde oluşan aşırı stres, muhtemelen periostu geçerek tibiaya doğru giren Sharpey fibrillerinin yapısını bozmaktadır (4,31). Bu günümüzde en olası MTSS etyolojisi olarak kabul edilmektedir.

Akut ve kronik MTSS arasında bir ayrım yapılmalıdır (32). Askeri temel eğitimdeki gibi birden yüksek yoğunluklu antrenmana maruziyet sonucu şikayetleri gelişen bireydekiyle, yıllarca antrenman geçmişî sonrası şikayetleri gelişen yarışmacı atletteki patofizyoloji arasında muhakkak bir farklılık vardır. Anderson (33) kronik semptomları olanlara (ortalama 46 ay) göre daha kısa süreli semptomu olanlarda (ortalama 10 ay) daha fazla anormal MR bulgusu olduğunu bildirmiştir. Net patolojik anormallik aydınlatılamamış olmakla birlikte, krural fasyada yada tibianın posteromedial kısmındaki kemikte bir stres reaksiyonunu içeriyor gibi görünmektedir (34); büyük ihtimalle de periostu ilgilendirmemektedir (35). Batt (32) akut dönemde hem fasya hem kemik stresi olduğunu ve ilerleyen dönemde bir kısım hastanın traksiyon fasiiti geliştirirken, diğer kısmının stres kırığı geliştirdiğini öne sürmüştür.

2. 7. 2. Biyomekanik

Klinik gözlemler ayak pronasyonunun MTSS için bir risk faktörü olabileceğini düşündürmüştü ve bu düşünce çeşitli biyomekanik analizlerle desteklenmiştir (36-38) Viitisalo ve Kvist (38) yüksek hızlı sinematografi ile 35 MTSS hastasını ve 13 sağlıklı koşucuyu incelemişler ve MTSS hastalarının kontrollere göre daha fazla derecede pronasyonu olduğunu bulmuşlardır. Messier ve Pittala (36) MTSS hastalarını kontrol grubu ile bacak uzunluk farkı, Q açısı, ayak bileği eklem hareket açıklığı gibi antropometrik ölçümler ve yüksek hızlı sinematografi ile karşılaştırmışlardır. MTSS li hastalarda maksimum pronasyonu (artmış) anlamlı bulmuşlar, maksimum pronasyon hızını (artmış) daha da anlamlı bulmuşlardır.

2. 7. 3. Klinik

Bu hastalardaki en sık şikayet distal 1/3 posteromedial tibiada künt ağrıdır(28,32,34,39,40,41). Erken dönemde ağrı koşunun başında oluşur, devam ettikçe azalır ve antrenmanın sonuna doğru şiddetlenir (39). Bazen sadece koşunun sonundada ortaya çıkabilir (40). Bu erken dönemde ağrı tipik olarak istirahatle azalır (39). Devam eden antrenmanlarla ağrı şiddetli, keskin ve kalıcı hale gelebilir (39). Bu dönemde hasta aralıklarla tam istirahat etse bile antrenmanla ağrı kaldığı yerden devam eder. Kronikleştikçe ağrı yürüme ve hatta istirahatte bile devam eder.

Hastaların yaklaşık %60'ında neden olarak antrenman hataları bildirilmiştir (40). Sıklıkla semptomlar antrenman sıklığında, süresinde veya yoğunluğunda ani artışlardan sonra başlamaktadır (39,40,42). Aşırı yokuş antrenmanı, antrenman zeminindeki veya ayakkabıdaki değişiklikler de suçlanmıştır (40,42,43).

Stres kırıklı hastalar en sık; tibianın fokal bir bölgesinde, devam eden antrenmanlarla kötüye giden sinsi başlangıçlı bir ağrı ve hassasiyetten şikayetçidirler (39,44,45). Sıklıkla ağrı tüm gün boyunca devam eder ve gece ağrısı da söz konusu olabilir. Kronik kompartman sendromlu hastalar belirli bir mesafe veya süre koşuttan sonra ilgili kompartmandaki kaslarda sertlik ve rahatsızlık hissinden şikayetçidirler(39,44,45). Ağrıları egzersizi bıraktıktan sonraki 5-15 dakika içinde hızlıca geriler (39,44,45). Bu hastalarda ilgili kompartmandan geçen sinir trasesinde kramp hissi veya uyuşukluk olabilir.

2. 7. 4. Fizik Muayene

Hemen hemen tüm MTSS hastalarında tibianın posteromedial kenarında diffüz bir hassasiyet alanı vardır (28,39,43). Daha az olarak bu bölgede palpabl ödem, sıcaklık veya perküsyonla ağrı olabilir (39,40). Plantarfleksörlerin kasılması veya gerilmesi ile ağrı hissedilebilir. Bu kas grubunun artan şiddette yüklenmesi şu sırayla yapılabilir: kuvvetli pasif fleksiyon, dirence karşı aktif plantarfleksiyon, iki ayak parmak ucu yükselme, tek ayak parmak ucu yükselme, çift ayak sıçrama, tek ayak sıçrama.

Stres kırığında palpasyonla hassas olan bölge iyi lokalize edilir. Aynı bölgenin perküsyonuyla yada uzak bölgenin perküsyonuyla kırık lokalizasyonunda ağrı hissedilir. Kronik kompartman sendromlu hastalarda muayene tamamen normal olup, şikayetler antrenmanla ortaya çıkar. Spesifik olarak ilgili kompartmandaki kasların çalıştırılmasıyla ağrı oluşabilir (39,45). İlgili kompartmandan geçen sinirin trasesinde kas güçsüzlüğü, dizestezi olabilir. Bunun dışında tüm hastaların nörovasküler muayenesi normaldir.

Ayak pronasyonu veya subtalar varus varlığı araştırılmalıdır. Viitasalo ve Kvist (38) MTSS hastalarında (20° inversiyon, 10° eversiyon) kontrol grubuna göre (14° inversiyon, 8° eversiyon) daha fazla subtalar hareket olduğunu bildirmişlerdir. 140° nin üzerindeki ayakta duruş açısı (yük verilirken medial malleol - naviküler çıkıntı ve birinci metatarsal segment arasındaki açı) MTSS ile ilişkili bildirilmiştir (46).

2. 7. 5. Görüntüleme

MTSS hastalarında düz radyografler hemen her zaman normaldir (4,39,43,45). Nadiren artmış tekrarlayan kemik stresine bağlı periost reaksiyonuna işaret eden posterior kortikal hipertrofi saptanabilir (39).

Üç fazlı kemik sintigrafisi MTSS, stres kırığı ayırıcı tanısında değerlidir. Klasik üçüncü fazda tibia posteromedialinde diffüz longitudinal tutulumun görülmesi ise MTSS de tanı koydurucudur (4,5,31,39,40,45). Medial ve lateral görüntüler tutulum alanını daha net gösterir (4,39,47). Üç fazlı kemik sintigrafisi stres kırıklarından farklı olarak MTSS de yanlış negatif olabilir (48,49,50).

MTSS'de MR'ın kullanımına dair son dönemde 2 çalışma yayınlanmıştır. Fredericson (40) 14 koşucudaki 18 semptomatik bacağı (MTSS veya stres kırığı olan) değerlendirmiştir. MR bulguları kemik sintigrafisi ile karşılaştırılmıştır. Onsekiz bacağın 14 tanesinde MR bulguları sintigrafiyle korelasyon göstermiştir. Ancak MR, stres kırığı MTSS ayrımında spesifik bulgular vermemektedir. Anderson (33) semptomları ve fizik muayene bulguları MTSS ile uyumlu 19 hastada MR çekmişlerdir. Fredericson'un çalışmasındakine (ortalama 10 ay) göre daha kronik (ortalama 24 ay) semptomu olan hastalar değerlendirilmiştir. Bu çalışmada hastalarda medial anterior tibiada sıvı, kemik iliği ödemi gibi bulgular saptanırken 7 vakanın MR bulguları tamamen normal bulunmuştur. Kemik sintigrafisiyle korelasyon yapılmamıştır. Periosteal sıvı medial soleus insersiyosunda gözlenmiştir. Anderson (33) hastalık süresi ile MR bulgularının ters ilişkili olduğunu vurgulamıştır (Hastalık süresi uzadıkça MR bulguları azalmaktadır). Bu da akut ve kronik vakalarda farklı patofizyolojik mekanizmaların olabileceğini düşündürmektedir.

2. 7. 6. Tedavi

MTSS'nin başlangıç tedavisi etkilenen ekstremitenin istirahatidir (39,40,43,45). Tetikleyen aktiviteden, çoğunlukla koşudan kaçınılmalıdır yada antrenman volümü azaltılmalıdır. Ağrıyı ortaya çıkaran diğer aktivitelerden de uzak durulmalıdır. Aktivite modifikasyonu yarışma dönemi geçene kadar ertelenebilir ama sporcuyla şikayetlerin çok şiddetlenebileceği tartışılmalıdır. Hastaya koşu mekaniklerindeki değişikliklerin başka bir aşırı kullanım yaralanmasına neden olabileceği anlatılmalıdır. Ağrı yürüme sırasında yada istirahatte de devam ediyorsa koltuk değnekleri kullanılarak tam yük vermektan kaçınılabilir. Kardiyovasküler formunu korumak isteyen sporculara yüzme, bisiklet veya su içi koşu önerilebilir (39,40,43). Bu aktivitelerden birisi sırasında ağrı hissedilirse (bisiklet çevirirken plantarfleksiyonda ağrı gibi), aktivite rahat yapıłana kadar uzak durulmalıdır. Eğer mümkünse su içi koşu, koşucular için en yararlı ağırlık verilmeyen aktivitedir (51).

