



T.C.

SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAĞLIKLI BİREYLERDE MEDİAL ARK YÜKSEKLİĞİ
İLE KOR KAS ENDURANSI, LUMBAL
PROPRİYOSEPSİYON, LUMBAL LORDOZ VE
POSTÜR ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

ŞEYMA ŞAHİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON

ANA BİLİM DALI

SİVAS-2023

T.C.
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAĞLIKLI BİREYLERDE MEDİAL ARK YÜKSEKLİĞİ
İLE KOR KAS ENDURANSI, LUMBAL
PROPRİYOSEPSİYON, LUMBAL LORDOZ VE
POSTÜR ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

ŞEYMA ŞAHİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON
ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ SİNEM SUNER KEKLİK

SİVAS-2023



Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 18.02.2015 tarihli ve 4/4 sayılı kararı ile kabul edilen Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna göre hazırlanmıştır.

ÖZET

SAĞLIKLI BİREYLERDE MEDİAL ARK YÜKSEKLİĞİ İLE KOR KAS ENDURANSI, LUMBAL PROPRIYOSEPSİYON, LUMBAL LORDOZ VE POSTÜR ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Şeyma ŞAHİN

Yüksek Lisans Tezi

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sinem SUNER KEKLİK

2022, 83 sayfa

Bu çalışma, sağlıklı bireylerde medial longitudinal ark yüksekliği ile kor kas enduransı, lumbal propriyosepsiyon, lumbal lordoz ve postür arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla yapıldı. Çalışmaya 19-25 yaş aralığında toplam 94 sağlıklı birey (yaş: $21,04 \pm 1,35$, boy uzunluğu: $1,68 \pm 0,09$ cm, vücut ağırlığı: $67,80 \pm 16,23$ kg, VKİ: $23,62 \pm 4,73$ kg/m²) dahil edildi. Katılan bireylerin medial longitudinal ark yüksekliğinin belirlenmesi için Naviküler Düşme Testi (NDT), kor kas enduransının değerlendirilmesi için McGill tarafından oluşturulan gövde fleksiyon, gövde ekstansiyon, lateral köprü testleri ve yüzüstü köprü testi uygulandı. Lumbal lordoz ve lumbal propriyosepsiyon ölçümü dijital inklinometre kullanılarak yapıldı. Postür değerlendirmesi için New York Postür Değerlendirme Yöntemi (NYPDY), denge değerlendirmesi için Y Denge Testi, fiziksel performans değerlendirmesi için Tek Bacak Sıçrama Testi kullanıldı. Bel ağrısı olan bireylere Oswestry Disabilite İndeksi (ODİ) uygulandı. Katılımcılar pronasyonlu ayak, nötral ayak ve supinasyonlu ayak olmak üzere üç grupta sınıflandırıldı. Yapılan analizlere göre medial longitudinal ark yüksekliği ile postür arasında negatif yönlü düşük düzeyde bir ilişki olduğu bulundu ($r=-0,422$, $p<0,001$). Yapılan gruplar arası karşılaştırmada grupların postür puanları arasında fark olduğu görüldü. Postür puanları için pronasyonlu ayak grubu ile nötral ayak grubu arasında ($p<0,001$) ve pronasyonlu ayak grubu ile supinasyonlu ayak grubu arasında ($p<0,001$) anlamlı bir fark bulundu. Pronasyonlu ayak grubundaki bireylerin ($\bar{x}:57,70 \pm 3,76$) nötral ayak ($\bar{x}:61,76 \pm 3,19$) ve supinasyonlu ayak ($\bar{x}:61,50 \pm 2,58$) grubuna göre postür puanının daha düşük olduğu görüldü. Denge değerlendirmesinde nötral ayak grubu ile anterior uzanma meafesi arasında pozitif yönlü orta şiddette bir ilişki olduğu görülürken ($r=0,514$, $p<0,001$), bileşik uzanma mesafesi ile arasında

pozitif yönlü düşük şiddette bir ilişki olduğu görüldü ($r=0,312$, $p=0,033$). Sonuç olarak, postür ile medial longitudinal ark yüksekliği arasında ilişki olduğu ve pronasyonlu ayağa sahip bireylerin nötral ve supinasyonlu ayağa sahip bireylerden daha kötü postür puanına sahip olduğu görüldü. Nötral ayak ile anterior uzanma ve bileşik uzanma mesafesi arasında korelasyon bulundu. Sonuçlar doğrultusunda, ayak medial longitudinal arkına yönelik egzersizlerin postür ve denge için pozitif etkide bulunabileceğini düşünmekteyiz.

Anahtar kelimeler: Kor Kas Enduransı, Lumbal Propriyosepsiyon, Lumbal Lordoz, Medial Longitudinal Ark, Postür

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN MEDIAL ARCH HEIGHT AND CORE MUSCLE ENDURANCE, LUMBAR PROPRIOCEPTION, LUMBAR LORDOSIS AND POSTURE IN HEALTHY INDIVIDUALS

Şeyma ŞAHİN

M. Sc. Thesis

Department of Physiotherapy and Rehabilitation

Supervisor: Assistant Prof. Dr. Sinem SUNER KEKLİK

2022, 83 pages

This study was conducted to examine the relationship between medial arch height and core muscle endurance, lumbar proprioception, lumbar lordosis and posture in healthy individuals. A total of 94 healthy individuals between the ages of 19-25 (age: 21.04 ± 1.35 , height: 1.68 ± 0.09 cm, weight: 67.80 ± 16.23 kg, BMI: 23.62 ± 4.73 kg/m²) included in the study. The Navicular Drop Test was used to determine the medial arch height of the participants. The trunk flexion, trunk extension, lateral bridge tests created by McGill and prone bridge test, were used to evaluate the core muscle endurance. Lumbar lordosis and lumbar proprioception were measured using a digital inclinometer. New York Posture Assessment Method was used for posture assessment, Y Balance Test for balance assessment, and Single Leg Jump Test for physical performance assessment. Oswestry Disability Index was applied to individuals with low back pain. Participants were classified into three groups as pronated foot, neutral foot and supinated foot. According to the analysis, it was found that there was a low negative correlation between the height of the medial longitudinal arch and posture ($r = -0.422$, $p < 0.001$). In the comparison between the groups, it was found that there was a difference between the posture scores of the groups. A significant difference was found between the pronated foot group and the neutral foot group ($p < 0.001$) and between the pronated foot group and the supinated foot group ($p < 0.001$) for posture scores. It was observed that the posture scores of the individuals in the pronated foot

($\bar{X}$:57.70 $\pm$ 3.76) group were lower than the neutral foot ($\bar{X}$:61.76 $\pm$ 3.19) and supinated foot ($\bar{X}$:61.50 $\pm$ 2.58) groups. In the evaluation of balance, there was a positive and moderate relationship between the neutral foot group and the anterior reach distance ($r=0.514$, $p<0.001$). There was a low positive relationship between the neutral foot group and the composite reach distance ($r=0.312$, $p=0.033$). As a result, it was observed that there was a relationship between posture and medial longitudinal arch height, and individuals with pronated foot had worse posture scores than individuals with neutral and supinated foot. Correlation was found between neutral foot and anterior reach and composite reach distance. In line with the results, we think that exercises for the medial longitudinal arch of the foot may have a positive effect on posture and balance.

Key words: Medial Arch, Core Muscle Endurance, Lumbar Proprioception, Lumbar Lordosis, Posture

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

İÇ KAPAK.....	i
ONAY	ii
YÖNERGE	iii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
KISALTMALAR/SİMGELER	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ayak Anatomisi.....	3
2.1.1. Ayak Kemikleri	3
2.1.2. Ayak Eklemleri	4
2.1.3. Ayak Kasları.....	4
2.1.4. Ayak Arkları.....	5
2.2. Medial Longitudinal Ark.....	6
2.2.1. Medial Longitudinal Ark Değerlendirme Yöntemleri	7
2.2.1.1. Radyografik Değerlendirme	7
2.2.1.2. Feiss Çizgisi Yöntemi.....	7
2.2.1.3. Ayak İzi Yöntemi.....	7
2.2.1.4. Naviküler Düşme Testi	8
2.2.2. Medial Longitudinal Ark Morfolojisi	8
2.3. Pes Planus.....	8
2.3.1. Pes Planus Tedavisi.....	10
2.4. Pes Cavus	11

2.4.1. Pes Cavus Tedavisi	11
2.5. Kor Kasları	11
2.6. Lumbal Lordoz	13
2.7. Bel ağrısı.....	14
2.8. Lumbal Propriyosepsiyon.....	14
2.9. Postür.....	16
2.10. Denge ve performans	17
3. GEREÇ VE YÖNTEM	18
3.1. Çalışmanın Amacı	18
3.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer ve Zaman	18
3.3. Çalışmanın Örneklemi.....	18
3.3.1. Dahil Edilme Kriterleri:	18
3.3.2. Dahil Edilmeme Kriterleri:	18
3.4. Verilerin Toplanması.....	19
3.4.1. Demografik Bilgiler	19
3.4.2. Medial longitudinal ark Yüksekliğinin Değerlendirilmesi	19
3.4.3. Kor Kas Enduransı Değerlendirilmesi	20
3.4.1. Lumbal Lordoz Değerlendirmesi	21
3.4.2. Lumbal Propriyosepsiyon Değerlendirmesi.....	21
3.4.3. Bel Ağrısının Değerlendirilmesi	22
3.4.4. Postür Değerlendirmesi.....	22
3.4.5. Denge Değerlendirmesi.....	23
3.4.6. Performans Değerlendirmesi.....	23
3.5. Verilerin Değerlendirilmesi.....	24
3.6. Çalışmanın Etik Yönü	25
4. BULGULAR	26
5. TARTIŞMA	39
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	46
KAYNAKLAR	47

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 4.1. Bireylerin Demografik Özellikleri.....	26
Tablo 4.2. NDT, Bel Ağrısı Varlığı, NYPDY ve ODİ Değerlerinin Dağılımı	28
Tablo 4.3. Kor Kas Enduransı, Lumbal Propriyosepsiyon, Lumbal Lordoz, NYPDY ve ODİ Değerlerinin Dağılımı	30
Tablo 4.4. Denge ve Performans Değerlerinin Dağılımı	32
Tablo 4.5. Medial Longitudinal Ark Yüksekliği ile Kor Kas Enduransı, Lumbal Propriyosepsiyon, Lumbal Lordoz, Postür ve Bel Ağrısı Arasındaki İlişki	34
Tablo 4.6. Medial Longitudinal Ark Yüksekliği ile Denge ve Performans Arasındaki İlişki	35
Tablo 4.7. Kor Kas Enduransı, Lumbal Propriyosepsiyon, Lumbal Lordoz, Postür ve Bel Ağrısının Medial Longitudinal Ark Gruplarına Göre Farklılık Analizi	37
Tablo 4.8. Denge ve Performansın Medial Longitudinal Ark Gruplarına göre Farklılık Analizi	38

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1: Ayak Kemikleri.....	4
Şekil 2: Medial Longitudinal Ark	6
Şekil 3: Naviküler Düşme Testi	20
Şekil 4: Tek Bacak Sıçrama Testi	24



KISALTMALAR/SİMGELER

ICC	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı
NDT	Naviküler düşme testi
NYPDY	Newyork Postür Değerlendirme Yöntemi
ODİ	Oswestry Disabilite İndeksi
VKİ	Vücut Kitle İndeksi
Max	Maksimum
Min	Minimum
S.S	Standart Sapma
cm	Santimetre
mm	Milimetre
kg	Kilogram
sn	Saniye
N	Birey Sayısı
p	İstatistiksel Anlamlılık
r	Pearson Korelasyon Analizi
%	Yüzde
°	Derece

1. GİRİŞ

Ayak, dik durma yeteneğimizden sorumlu çok sayıda kemik, eklem, tendon, bağ ve kastan oluşan kompleks bir yapıdır. Tüm vücudun ağırlığını destekler ve yürüyüş mekanizması için temel sağlar [1]. Ayağın kemikleri; ayağın plantar tarafında medial longitudinal ark, lateral longitudinal ark ve anterior transvers ark olmak üzere üç ark oluşturur [2]. Medial longitudinal ark kalkaneus, talus, navikula, üç kuneiform ve ilk üç metatarsal kemikten oluşur. Ön ayak ve arka ayak arasındaki bağlantıyı sağlayan [3] medial longitudinal ark; yürürken şok emilimi ve ayağın itilmesinde de kritik bir rol oynar [4].

Medial longitudinal ark yüksekliği kalkaneus, diz, kalça, pelvis, lumbal ve torakal bölge gibi çeşitli postüral yapılarda ortaya çıkan değişikliklerle ilişkili olabilmektedir [5]. Ayak postür değişiklikleri hem pelviste hem de omurgada kinetik zincirin devamı şeklinde kompensatuar değişimler ortaya çıkarabilir [6]. Düşük medial longitudinal arka sahip bireylerin pelvik inklinasyon, torasik kifoz ve lumbal lordoz açılarının artmış olduğu gösterilmiştir [6]. Dengeli bir postürü sürdürmek için omurganın bütün birimleri uygun durumda olmalıdır bu nedenle lumbal lordozdaki değişimler tüm postürü etkileyecektir [7].

Ayak medial longitudinal ark değişiminin kalça ve gövde kasları ile ilişkili olabileceğini gösteren bazı çalışmalar vardır [8, 9]. Ayrıca kor kaslarının pelvik tilt ve lumbal lordoz ile ilişkili olduğu yaygın olarak bilinmektedir [10]. Bel ağrısının da lumbal lordoz ve kor kasları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir [11]. Normal lordotik dizilimin kaybı omurgada patolojik değişiklikler ve bel ağrısı gibi sorunların oluşmasına neden olabilir [12]. Bel ağrısı şikayeti olan kadınlarda yapılan bir çalışmada ise lumbal lordoz artışı ile düşük ark arasında, lumbal lordoz azalması ile yüksek ark arasında anlamlı bir ilişki olduğu ortaya konmuştur [5]. Diğer bir çalışmada, bel ağrısına yönelik kullanılan disabilite indeksi skorunun pes planusu olan bireylerde olmayanlara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur [13]. Bel ağrısı, proprioseptif bildirimde bozulmaya neden olabileceği gibi propriyosepsiyondaki bozulma bel ağrısının tekrarlanmasına neden olabilir [14, 15].

Ayak, alt ekstremitte zincirinin en uzak segmenti olup destek tabanı sağladığından en küçük biyomekanik değişiklikleri bile dengeyi etkileyecektir. Denge genellikle ağırlık merkezini vücudun destek tabanı içinde koruma süreci olarak tanımlanmıştır [16]. Denge ile medial longitudinal ark yüksekliği arasında ilişki olduğuna dair bazı kanıtlar vardır. Yapılan bir çalışmada medial longitudinal ark yüksekliğindeki değişikliklerin hem statik ayakta durma hem de dinamik atletik aktiviteler üzerinde etkisi olduğu söylenmiştir [17]. Ark yüksekliğindeki değişikliklerin fiziksel performans üzerinde de etkili olabileceği düşünülmektedir [18].

Literatürde medial longitudinal ark yüksekliği ile postüral değişiklikler [5, 6], bel ağrısı [13], denge ve performans [16, 19] arasındaki ilişkiye yönelik pek çok çalışma vardır. Ancak bildiğimiz kadarıyla kor kas enduransı ve lumbal propriyosepsiyon ile medial longitudinal ark yüksekliği arasındaki ilişkiye dair yeterli sayıda çalışma yoktur. Bu bilgilerden yola çıkıldığında çalışmamızın amacı; sağlıklı bireylerde medial longitudinal ark yüksekliği ile kor kas enduransı, lumbal propriyosepsiyon, lumbal lordoz ve postür arasındaki ilişkiyi incelemektir. Çalışmamızın hipotezleri:

H0: Sağlıklı bireylerde medial longitudinal ark yüksekliği ile kor kas enduransı, lumbal propriyosepsiyon, lumbal lordoz açısı ve postür arasında ilişki yoktur.

H1: Sağlıklı bireylerde medial longitudinal ark yüksekliği ile kor kas enduransı, lumbal propriyosepsiyon, lumbal lordoz açısı ve postür arasında ilişki vardır.

2. GENEL BİLGİLER

Ayak, birçok kemik, eklem, tendon, bağ ve kasın bir araya gelmesi ile oluşan ayak bileği distalinde bulunan kompleks bir yapıdır. Ayaklar vücut ağırlığımızı destekler, dik durma ve yürüme için temel sağlar [1]. Yürüyüş sırasında zemine uyum sağlama özelliğine sahiptir, şoku absorbe eder ve adım atma sırasında vücudun ilerlemesini sağlamak için bir kaldıraç görevi görür [20, 21]. Ayrıca vücut dengesinden sorumludur, dış çevreden gelen duyuşsal bilgi akışını sağlar ve koruyucu işlev görür [22].

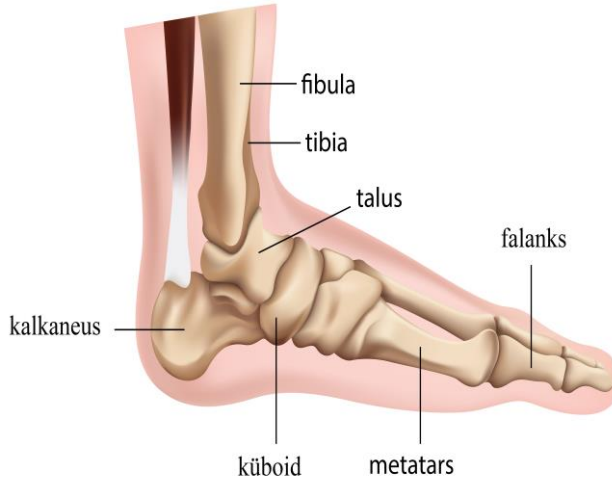
Alt ekstremitte hareketleri üç ana düzlemde değerlendirilir. Anatomik yapısı nedeniyle ayak hareketleri özel tanımlar alır. Ayak sagittal düzlemde dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon, frontal düzlemde inversiyon ve eversiyon, transvers düzlemde addüksiyon ve abdüksiyon hareketi yapar. Ayrıca inversiyon, addüksiyon ve plantar fleksiyon kombinasyonu supinasyon; eversiyon, abdüksiyon ve dorsifleksiyon kombinasyonu ise pronasyon adını alır. Pronasyon ve supinasyon terimleri inversiyon ve eversiyonu tanımlamak için de kullanılır [23, 24].

2.1. Ayak Anatomisi

Ayak, 26 kemik, 33 eklem ve yüzün üzerinde kas, tendon ve ligamentten oluşur [25]. Ön ayak, orta ayak ve arka ayak olmak üzere 3 anatomik bölgeye ayrılır [26].

2.1.1. Ayak Kemikleri

Ayak tarsal kemikler, metatarsal kemikler ve falankslar olarak gruplanan 26 kemikten oluşur (Şekil 1). Ön ayak, ondört falanks ve beş metatarsal kemik; orta ayak üç kuneiform, naviküler ve küboid kemik; arka ayak ise kalkaneus ve talus kemiklerinden oluşur [1, 23].



Şekil 1: Ayak Kemikleri

(Görsel Vecteezy.com)

2.1.2. Ayak Eklemleri

Ayağın ana eklemleri:

Subtalar eklem: Talus ve kalkaneus arasındaki bu eklem pronasyon ve supinasyonun karmaşık hareketlerine katkıda bulunur.

Chopart: Talonaviküler ve kalkaneoküboid eklemlerden oluşan Chopart eklemi, arka ayak ile orta ayağı birleştirir. Midtarsal eklem olarak da bilinir.

LisFranc: Orta ayak ve ön ayak arasındaki eklemdir. Tarsometatarsal eklemlerden oluşur.

Metatarsofalangeal eklem: Birinci ve ikinci metatarsofalangeal eklemler; denge, ağırlık taşıma ve yürüyüş işlevi için ön ayağın önemli rol oynayan bileşenleridir [1, 20, 23].

2.1.3. Ayak Kasları

Ayak-ayak bileği kompleksinin hareketini sağlayan 10 ekstrinsik ve 19 intrinsik olmak üzere toplam 29 kas vardır. Ekstrinsik kaslar ayağın dışından orjin alır ve ayağa destek sağlar, intrinsik kasların origo ve insersiyoları ise ayağın içindedir ve ince motor hareketi sağlar [27].

Ekstrinsik kaslar origosunu aldığı bacak bölümüne göre anterior, posterior ve lateral olarak ayrılabilir. Anterior bölüm kasları ekstansör digitorum longus, fibularis tertius kasları, tibialis anterior ve ekstansör hallusis longus kaslarından oluşur ve eversiyon, dorsifleksiyon ve parmak ekstansiyonundan sorumludur. Lateral bölüm kasları fibularis longus ve brevis kaslarından oluşur ve eversiyondan sorumludur. Posterior bölüm kasları ise gastrocnemius, fleksör hallusis longus, fleksör digitorum longus, popliteus, plantaris, soleus ve tibialis posterior kaslarından oluşur ve plantar fleksiyon, inversiyon ve parmak fleksiyonunda rol oynarlar [25].

İntrinsik kaslar ise ayağın dorsal ve plantar tarafında olmak üzere iki gruba ayrılır. Ekstansör hallusis brevis ve ekstansör digitorum brevis dorsal tarafta bulunur. Plantar taraftaki kaslar ise dört katmana ayrılır. Yüzeyden derine doğru sırasıyla birinci katmanda abdükör hallusis, fleksör digitorum brevis, abdükör digiti minimi, ikinci katmanda quadratus plantae, lumbrikaller, üçüncü katmanda fleksör hallusis brevis, addükör hallusis, fleksör digiti minimi brevis, dördüncü katmanda ise plantar interossei bulunur [1, 25].

Ayak kaslarının yaralanması aşıl tendon rüptürü, çekiç parmak, pes planus gibi pek çok hastalığa neden olabilir. Bunlara bağlı olarak kişinin günlük yaşam aktiviteleri etkilenir ve çeşitli komorbiditeler de gelişebilir [27].

2.1.4. Ayak Arkları

Bebeklik döneminde arklar henüz oluşmamıştır ve ayak düzdür. Yürümeye başlanması ile ayak ağırlık taşımaya başladığında arklar belirginleşir. Ayak arkları 2-6 yaş arasında hızla gelişmeye başlar ve 12-13 yaşlarında yapısal olarak olgunlaşır [28].

Ayak kemikleri longitudinal ve transvers şekilde uzanır ve yere göre kavis oluşturur, bu da ayağın plantar tarafında boyuna ve enine üç ark oluşturur. Bunlar transvers ark, lateral longitudinal ark ve medial longitudinal arktır. Lateral longitudinal ark kalkaneus, küboid ve lateral iki metatarsaldan oluşur. Medial longitudinal arktan daha aşağıdadır ve ayak ağırlık taşıdığı sırada zeminle yakın temas halindedir. Transvers ark, proksimalde üç kuneiform ve küboid ile distalde beş metatarsın tabanından oluşur. Medial longitudinal arkı oluşturan kemikler ise kalkaneus, talus, naviküler, üç

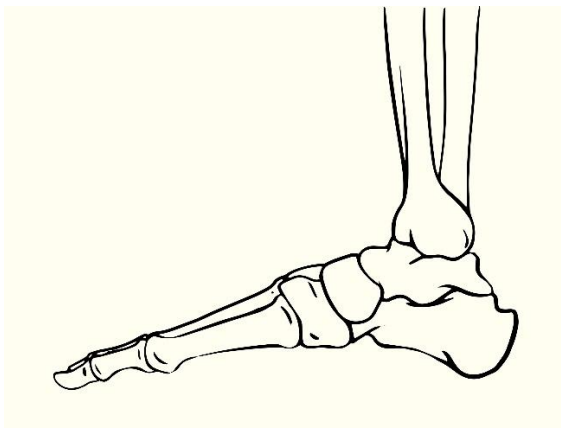
kuneiform ve ilk üç metatarstır. Medial longitudinal ark, ayağı oluşturan iskelet bileşenlerinin anatomik yerleşimi nedeniyle lateral ve transvers arklara kıyasla yerden daha yüksektir [2]. Medial longitudinal ark Şekil 2’de gösterilmiştir.

Ayak arkları, ayağın plantar yüzeyinde bulunan kas, sinir, damar gibi yapıları sıkışmaya karşı korur [29]. Ayağın zeminle teması sırasında şoku absorbe eder, mekanik enerji depolar ve serbest bırakarak hareket sırasında verimliliği artırır [6].

2.2. Medial Longitudinal Ark

Medial longitudinal ark, çevre yapılar tarafından aktif ve pasif olarak desteklenir. Medial longitudinal arkı pasif olarak destekleyen yapılar plantar fasya, plantar ligamentler, tarsal ve metatarsal kemiklerdir. Aktif olarak destekleyen yapılar ise intrinsik ayak kasları (abdüktör hallusis, fleksör hallusis brevis, fleksör digitorum brevis ve interosseöz kaslar), tibialis anterior kası, tibialis posterior kası, peroneus longus kası ve posterior tibial tendondur [30].

Medial longitudinal ark, ayağın temel yük taşıma yapısıdır. Yürüyüş mekanizması için medial longitudinal ark oldukça önemlidir. Medial longitudinal ark, ön ayak ve arka ayak arasındaki bağların, tendonların ve fasyanın sert, elastik bir bağlantısıdır. Yürüme sırasında şoku absorbe eder ve mekanik enerji sağlayarak ayağın itilmesinde rol oynar [31, 32].