Buz masajıyla kriyoterapi fayda sağlayabileceği için, kriyoterapiye bir süre devam edilmelidir (39,40). Ultrason, fonoforez, steroid enjeksiyonu, elektrik stimölasyonu ve akupunktur gibi pek çok tedavi modalitesi önerilmiş olmasına rağmen hiçbirinin etkinliğı net olarak gösterilmemiştir (39,40,52). Yeterli kalsiyum alımı ve bayanların

yeterli östrojen seviyesinde olmaları önemli görünmektedir (52). Analjezi gerekliliğinde parasetamol ve nonsteroid antiinflatuar ilaçlar (NSAİ) kullanılabilir. Ama MTSS inflamatuvar bir hastalık gibi görünmediğinden rutin kullanımından kaçınılmalıdır. Aşıl germe egzersizlerinin profilaktik etkinliği en azından bir çalışmada (53) gösterildiğinden, tedavide de kullanımı önerilebilir.

Antropomorfik bir bozukluk saptanırsa uygun bir ortez önerilmelidir. Askeri temel eğitimde ayak tabanlığı kullanımının MTSS insidansını azalttığına dair bir çalışma varken (54), başka bir çalışmada etkinliği gösterilememiştir (53).

Ağrısız birkaç günden sonra yürüyüşe ve hafif tempolu koşuya başlanabilir (39,40). Antrenmana önceki antrenman yoğunluğunun ve mesafesinin (süresinin) %50'sinde yumuşak zeminde başlanmalıdır. Yeterli ısınma, antrenman başında ve sonunda yeterli germe yapılmalıdır. Antrenman mesafesi ve süresi hasta ağrısız olduğu sürece yavaşça artırılabilir. Genellikle önerilen; haftada %10'luk artışlardır (39).

Konservatif tedaviyle iyileşmeyen, semptomları inatçı olan kronik vakalarda tibianın posteromedial yüzeyel ve derin fasyasına yönelik fasiyotomi bir tedavi seçeneğidir. Bu prosedürün, soleusun ve derin kompartman kaslarının fasiyal insersiyolarında çekme kuvvetini azalttığı düşünülmüştür (2). Aynı zamanda periost denervasyonuna neden olduğu da ileri sürülmüştür (2). Cerrahiyle olumlu sonuçlar bildirilmiş olmasına rağmen spora dönüş bazen mümkün olamamaktadır (2).

Bu kesitsel çalışmanın amacı akut dönem (12 aydan kısa) MTSS hastalarında bölgesel kemik mineral yoğunluğu değişikliklerini araştırmak, bölgesel kemik mineral yoğunluğunda azalma saptanması durumunda yeni tedavi metodlarının geliştirilmesine önayak olmaktır.

Çalışmanın diğer amaçları; ayak bileği plantarfleksiyon, dorsifleksiyon, eversiyon, inversiyon konsantrik kas kuvvetleri ile MTSS varlığı ve tibia bölgesel KMY ilişkisini araştırarak, yeni rehabilitasyon programlarının geliştirilmesini sağlamak, medial longitudinal ark deformasyonu ve naviküler düşme ölçümleri ile MTSS ilişkisini araştırarak olası ilişki durumunda hastalarda ayakkabı içi ortez kullanımının tedavinin bir parçası haline getirilmesidir.

3- GEREÇ VE YÖNTEM

3. 1. Denekler

Çalışmaya Ege Üniversitesi Spor Hekimliği polikliniğine başvuran 15 (11 erkek, 4 kadın) medial tibial stres sendromu hastası (6 hakem, 4 dansçı, 2 atlet, 2 beden eğitimi ve spor meslek yüksek okulu hazırlık öğrencisi, 1 karateci) alındı. Hastaların ortalama yaşı 21 ± 2.8 yıl (16 - 26 yıl arası), vücut kitle endeksleri 22.2 ± 2.8 kg/m² (18.9 – 27.8 kg/m² arası) idi.

Kontrol grubu düzenli spor yapan 13 (7 erkek, 6 kadın) kişiden (6 Badminton oyuncusu, 2 atlet, 2 voleybolcu, 2 dansçı, 1 tenis oyuncusu) oluştu. Kontrol grubunun ortalama yaşı 23.2 ± 3.1 yıl (17 – 27 yıl arası), vücut kitle endeksleri 21.7 ± 2.9 kg/m² (17.7 – 27.5 kg/m² arası) idi.

3. 2. Çalışmaya Seçilme Kriterleri

Çalışmaya 16 - 30 yaş arası romatolojik, hematolojik, infeksiyöz ve metabolik hastalığı olmayan, hikayesi ve fizik muayenesiyle iki farklı doktor tarafından MTSS tanısı konmuş ve şikayetleri başlayalı 12 aydan kısa zaman geçmiş hastalar alındı. Hastaların ayrıntılı olarak hastalık hikayeleri ve özgeçmişleri alındı, diz ve ayak bileği muayeneleri yapıldı. Ön veya arka çapraz bağı kopuk olanlar, diz ve ayak bileği cerrahisi geçirmiş olanlar ve alt ekstremitelerde fraktür hikayesi olanlar çalışmaya alınmadı. Hastaların alt ekstremitelerinde nörolojik ve vasküler patoloji saptanmadı. Hastalık tanısı anamnez, tibianın distal 1/3'ü ile 2/3'ünün kesişim bölgesinde ağrı şikayeti, palpasyonda bu bölgede tibianın posteromedialinde diffüz bir alanda hassasiyet varlığı, tek ayak sıçrama testinin pozitif olması ve ek patolojinin saptanmaması ile kondu.

Kontrol grubuna düzenli egzersiz yapan (en az haftada 2 gün, 2 saat), daha önce MTSS tanısı konmamış, diz ve ayak bileği cerrahisi geçirmemiş, bağ patolojisi ve alt ekstremitelerde fraktür hikayesi olmayan, çalışma grubuna benzer yaş ve morfolojik özelliklerde kişiler alındı.

3. 3. Sorgulama

3. 3. 1. Beslenme Sorgulaması

Deneklerin beslenme alışkanlıkları kalsiyumdan en zengin gıdalar yönünden sorgulandı. Hastalara aylık ortalama süt (L), yoğurt (kg), peynir (kg), çerez (ayçiçeği çekirdeği, antep fıstığı, badem (kg)), baklagiller (kuru fasulye, mercimek, nohut, barbunya (kg) tüketimleri soruldu. Herhangi bir gıda takviyesi veya multivitamin kullanıp kullanmadıkları öğrenildi. Aylık tüketilen süt, yoğurt, çerez, baklagil miktarı toplanarak, bu gıdaların kilo başına mg cinsinden ortalama kalsiyum içeriği olan 1200 ile çarpıldı. Bu değere aylık peynir tüketimi 4000 ile çarpılarak eklendi (55,56). Kullanılan bir besin desteği veya multivitamin var ise bunun kalsiyum içeriği saptanarak aylık tüketimi toplama eklendi. Bulunan değer aylık toplam kalsiyum alımı olarak kabul edildi.

3. 3. 2. Egzersiz Sorgulaması

Deneklerin bir antrenör gözetiminde spor yapmaya ilk hangi yaşta başladıkları sorgulanarak spora başlama yaşı olarak kaydedildi.

Deneklerin son uyguladıkları antrenman programının; haftalık antrenman sayısı, süresi ve kaç aydır devam ettiği (antrenmana başlama zamanı) sorgulandı. Bu değerler birbiri ile çarpılarak son antrenman düzeyi saptandı. Haftalık antrenman sayısı ve süresi birbiri ile çarpılarak haftalık antrenman süresi hesaplandı.

Deneklerin hayatları boyunca yaptıkları egzersiz miktarı, bir antrenör gözetiminde yaptıkları tüm sporlar sorgulanarak saptandı. Her bir spor için toplam süre (yıl), haftalık antrenman süresi (saat) çarpıldı. Bu değerler birbirine eklenerek toplam antrenman düzeyi saptandı.

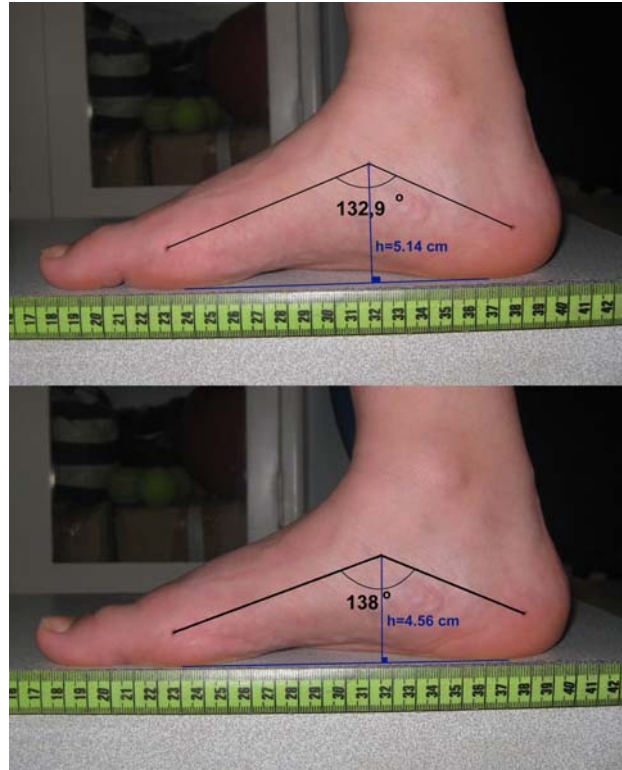
Hasta grubuna şikayetlerin başlamasından önceki bir aylık süreçte antrenman yoğunluğunda, şiddetinde yada içeriğinde önemli bir artış olup olmadığı sorularak evet yada hayır olarak kaydedildi.