Şekil 2: Medial Longitudinal Ark

(Görsel Freepik'te brgfx tarafından oluşturulmuştur.)

2.2.1. Medial Longitudinal Ark Değerlendirme Yöntemleri

Medial longitudinal arkı değerlendirmek için radyografik değerlendirme, ayak izi yöntemi, feiss çizgisi ve naviküler düşme testi (NDT) gibi birçok teknik kullanılmaktadır [33-35].

2.2.1.1. Radyografik Değerlendirme

Pes planus tanısı için radyografik değerlendirme referans standart kabul edilmektedir. Ancak radyasyon riski ve yüksek maliyet nedeniyle klinik uygulamalarda sıklıkla kullanılamamaktadır [36].

Değerlendirmede ayağın vücut ağırlığını taşıdığı pozisyonda lateral ve anteroposterior radyografi kullanılmaktadır. Lateral radyografiler için talus-1.metatars açısı (Meary angle), talus-horizontal açı (talus-plantar fleksiyon açısı) ve talokalkaneal açı yaygın olarak kullanılmaktadır [37]. Anteroposterior radyografilerde talokalkaneal, talus-1. metatars ve kalkaneus-5. metatars açıları kullanılmaktadır [38].

2.2.1.2. Feiss Çizgisi Yöntemi

Ayakta medial malleol, naviküler tüberkül ve metatars başını birleştiren doğruya Feiss çizgisi adı verilmektedir. Normal ark yüksekliğine sahip kişilerde naviküler tüberkül bu çizginin üstünde bulunmaktadır. Kişinin ayağına yük verdiği ayakta durma pozisyonunda naviküler tüberkülün bu çizginin altında kalması medial longitudinal ark yüksekliğinin azaldığını göstermektedir. Naviküler tüberkülün Feiss çizgisi zemin arası mesafenin 1/3'ü kadar çizginin altında kalması 1. derece, 2/3'ü kadar altında kalması 2. derece, zeminle tam teması ise 3.derece düşük ark olarak sınıflandırılmaktadır [39, 40]

2.2.1.3. Ayak İzi Yöntemi

Medial longitudinal arkı incelemek için yaygın olarak kullanılan bu yöntemde göre arka, orta ve ön ayağı içeren bir ayak izi alınır ve bu izi değerlendirmek için çeşitli açı ve indeksler kullanılır [41]. Clarke açısı medial longitudinal arkın ilk temas noktası

hizasındaki çizgi ile ayak medialine teğet çizilen çizginin birinci metatars başında kesişmesiyle oluşan açıdır. Chippaux-Smirak indeksi ayak izi üzerinde metatarsların en geniş olduğu yer ile ark bölgesinin en dar olduğu yerin oranı ile hesaplanır. Staheli ark indeksi ise orta ayak ile arka ayağın genişliğinin oranlanması ile hesaplanmaktadır [42].

2.2.1.4. Naviküler Düşme Testi

Naviküler düşme testi, medial longitudinal arkın değerlendirilmesinde kullanılan kolay, güvenilir ve geçerli bir yöntemdir [43]. NDT ile ayak izi parametreleri kullanılarak yapılan bir çalışmada Staheli ark indeksi ve Chippaux-Smirak indeksi ile NDT arasında iyi düzeyde korelasyon olduğu gösterilmiştir [35].

2.2.2. Medial Longitudinal Ark Morfolojisi

Medial longitudinal arkın normal yükseklik aralığı 5-9 mm olarak kabul edilir [44]. Medial longitudinal arkın morfolojisi genellikle ayak tipini üçe ayırmak için kullanılır: pes planus, pes rectus ve pes cavus [2].

Pes rectus normal hizalanmış bir ayaktır. Ark yüksekliği normal sınırlar içindedir ve kalkaneusun arka yüzeyinin açığa çıkmasıyla zemine diktir. Pes cavus, içe dönük kalkaneusa sahip, anormal derecede yüksek arklı bir ayak ile karakterizedir. Pes planus, ayak plantar yüzünün zeminle tam veya tama yakın temas halinde bulunduğu ve kalkaneusun dışa dönük olduğu durumla karakterizedir. Pes planusta ark yüksekliği normal aralığın altında bulunur [2, 30].

2.3. Pes Planus

Pes planus, medial longitudinal arkın normal kavise sahip olmadığı ve yüksekliğini kaybederek düzleşmesiyle ayağın kısmen ya da tam olarak zeminle temas ettiği tıbbi durumdur [28]. Pes planus arka ayak eversiyonu, artmış pronasyon ve azalmış medial longitudinal ark yüksekliği ile karakterizedir [45]. Pes planus prevelansı kadınlarda, vücut kitle indeksi (VKİ) yüksek kişilerde ve büyük ayaklı kişilerde daha yüksek [30] olmakla birlikte kesin bir değerlendirme yöntemi ve tanı kriteri olmadığı için gerçek

prevalansı belirsizdir [28]. Pes planus, multifaktöriyel olarak ortaya çıkabilir. Neden olan faktörlerden bazıları yaş, obezite ve erken çocukluk döneminde ayakkabı giymemek ve ayak kaslarının işlevsel bozukluğu şeklinde sıralanabilir. Pes planus unilateral ya da bilateral olarak ortaya çıkabilir [30]. Pes planus, esnek ve rijit olmak üzere iki şekilde görülebilir ve esnek pes planus daha yaygındır [45]. Medial longitudinal ark yüksekliği ağırlık taşımayan pozisyonda normalken ayağın vücut ağırlığını taşıdığı pozisyonda azalıyorsa esnek (fizyolojik) pes planus, hem ağırlık taşımayan hem de ağırlık taşıma pozisyonlarında ark yüksekliğinin kaybolduğu durum rijit (patolojik) pes planus olarak adlandırılır [30]. Pes planusun esnek mi yoksa rijit mi olduğu Jack's test ile değerlendirilir. Ayak başparmağı pasif olarak dorsifleksiyona getirilir, medial longitudinal ark oluşursa test pozitifdir ve esnek pes planustur [46].

Pes planus hem çocukluk hem de yetişkinlik döneminde görülebilir. Çocukluk döneminde arklar henüz tam gelişmediğinden pes planus prevalansı daha yüksektir ve yaşla birlikte azalır. Bu deformite çocuklarda meydana geldiğinde pediatrik pes planus olarak adlandırılır [47]. Yetişkin pes planus genellikle asemptomatiktir ancak ağrı, fonksiyonel yetersizlik ve çeşitli derecelerde deformite ile kendini gösterebilir. Yetişkinlerde en sık görülen edinilmiş pes planus posterior tibial tendon disfonksiyonuna bağlıdır [48]. Pes planus, konjenital veya edinilmiş olabilir. Edinilmiş pes planus, triseps surae veya izole gastrocnemius gerginliği, posterior tibial tendon disfonksiyonu, talus subluksasyonu, travmatik deformiteler, plantar fasya rüptürü, nöromüsküler hastalıklar ve posterior tibial tendon disfonksiyonu ile ilişkilidir [28, 46].

Fizik muayene inspeksiyon, palpasyon, eklem hareket açıklığı değerlendirmesi, kas gücü testi ve yürüme değerlendirmesini içermelidir. Ayrıca etkilenmemiş ayakla karşılaştırma yapılmalıdır [3]. Pes planus derecesini belirlemede en önemli ölçüm medial longitudinal ark yüksekliğidir [28].

Pes planus, yalnızca semptomlar geliştiğinde tıbbi bir sorun haline gelir. Ayaklar vücut ağırlığını desteklerken, ark yüksekliğindeki değişim alt ekstremit ve omurgada patomekanik etkiler ortaya çıkarabilir [6, 49]. Prognoz, etiyolojiye, hastanın semptomlarının süresine ve tedavi seyrine bağlı olarak değişir [3].

2.3.1. Pes Planus Tedavisi

Pes planus günlük yaşam aktivitelerini ve sportif performansı etkiler ve yaralanma riskini artırır. Bu nedenle erken teşhisi ve tedavisi önemlidir. Pes planus yetişkinlerde genellikle asemptomatik olsa da aērı, fonksiyon kaybı ve çeşitli deformitelerle ortaya çıkabilir. Konservatif ya da cerrahi tedavi uygulanır. Semptomatik pes planus vakalarının büyük oēunluēu konservatif olarak başarılı bir şekilde tedavi edilebilir. Ancak bazı durumlarda cerrahi tedavi uygulanır [28, 30, 46].

Konservatif Tedavi

Yetişkinlerde tedavi için etiyoloji önemlidir. Nörolojik kaynaklı hastalıklarda tedavi yaklaşımı farklı olmalıdır. Obez hastalara kilo vermeleri tavsiye edilmelidir. Posterior tibial disfonksiyon içinse tedavi başlangıçta dinlenme, nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar ve ortezden oluşur. Ayrıca hastaya uygun ayakkabı tavsiyesi verilmelidir. Tedavide tabanlık, ayak ortezleri, bantlama ve egzersiz gibi yöntemler kullanılabilir [3]. Yapılan çalışmalarda ayak egzersizi ve plantar intrinsik kas eēitiminin plantar basıncı daēılımını deēiřtirerek aērıyı azaltabileceēi, dengeyi artıracak ve ark dřklēn azaltabileceēi bildirilmiştir. Egzersiz programının amacı, kısalan yapıları germe, zayıf bileşenleri güçlendirme, propriyosepsiyon ve postüral dengeyi geliştirme olmalıdır [30, 50].

Cerrahi Tedavi

Çocuklar nadiren pes planus tedavisine ihtiyaç duyarlar. Çocuklarda cerrahi sadece nadiren görülen rijit pes planus vakalarında uygulanır. Yetişkinlerde ise diēer tedaviler sonuç vermezse cerrahi tercih edilir [4]. Cerrahi müdahalede plantar fasyanın gevvētilmesinin ayak ligamentleri ve kemikleri üzerindeki stresi azalttıēı ve kalkaneal osteotominin ayaēın işlevini önemli ölçüde iyileřtirdiēi bilinmektedir. Daha iyi bir iyileşme sonucu için sonrasında da rehabilitasyon uygulanması önemlidir [30].

2.4. Pes Cavus

Pes cavus, ayağın medial longitudinal arkının normalden fazla yükselmesi durumudur. Pes cavusta peroneus longus ve tibialis posterior kası daha güçlüdür ve peroneus brevis, tibialis anterior ve intrinsik ayak kaslarını yener ve ayağın şoku absorbe etme yeteneğini azaltır [51]. Pes cavus hem çocuklarda hem de yetişkinlerde görülebilen ortopedik bir problemdir. Pes cavus idiyopatik, konjenital veya nörolojik hastalıklarla ilişkili olabilir. Pes cavusun en yaygın nedeni kalıtsal motor ve duysal nöropatilerdir. Pes cavus ile en sık karşılaşılan hasta grubu Charcot-Marie-Tooth hastalığıdır [52, 53]. Prognoz deformitenin seviyesine, altta yatan hastalığa ve yaşa bağlıdır. Pes cavus belirtileri arasında ayak, ayak bileği, diz ağrısı ve ayak burkulmaları görülür. Ayrıca hastalar ayakkabılarının artık olmadığını veya çabuk yıpranmaya başladığını söyler. Ailede benzer ayak deformiteleri öyküsü de olabilir. Pes cavusun önemli bir belirtisi, hasta her iki ayağı ileriye gösterecek şekilde ayakta dururken topuğun önden görülmesidir [4, 54].

2.4.1. Pes Cavus Tedavisi

Şiddetli pes cavus vakaları için cerrahi önerilir. Deformiteler kötüleşmeye devam ettikçe cerrahi müdahale düşünülmesi gerekli hale gelir. Eklemde dejenerasyon ilerlemeden ve kalıcı deformiteler oluşmadan cerrahi tedavinin gerçekleştirilmesi önerilir. Faz içi veya faz dışı tendon transferleri cerrahide kullanılan yöntemlerdir [4, 54].

2.5. Kor Kasları

Kor kasları lokal ve global olarak ikiye ayrılabilir. Lokal kaslar psoas kası hariç, lumbal vertebradan çıkan ve/veya ona bağlanan kaslardır. Bunlar multifidus, transversus abdominis, internal oblikler ve pelvik taban kaslarıdır. Lokal olarak hareket ederek lumbal omurga eğriliğini, sertliğini ve stabilitesini kontrol ederler. Global kaslar rektus abdominis, quadratus lumborum, erektör spina ve eksternal oblikler dahil olmak üzere pelvisten çıkan ve göğüs kafesine bağlanan kaslardır. Vücuda etki eden dış kuvvetlerin dağıtılmasını sağlarlar [55, 56].

Fiziksel performansı iyileştirmek veya kas-iskelet sistemi bozukluklarını yönetmek için en etkili kor kasları lumbal multifidus, transvers abdominis ve quadratus lumborumdur. Lumbal multifidus en medialde bulunan omurga kasıdır ve omurganın ekstansiyon, lateral fleksiyon ve rotasyon hareketini sağlar. Transvers abdominis, en derinde bulunan abdominal kastır. Omurgayı stabilize etmek ve karın içi basıncını arttırmak için görev yapar. Quadratus lumborum, omurganın en lateral kasıdır ve omurga lateral fleksiyonu ve stabilizasyonu için görev yapar [56]. Multifidus ve erektör spina kasları başta olmak üzere sırt kaslarının yapı ve fonksiyonu omurga sağlığı için önemlidir [57].

Kor kas stabilitesi omurganın bütünlüğünü korumak, yaralanmalara karşı direnç sağlamak ve ekstremiteler hareketlerine temel oluşturmak için gereklidir. Kor kaslarının normal işlevindeki azalma veya bozulma omurgadan ayak bileğine kadar çeşitli yapıları etkileyebilir. Kor kaslarının disfonksiyonu bel ağrısı ve alt ekstremiteler yaralanmaları gibi çeşitli sorunlarla ilişkilendirilir. Kor stabilitesinin zayıf olduğu durumlarda lumbal bölge yaralanma riski artabilmektedir [56, 58, 59]. Ayrıca zayıf kor kas enduransı bel ağrısı ile ilişkilendirilir [60].

Ayakta dik durma pozisyonunda karın ve sırt kaslarının pelvik eğimi ve lumbal lordozu etkileyebildiği kabul edilmektedir. Zayıf karın kasları anterior pelvik tilte ve hiperlordozu neden olurken güçlü karın kasları posterior pelvik tilte ve lordozun azalmasına neden olabilir. Dik durma pozisyonunda gövde fleksörleri ve ekstansörleri arasındaki denge ile lumbal lordoz açısı arasında önemli bir ilişki olduğu görülmüştür ve bu nedenle bel ağrısı için potansiyel risk faktörü olabileceği söylenmiştir. Nispeten güçlü spinal ekstansörler ve zayıf spinal fleksörler, artmış lumbal lordoz ile ilişkilendirilmiştir ve bunun tersi de geçerlidir. Dik duruş pozisyonunda iliopsoas ve hamstring kasları da pelvisin anterior ve posterior tilti ile lumbal lordoz derecesini etkileyebilir [61].

Ayak medial longitudinal ark değişiminin bel ağrısı ile ilişkili olduğuna dair kanıtlar vardır. Bel ağrısı, pelvis ve lumbal bölge kaslarının değişen fonksiyonuna bağlı ortaya çıkabilir. Karın kas fonksiyonundaki zayıflık lumbal lordozu etkileyerek bel ağrısına

neden olabilir. Tüm bunlar göz önüne alındığında ayak medial longitudinal ark değişimi ile bu kasların ilişkili olabileceği düşünülür [5, 62].

2.6. Lumbal Lordoz

Vertebralar, intervertebral diskler ve bağlar bir araya gelerek esnek bir yapı olan omurgayı oluşturur [63]. Omurga omuriliğin korunması ve sinirlerin dallanmasında, vücuda destek ve hareketlilik sağlamada önemli rol oynar. Omurga servikal, torakal, lumbal ve sakral bölgelerden oluşur. Lumbal bölge, L1-L5 şeklinde gösterilen beş vertebradan oluşur. Lumbal vertebra grubu lordotik bir eğri oluşturur [64]. Lumbal lordoz, sağlıklı bireylerde ayakta duruş pozisyonunda omurganın dört doğal eğriliğinden biridir [65]. Bağlar, kaslar ve diskler de lumbal lordoz oluşumunda kemikler kadar önemli role sahiptir. Omurganın merkezi stabilizasyonu, multifidus, transversus abdominus gibi özel kaslar ve gövdedeki iç kaslar tarafından desteklenir [58]. Lumbal vertebralarda normal dizilimin değişmesi, omurganın yük taşıma fonksiyonundaki değişimler nedeniyle çeşitli patolojilerin oluşmasına yol açabilir [12].

Yaş, cinsiyet, kilo, gebelik, etnik köken, spora katılım gibi pek çok faktör lumbal lordozu etkileyebilmektedir. Bu nedenle ideal bir lordotik değer belirlemek zordur. İdeal lordoz aralığı aktivite, kilo, kas-iskelet sistemi gibi bireysel özelliklere göre değerlendirilerek oluşturulmalı ve belirli popülasyonlar için değer aralıkları sunulmalıdır [61].

Pelvis, alt ekstremité ile omurga arasında bağlantıyı sağlar. Bu nedenle pelvisteki değişimin lumbal lordozu da değiştirebileceği düşünülür. Anterior pelvik tilt ile lumbal lordoz arasında korelasyon bulunduğu gösterilmiştir. Değişen pelvik tilt lumbal lordoz açısını değiştirmektedir [58, 66]. Subtalar eklem pronasyonunun tibia ve femurun iç rotasyonuna, supinasyonunun ise eksternal tibial ve femoral rotasyona neden olduğunu gösterilmektedir. Böylece ayak ve pelvis arasında kinematik zincirleme reaksiyon ile etki gerçekleşir [67].

Ayak medial longitudinal ark yüksekliğinde oluşan değişimler ayak postürü ve fonksiyonunu değiştirdiği gibi ayak bileği, diz ve kalça ekleminde de çeşitli etkiler

ortaya çıkarabilir. Ayrıca alt ekstremitte biyomekaniğindeki değişimlerle kinetik zincirin devamı olarak kendinden uzak yapıları da etkileyerek pelvis ve omurgada da değişimler ortaya çıkarabilir. Ayak medial longitudinal ark yüksekliğindeki değişim ayak için çeşitli işlev bozuklukları oluşturur ve proksimal eklemlere ayaktan gelen kuvvetleri ileterek kendisinden uzak segmentlerde de kompensatuar değişimler ortaya çıkarabilir [16, 29, 68].

2.7. Bel ağrısı

Bel ağrısı, çoğu insanın hayatının bir noktasında yaşadığı son derece yaygın bir sorundur [69]. Bel ağrısı genellikle nonspesifik veya mekaniktir [70].

Bel ağrısının lumbal lordozla ilişkili olabileceği bilinmektedir. Lumbal lordoz ve bel ağrısı arasındaki ilişkili olduğuna dair çalışmalar görülürken [11] mekanik bel ağrısı prevelansı ile lumbal lordoz ilişkisine dikkat çekilmektedir [58]. Akut ağrı, kasların fonksiyonunu etkileyebilir. Aynı zamanda kas fonksiyonunun değişimi de bel ağrısı oluşmasına neden olabilir. Bu durum bir kısır döngüye yol açarak kalıcı ve tekrarlayan bel ağrısı ile sonuçlanabilir [57].

Bel ağrısı şikayeti olan kadınlarda yapılan bir çalışmada lumbal lordoz artışı ile düşük ark arasında, lumbal lordoz azalması ile yüksek ark arasında anlamlı ilişki olduğu ortaya konmuştur [5]. Lumbal lordozdaki değişim ve zayıf kor kas enduransı bel ağrısı ile ilişkili olduğu bilinen iki durumdur [11, 60]. Medial longitudinal ark yüksekliğindeki değişimlerin de bel ağrısı için potansiyel risk faktörü olduğu düşünülmektedir [45]. Pes planus ve mekanik bel ağrısının ilişkili olduğunu bildiren çalışmalar vardır [62]. Pes planusu olan bireylerde olmayanlara göre Oswestry Disabilite İndeksi (ODİ) skorunun daha yüksek olduğu ve pes planusun genç sedanterlerde bel ağrısına neden olabildiği gösterilmiştir [13].

2.8. Lumbal Propriyosepsiyon

Propriyosepsiyon, iç algılama sistemi olarak kabul edilir ve iç yapılardaki değişikliklerin duyuşal bildirimiyle somatosensoriyel fonksiyonun alt sistemlerinden birini oluşturur [71]. Kas, tendon, eklem ve fasyada bulunan mekanoreseptörler,

propriozeptör olarak adlandırılır ve propriosepsiyona katkı sağlar. Ayrıca derideki reseptörler de propriosepsiyona katkı sağlayabilmektedir. Propriosepsiyon kas, eklem stabilitesi, hareketin düzgünlüğü, denge ve koordinasyon için önemli olan ileri ve geri bidirim görevlerini yerine getirir. Bu nedenle propriosepsiyon, sensorimotor kontrol için oldukça önemlidir [72, 73]. Lumbal propriosepsiyon, intervertebral diskler, bağlar, faset eklemler ve kaslarda bulunan mekanoreseptörlerden gelen sinyaller ile üretilir [74].

Kas gerilimini algılayan golgi tendon organının birincil bölgesi olan muskulotendinöz bölgedeki aktif kas gerilimi golgi tendon organlarının yapısal bozukluğuna yol açabilir ve proprioseptif bozulmaya neden olabilir. Kas gerginliğinin sonucu olarak kas içi hematom lokal iskemiye neden olabilir. Kas içiği bu tür travmalara duyarlıdır. Kas içikleri postüral tip 1 kaslarda fazlaca görülür ve bazı lumbal kas gruplarında da yüksek yoğunlukta bulunur. Ugradıkları bozulma sonrası normal afferent sinyalleri gönderememeleri sonucu spinal mekanoreseptörlerden gelen bu anormal afferent sinyaller propriosepsiyonu değiştirebilir [75]. Kas içiklerinin propriosepsiyonda önemli bir rolü olduğu gösterilmiştir [76]. Paraspinal kaslar bol miktarda kas içiği içerdiğinden spinal hareket için proprioseptif sinyallerin üretilmesinde önemli bir rol oynarlar [77].

Yaş, eklem problemleri, kas yorgunluğu, titreşim, sinir ve kas-iskelet sistemi problemleri, hematom, kas fasikül uzunluğu, ağrı ve kas spazmı gibi durumlar omurga propriosepsiyonunu etkileyebilen diğer faktörlerdir. Propriosepsiyonu en fazla etkileyen faktör yaş, ikinci faktör ise yaralanmalardır [75]. Dinamik lumbal stabilizasyonun korunması için lumbal propriosepsiyon oldukça önemlidir. Omurgaya ait yaygın görülen kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının lumbal propriosepsiyon üzerinde negatif etkiye sahip olabileceği görülmektedir. Literatürde proprioseptif bozukluk ve bel ağrısını ilişkilendiren çalışmalar vardır. Lumbal propriosepsiyondaki bozulma bel ağrısı ile özellikle de tekrarlanması ile ilişkilidir [78, 79]. Birçok araştırmada, servikal ve lumbal ağrılı kişilerde propriosepsiyonda bozulma görüldüğü bildirilmiştir [72]. Bel ağrısı proprioseptif bildirimin aksamasına veya azalmasına neden olabilir [14]. Bel ağrılı kişilerde azalmış propriosepsiyon, sensorimotor kontrolde bozulmaya yol açabilir [15].

Yaşlanmaya bağlı olarak kasların nöral kontrolü bozulur ve propriyosepsiyon negatif yönde etkilenir. Bel ağrısı olan kişilerde yaşanan motor kontroldeki değişimler propriyosepsiyona bağlı olarak ortaya çıkabilir. Bel ağrılı kişilerde vücudun bir bölgesinin kullanımının artması veya bir vücut bölgesinin kullanımından kaçınılması gibi durumlar ortaya çıkabilir. Bu durumlara bağlı olarak bel ağrılı kişilerde kompensatuar postür değişiklikleri görülebilir. Yaşanan ağrı bu duruma yol açabileceği gibi vücut bölgesinin propriyoseptif geri bildiriminin azalması ve buna bağlı olarak güvenilmez olarak algılanması da buna neden olabilir. Propriyosepsiyondaki bozulma hem yaralanmanın sonucu hem de nedeni olarak karşımıza çıkabilmektedir. Yaralanma sonrası propriyosepsiyonun değişmesi lumbal motor fonksiyonu bozabilir ve yeniden yaralanma riskini artırabilir [74, 75].

2.9. Postür

Vücudun uzaydaki pozisyonunu gösteren postür, otomatik ve bilinçsiz olarak vücudun yerçekimi kuvvetine karşı verdiği tepkidir. İskelet kaslarının kasılması ve nöromusküler fonksiyon ile ayarlanır ve korunur [80].

İyi postür 1947’de Ortopedik Cerrahi Akademisi tarafından “vücudun destekleyici yapılarını, bu yapıların çalıştığı veya dinlendiği duruşa bakılmaksızın yaralanmaya veya ilerleyici deformiteye karşı koruyan kas ve iskelet dengesi durumu” şeklinde tanımlanmıştır [81].