3. 4. Ölçümler

3. 4. 1. Medial Longitudinal Ark ve Naviküler Düşme Ölçümleri

Medial longitudinal ark (MLA) açısı, medial longitudinal ark deformasyonu ve naviküler düşme ölçümleri daha önce Bandholm'un (46) anlattığı şekilde yapıldı. Ölçümler için ayak medial yüzünde üç tane nokta işaretlendi (Şekil 6). Bu noktalar; a)Kalkaneus medial yüzü noktası; kalkaneus'un en arka kısmının erkekte 40mm bayanda 30mm önü, tabanın erkekte 35mm bayanda 30mm üstü, b)Naviküler çıkıntı, c)Birinci metatars başının medial yüzü

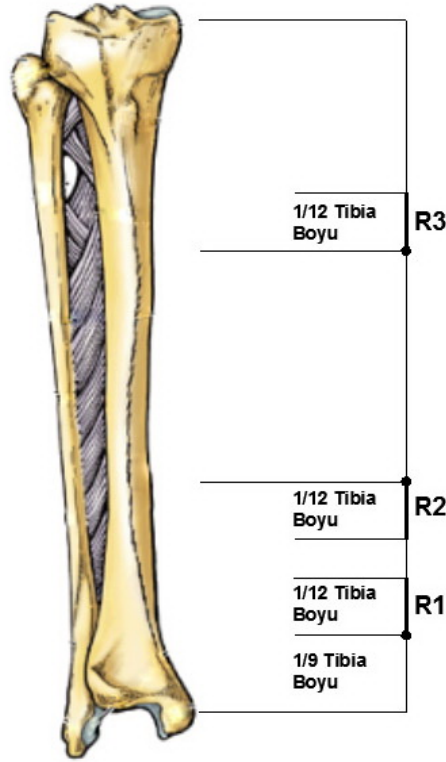
Noktalar yerleştirildikten sonra ayak üzerinde yük yok iken (tüm vücut ağırlığı diğer ayak üzerindeyken) ve tam yük verildiğinde (tüm vücut ağırlığı ayak üzerindeyken) ayağın fotoğrafı (Canon Ixus 85 IS) çekildi. Bilgisayarda 3 nokta arasındaki açı (medial longitudinal ark), bu açının yük verilmesi ile değişimi (MLA deformasyonu) ve naviküler çıkıntının yük verilmesi ile yere yaklaşma miktarı (naviküler düşme) ölçüldü.



Şekil 16. Yüksüz medial longitudinal ark açısı (üstteki resim), tam yükte medial longitudinal ark açısı (alttaki resim). “h” naviküler çıkıntının yere uzaklığını göstermektedir.

3. 4. 2. DEXA Ölçümleri

DEXA ölçümleri için Hologic QDR 4500A kemik dansitometrisi kullanıldı. Tüm deneklere standart ölçümler olan femoral ve vertebral ölçümler uygulandıktan sonra tibial ölçümlere geçildi. Tibial ölçümler her iki bacakta da yapıldı. Medial tibial plato ile medial malleol mesafesi ölçülerek kaydedildi. Tibia üç eşit parçaya ayrılmak üzere iki noktadan işaretlendi (şekil 17). Üçüncü bir nokta medial malleolün en çıkıntı yerinin, 1/9 tibia boyu yukarısında işaretlendi. En alttaki bu noktanın, 1/12 tibia boyu üzeri tekrar işaretlenerek arasında kalan alanın KMY; R1 olarak adlandırıldı. İlk işaretlenen iki noktadan aşağıdaki noktanın, 1/12 tibia boyu aşağısı işaretlenerek bu iki nokta arasındaki alanın KMY; R2 olarak adlandırıldı. En üstteki noktanın 1/12 tibia boyu yukarısı işaretlenerek bu iki nokta arasında kalan alanın KMY; R3 olarak adlandırıldı.



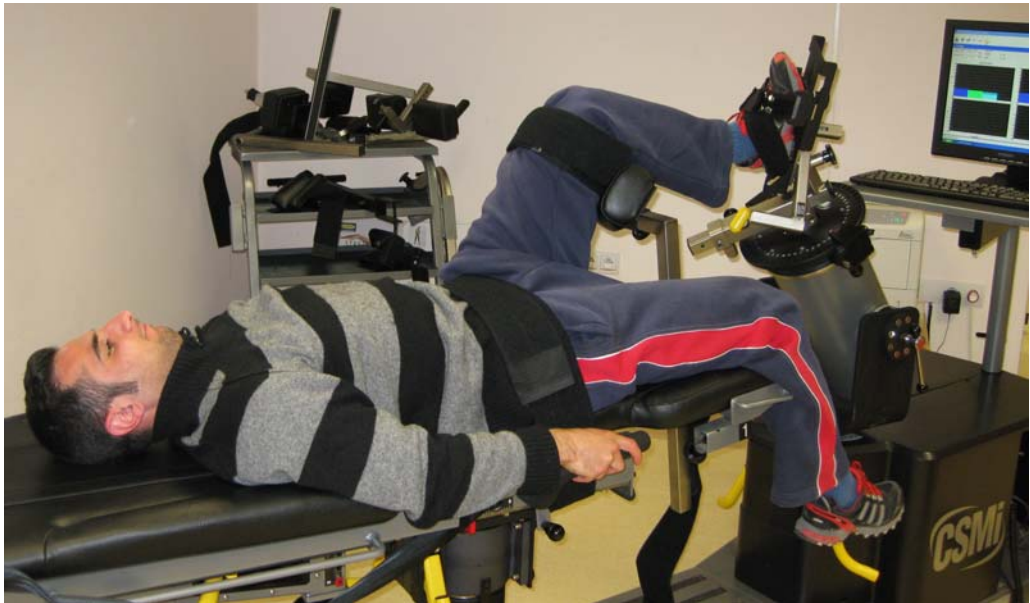
Şekil 17. Tibial DEXA ölçüm bölgeleri; R1, R2, R3.

3. 4. 3. İzokinetik Kas Kuvveti Ölçümleri

Katılımcıların ayak bileği plantarfleksiyon, dorsifleksiyon, eversiyon ve inversiyon izokinetik konsantrik kas kuvvet ölçümleri yapıldı. Testten önce tüm katılımcılar 10 dakika kondisyon bisikleti ile ısındılar ve bacak kaslarına yönelik germe yaptılar. Isınmadan sonra teste geçildi. Maksimal izokinetik kas kuvvetleri izokinetik dinamometre (Humac Norm Testing & Rehabilitation System 502140) ile ölçüldü (şekil 18).

İnversiyon ve eversiyon testleri için sandalye sırtı yatırıldı (0°). Dinamometre eğimi 55 dereceye ve dinamometre yüksekliği sıfıra ayarlandı. Sağ bacak ölçümleri için sandalye rotasyonu -85 dereceye ve dinamometre rotasyonu $+5$ dereceye, sol bacak ölçümleri için sandalye rotasyonu $+85$ dereceye ve dinamometre rotasyonu -5 dereceye ayarlandı. Hasta supin pozisyonunda yatarken dizi ve beli sabitlendi.

Plantarfleksiyon ve dorsifleksiyon testleri için sandalye sırtı yatırıldı (0°). Dinamometre eğimi 10 dereceye ve dinamometre yüksekliği 10 birime ayarlandı. Sağ bacak ölçümleri için sandalye rotasyonu $+55$ dereceye ve dinamometre rotasyonu -55 dereceye, sol bacak ölçümleri için sandalye rotasyonu -55 dereceye ve dinamometre rotasyonu $+55$ dereceye ayarlandı. Hasta supin pozisyonunda yatarken dizi ve beli sabitlendi.



Şekil 18. Humac Norm Testing & Rehabilitation System 502140

Ayak bileği evertör ve invertör kaslarının maksimum izokinetik konsantrik kuvvetlerini ölçmek için 30°/sn ve 120°/sn açısal hızlarda test uygulandı. Her test öncesinde 4 submaksimal deneme yapıldı. 30°/sn hızda 5 tekrarlı, 120°/sn hızda 10 tekrarlı maksimal kasılmaları içeren test uygulandı. Denemelerle testler arasında 10 sn, açısal hızlar arasında 120 sn istirahat verildi. Her test öncesi dinamometre kalibre edildi.

Ayak bileği plantarfleksör ve dorsifleksör kaslarının maksimum izokinetik konsantrik kuvvetlerini ölçmek için 60°/sn ve 120°/sn açısal hızlarda test uygulandı. Her test öncesinde 4 submaksimal deneme yapıldı. 60°/sn hızda 5 tekrarlı, 120°/sn hızda 20 tekrarlı maksimal kasılmaları içeren test uygulandı. Denemelerle testler arasında 10 sn, açısal hızlar arasında 120 sn istirahat verildi. Her test öncesi dinamometre kalibre edildi.

3. 4. 4. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değeriendirme "SPSS 13.0 software paket programı" kullanılarak yapıldı. Sayısal veriler için tanımlayıcı ortalama ve standart sapma (SS) değeri, oransal veriler için sıklık değeri hesaplandı. Grup içi varyans homojenitesi ön koşulunun karşılanamamasından dolayı non-parametrik olarak değeriendirilen verilerin gruplar arası karşılaştırılması Mann-Whitney U testi ile diğer verilerin karşılaştırılması independent samples T test ile değeriştirildi. İstatiksel olarak anlamlılık sınırı <0.05 olarak kabul edildi. Verilerin korelasyonunu araştırmak için Spearman korelasyon analizi kullanıldı.

4 - BULGULAR

Çalışmaya alınan gruplar yaş, boy, vücut ağırlığı ve vücut kitle indeksi bakımından benzerdi ($p>0,05$), (tablo 1). Hasta grubunun ortalama hastalık süresi 7.9 ± 7.1 hafta (3 – 24 hafta arası) idi. Hastaların hepsinde şikayetler bilateral idi. Beş kişide şikayetler sağda daha şiddetli iken 4 hastada solda daha şiddetliydi.

Tablo1. Hasta grubu ve kontrol grubunun yaş, boy, vücut ağırlığı ve vücut kitle indeksi bakımından karşılaştırılması

	Hasta Grubu (n=15)	Kontrol Grubu (n=13)	p değeri
Yaş (yıl)	$21,1 \pm 2,8$	$23,2 \pm 3,1$	0,072
Boy (cm)	$178,7 \pm 11,1$	$171,7 \pm 7,4$	0,065
Vücut ağırlığı (Kg)	$71,5 \pm 13,4$	$64,3 \pm 12,7$	0,181
VKİ (Kg/m^2)	$22,2 \pm 2,3$	$21,7 \pm 2,9$	0,185

(VKİ: Vücut Kitle Endeksi)

4. 1. Sorgulama

4. 1. 1. Egzersiz Sorgulaması

Hasta grubu ve kontrol grubu arasında haftadaki antrenman sayısı, her bir antrenmanın süresi, bir haftadaki toplam antrenman süresi, antrenmana başlama zamanı (kaç aydır devam ettiği) ve son antrenman düzeyi (=antrenmana başlama zamanı*bir haftadaki antrenman süresi) arasında istatistiksel anlamlı bir fark yoktu ($p>0.05$), (tablo 2).

Hasta ve kontrol grubu arasında spora başlama yaşında anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen kontrol grubunun toplam antrenman düzeyi hasta grubundan yüksekti ($p< 0,001$), (tablo3).

“Şikayetlerin başlamasından önceki bir aylık süreçte antrenman yoğunluğu, içeriği, ya da şiddetinde bir artış var mıydı” sorusuna onbeş hastanın onüçü (% 86.7) evet diye cevap verdi.

Tablo 2. Hasta ve kontrol grubunun haftadaki antrenman sayısı, herbir antrenmanın süresi, haftalık toplam antrenman süresi, antrenmana başlama zamanı ve son antrenman düzeyi yönünden karşılaştırılması.

	Hasta Grubu (n=15)	Kontrol Grubu (n=13)	p değeri
Haftadaki Antrenman Sayısı	4 ± 1,6	4,5 ± 1,3	0,316
Herbir Antrenmanın Süresi (saat)	3,0 ± 2,2	3,0 ± 2,2	0,525
Haftalık Antrenman süresi (saat)	14,4 ± 15,8	15,0 ± 14,9	0,274
Antrenmana Başlama Zamanı (ay)	7,7 ± 4,0	7,5 ± 2,2	0,650
Son Antrenman Düzeyi (ay*saat)	86,9 ± 76,2	92,5 ± 53,3	0,363

Tablo 3. Hasta ve kontrol grubunun toplam antrenman düzeyi ve spora başlama yaşı açısından karşılaştırılması.

	Hasta Grubu (n=15)	Kontrol Grubu (n=13)	p değeri
Toplam antrenman düzeyi (yıl*saat)	39,2 ± 27,5	83,4 ± 48,1	<0,001
Spora başlama Yaşı	13,1 ± 3,5	10,5 ± 2,3	0,058

4. 1. 2. Beslenme Sorgulaması

Hasta ve kontrol grubunun aylık ortalama süt, yoğurt, peynir, çerez ve baklagil tüketimi arasında istatistiksel anlamlı fark yoktu ($p>0,05$), (tablo 4).

İki grup birlikte değerlendirildiğinde aylık tüketilen süt miktarı ile femur boynu KMY ($r= 0,445$; $p= 0,020$) , femur total KMY ($r= 0,500$; $p=0,008$), femur boynu T skoru ($r= 0,421$; $p=0,029$), femur total T skoru ($r=0,487$, $p=0,010$) ve lomber KMY ($r= 0,381$; $p= 0,050$) arasında istatistiksel anlamlı pozitif korelasyon bulundu. Aylık ortalama yoğurt tüketimi ile femur boynu KMY ($r= 0,456$; $p= 0,017$), femur boynu T skoru ($r= 0,533$; $p=0,004$) ve femur total T skoru ($r=0,414$; $p= 0,032$) arasında korelasyon bulundu. Aylık toplam kalsiyum alımı ile femur boynu KMY arasında korelasyon bulundu ($r=0,395$; $p=0,041$), (tablo 5).

Tablo 4. Hasta ve kontrol grubunun süt, yoğurt, peynir, çerez, baklagil tüketimi ve kalsiyum alımının karşılaştırılması.

	Hasta Grubu (n=15)	Kontrol Grubu (n=13)	p değeri
Süt (l)	8,2 ± 6,2	7,1 ± 4,2	0,856
Yoğurt (Kg)	4,3 ± 3,6	5,9 ± 3,9	0,201
Peynir (Kg)	1,8 ± 1,4	2,5 ± 1,0	0,072
Çerez (Kg)	1,5 ± 2,5	0,5 ± 0,4	0,254
Baklagiller (Kg)	2,4 ± 1,3	2,8 ± 1,5	0,683
Kalsiyum alımı (g)	29,5 ± 16,1	31,7 ± 11,1	0,387

(l:litre, kg:kilogram, g:gram)

Tablo 5. Standart DEXA ölçümleri ile süt, yoğurt, peynir, çerez, baklagil tüketimi ve kalsiyum alımının korelasyonunun araştırılması (* : p<0.05, ** : p<0.01)

		FB-KMY	FT-KMY	L-KMY	FB-T Sk	FT-T Sk	L-T Sk
SÜT	r	,445 *	,500 **	,381 *	,421 *	,487 **	,198
	p	,020	0,008	,050	,029	,010	,321
YOĞURT	r	,456 *	,340	,283	,533 **	,414 *	,280
	p	,017	,083	,153	,004	,032	,156
PEYNİR	r	-,145	-,222	,168	-,145	-,239	,203
	p	,471	,266	,402	,472	,229	,309
ÇEREZ	r	,184	,184	-,001	,093	,044	-,144
	p	,359	,358	,998	,646	,828	,474
BAKLA	r	,017	,124	,031	,032	,216	,147
	p	,934	,538	,879	,874	,278	,466
KALSIYUM	r	,380	,347	,459 *	,377	,355	,336
	p	,051	,076	,016	,052	,069	,087

(FB-KMY: Femur boynu kemik mineral yoğunluğu, FT-KMY: femur total kemik mineral yoğunluğu, L-KMY: lomber total kemik mineral yoğunluğu, FB-T Sk: Femur Boynu T skoru, FT-T Sk: femur total T skoru, L-T Sk: Lomber total T skoru) (* : p<0.05, ** : p<0.01)

4. 2. DEXA Ölçümleri

Hasta ve kontrol grubunun standart DEXA ölçümlerinin karşılaştırılmasında lomber T skoru kontrol grubunda istatistiksel anlamlı yüksek bulundu ($p<0.05$). Diğer DEXA ölçümlerinde anlamlı farklılık yoktu (tablo 6).

Tibial DEXA ölçümleri olan R1, R2 ve R3 hasta ve kontrol grubunda istatistiksel anlamlı bir farklılık göstermedi ($p>0.05$), (tablo7). İki grup birlikte ele alınıp sağ sol ayrımı yapılarak R alanları değerlendirildiğinde sağ R1 ile sol R1, sağ R2 ile sol R2, sağ R3 ve sol R3, sağ R3 ile sol R2, sağ R2 ve sol R2 istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gösterdi (tablo 8).

Tablo 6. Hasta ve kontrol grubunun standart DEXA ölçümlerinin karşılaştırılması (*: $p<0.05$)

	Hasta Grubu (n=15)	Kontrol Grubu (n=12)	p değeri
Femur Boynu KMY (g/cm²)	0,96 ± 0,12	0,95 ± 0,14	0,867
Femur Total KMY (g/cm²)	1,09 ± 0,16	1,07 ± 0,15	0,792
Lomber Total KMY (g/cm²)	1,00 ± 0,17	1,11 ± 0,09	0,053
Femur Boynu T skoru	0,38 ± 0,75	0,40 ± 0,84	0,981
Femur Total T skoru	0,55 ± 0,96	0,53 ± 0,77	0,981
Lomber Total T skoru	-0,32 ± 0,85	0,32 ± 0,80	0,045 *

Tablo 7. Hasta ve kontrol grubunun tibial R1, R2 ve R3 lanlarının karşılaştırılması

	Hasta Grubu (n=30)	Kontrol Grubu (n=24)	p değeri
R1 (g/cm²)	0,21 ± 0,04	0,21 ± 0,07	0,939
R2 (g/cm²)	0,32 ± 0,09	0,31 ± 0,09	0,740
R3 (g/cm²)	0,33 ± 0,07	0,33 ± 0,07	0,860

Tablo 8. Tibial sağ ve sol R alanlarının birbirleriyle korelasyonu.

		SAG R1 (n=27)	SAG R2 (n=27)	SAG R3 (n=27)
SOL R1	r	,912 **	,335	,449
(n=27)	p	,000	,088	,019
SOL R2	r	,275	,883 **	,615 **
(n=27)	p	,101	,000	,001
SOL R3	r	,313	,660 **	,794 **
(n=27)	p	,112	,000	,000

(** : $p<0.01$)

4. 3. İzokinetik Kas Kuvveti Ölçümleri

Hasta grubunun 30°/sn hızda, ortalama ve pik eversiyon konsantrik kuvvetleri kontrollerden istatistiksel anlamlı yüksek bulundu ($p<0,05$). Hasta grubunda 30°/sn hızda inversiyon/eversiyon oranı kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı düşüktü ($p<0,05$). 120°/sn hızda hasta grubunun ortalama konsantrik eversiyon kuvveti kontrollerden istatistiksel anlamlı yüksekti ($p<0,05$), (tablo 9).

Plantarfleksiyon – dorsifleksiyon ölçümlerinde hasta grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık çıkmadı ($p> 0,05$), (tablo 10)

4. 4. Medial Longitudinal Ark ve Naviküler Düşme Ölçümleri

Hasta ve kontrol grubu arasında yüklü veya yüksüz medial longitudinal ark açısı, medial longitudinal ark deformasyonu ve naviküler düşme ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$), (tablo 11).

Tablo 9. Hasta ve kontrol grubunun eversiyon-inversiyon konsantrik kas kuvvetlerinin karşılaştırılması.