Ayak ark durumunun daha üst segmentlere doğru ilerledikçe çeşitli etkiler ortaya çıkarabileceği bilinmektedir. Ayağın medial longitudinal arkı ile pelvisin ilişkisini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda unilateral ayak pronasyonunun frontal düzlemde pelvik tilti artırdığı bildirilmiştir. Pelvis ve lumbal bölge arasındaki anatomik ilişki nedeniyle pelvise ait değişimin lumbal lordozu etkileyebileceği düşünülür [82].

2.10.Denge ve performans

Denge, vücutun ağırlık merkezini destek tabanı içerisinde koruyabilmesidir [16]. Denge, statik ve dinamik olmak üzere ikiye ayrılabilir. Statik denge, kişinin neredeyse hareket etmeden bu konumu korumasıyken dinamik denge, hareket oluşumundan söz edilebildiği zamanlarda ortaya çıkan bir durumdur [83].

Düşük medial longitudinal arklı bireyler medial longitudinal arkı düşük olmayan bireylere göre zayıf statik ve dinamik denge sergileyebilmektedir. Ayaktaki yapı, fonksiyon ve şok absorpsiyonu ile ilişkili özelliklerdeki değişimin buna neden olabileceği düşünülmektedir. Bu etkiler günlük yaşam aktivitelerini, verimliliği ve mesleki ortamlardaki yaralanmaları ve ayrıca spordaki yaralanma riskini ve performansını etkileyebilir [30]. Performans değerlendirmesi için dikey sıçrama, vertikal sıçrama, yana adım ve mekik koşu gibi pek çok test kullanılabilmektedir [68, 84, 85].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışma, sağlıklı bireylerde medial longitudinal ark yüksekliği ile kor kas enduransı, lumbal propriyosepsiyon, lumbal lordoz ve postür arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla yapıldı.

3.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer ve Zaman

Çalışmamızın veri toplama aşaması, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'nde 2 Aralık 2021 – 16 Mart 2022 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

3.3. Çalışmanın Örneklemi

Çalışmamızın örneklem büyüklüğü G*Power 3.1.9.4 (G*Power, Universität Dusseldorf, Almanya) programı kullanılarak hesaplandı. Araştırma tip I hata miktarı $\alpha=0,05$, etki büyüklüğü (0,64), testin hedeflenen gücü $1-\beta=0,80$ iken çalışmanın gücü 0,8069741 olarak belirlendi ve istatistiksel analizler için gerekli olan örneklem büyüklüğü $n=80$ olarak belirlendi [44].

3.3.1. Dahil Edilme Kriterleri:

- 18-45 yaş arasında olmak,
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak.

3.3.2. Dahil Edilmeme Kriterleri:

- Ortopedik, nörolojik, kardiyovasküler ve romatizmal hastalığı bulunmak,
- Çalışma sırasında medikal tedavi alıyor olmak,

- Son 6 ay içerisinde travma, düşme öyküsü bulunmak,
- Yürüme ve dengeyi etkileyen rahatsızlığı bulunmak.

3.4. Verilerin Toplanması

3.4.1. Demografik Bilgiler

Çalışmaya katılan bireylerin cinsiyet, yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, dominant ekstremiteleri ve günlük hayatta bel ağrısı varlığı sorgulanarak kaydedildi. Bireylerin VKİ, kilo/boy^2 (kg/m^2) formülü kullanılarak hesaplandı.

3.4.2. Medial longitudinal ark Yüksekliğinin Değerlendirilmesi

Medial longitudinal ark yüksekliğini değerlendirmek için klinikte yaygın olarak kullanılan kolay, geçerli ve tekrarlanabilir bir yöntem olan NDT kullanıldı [31, 35].

Bireyler ayakları çıplak olarak sandalyede otururken her iki ayak için naviküler tüberkül işaretlendi ve zeminle arasındaki mesafe cetvel ile ölçüldü. Daha sonra bireylerden ayağa kalkmaları istendi ve tekrar naviküler tüberkül zemin arası mesafe ölçüldü (Şekil 3). Ayağa yük verilmeyen oturma pozisyonundaki ölçümden ayağa yük verilen ayakta durma pozisyonundaki ölçüm çıkarıldı ve bu fark düşme miktarı olarak mm cinsinden kaydedildi [13, 86]. 4 mm ve altı düşme miktarı ‘supinasyonlu ayak’, 5-9 mm arası ‘nötral ayak’, 10 mm ve üzeri ise ‘pronasyonlu ayak’ şeklinde sınıflandırıldı [16].



Şekil 3: Naviküler Düşme Testi

3.4.3. Kor Kas Enduransı Değerlendirilmesi

Kor kas enduransı McGill tarafından oluşturulan lateral köprü testi, gövde ekstansiyon testi ve gövde fleksiyon testinden oluşan üç kor endurans testi ve yüzüstü köprü testi ile değerlendirildi. 5 kişiyle güvenilirlik çalışması yapılmış, art arda 5 gün tekrarlanan testlerde ekstansiyon için 0,98, fleksiyon için 0,97 ve sol ve sağ lateral köprü için 0,99 güvenilirlik katsayıları bulunmuştur [87].

Her test öncesi gerekli test pozisyonu katılımcıya anlatıldı ve uygun pozisyonu denemesi istendi. Teste başlamak için sesli komut verildi, sonrasında ise teşvik edici komut verilmedi [9]. Test için standart kıyafet belirlenmedi, katılımcılar hareketlerini kısıtlamayacak rahat kıyafetler ile katıldı. Testler arası gerekli dinlenme süresi verildi.

Sağ lateral köprü testi için bireyler sağ tarafları üzerinde, sol lateral köprü testi için sol tarafları üzerinde karşıya bakacak şekilde yan yatış pozisyonu aldı. Önkol yatak üzerinde olacak şekilde altta kalan kol üzerinde kalkıldı ve diğer kol çapraz omuza konuldu. Üst bacak alt bacağın önünde dizler ekstansiyonda olacak şekilde mat üzerine yerleştirildi. Bireylerden vücut ağırlıklarını alttaki ön kol ve ayak ile destekleyecek şekilde kalçalarını yukarı kaldırmaları istendi. Gövde fleksiyon testinde bireyler sırtüstü, dizler ve kalçalar 90° fleksiyonda, kollar göğüs üzerinde çaprazlanmış şekilde pozisyonlandı. Bireylere başlangıç pozisyonundan 60° gövde fleksiyon açısındaki test

pozisyonuna gelmeleri ve bu pozisyonu mümkün olduğunca korumaları söylendi. Gövde ekstansiyon testinde bireylerin gövdeyi tedavi masasından aşağıya sarkıtacak şekilde yüzükoyun yatarak pozisyon almaları sağlandı. Bu pozisyonda pelvis, kalça ve dizler spina iliaca anterior superiora kadar tedavi masasında sabitlendi. Bireylerden kolları göğüs üzerinde çaprazlanmış şekilde gövde ekstansiyonu yapmaları ve mümkün olduğunca uzun süre gövde ekstansiyon pozisyonunu korumaları istendi [88].

Yüzüstü köprü testinde dirsekler 90° fleksiyonda, kalça ve dizler ekstansiyonda olacak şekilde yüzüstü pozisyon alan bireylere ağırlıklarının önkol ve ayak parmak uçlarına vererek gövdelerini yukarı kaldırmaları söylendi. Vücudun düz bir hat oluşturması ve başın nötr pozisyonda aşağı bakar şekilde olması istendi. Her test için bireylerin pozisyonu bozulduğunda test bitirilip ölçüm sonucu saniye cinsinden kaydedildi [89].

3.4.1. Lumbal Lordoz Değerlendirmesi

Lumbal lordoz açısı ölçümü için J-Tech Dual İnclinometre (J-Tech Medical, Midvale, UT, USA) kullanıldı. Katılımcılardan ayakkabılarını çıkarmadan sert zemin üzerinde kollar iki yanda olacak şekilde ayakta durmaları istendi. Birinci sensör T12 (torakal 12), ikinci sensör S1 (sakral 1) hizasına konularak cihazın gösterdiği değer kaydedildi [90, 91].

3.4.2. Lumbal Propriyosepsiyon Değerlendirmesi

Goldberg ve ark.'nın [92] yaptığı çalışmada propriyoseptif geri bildirimle güçlü korelasyon gösteren açı aralığı 20-40 derece olarak belirlendiği için çalışmamızda hedef açı olarak bu aralıkta olan 30 derece fleksiyon test açısı olarak belirlendi. Lumbal propriyosepsiyon, bireyler ayakta durma pozisyonundayken aktif açı tekrarlama testi ile değerlendirildi. Bu amaçla kullanılan J-Tech Dual İnclinometrenin (J-Tech Medical, Midvale, UT, USA) bir sensörü L1 vertebra, ikinci sensörü ise sakrum üzerine yerleştirildi [93]. Katılımcılara testin nasıl yapılacağı açıklandı. Ayakkabılarını çıkarmadan düz zemin üzerinde durmaları, gözlerini kapatmaları ve öne doğru eğilmeleri söylendi. Sagittal düzlemde hedef açı olan 30 dereceye ulaştıklarında bu pozisyonu 3 saniye korumaları ve hissetmeleri istendi. Dik pozisyona

döndükten sonra, tekrar aynı açığı bulmaları ve sözlü olarak ifade edip 3 saniye bu pozisyonu korumaları istendi [92]. 3 defa açığı hissetmek için deneme yaptıktan sonra katılımcıdan 3 defa da en doğru şekilde bu açığı bulmaları istendi ve ölçümler kaydedildi. Her ölçüm hedef açıdan çıkarıldı ve farkların mutlak değer toplamının aritmetik ortalaması alındı ($|(\text{hedef açı} - 1.\text{ölçüm})| + |(\text{hedef açı} - 2.\text{ölçüm})| + |(\text{hedef açı} - 3.\text{ölçüm})| / 3$) [94, 95].

3.4.3. Bel Ağrısının Değerlendirilmesi

Bel ağrısı olan bireylerde değerlendirme için ODİ kullanıldı [96]. Bu indeksin Türkçe versiyon çalışması Yakut ve ark. [97] tarafından yapılmıştır.

İndekste günlük yaşam aktivitelerindeki fonksiyonel yetersizliği ölçen ve ağrının yoğunluğu, kişisel bakım, yük kaldırma, yürüme, oturma, ayakta durma, uyku, cinsel hayat, sosyal hayat ve seyahat gibi başlıklardan oluşan 10 bölüm yer almaktadır. Her bölüm 0-5 arası puan alır ve toplamda maksimum 50 puan alınabilir. Puanlama sonucu 31-50 puan arası ise ‘ağır’, 11-30 puan arası ‘orta’, 1-10 puan arası ‘hafif’ şeklinde değerlendirme yapılır [97].

3.4.4. Postür Değerlendirmesi

Çalışmaya katılan bireylerin postür değerlendirmesi ‘New York Postür Değerlendirme Yöntemi (NYPDY)’ kullanılarak yapıldı. Bireylerden düz bir zeminde, boş bir duvar önünde istirahat pozisyonunda ayakta durmaları istendi. Önden, arkadan ve yandan fotoğrafları çekildi. Daha sonra fotoğraflar üzerinden vücudun 13 farklı kısmında oluşabilecek postürel değişiklikler puanlandı. Bu teste göre kişinin puanlanan bölüm postürü düzgün ise 5, orta derece bozulmuş ise 3, ileri düzeyde bozuk ise 1 puan verilir. Test sonucunda toplam en fazla 65 en az 13 puan alınmaktadır. Test için geliştirilmiş standart değerlendirme kriterlerine göre toplam puan 45 üstü ise ‘çok iyi’, 40-44 arası ise ‘iyi’, 30-39 arası ise ‘orta’, 20-29 arası ise ‘zayıf’ ve 19 puan altında ise ‘kötü’ olarak değerlendirilir [98].

3.4.5. Denge Değerlendirmesi

Denge değerlendirme için Y denge testi kullanıldı. Plisky ve ark. [99] tarafından Y denge testinin güvenilirliği sınıf içi korelasyon katsayısı (Intraclass Correlation Coefficient, ICC) aralığı incelenmiş, değerlendirici içi aralığı 0,85-0,91 ve değerlendiriciler arası aralığı 0,99-1,00 olarak, bileşik uzanma puanı için ise değerlendirici içi 0,91 ve değerlendiriciler arası 0,99 olarak belirlenmiştir.