	Hasta Grubu (n= 30)	Kontrol Grubu (n= 24)	P değeri
Ortalama İversiyon Torku (30°/sn) (Nm)	20,8 ± 5,8	20,5 ± 6,5	0,875
Ortalama Eversiyon Torku (30°/sn) (Nm)	21,9 ± 6,4	18,3 ± 6,1	0,034*
Pik İversiyon Torku (30°/sn) (Nm)	24,3 ± 6,7	23,1 ± 7,9	0,553
Pik Eversiyon Torku (30°/sn) (Nm)	23,4 ± 6,4	19,3 ± 5,0	0,010*
Ort. İnv. Torku/ Vücut ağırlığı (30°/sn) (Nm/kg)	29,7 ± 7,1	32,6 ± 9,3	0,212
Ort. Ev. Torku/ Vücut ağırlığı (30°/sn) (Nm/kg)	30,8 ± 5,9	28,5 ± 7,1	0,208
Pik İnv. Torku/ Vücut ağırlığı (30°/sn) (Nm/kg)	30,9 ± 8,9	37,2 ± 16,5	0,110
Pik Ev. Torku/ Vücut ağırlığı (30°/sn) (Nm/kg)	34,3 ± 8,5	36,2 ± 11,0	0,502
Ort. İnv. Torku/ Ort. Ev. Torku (30°/sn)	0,97 ± 0,2	1,2 ± 0,5	0,019*
Pik İnv. Torku/ Pik Ev. Torku (30°/sn)	1,1 ± 0,3	1,2 ± 0,5	0,118
Ortalama İversiyon Torku (120°/sn) (Nm)	15,0 ± 4,1	13,5 ± 4,1	0,203
Ortalama Eversiyon Torku (120°/sn) (Nm)	14,0 ± 3,6	11,7 ± 3,8	0,036*
Ort. İnv. Torku/ Vücut ağırlığı (120°/sn) (Nm/kg)	21,4 ± 4,9	22,6 ± 7,6	0,527
Ort. Ev. Torku/ Vücut ağırlığı (120°/sn) (Nm/kg)	20,0 ± 3,6	18,3 ± 5,9	0,217
Ort. İnv. Torku/ Ort. Ev. Torku (120°/sn)	1,1 ± 0,3	1,3 ± 0,5	0,172

(Ort. İnv. : Ortalama İversiyon, Ort. Ev. : Ortalama Eversiyon, Pik İnv. : Pik İversiyon, Pik Ev. : Pik Eversiyon)

Tablo 10. Hasta ve kontrol grubunun plantarfleksiyon-dorsifleksiyon konsantrik kas kuvvetlerinin karşılaştırılması

	Hasta Grubu (n= 30)	Kontrol Grubu (n= 24)	P değeri
Ortalama Plantarfleksiyon Torku (60°/sn) (Nm)	63,9 ± 16,0	67,0 ± 17,3	0,501
Ortalama Dorsifleksiyon Torku (60°/sn) (Nm)	23,0 ± 8,2	21,3 ± 7,5	0,440
Pik Plantarfleksiyon Torku (60°/sn) (Nm)	75,9 ± 16,8	76,5 ± 17,2	0,898
Pik Dorsifleksiyon Torku (60°/sn) (Nm)	25,1 ± 8,6	22,9 ± 8,0	0,320
Ort. PI-Flk. Torku/Vücut ağırlığı (60°/sn) (Nm/kg)	90,1 ± 20,7	104,0 ± 29,8	0,060
Ort. Do-Flk. Torku/Vücut ağırlığı (60°/sn) (Nm/kg)	31,7 ± 8,8	32,8 ± 8,3	0,631
Pik PI-Flk. Torku/Vücut ağırlığı (60°/sn) (Nm/kg)	107,3 ± 20,9	122,8 ± 31,1	0,052
Pik Do-Flk. Torku/Vücut ağırlığı (60°/sn) (Nm/kg)	34,7 ± 9,0	35,8 ± 9,1	0,668
Ort. PI-Flk Torku/ Ort. Do-Flk Torku (60°/sn)	3,0 ± 0,9	3,4 ± 1,3	0,197
Pik PI-Flk Torku/ Pik. Do-Flk Torku (60°/sn)	3,2 ± 1,3	3,7 ± 1,3	0,140
Ortalama Plantarfleksiyon Torku (120°/sn) (Nm)	46,6 ± 15,4	43,9 ± 14,2	0,509
Ortalama Dorsifleksiyon Torku (120°/sn) (Nm)	16,9 ± 5,8	16,3 ± 6,3	0,754
Ort. PI-Flk. Torku/Vücut ağırlığı (120°/sn) (Nm/kg)	65,0 ± 19,8	73,1 ± 26,6	0,222
Ort. Do-Flk. Torku/Vücut ağırlığı (120°/sn) (Nm/kg)	23,5 ± 6,2	25,5 ± 8,1	0,310
Ort. PI-Flk Torku/ Ort. Do-Flk Torku (120°/sn)	2,9 ± 0,8	2,9 ± 1,1	0,852

(Ort. PI-Flk. : Ortalama Plantarfleksiyon, Ort. Do-flk. : Ortalama Dorsifleksiyon, PI-Flk. : Plantarfleksiyon, Do-Flk. : Dorsifleksiyon)

Tablo 11. Medial longitudinal ark ölçümlerinin hasta ve kontrol grubunda karşılaştırılması

	Hasta Grubu (n= 30)	Kontrol Grubu (n= 22)	P değeri
Yüksüz MLA Açısı (°)	133,8 ± 8,7	136,1 ± 9,1	0,370
Yüklü MLA Açısı (°)	136,9 ± 8,6	140,2 ± 9,3	0,198
MLA Deformasyonu (°)	3,1 ± 1,8	4,1 ± 2,5	0,107
Naviküler Düşme (mm)	3,2 ± 2,0	4,5 ± 3,0	0,073

(MLA: Medial Longitudinal Ark)

5 – TARTIŞMA VE SONUÇ

Koşuculardaki tüm yaralanmaların %6-16 'sının medial tibial stres sendromu olduğu bildirilmiştir (57,58). Bir çalışmada bir sezon boyunca takip edilen 257 yarışmacı atlette görülen 41 yaralanmanın %19.5 'ini medial tibial stres sendromu oluşturmuştur (59). Askeri çalışmalarda 8-12 haftalık temel eğitim sırasında askerlerin %4-10 'unda MTSS gelişmiştir (53,60).

Medial tibial stres sendromu ilk olarak “shin splints” olarak adlandırılmıştır ama bu terimin kökeni bilinmemektedir. Ülkemizde ise sporcular arasında MTSS'na “stres kırığı” denmektedir. Günümüzde patofizyolojik mekanizmayı ve lokalizasyonu açıkladığı düşünülen “medial tibial stres sendromu” tabiri kullanılmaktadır.

Çok sık görülen bir spor yaralanması olmasına rağmen net patofizyolojik bir mekanizma ve patolojik bir lezyon ortaya koyulamamıştır. Bilimsel araştırmalar az sayıda ve yetersizdir. Çalışmalar çoğunlukla predispozan faktörleri ortaya koyarak, oluşumunu önlemeye yöneliktir. Tedaviye yönelik çalışmalar çok kısıtlı olmakla beraber daha çok geçmişte ve cerrahi tedaviye yönelik çalışmalardır.

Koşu ile ilgili klinik sorunları anlamada ayağın statik ve dinamik koşullardaki biyomekaniğini bilmek gereklidir. Ayak ve ayak bileği semptomlarını analiz ederken pelvisin, lomber omurganın, dizin ve tibia'nın aksial düzlemdeki dizilimlerini iyi değerlendirmek gerekir. Bacak uzunluk farkı, lomber skolyoz, lomber lordoz değişiklikleri, diz bağ patolojileri, femur, tibia yada kalkaneusun dizilim bozuklukları ayak ve ayak bileği mekaniklerini ve kuvvet dağılımlarını bozabilir. Hastalarda farklı biyomekanik sorunların aynı sonuca ulaştırabileceği unutulmamalı, tüm alt ekstremité ayrıntılı incelenmelidir. Koşuculardaki en sık yaralanmalardan birisi olan medial tibial stres sendromunun etyolojisinde de genu valgus, pes kavus, aşırı pronasyon(61), hiperlaksite gibi pek çok olası etken araştırılmıştır. Koşu biyomekaniğindeki önemli yapıtaşlarından birisi olan ayak bileğini hareket ettiren kasların kuvvetlerindeki ve kuvvet dengelerindeki bir disbalans ayak bileği mekaniklerini bozarak MTSS'na yol açabilir.

Bildiğimiz kadarıyla bu çalışma medial tibial stres sendromunda ayak bileğine etki eden kasların izokinetik kuvvetlerini ve kuvvet dengelerini inceleyen ilk çalışmadır.

Günümüzde patofizyolojik mekanizmada soleus kası suçlanmaktadır. Michael ve Holder (4) patofizyolojik mekanizmayı şöyle açıklamaktadır; Ayak, koşu sırasında ayak topuk vuruşunda zeminle supinasyonda temas eder. Orta destek fazına ilerlerken ayak pronasyona doğru gider. Bu sırada soleus kası eksantrik olarak kasılmaktadır. Medial soleusun fasyası distal üçte biri boyunca tibianın posteromedial köşesine yapışmaktadır. Tekrarlayan eksantrik yüklenmeye maruz kalan soleusun fasyasında fasiit ya da yapıştığı hat boyunca periostit meydana gelebilmektedir (4).

Çalışmaya en son uyguladıkları antrenman periyodu benzer olan denekler alınmıştır. Hasta ve kontrol grubunun haftadaki antrenman sayısı ve süresi benzerdir. Deneklerin spor geçmişlerine yönelik sorgulamada ve spora başlama yaşında bir fark olmamasına rağmen, sağlıklı grubun hayat boyu spor katılımının anlamlı oranda fazla olduğunu göstermiştir. Daha uzun süre aynı sporun yapılması sonucunda o spora yönelik fonksiyonel adaptasyonlar meydana gelmektedir. Kişiler aynı sporu veya antrenmanı da yapsalar, fonksiyonel adaptasyonunu tamamlamış sporcularda aşırı kullanım yaralanmaları daha az görülmektedir (53,59,60).