Y denge testi için posteromedial ve posterolateral yöndeki mezurlar arası 90° ve anterior yöndeki mezura ile diğer mezurlar arasında 135° olacak şekilde 3 mezura yere sabitlendi. Bu testte Y şeklindeki mezuranın ortasında duran bireylerden elleri belde olacak şekilde anterior, posteromedial ve posterolateral yönde yere sabitlenmiş mezurlar üzerinde bir ayağın yerle tam teması devam ederken diğer ayak parmak ucu ile uzanabilecekleri en uzak mesafeye uzanmaları istendi. Bireyler test öncesinde iki ayak için her yöne toplamda 6 kez uzanıp alıştırma yaptıktan sonra dinlendi. Teste geçildiğinde tekrar her yöne 3 kez uzanmaları istendi ve ölçümler cm cinsinden kaydedildi [19, 99]. Yerdeki ayağın zeminle tam temasının kesildiği, hareket eden ayağın yere değdiği ve bireyin dengesini kaybettiği durumlarda test sonlandırıldı ve baştan yapılması istendi.

Bileşik uzanma mesafesinin hesaplanabilmesi için katılımcıların alt ekstremité uzunluğu (spina iliaka anterior superior-medial malleol) mezura ile ölçüldü ve cm cinsinden kaydedildi. Bileşik uzanma mesafesi ise 3 uzanma yönü toplamının ekstremité uzunluğunun 3 katına bölünmesi ardından 100 ile çarpılması ile hesaplandı [100].

3.4.6. Performans Değerlendirmesi

Performans, tek bacak sıçrama testi kullanılarak değerlendirildi. Tek bacak sıçrama testinin geçerlik ve güvenilirliği Sawle ve ark. [101] tarafından yapılmış ve ICC değeri değerlendirici içi 0,85 olarak belirlenmiştir.

Bireylerin parmak uçları yere sabitlenen mezuranın başlangıcında olacak şekilde elleri belde tek ayak üzerinde durmaları istendi (Şekil 4). Daha sonra dengelerini

kaybetmeden aynı ayak üzerine düşecek şekilde sıçrayabilecekleri en uzak mesafeye sıçramaları istendi ve parmak ucunun ulaştığı yer işaretlendi. Teste başlamadan önce birer deneme sıçrayışı yapıldı. Test üç kez tekrarlanarak cm cinsinden ölçülen mesafeler kaydedildi ve ortalaması alındı [102].



Şekil 4: Tek Bacak Sıçrama Testi

3.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Veriler IBM SPSS Statistics Standard Concurrent User V 26 (IBM Corp., Armonk, New York, ABD) istatistik paket programında değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistikler birim sayısı (n), yüzde (%), ortalama $\pm$ standart sapma ($\bar{x} \pm ss$), medyan (M), minimum (min) ve maksimum (max) değerler olarak verildi. Kolmogorov Smirnov testi ile sayısal değişkenlerin normal dağılıma sahip olup olmadıkları, ortalama ve medyanın birbirine yakınlığı, çarpıklık ve basıklık değerleri incelendi. Normal dağılım gösteren veriler arasındaki ilişkiler Pearson Korelasyon, normal dağılım göstermeyenler ise Spearman Korelasyon Analizi kullanılarak değerlendirildi. Korelasyon analiz sonucunda “r” değeri 0,00-0,30 ihmal edilebilir, 0,30-0,50 düşük, 0,50-0,69 orta, 0,70-0,89 yüksek ve 0,90-1,00 çok yüksek ilişki şeklinde yorumlandı [103]. Normal dağılım gösteren veriler için Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA), normal dağılım

göstermeyenler için ise Kruskal Wallis testi kullanıldı. Post-hoc analiz için Mann Whitney U testi kullanıldı.

3.6. Çalışmanın Etik Yönü

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 23.06.2021 tarih, 2021_06/25 karar numarası ile çalışmamız için gerekli onay alındı. Çalışmaya 'Bilgilendirilmiş Onam Formu'nu okuyup kabul eden bireyler katıldı.



4. BULGULAR

Çalışmamıza 19-25 yaş aralığında toplam 57 kadın (%60,63) (yaş: $20,87 \pm 1,51$, boy uzunluğu: $1,62 \pm 0,05$ cm, vücut ağırlığı: $62,62 \pm 16,56$ kg), 37 erkek (%39,36) (yaş: $21,29 \pm 1,05$, boy uzunluğu: $1,78 \pm 0,04$ cm, vücut ağırlığı: $75,77 \pm 12,10$ kg), olmak üzere 94 sağlıklı birey (yaş: $21,04 \pm 1,35$, boy uzunluğu: $1,68 \pm 0,09$ cm, vücut ağırlığı: $67,80 \pm 16,23$ kg, VKİ: $23,62 \pm 4,73$ kg/m²) dahil edildi. Katılan bireylerin 80 (%85,10)'inin dominant ekstremitesinin sağ, 14 (%14,89)'ünün sol olduğu görüldü. Dominant ve nondominant ekstremiteler arasında fark olmadığı saptandığı için dominant ekstremiteler ölçümleri baz alındı.

Katılan bireylerin cinsiyet ve dominant ekstremitelerine ilişkin bilgiler sayı (n) ve yüzde (%); yaş, boy, kilo ve VKİ'ye ilişkin bilgiler Tablo 4.1'de gösterildi.

Tablo 4.1. Bireylerin Demografik Özellikleri

	Değişkenler	n	%
Cinsiyet	Kadın	57	60,63
	Erkek	37	39,36
Dominant ekstremiteler	Sağ	80	85,10
	Sol	14	14,89
Toplam		94	100,0
		$\bar{X} \pm SS$	Min-Max
Yaş		$21,04 \pm 1,35$	19-25
Boy (cm)		$1,68 \pm 0,09$	1,53-1,90
Vücut ağırlığı (kg)		$67,80 \pm 16,23$	42-130
VKİ (kg/m ²)		$23,62 \pm 4,73$	16,14-44,98

VKİ: Vücut Kitle İndeksi, cm: santimetre, kg:kilogram, kg/m²: kilogram/metrekare, $\bar{X}$:Ortalama, SS:Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, n:sayı, %:yüzde

Dominant ekstremite için NDT sınıflandırılması incelendiğinde, katılımcıların 28 (%29,79)'inin pronasyonlu ayak, 47 (%50,00)'sinin nötral ayak, 19 (%20,21)'unun supinasyonlu ayak grubuna ait olduğu görüldü. Postür analizi puanları incelenerek NYPDY'ye göre gruplandırıldığında tüm bireylerin 'çok iyi' postür grubuna dahil olduğu görüldü.

Bel ağrısı varlığı sorusuna 21 (%22,34) katılımcının evet yanıtı, 73 (%77,65) katılımcının ise hayır yanıtı verdiği görüldü. Bel ağrısı olan katılımcıların ODİ değerleri incelendiğinde, 3 (%14,28) ağır, 16 (%76,19) orta ve 2 (%9,52) hafif bel ağrısına sahip birey olduğu görüldü.

Bireylerin NDT, NYPDY, bel ağrısı varlığı ve ODİ sonuçlarına göre ait olduğu gruplara ilişkin bilgiler Tablo 4.2'de gösterildi.

Tablo 4.2. NDT, Bel Ağrısı Varlığı, NYPDY ve ODİ Değerlerinin Dağılımı

		n	%	$\bar{X}$	SS	Min-Max
Medial longitudinal ark yüksekliği (cm) (NDT)	Pronasyonlu ayak (>9 mm)	28	29,79	11,57	2,00	10,00-16,00
	Nötral ayak (5-9 mm)	47	50,00	6,46	1,55	5,00-9,00
	Supinasyonlu ayak (<5 mm)	19	20,21	3,31	0,94	1,00-4,00
Postür (NYPDY)	Çok iyi ≥ 45	94	100,0	60,54	3,69	47,00-65,00
Bel ağrısı varlığı	Evet	21	22,34			
	Hayır	73	77,65			
Bel ağrısı (ODİ)	Ağır	3	14,28	36,29	4,62	31,11-40,00
	Orta	16	76,19	17,19	3,99	11,11-24,44
	Hafif	2	9,52	6,66	3,14	4,44-8,89

NDT: Naviküler Düşme Testi Testi, NYPDY: Newyork Postür Değerlendirme Yöntemi, ODİ: Oswestry Disabilite İndeksi, $\bar{X}$:Ortalama, SS:Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, mm:milimetre, cm: santimetre, n:sayı, %:yüzde

Verilerin normallik dağılımı Kolmogorov-Smirnov test sonucu, aritmetik ortalama, medyan, çarpıklık ve basıklık değerleri incelenerek belirlendi. Gövde fleksiyonu ve postür için aritmetik ortalama ve medyan yakın değerlerdi, Kolmogorov-Smirnov testi için p değerinin anlamlı olduğu, çarpıklık ve basıklık katsayıları $\pm 1,5$ sınırları içinde bulunmadığından normallik varsayımını karşılamadıkları belirlendi. Yüzüstü köprü için aritmetik ortalama ve medyan eşitti, Kolmogorov-Smirnov testi için p değerinin anlamlı olmadığı, çarpıklık ve basıklık katsayıları $\pm 1,5$ sınırları içinde bulunmadığından normal dağılımdan gelmediği belirlendi [104].

NDT, gövde ekstansiyon, sağ lateral köprü, sol lateral köprü, lumbal propriyosepsiyon, lumbal lordoz ve bel ağrısı için Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları anlamlı olsa da aritmetik ortalama ve medyanın eşit ya da yakın olması, çarpıklık ve basıklık katsayılarının $\pm 1,5$ sınırları içinde bulunmasından verilerin normal dağılımdan geldiği belirlendi [104].

Medial longitudinal ark yüksekliği, kor kas enduransı, lumbal propriyosepsiyon, lumbal lordoz, postür ve bel ağrısı değerlerinin dağılımı Tablo 4.3'te gösterildi.

Tablo 4.3. Kor Kas Enduransı, Lumbal Propriyosepsiyon, Lumbal Lordoz, NYPDY ve ODİ Değerlerinin Dağılımı

		İstatistik	P	$\bar{X}$	S.S	Min-Max	Medyan	Çarpıklık	Basıklık
NDT		0,147	<0,001**	7,35	3,41	1,00-16,00	7,00	0,549	-0,351
Kor kas enduransı (sn)	Gövde fleksiyon	0,207	<0,001**	57,92	51,36	4,25-300,00	46,43	2,452	7,806
	Gövde ekstansiyon	0,149	<0,001**	40,43	26,35	3,90-122,34	33,17	1,097	0,650
	Sağ lateral köprü	0,097	0,030*	37,36	23,48	3,61-98,13	32,98	0,795	-0,062
	Sol lateral köprü	0,111	0,006*	37,67	22,31	3,19-98,05	32,20	0,787	-0,046
	Yüzüstü köprü	0,091	0,052	39,15	21,53	6,57-124,32	36,15	1,122	1,830
Lumbal propriosepsiyon (°)		0,114	0,004*	4,20	2,60	0,33-13,00	3,66	0,893	0,730
Lumbal lordoz açısı (°)		0,154	<0,001**	8,87	2,80	4,00-17,00	8,00	0,775	0,363
Postür (NYPDY)		0,219	<0,001**	60,54	3,69	47,00-65,00	61,00	-1,306	2,127
Bel ağrısı (ODİ)		0,256	0,001	18,92	8,79	4,44-40,00	17,77	1,039	1,148

Kolmogorov-Smirnov Testi, *p<0,05 , **p<0,01, Min: Minimum, Max: Maksimum, $\bar{X}$: Ortalama, S.S: Standart Sapma

Anterior, posteromedial, posterolateral, bileşik uzanma mesafesi Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları anlamlı değildi, aritmetik ortalama ve medyanın eşit ya da yakın olması, çarpıklık ve basıklık katsayılarının $\pm 1,5$ sınırları içinde bulunması nedeniyle verilerin normal dağılımdan geldiği belirlendi. Performans için Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları anlamlıydı ancak aritmetik ortalama ve medyanın eşit ya da yakın olmadığından, çarpıklık ve basıklık katsayıları $\pm 1,5$ sınırları içinde bulunduğundan verilerin normal dağılımdan geldiği belirlendi [104].

Denge ve performans değerlerinin dağılımı Tablo 4.4'te gösterildi.



Tablo 4.4. Denge ve Performans Değerlerinin Dağılımı

		İstatistik	P	$\bar{X}$	S.S	Min-Max	Medyan	Çarpıklık	Basıklık
Denge (Y denge testi) (cm)	Anterior	0,052	0,200	77,96	13,16	47,33-113,00	77,33	-0,006	-0,136
	Posteromedial	0,078	0,200	78,50	14,47	54,00-127,00	76,50	0,702	0,454
	Posterolateral	0,079	0,193	81,78	14,35	49,00-128,00	81,00	0,537	0,556
	Bileşik uzanma mesafesi	0,072	0,200	89,87	11,33	69,56-121,09	89,79	0,473	-0,149
Performans (tek bacak sıçrama testi) (cm)		0,107	0,010	97,70	24,80	35,00-171,33	95,50	0,692	1,067

Kolmogorov-Smirnov Testi, *p<0,05 , **p<0,01, Min: Minimum, Max: Maksimum, $\bar{X}$: Ortalama, S.S: Standart Sapma

Normal dağılım göstermeyen postür, gövde fleksiyonu ve yüzüstü köprü testi için Spearman Korelasyon Analizi, normal dağılım gösteren diğer veriler için Pearson Korelasyon Analizi kullanıldı. Medial longitudinal ark yüksekliği ile kor kas enduransı, lumbal propriyosepsiyon, lumbal lordoz, postür ve bel ağrısı arasındaki ilişki Tablo 4.5'te gösterildi.

Gövde fleksiyon, gövde ekstansiyon, sağ ve sol lateral köprü ve yüzüstü köprü ile medial longitudinal ark yüksekliği, pronasyonlu ayak, nötral ayak ve supinasyonlu ayak arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$).

Lumbal propriyosepsiyon ile medial longitudinal ark yüksekliği, pronasyonlu ayak, nötral ayak ve supinasyonlu ayak arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$).

Lumbal lordoz ile medial longitudinal ark yüksekliği, pronasyonlu ayak, nötral ayak ve supinasyonlu ayak arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$).

Medial longitudinal ark yüksekliği ile postür arasında negatif yönlü düşük düzeyde bir korelasyon olduğu sonucuna varıldı ($r=-0,422$, $p<0,001$). Postür ile pronasyonlu ayak, nötral ayak ve supinasyonlu ayak arasında ilişki anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$).

Bel ağrısı ile medial longitudinal ark yüksekliği, pronasyonlu ayak, nötral ayak ve supinasyonlu ayak anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 4.5. Medial Longitudinal Ark Yüksekliği ile Kor Kas Enduransı, Lumbal Propriyosepsiyon, Lumbal Lordoz, Postür ve Bel Ağrısı Arasındaki İlişki

			Medial longitudinal ark yüksekliği (n=94)	NDT		
				Pronasyonlu Ayak (n= 28)	Nötral Ayak (n=47)	Supinasyonlu Ayak (n=19)
Kor kas enduransı (sn)	Gövde fleksiyon	rho	0,101	-0,163	-,044	0,072
		p	0,335	0,415	0,769	0,764
	Gövde ekstansiyon	rho	0,134	0,043	-0,089	0,205
		p	0,199	0,830	0,554	0,385
	Sağ lateral köprü	rho	0,084	0,037	0,016	0,426
		p	0,419	0,854	0,915	0,061
	Sol lateral köprü	rho	0,050	-0,008	-0,019	0,301
		p	0,630	0,970	0,901	0,197
	Yüzüstü köprü	rho	0,118	-0,144	-0,007	0,263
		p	0,257	0,473	0,964	0,262
	Lumbal propriosepsiyon (°)	rho	-0,134	-0,134	0,022	-0,237
		p	0,198	0,505	0,882	0,314
Lumbal lordoz açısı (°)	rho	0,050	0,086	-0,081	-0,238	
	p	0,634	0,669	0,589	0,312	
Postür (NYPDY)	rho	-0,422	0,020	-0,219	0,055	
	p	<0,001	0,923	0,139	0,817	
Bel ağrısı (ODİ)	rho	0,013	-0,164	-0,246	-0,314	
	p	0,956	0,674	0,557	0,686	

rho: Spearman Korelasyon Katsayısı, NDT: Naviküler Düşme Testi, NYPDY: Newyork Postür Değerlendirme Yöntemi, ODİ: Oswestry Disabilite İndeksi, sn:saniye, cm:santimetre, °:derece

Denge ve performans verileri normal dağılım gösterdiğinden Pearson Korelasyon Analizi kullanıldı. Medial longitudinal ark yüksekliği ile denge ve performans arasındaki ilişki Tablo 4.6’te gösterildi.

Anterior, posteromedial, posterolateral uzanmalar ile medial longitudinal ark yüksekliği, pronasyonlu ayak ve supinasyonlu ayak arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$). Anterior uzanma ile nötral ayak arasında ise pozitif yönlü orta şiddette korelasyon olduğu görüldü ($r=0,514$, $p<0,001$).

Bileşik uzanma mesafesi ile medial longitudinal ark yüksekliği, pronasyonlu ayak ve supinasyonlu ayak arasında anlamlı bir ilişki yoktu ($p>0,05$). Bileşik uzanma mesafesi ile nötral ayak arasında pozitif yönlü düşük şiddette bir ilişki olduğu görüldü ($r=0,312$, $p=0,033$).

Tablo 4.6. Medial Longitudinal Ark Yüksekliği ile Denge ve Performans Arasındaki İlişki

			Medial longitudinal ark yüksekliği (n=94)	NDT		
				Pronasyonlu Ayak (n= 28)	Nötral Ayak (n=47)	Supinasyonlu Ayak (n=19)
Denge (Y denge testi) (cm)	Anterior	<i>rho</i>	0,182	-0,016	0,514*	-0,250
		<i>p</i>	0,079	0,939	<0,001	0,288
	Posteromedial	<i>rho</i>	0,097	0,030	0,157	0,303
		<i>p</i>	0,355	0,882	0,291	0,194
	Posterolateral	<i>rho</i>	0,096	0,030	0,193	0,148
		<i>p</i>	0,358	0,883	0,194	0,532
	Bileşik uzanma mesafesi	<i>rho</i>	0,156	0,126	0,312*	0,015
		<i>p</i>	0,132	0,533	0,033	0,951
	Performans (Tek bacak sıçrama) (cm)	<i>rho</i>	0,097	0,209	0,260	0,377
		<i>p</i>	0,350	0,294	0,078	0,101

rho: Pearson Korelasyon Katsayısı, NDT: Naviküler Düşme Testi, cm:santimetre

Medial longitudinal ark gruplarına göre karşılaştırma yapılması amacıyla normal dağılım gösteren kor kas enduransı, lumbal propriyosepsiyon, lumbal lordoz ve bel ağrısı için Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen postür içinse Kruskal Wallis analizi yapıldı. Medial longitudinal ark grupları arasındaki farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için Mann-Whitney U testi kullanıldı.

Postür için medial longitudinal ark grupları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu bulundu (KW=25,835; $p<0,001$). Post-Hoc test sonucuna göre pronasyonlu ayak grubu ile nötral ayak grubu arasında ($p<0,001$) ve pronasyonlu ayak grubu ile supinasyonlu ayak grubu arasında ($p<0,001$) anlamlı bir fark bulundu. Pronasyonlu ayak grubundaki bireylerin ($\bar{X}$:57,70±3,76) nötral ayak ($\bar{X}$:61,76±3,19) ve supinasyonlu ayak ($\bar{X}$:61,50±2,58) grubuna göre postür puanının daha düşük olduğu görüldü. Gövde fleksiyon, gövde ekstansiyon, sağ ve sol lateral köprü ve yüzüstü köprü ile medial longitudinal ark grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Lumbal propriyosepsiyon, lumbal lordoz ve bel ağrısı ile medial longitudinal ark grupları arasında anlamlı bir farklılık yoktu ($p>0,05$).

Tablo 4.7. Kor Kas Enduransı, Lumbal Propriyosepsiyon, Lumbal Lordoz, Postür ve Bel Ağrısının Medial Longitudinal Ark Gruplarına Göre Farklılık Analizi (n=94)

			N	$\bar{X}$	S.S	Sıra Ortalaması	F/ K-W	p	Fark
Kor kas enduransı (sn)	Gövde Fleksiyonu	Pronasyonlu Ayak ¹	27	65,46	57,78	52,89	1,723	0,422	-
		Nötral Ayak ²	47	58,66	53,87	46,40			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	45,98	32,98	42,80			
	Gövde Ekstansiyonu	Pronasyonlu Ayak ¹	27	46,85	32,91	52,04	1,136	0,326	-
		Nötral Ayak ²	47	38,13	24,14	45,21			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	37,18	20,54	46,75			
	Sağ Lateral Köprü	Pronasyonlu Ayak ¹	27	38,79	23,26	49,19	0,244	0,784	-
		Nötral Ayak ²	47	37,90	25,23	47,68			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	34,16	20,07	44,80			
	Sol Lateral Köprü	Pronasyonlu Ayak ¹	27	38,98	21,56	49,48	0,097	0,907	-
		Nötral Ayak ²	47	37,60	24,07	46,51			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	36,05	19,84	47,15			
	Yüzüstü Köprü	Pronasyonlu Ayak ¹	27	43,47	25,75	51,48	1,268	0,530	-
		Nötral Ayak ²	47	38,77	20,90	47,37			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	34,22	15,86	42,43			
Lumbal propriyosepsiyon (°)		Pronasyonlu Ayak ¹	27	3,81	2,69	42,13	0,638	0,530	-
		Nötral Ayak ²	47	4,22	2,60	48,22			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	4,68	2,50	53,05			
Lumbal lordoz açısı (°)		Pronasyonlu Ayak ¹	27	9,18	3,32	47,70	0,235	0,791	-
		Nötral Ayak ²	47	8,76	2,46	48,21			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	8,70	2,92	45,55			
Postür (NYPDY)		Pronasyonlu Ayak ¹	27	57,70	3,76	25,61	25,835	<0,001** Ø	1-2 p<0,001**β 1-3 p<0,001**β
		Nötral Ayak ²	47	61,76	3,19	57,57			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	61,50	2,58	53,38			
Bel ağrısı (ODİ)		Pronasyonlu Ayak ¹	27	20,64	11,31	11,28	0,064	0,938	-
		Nötral Ayak ²	47	16,41	5,57	10,31			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	20,05	8,61	11,75			

Ø: Kruskal Wallis, β : Mann Whitney U, N=Sayı, $\bar{X}$: Ortalama, S.S: Standart Sapma

Denge ve performans verileri normal dağılım gösterdiğinden Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanıldı. Teste ilişkin sonuçlar Tablo 4.8’de gösterildi.

Anterior, posteromedial, posterolateral, bileşik uzanma mesafesi ve tek bacak sıçrama için medial longitudinal ark grupları arasında anlamlı bir fark görülmedi ($p>0,05$).

Tablo 4.8. Denge ve Performansın Medial Longitudinal Ark Gruplarına göre Farklılık Analizi (n=94)

			N	$\bar{X}$	S.S	Sıra Ortalaması	F	p	Fark
Denge (Y denge testi) (cm)	Anterior	Pronasyonlu Ayak ¹	27	79,44	13,63	51,67	0,500	0,608	-
		Nötral Ayak ²	47	78,12	13,70	47,57			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	75,56	11,42	41,70			
	Posteromedial	Pronasyonlu Ayak ¹	27	81,13	13,54	53,48	1,607	0,206	-
		Nötral Ayak ²	47	75,84	13,29	42,99			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	81,20	17,65	50,03			
	Posterolateral	Pronasyonlu ayak ¹	27	83,70	14,56	52,22	0,536	0,587	-
		Nötral Ayak ²	47	80,28	12,99	45,17			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	82,73	17,25	46,60			
	Bileşik Uzanma Mesafesi	Pronasyonlu Ayak ¹	27	91,76	10,63	52,11	0,576	0,564	-
		Nötral Ayak ²	47	88,82	10,89	45,39			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	89,78	13,35	46,23			
Performans (Tek bacak sıçrama) (cm)		Pronasyonlu ayak ¹	27	97,86	27,64	48,37	0,64	0,938	-
		Nötral Ayak ²	47	96,93	23,67	46,72			
		Supinasyonlu Ayak ³	20	99,31	24,60	48,15			

N=Sayı, $\bar{X}$: Ortalama, S.S: Standart Sapma cm:santimetre

5. TARTIŞMA

Sağlıklı bireylerde medial longitudinal ark yüksekliği ile kor kas enduransı, lumbal propriyosepsiyon, lumbal lordoz, denge, performans ve postür arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yaptığımız çalışma sonucunda medial longitudinal ark yüksekliği ile postür arasında negatif yönlü düşük düzeyde bir ilişki olduğu bulundu. Pronasyonlu ayağa sahip bireylerin nötral ayak ve supinasyonlu ayağa göre postür puanının daha düşük olduğu görüldü. Nötral ayak ile Y denge testi anterior uzanma arasında pozitif yönlü orta şiddette bir ilişki olduğu görülürken bileşik uzanma mesafesi ile arasında pozitif yönlü düşük şiddette bir ilişki olduğu görüldü.