Antrenman yoğunluğu, süresi ve içeriğindeki artışlar pekçok kez MTSS ile ilişkilendirilmiştir (1,62,63). Çalışmamıza katılan hastaların %86 'sında MTSS böyle bir artışı takiben başlamıştır.

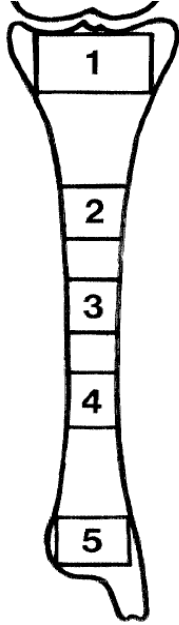
Çalışmamızın amaçlarından birisi de hasta grubunda ağrı lokalizasyonunda bölgesel kemik mineral yoğunluğu değişikliklerini araştırmak olduğundan, bir beslenme sorgulaması ile olası bir değişikliğin diyetteki kalsiyum alımı ile ilişkisini araştırdık. Bu sorgulamada kalsiyum içeriği en fazla olan gıdaların aylık tüketimi sorularak, diyetteki kalsiyum alımı araştırıldı. Diyetteki kalsiyum alımı yönünden gruplar arasında fark yoktu. Diyetteki kalsiyum alımı ile tibial KMY ölçümleri arasında bir ilişki saptanmadı. Diyetteki kalsiyum alımı standart DEXA ölçümlerinden sadece femur boynu KMY ile ilişkili bulundu. Diğer standart DEXA ölçümleriyle bir ilişki saptanmamış olması, sorgulamanın kalsiyum alımına yönelik beslenme alışkanlıklarını çok ayrıntılı irdelememesinden kaynaklanabilir.

Kalsiyum alımına yönelik sorgulamada aylık süt, yoğurt, peynir, baklagil ve çerez tüketimi soruldu. Gruplar birleştirildiğinde aylık süt tüketimi femur boynu KMY, femur

total KMY, femur boynu T skoru ve lomber KMY ile ilişkili bulundu. Aylık yoğurt tüketimi ise femur boynu, femur total KMY, femur boynu T skoru, ve lomber total T skoru ile ilişkili bulundu. Diğer gıdalar ile DEXA ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı ilişki saptanmadı. Sharon (64) ve arkadaşları 60 – 79 yaşları arasındaki 624 kadını geçmişteki süt tüketimleri yönünden sorgulamış ve DEXA ile karşılaştırmışlardır. Süt tüketimi sorgulamasını üç yaş grubuna (12-19 (adölesan), 20-50 (orta yaş), 50 ve sonrası (ileri yaş)) bölerek, geçmişe yönelik sormuşlardır. Adölesan dönemdeki süt tüketimini lomber ve femoral KMY ile ilişkili bulmuşlardır. Aynı yazarlar adölesan dönemde süt içmeyenlerin %92 'sinin ilerleyen yaşlarda da süt tüketmediğini bildirmişlerdir. Kuzey Amerikada diyetle alınan kalsiyumun yarısının süt kaynaklı olduğu bildirilmiştir(65). Bu çalışmada yaş ortalaması hasta grubunda 21 ve kontrol grubunda 23 idi. Adölesan dönemde süt tüketmeyenler daha ileri yaşlarda süt tüketmeye başlamamaktadır, dolayısıyla yirmili yaşlarda sadece süt ve yoğurt tüketiminin sorgulanması diyetle kalsiyum alımı, femur KMY ve lomber KMY hakkında bilgi verebilmektedir.

Magnusson (6)ve arkadaşları ortalama hastalık süresi 31 ay (5 – 120 ay arası) olan MTSS hastalarında, tibianın beş bölgesinin (şekil 19) kemik mineral yoğunluğunu ölçmüşler, sağlıklı sporcular ve sedanterlerle karşılaştırmışlardır. MTSS grubunda ağrı lokalizasyonuna denk gelen tibia bölgesinde kemik mineral yoğunluğunu sedanterlerden $15 \pm 9\%$, sağlıklı sporculardan $23 \pm 8\%$ daha düşük bulmuşlardır. Diğer çoğu bölgede MTSS grubunun KMY sedanterlerden yüksek iken (proksimal tibiada $16 \pm 14\%$, femur boynunda $9 \pm 9\%$), sağlıklı sporculardan düşük (proksimal tibiada $13 \pm 11\%$, femur boynunda $11 \pm 8\%$) bulmuşlardır. Ağrı bölgesindeki KMY düşüklüğünün şikayetler başladıktan sonra aşırı KMY kaybından kaynaklanabileceğini hipotez etmişlerdir. Daha sonraki bir çalışmalarında Magnusson (66) ve arkadaşları aynı hastaların ortalama 5,7 yıllık takiplerinde şikayetleri geçtikten sonra ağrı bölgesindeki KMY 'nun $19 \pm 11\%$ artarak sporcu grupla farkının kalmadığını bildirmişlerdir. Biz bu çalışmada tibianın üç farklı bölgesinin (şekil 17)KMY 'nu ölçtük. Ölçümleri yaptığımız DEXA makinesi (Hologic QDR 4500A) tibianın tamamını tek çekimde alamadığı için bacak üzerinde daha önce anlatılan noktalara metal işaretler yapıştırılarak çekimler her bölge için ayrı ayrı yapıldı. Magnusson (6) ve arkadaşları 5 farklı tibia bölgesini tam olarak nasıl belirlediklerini

makalelerinde anlatmamıştır. Çalışmalarına koydukları şekilden hareketle bizim R2 (ağrının hissedildiği bölge) bölgemizin onların R4 bölgesine, bizim R3 bölgemizin onların R2 bölgesine uyumlu olduğunu söyleyebiliriz. Bizim R1 bölgemiz onların seçtikleri herhangi bir bölgeyle uyuşmamaktadır.



Şekil 19. Magnusson ve arkadaşlarının KMY ölçümünü yaptığı beş tibial R bölgesi (6).

Kemiğin mekanik yüklenmesi kemik yapımını uyarmaktadır (67). Stresin çeşitliliği ve günlük tekrarlanma sayısı bir limite kadar kemik remodelling'ini uyarmaktadır (68). Kemik remodelling' i sırasında osteoklastik aktivite 2-3 haftada tamamlanırken osteoblastik aktivite 3 aya kadar sürmektedir. Çalışmamızda hasta ve kontrol grubunun tibial ölçümleri arasında anlamlı bir farklılık bulmadık. Hasta grubumuzun ortalama hastalık süresi 7,9 haftaydı (3 - 24 hafta arası). Magnusson ve arkadaşlarının (6) çalışmasındaki hastaların ortalama hastalık süreleri 31 ay idi. Olasılıkla uzun bir süre boyunca tekrarlayan aşırı stresler sonrasında remodelling sırasındaki yapım-yıkım dengesi, tekrarlayan osteoklastik aktivite uyarımı ve osteoblastik aktivitenin daha yavaş gerçekleşmesi nedeniyle yıkım yönünde bozulmaktadır. Bu yıkım erken dönemde ($7,9 \pm 7$ hafta) ölçülebilir olmasa da daha uzun dönemde (31 ay) ölçülebilir seviyelere ulaşmaktadır.

Magnusson ve arkadaşlarının (6) bir diğer bulgusu da MTSS grubunda femur boynu KMY'nun ve lomber KMY'nun sağlıklı sporcu grubuna göre anlamlı oranda düşük olmasıdır. Myburgh (69) stres kırığı olan 25 atleti sağlıklı atletlerle karşılaştırmış ve hastalarda lomber ve femoral KMY'nu daha düşük bulmuştur. Biz de hasta grubunda lomber T skorunu ($-0,32 \pm 0,85$) kontrol grubundan anlamlı oranda düşük bulduk. Bu, biz tespit edememiş olsak da, diyetle alınan kalsiyumun yetersizliğinden kaynaklanabilir.

Ayak bileği eversiyon-inversiyon izokinetik kuvvetlerini ölçen çalışmalar daha çok ayak bileği burkulmalarını inceleyen çalışmalardır. Lin ve arkadaşları (70) sağlıklı kişilerde dominant ve nondominant bacağın eversiyon ve inversiyon kuvvetlerini araştırmışlar ve anlamlı bir fark bulmamışlardır. İnversiyon/eversiyon (I/E) oranını $30^\circ/\text{sn}$ hızda 1,10 ve $120^\circ/\text{sn}$ hızda 1,219 olarak bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada sağlıklı ayak bileklerinde $30^\circ/\text{sn}$ hızda I/E 1,14 – 1,33 arasında ve $120^\circ/\text{sn}$ hızda 1,20 -1,59 arasında bildirilmiştir (71). Başka çalışmalar da sağlıklı kişilerde invertörlerin evertörlerden daha kuvvetli olduğunu ve I/E oranının her zaman 1.0'dan büyük olduğunu bildirmektedirler (FFF 20-33). Biz hasta grubunda I/E oranını $30^\circ/\text{sn}$ hızda $0,97 \pm 0,22$ ve $120^\circ/\text{sn}$ hızda $1,10 \pm 0,26$ bulduk. Kontrol grubunda ise I/E oranı $30^\circ/\text{sn}$ hızda $1,23 \pm 0,46$ ve $120^\circ/\text{sn}$ hızda $1,26 \pm 0,48$ olarak bulduk. $30^\circ/\text{sn}$ hızda I/E oranı hasta grubunda kontrollerden istatistiksel olarak anlamlı düşüktü. Hasta ve kontrol grubunun 30 ve 120 derecelik açısal hızlarda pik inversiyon kuvveti ve ortalama inversiyon kuvvetleri arasında fark yoktu. 30 ve 120 derecelik açısal hızlarda hasta grubunun ortalama ve pik eversiyon kuvvetleri istatistiksel anlamlı olarak daha fazlaydı. Hasta ve kontrollerin invertörleri benzer kuvvette olmakla birlikte hastaların evertörleri daha kuvvetliydi. Bu sonuçlar “evertör kas gücü fazlalığı neden mi yoksa sonuç mu” sorusunu akla getiriyor. Ayak yerle temas halindeyken oluşan eversiyon momenti ayağı pronasyona itecektir. Aşırı pronasyon soleusa binen yükü artırıp semptomları oluşturacağı için eversiyon kuvveti fazlalığını bir kompensasyon olarak düşünmek yanlış olacaktır.

Koşu sırasında topuk vuruşuyla beraber plantarfleksör aktivite hızlıca artar ve destek fazının tamamı boyunca dominanttır. Orta destek fazında plantarfleksörler ayak bileğine etki etmeksizin eksantrik olarak kasılarak vücudun aşağı vertikal

hareketini azaltır. Bu desteği itme bölümüne kadar sürer. İtme bölümünde konsantrik kasılmaya geçerek itme kuvveti sağlar (25). Koşu sırasında soleusun izole aktivitesi çalışılmamıştır ama yürüme sırasında soleus, orta destek fazında %25 EMG aktivitesi gösterirken, aktivitesi parmak kalkışı sırasında %75'e çıkar. Koşu sırasında da, yürüyüşe göre artmış olarak benzer bir soleus aktivitesinin olacağını hipotez etmek akla yatkındır. Ayağın primer evertörü olan peroneus longus ve peroneus brevis'in aktivitesi orta destek fazının sonunda ön ayak yüklenmesiyle başlar, parmak kalkışı sırasında pik yapar (73). Michael ve Holder (4) soleusun topuk vuruşundan orta destek fazının ortasına kadar eksantrik olarak kasıldığını ve bu sırada soleusun fasyasında oluşan aşırı traksiyonun MTSS'ye yol açtığını hipotez etmişlerdir. Orta destek fazının ortasına kadar eksantrik olarak kasılan soleusun, konsantrik olarak kasılmaya başladığı sırada evertör kaslarda da aktivite başlamaktadır. Soleus ayağın invertörü ve plantarflexörüdür. Peroneus longus ayağın evertörü ve plantarflexörüdür. Parmak itiş fazı sırasında evertör ve invertörlerin birbirleri ile uyum içinde ve dengeli kasılmaları sayesinde parmak itiş gerçekleşmektedir. Evertörlerin daha kuvvetli olduğu bir durumda ayak daha uzun süre pronasyonda kalacaktır. Daha uzun süren pronasyon, soleusun fasyasındaki traksiyon stresinin de uzun sürmesini sağlayacaktır. Bu da MTSS gelişimini kolaylaştırabilecektir.

I/E oranındaki dengesizlik koşu veya yürüme paternindeki bir bozukluktan veya alt ekstremité dizilimindeki bir bozukluktan kaynaklanabilir. Evertör- Invertör kas kuvveti disbalansı olan kişilerde yürüme, koşu veya sıçrama biyomekaniklerindeki değişikliklerin soleus kasına etkileri bu çalışmada incelenmemiştir. Ancak, evertör kas kuvveti hakimiyetinin pronasyonu artırarak soleus yüklenmesini değiştirmesi olası görünmektedir.

Pronasyon ayağın medial longitudinal arkının alçalmasıyla ilişkilidir (74). MLA düzleşme şeklinde deforme olarak şok absorpsiyonunda önemli bir rol oynar (75,76). MLA deformasyonu ve naviküler düşme ayak pronasyonunun bir ölçütü olarak görülmektedir (74). Çalışmamızda hasta ve kontrol grubunda, ayakta dururken, MLA açısını, MLA deformasyonunu ve naviküler düşmeyi karşılaştırdık. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulmadık. Bizim bulgularımızla aksi fikirde çalışmalar olmakla birlikte (38,46,77), bizim bulgularımızla uyumlu sonuçları olan

alışmalar da vardır(78,79). Reinking ve Hayes (78) %52'sinde egzersize bağlı bacak ağrısı hikayesi olan 63 "cross country" sporcusunda naviküler düşmeyi ölçmüş ve sporcuların bir yıllık takiplerinde naviküler düşme ile MTSS arasında ilişki saptamamışlardır. Bandholm ve arkadaşları (46) MTSS olan hastalarda MLA açısını, MLA açısının yk verilmesiyle deformasyonunu ve naviküler düşme miktarını, ayakta dururken ve yürüme sırasında ölçmüşlerdir. MTSS hastalarında ayakta dururken MLA açısı deformasyonunu ve naviküler düşmeyi kontrol grubundan fazla bulmuşlardır. Yürüme sırasında MLA deformasyonunu hasta grubunda artmış bulmuşlardır. Bandholm ve arkadaşlarının (46) bir başka bulgusunda MLA deformasyonunun ve naviküler düşmenin ayakta dururken ve yürüme sırasında birbiriyle korele olmadığıdır. Koşu sırasında bu basit ölçümlerden daha farklı biyomekanikler işlemektedir. Koşu gibi dinamik bir süreçte oluşabilecek sorunların multifaktöryel olabileceğini unutmamak gerekir. Bu bulgular ışığında naviküler düşme miktarının MTSS oluşumuna etkisi yok demek yanlış olacaktır. Ayakta dururken ölçülen naviküler düşme ve MLA deformasyonu yürüyüş sırasındakini yansıtmamaktadır (46), koşu sırasındakini hiç yansıtmayabilir. Sonuç olarak şöyle söyleyebiliriz; ayakta dururken ölçülen naviküler düşmesi ve MLA deformasyonu normal olan kişilerde de MTSS gelişmektedir.

MTSS hakkındaki bilgimiz hala çok yetersizdir. Medial tibial stres sendromlu hastalarda daha fazla izokinetik kuvvet çalışmasıyla bizim bulgularımızın doğrulanması gerekmektedir. Koşu antrenmanlarına yeni başlayacak kişilerde yapılacak, izokinetik kas kuvveti ölçümleri ile birlikte koşu ve sıçrama biyomekaniklerinin analizini içeren prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- 1- Clement DB, Taunton JE, Smart GW, McNicol KL. A survey of overuse running injuries. *Phys Sportsmed*. 1981;9:47-58.
- 2- Yates B, Allen MJ, Barnes MR. Outcome of surgical treatment of medial tibial stress syndrome. *J Bone Joint Surg Am*. 2003 Oct;85-A(10):1974-80.
- 3- Kortebein PM, Kaufman KR, Basford JR, Stuart MJ. Medial tibial stress syndrome. *Med Sci Sports Exerc*. 2000 Mar;32(3 Suppl):S27-33.
- 4- Michael RH, Holder LE. The soleus syndrome. A cause of medial tibial stress (shin splints). *Am J Sports Med*. 1985 Mar-Apr;13(2):87-94.
- 5- Holder LE, Michael RH. The specific scintigraphic pattern of "shin splints in the lower leg": concise communication. *J Nucl Med*. 1984;25: 865-69.
- 6- Magnusson HI, Westlin NE, Nyqvist F, Gärdsell P, Seeman E, Karlsson MK. Abnormally decreased regional bone density in athletes with medial tibial stress syndrome. *Am J Sports Med*. 2001 Nov-Dec;29(6):712-5.
- 7- Hamill J, Knutzen KM. Functional Anatomy of the Lower Extremity. In: *Biomechanical Basis of Human Movement*, ed: Klingler A, Ruppert K, Lippincott Williams & Wilkins, 223-41, 2009.
- 8- McPoil T, Brocato RS. The foot and ankle: Biomechanical evaluation and treatment. In: *Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, ed: Gould JA, Davies GJ, St. Louis: Mosby, 313-41, 1985.
- 9- Kapandji IA. *The Physiology of the Joints (Vol 2)*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1970.
- 10- DiStefano V. Anatomy and biomechanics of the ankle and foot. *Athletic Training*, 16:43-47, 1981.
- 11- Hamilton JJ, Ziemer LK. Functional anatomy of the human ankle and foot. In: *Proceedings of the AAOS Symposium on the Foot and Ankle*, ed: Kiene RH, Johnson KA, St. Louis: Mosby, 1-14, 1981.
- 12- Lane N, Leboff MS. Metabolic Bone Diseases. In: *Kelly's Textbook of Rheumatology* 7th ed. Volume 2, ed: Haris ED, Budd RC, Frestein GS, Gevovese MC, Ruddy S, Sledge CB, 2004.
- 13- Parfitt AM. The physiological and clinical significance of bone histomorphometric data. In: *one Histomorphometry, Techniques and Interpretation*, ed: Recker R, B CRC Press, Boca Raton, 143-223, 1983.

- 14-Eriksen EF. Normal and pathological remodelling of human trabecular bone: three dimensional reconstruction of the remodelling sequence in normals and in metabolic bone disease. *Endocrine Rev* 7: 279-408,1986.
- 15-Kanis JA. Pathophysiology and treatment of Paget's disease of bone. Martin Dunitz, London, 1991.
- 16-Roubenhoff R, Kehajas JJ, Dawson-Hughes B, et al. Use of dual-energy x-ray absorptiometry in body composition studies: Not yet a "gold standard.". *Am J Clin Nutr* 1993;58: 589-91.
- 17-Morgan M, Madden A. The assessment of body composition in patients with cirrhosis. *Eur J Nucl Med* 1995;23; 213-25.
- 18-Pietrobelli A, Formica C, Wang Z, et al: Dual- energy xray absorptiometry body composition model: Review of physical concepts. *Am J Physiol* 1996;271: 941-51.
- 19-Kohrt WM. Body composition by DXA: Tried and true? *Med Sci Sports Exerc* 1995;27: 349-53.
- 20-Mazess RB, Barden HZ, Bisek JP, et al. Dual-energy xray absorptiometry for total body and regional bone mineral and soft tissue composition. *Am J Clin Nutr* 1990; 51: 1106-12.
- 21-Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance: Implications for muscle testing and rehabilitation. *Int J Sports Med* 1994;15: 11-8.
- 22-Sapega A. Muscle performance evaluation in orthopedic practice. *J Bone Joint Surg* 1990;72a: 1562-6.
- 23-Brody DM. Running injuries. *Clinical Symposium*, 32:2-36, 1980.
- 24-Lieberman DE, et al. The human gluteus maximus and its role in running. *Journal of Experimental Biology* 2006;209: 2143-55.
- 25-Mann RA, et al. Comparative electromyography of the lower extremity in jogging, running, and sprinting. *American Journal of Sports Medicine* 1986; 14: 501-10.
- 26-Montgomery WH, et al. Electromyographic analysis of hip and knee musculature during running. *The American Journal of Sports Medicine* 1994;22: 272-78.
- 27-Taunton JE, McKenzie DC, Clement DB. The role of biomechanics in the epidemiology of injuries. *Sports Med* 1988;6: 107-20.
- 28-Mubarak ST, Gould RN, Lee YF, Schmidt DA, Hargens AR. The medial tibial stress syndrome (a cause of shin splints). *Am J Sports Med* 1982;10: 201-5.
- 29-Beck BR and Osternig LR. Medial tibial stress syndrome: the location of muscles in the leg in relation to symptoms. *J Bone Joint Surg* 1994;76A: 1057-61.

- 30- Campbell KM, Biggs NC, Blanton PL, et al. EMG investigations of the relative activity among four components of the triceps surae. *Am J Phys Med* 1973;52: 30–41.
- 31- Rupani HD, Holder LE, Espinola DA, Engin SI. Three phase radionuclide bone imaging in sports medicine. *Radiology* 1985; 156-91.
- 32- Batt ME. Shin Splints: a review of terminology. *Clin J Sports Med* 1995;5: 53–7.
- 33- Anderson MW, Ugalde V, Batt ME, Gacayan J. Shin splints: MR appearance in a preliminary study. *Radiology* 1997;204: 177–80.
- 34- Schon LC, Baxter DE, Clanton TO. Chronic exercise induced leg pain in active people. *Physician Sportsmed* 1992;20: 100–14.
- 35- Johnell OA, Ransing A, Wendelberg B, Westlin N. Morphological bone changes in shin splints. *Clin Orthop* 1982;167: 180–4.
- 36- Messier SP, Pittala KA. Etiologic factors associated with selected running injuries. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20: 501–5.
- 37- Sommer HM, Vallentyne SW. Effect of foot posture on the incidence of medial tibial stress syndrome. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27: 800–4.
- 38- Viitasalo JT, Kvist M. Some biomechanical aspects of the foot and ankle in athletes with and without shin splints. *Am J Sports Med* 1983;11: 125–30.
- 39- Andrish JT. Leg pain. In: *Orthopedic Sports Medicine*, ed: DeLee JC, Drez D, Philadelphia: W.B. Saunders, 1603–7, 1994.
- 40- Fredericson MA, Bergman AG, Hoffman KL, Dillingham MS. Tibial stress reaction in runners. *Am J Sports Med* 1995;23: 472–81.
- 41- Puranen J. The medial tibial syndrome. *J Bone Joint Surg* 1974;56B: 712–5.
- 42- James SL, Bates BT, Osternig LR. Injuries to runners. *Am J Sports Med* 1978;6: 40–50.
- 43- Krivickas LS. Anatomical factors associated with overuse sport injuries. *Sports Med* 1997;24: 140–1.
- 44- Stanitski CJ, McMaster J, Scranton P. On the nature of stress fractures. *Am J Sports Med* 1978;6: 391–6.
- 45- Pell RF 4th, Khanuja HS, Cooley GR. Leg pain in the running athlete. *J Am Acad Orthop Surg* 2004 Nov-Dec;12(6): 396-404.
- 46- Bandholm T, Boysen L, Haugaard S, Zebis MK, Bencke J. Foot medial longitudinal-arch deformation during quiet standing and gait in subjects with medial tibial stress syndrome. *J Foot Ankle Surg* 2008 Mar-Apr;47(2): 89-95.
- 47- Holder LE. Radionuclide imaging in the evaluation of bone pain. *J Bone Joint Surg* 1982;64A: 1391–3.

- 48-Nielsen MB, Hansen K, Holmer P, Dyrbye M. Tibial periosteal reaction in soldiers. A scintigraphic study of 29 cases of lower leg pain. *Acta Orthop Scand* 1991;62: 531-4.
- 49-Zwas ST, Elkanovitch R, Frank G. Interpretation and classification of bonescintigraphic findings in stress fractures. *J Nucl Med* 1987;28: 452-7.
- 50-Arendt EA, Griffiths HJ. The use of MR imaging in the assessment and clinical management of stress reactions of bone in high-performance athletes. *Clin Sports Med* 1997;16: 291-306.
- 51-Wilber RL, Moffatt RJ, Scott BE, Lee DT, Cucuzzo NA. Influence of water run training on the maintenance of aerobic performance. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28: 1056-62.
- 52-Beck BR. Tibial stress injuries. *Sports Med* 1998;26: 265–79.
- 53-Andrish JT ,Bergfeld JA, Walheim J. A prospective study on the management of shin splints. *J Bone Joint Surg* 1974;56A: 1697–700.
- 54-Schwellnus MP, Jordaan G, Noakes TD. Prevention of common overuse injuries by the use of shock absorbing insoles: a prospective study. *Am J Sports Med* 1990;18: 636–41.
- 55-Duyff RL. The American Dietetic Association's Complete Food and Nutrition Guide. Chronimed Publishing. Minnea polis- USA, 2000.
- 56-TC Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Kalsiyum, D vitamini ve Osteoporoz Rehberi, Ankara, 2006.
- 57-Lysholm J, Wiklander J. Injuries in runners. *Am J Sports Med* 1987;15: 168–71.
- 58-Maughan RJ, Miller JDB. Incidence of training related injuries among marathon runners. *Br J Sports Med* 1983;17: 162–5.
- 59-Watson MD, Dimartino PP. Incidence of injuries in high school track and field athletes and its relation to performance ability. *Am J Sports Med* 1987;15: 251–4.
- 60-Heir T. Musculoskeletal injuries in officer training: one-year follow-up. *Mil Med* 1998;163: 229–33.
- 61-Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD. The prevention of shin splints in sports: a systematic review of literature. *Med Sci Sports Exerc* 2002 Jan;34(1): 32-40.
- 62-Marti B, Vader JP, Minder CE, Abelin T. On the epidemiology of running injuries: the 1984 Bern Grand-Prix study. *Am J Sports Med* 1988;16: 285–94.
- 63-Rudzki SJ. Injuries in Australian Army recruits. Part I: decreased incidence and severity of injury seen with reduced running distance. *Mil Med* 1997;162: 472–6.
- 64-Soroko S, Holbrook TL, Edelstein S, Barrett-Connor E. Lifetime milk consumption and bone mineral density in older women. *Am J Public Health* 1994 Aug;84(8): 1319-22.

- 65-Block G, Dresser CM, Hartman AM, Carroll MD. Nutrient sources in the American diet: quantitative data from the NHANES II survey. *Am J Epidemiol* 1985;122: 13-26.
- 66-Magnusson HI, Ahlborg HG, Karlsson C, Nyquist F, Karlsson MK. Low regional tibial bone density in athletes with medial tibial stress syndrome normalizes after recovery from symptoms. *Am J Sports Med* 2003 Jul-Aug;31(4): 596-600.
- 67-Carter DR. The relationship between in vivo strains and cortical bone remodelling. *CRC Crit Rev Biomed Eng* 1982;8: 1-28.
- 68-Lanyon LE, Rubin CT, O'Connor JA. The stimulus for mechanically adaptive bone remodelling. In: *osteoporosis*, ed: Menczel J, Robin GC, New York, Wiley, 135-47, 1982.
- 69-Myburgh KH, Hutchins J, Fataar AB, Hough SF, Noakes TD. Low bone density is an etiologic factor for stress fractures in athletes. *Ann Intern Med* 1990 Nov 15;113(10): 754-9.
- 70-Lin WH, Liu YF, Hsieh CC, Lee AJ. Ankle eversion to inversion strength ratio and static balance control in the dominant and non-dominant limbs of young adults. *J Sci Med Sport* 2009 Jan;12(1): 42-9.
- 71-Wilkerson GB, Pinerola JJ, Caturano RW. Invertor versus evertor peak torque and power deficiencies associated with lateral ankle ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997;26: 78—86.
- 72-Andrish JT, Leg pain. In: *Orthopedic Sports Medicine*, ed: DeLee JC, Drez D, Philadelphia: W.B. Saunders, 1603—7, 1994.
- 73-Perry J. *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*. SLACK Incorporated, 70-3, 1992.
- 74-Hunt AE, Smith RM, Torode M, Keenan AM. Inter-segment foot motion and ground reaction forces over the stance phase of walking. *Clin Biomech* 2001;16: 592— 600.
- 75-Nack JD, Phillips RD. Shock absorption. *Clin Podiatr Med Surg* 1990;7: 391—7.
- 76-Ogon M, Aleksiev AR, Pope MH, Wimmer C, Saltzman CL. Does arch height affect impact loading at the lower back level in running? *Foot Ankle Int* 1999;20: 263—6.
- 77-Yates B, White S. The incidence and risk factors in the development of medial tibial stress syndrome among naval recruits. *Am J Sports Med* 2004;32: 772—80.
- 78-Reinking MF, Hayes AM. Intrinsic factors associated with exerciserelated leg pain in collegiate cross-country runners. *Clin J Sport Med* 2006;16(1): 10—4.
- 79-Plisky MS, Rauh MJ, Heiderscheit B, Underwood FB, Tank RT. Medial tibial stress syndrome in high school cross-country runners: incidence and risk factors. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007;37(2): 40—7.