Ayak medial longitudinal arkı vücut ağırlığının desteklenmesi ve yürüme mekanizmasında önemli rol oynamaktadır [31]. Medial longitudinal ark yüksekliğindeki değişim ayak için çeşitli işlev bozuklukları oluşturur [105] ve proksimal eklemlere ayaktan gelen kuvvetleri ileterek kendisinden uzak vücut kısımlarında kompensatuar değişimler ortaya çıkarabilir [106]. Medial longitudinal ark yükseklik değişiminin alt ekstremité [107, 108], pelvis [82] ve omurgada [109] çeşitli bozukluklar için risk faktörü olabileceğine dair çalışmalar bulunmaktadır. Bu durum lumbopelvik bölgedeki değişikliklerle kor kas enduransının ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Düşük ark ile gövde kasları torkunu inceleyen bir çalışmada esnek pes planuslu bireylerde normal ayaklı bireylere kıyasla gövde fleksör ve ekstansörlerinin tepe torkunda anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür [8]. Kor kaslarının değerlendirilmesinde enduransın daha önemli olduğunu savunan diğer bir çalışmada esnek pes planuslu ve normal ayaklı bireylerin gövde fleksiyon ve gövde ekstansiyon testlerinde anlamlı bir fark görülmezken, esnek pes planuslu bireylerin lateral kor kaslarının enduransında normal ayaklı bireylere kıyasla önemli ölçüde azalma olduğu ortaya konmuştur [9]. Çalışmamızda, mevcut çalışmada olduğu gibi medial longitudinal ark yüksekliğini NDT, kor enduransını gövde fleksiyon, gövde ekstansiyon ve lateral köprü testleri ile değerlendirdik, farklı olarak yüzüstü köprü testi de uyguladık. Çalışmamızın sonucunda medial longitudinal ark yüksekliği ile gövde ekstansiyon, gövde fleksiyon, lateral sağ ve sol köprü ve yüzüstü köprü testlerinin hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı. Bu çalışmaya benzer şekilde

gövde fleksiyon ve ekstansiyon ile medial longitudinal ark yüksekliği arasında anlamlı ilişki olmadığı sonucuna varılırken bu çalışmanın aksine lateral kasların enduransı ile medial longitudinal ark yüksekliği arasında da anlamlı bir ilişki olmadığı görüldü. Yapılan bu çalışmada lateral kor kas enduransında azalmanın kalça kaslarının etkilenimi ve bunların anatomik bağlantısı nedeniyle olduğu düşünülmüştür [9]. Bizim çalışmamızda böyle bir sonuca ulaşılmaması, medial longitudinal ark yüksekliğinin yol açabileceği kas değişikliklerini katılımcılarımızın tolere edebildiklerini düşündürmektedir.

Propriyosepsiyon, kas-iskelet sisteminin mekânsal ve mekanik durumunun farkındalığını içerir [110]. Propriyosepsiyon kas, eklem stabilitesi, hareketin düzgünlüğü, denge ve koordinasyon için önemli olan ileri ve geri besleme görevlerini yerine getirir [72, 73]. Lumbal propriyosepsiyon, intervertebral diskler, bağlar, faset eklemler ve kaslarda bulunan mekanoreseptörlerden gelen sinyaller ile üretilir [74]. Paraspinal kaslar bol miktarda kas iğciği içerdiğinden, propriyoseptif sinyallerin üretilmesinde önemli rol oynarlar [79]. Propriyoseptif bildirimdeki sorun bel ağrısı için risk oluşturabileceği gibi oluşan bel ağrısı da propriyosepsiyonun aksamasına veya azalmasına neden olabilir [14, 15]. Medial longitudinal ark ile lumbal lordoz ve bel ağrısının ilişkili olabileceği literatürde görülmektedir [5]. Lumbal lordoz değişimine bağlı olarak ortaya çıkabilecek iskelet kas sorunları ve oluşabilecek bel ağrısı probleminin lumbal propriyosepsiyonu etkileyebileceğini varsayabiliriz. Bildiğimiz kadarıyla doğrudan medial longitudinal ark ve lumbal propriyosepsiyon ilişkisi üzerine inceleme yapılan çalışma bulunmamaktadır. Yaptığımız çalışmaya göre medial longitudinal ark yüksekliği ile lumbal propriyosepsiyon arasında ilişki bulunmamaktadır. Bu sonucun katılımcıların medial longitudinal arktaki değişimleri tolere edebilecek yaşlarda olmalarından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Bel ağrısı çevre kasları etkiler, kas iğciklerindeki sinyalleme bozulmasıyla zayıf propriyosepsiyon görülür [14]. Bu bağlamda propriyosepsiyon sonucumuz çalışmamızın medial longitudinal ark ile kor kasları ve bel ağrısı arasında anlamlı ilişki bulunmadığı sonuçlarıyla da uyumlu görünmektedir. Ayak arkına bağlı olarak ortaya çıkan bel ağrısı yaşayan bireylerde propriyosepsiyonun değerlendirilmesinin farklı sonuçlar çıkarabileceğini düşünmekteyiz.

Lumbal vertebraların oluşturduğu lordoz omurganın doğal eğriliklerinden biridir. İnterspinal kaslar, erektör spina ve latissimus dorsi gibi birçok kas için bağlantı sağlayan bölgedir [64]. Yapılan bir çalışmada bilateral, esnek, ikinci derece pes planuslu bireylerin sağlıklı bireylere kıyasla anterior pelvik tilte ve artmış lumbal lordoz ve torakal kifoza sahip oldukları ortaya koyulmuştur. Bu çalışmada kasa bağlı değişimler incelenmemiş ancak lumbal lordozdaki artışın özellikle kadınlarda kas güçsüzlüğüne neden olacağı bunun da lumbal lordozu daha fazla artıracığı belirtilmiştir [6]. Bir diğer çalışmada pelvik tiltteki değişimin lumbal lordozu önemli ölçüde etkilediği gösterilmiştir [66]. Düşük arklı ayağın frontal düzlemde pelvik tilti artırdığını bildiren bir çalışmada pelvis ve lumbal bölge arasındaki anatomik ilişki nedeniyle pelvise ait değişimin lumbal lordozu etkileyebileceği düşünülmüştür [82]. Diğer bir çalışmada ayak pronasyonunun artmasıyla birlikte lumbal lordozun arttığı ortaya konmuştur [109]. 18-35 yaş arasındaki 58 genç sağlıklı yetişkinin, NDT'ye göre pronasyonlu ayak ve normal ayak olmak üzere 2 gruba ayrıldığı bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada düşük arkın alt ekstremit ve spinal dizilimi etkilediği sonucuna varılmıştır. Pronasyonlu ayağa sahip olan bireylerde lumbal lordoz indeksinin artmış olduğu gösterilmiştir [106]. Tüm bunlar medial longitudinal ark değişiminin lumbal lordoz ile ilişkili olabileceği düşüncesini oluşturmaktadır. Çalışmamızda medial longitudinal ark yüksekliği ile lumbal lordoz arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna varıldı. Diğer çalışmalardan farklı olan bu sonucun çalışmaya katılan bireylerin demografik özelliklerine ilişkili olarak ya da lumbal lordoz ölçümündeki yöntemsel farklılıklardan dolayı ortaya çıkmış olabileceğini düşünmekteyiz. Ayak medial longitudinal arkındaki değişimlerin uzun süreli etkileri lumbal bölgede etki ortaya çıkarabilmektedir [5]. Bu bağlamda katılımcıların uzun süredir bu durumu yaşamadıkları, lumbal bölgeyi etkileyebilecek düzeyde bir ark yükseklik değişimine sahip olmadıkları veya lumbal lordozda değişim ortaya çıkmasını önleyen telafi edici mekanizmalar kullanmış olabilecekleri düşünülebilir. Çalışmamızda lumbal lordozla anlamlı bir ilişki bulunamaması kor kasları ile ilişki olmadığı sonucunu da desteklemektedir.

Yapılan bir çalışmada esnek pes planuslu bireylerin, normal ayaklı bireylere kıyasla kor kaslarının enduransında azalma olacağı ve bunun da bel ağrısına potansiyel

oluşturabileceği varsayılmıştır [9]. Diğer bir çalışmada ayağın pronasyonu ile mekanik bel ağrısının ilişkili olduğu bildirilmiştir [62]. Borges ve ark. [5] bel ağrısı şikayeti olan kadınlarda yaptığı çalışmada ise lumbal lordoz artışı ile düşük ark arasında, lumbal lordoz azalması ile yüksek ark arasında anlamlı ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Pes planusu olan bireylerde yapılan bir çalışmada ise pes planuslu bireylerin olmayanlara göre ODİ skorunun daha yüksek olduğunu ve pes planusun genç sedanterlerde bel ağrısına neden olabildiği gösterilmiştir [13]. Çalışmamız sonucumuzda, medial longitudinal ark yüksekliği ile bel ağrısı arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görüldü. Bunun bel ağrısı yaşayan katılımcı sayımızın az olmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Postür, otomatik ve bilinçsiz olarak vücudun yerçekimi kuvvetine karşı verdiği tepkidir. İskelet kaslarının kasılması ve nöromusküler fonksiyon ile ayarlanır ve korunur [80]. Doğru postürün sürdürülebilmesi için omurganın kifo ve lordoz anatomik bölgeleri arasında belirli uyum göstermesi gereklidir. Örneğin lumbal lordozun artması postürün kötüleşmesine neden olmaktadır [7]. Ayak postüründeki değişiklikler omurga ve pelvisi etkileyebilir, dolayısıyla ayak ark değişimleri postür ile ilişkilendirilmektedir. Yapılan bir çalışmada düşük arklı bireylerin normal arklı bireylere kıyasla anterior pelvik tilte, artmış lordoz ve kifoza sahip oldukları ortaya koyulmuştur. Artan kifozun postürü korumak adına lumbal lordoz artışını telafi edici bir mekanizma olarak ortaya çıktığını ifade etmişlerdir [6]. Bu bağlamda ayak ark yüksekliğine bağlı ortaya çıkan durumları kompanse ederek postürü korumak adına yeni bozulmalar ortaya çıkabilir. Ghasemi ve ark.[109] ultrason tabanlı hareket analiz sistemi ile yaptığı çalışmada bilateral ayak pronasyonunun artmasıyla birlikte sakral açı, pelvik tilt, lumbal lordoz ve torasik kifozun arttığını ortaya koymuş ve bunları telafi edici mekanizmalar olarak değerlendirmiştir. Önceki çalışmalar, pes planusun tek taraflı ayakta durmada kalça ve pelviste yanlış hizalanmaya ve kalça rotasyonuna neden olduğunu göstermiştir [21]. Tek taraflı pes planusun yapay olarak oluşturulduğu bir çalışmada yürüme sırasında alt ekstremitte iç rotasyonunda artış ortaya çıktığı gözlemlenmiştir [108]. Tüm bunlara bakıldığında ayaktan omurgaya doğru kinetik zincirin devamı olarak birçok bozukluğun ortaya çıkabileceği ve vücut postürünün kötüleşebileceğini varsayabiliriz. Çalışmamızda postür puanı ile medial

longitudinal ark yüksekliği negatif yönlü düşük düzeyde korelasyon gösterdi. Pronasyonlu ayak grubu ile nötral ayak grubu arasında ve pronasyonlu ayak ile supinasyonlu ayak grubu arasında anlamlı bir fark olduğu bulundu. Pronasyonlu ayak grubundaki bireylerin nötral ve supinasyonlu ayak grubuna göre postür puanının daha düşük olduğu görüldü. Bu sonuç doğrultusunda, ayak pronasyonunun ayak supinasyonuna göre postüre daha fazla etki ediyor olabileceği düşünölebilir.

Denge, vücudun ağırlık merkezini destek tabanı içerisinde koruyabilmesidir. Statik denge, kişinin neredeyse hareket etmeden bu konumu korumasıyken dinamik denge, hareket oluşumundan söz edilebildiği zamanlarda ortaya çıkan bir durumdur [111]. Ayak medial longitudinal arkına bağlı değişimler denge ve performansı etkileyebilmektedir [30]. Medial longitudinal ark yüksekliğindeki değişim ile dengenin etkilenmesinin ayağın yapısal ve fonksiyonel değişikliklerinden ve dış kuvvetleri absorbe edememesinden kaynaklanabileceği düşünölmektedir [30]. Kim ve ark. [19] 28 kişinin katıldığı bir çalışmada esnek pes planus ve nötral ayak arasındaki farkı değerlendirmek amacıyla denge ölçümü için Y denge testi kullanmışlardır. Bu çalışmada iki grup arasında Y denge testi puanlarının istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği görölmüşür. Bu sonuçların Y denge testi sırasında telafi edici postüral ayarlamalardan kaynaklanabileceği varsayılmıştır. Cote ve ark. [16] medial longitudinal ark yüksekliğini ölçerek ayak postürünü pronasyonlu, nötral ve supinasyonlu ayak olmak üzere üç gruba ayırdığı çalışmasında dinamik ve statik denge ile ark yüksekliği arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir. Bu çalışmada dinamik denge için Yıldız Denge Testi kullanılmış ve çalışma sonucunda ayak postürü ile denge arasında ilişki bulunmamıştır. Ancak ayak pronasyonuna sahip bireylerin anterior ve anteriomedial yönde, supinasyonlu ayaklı bireylerin ise posterior ve posterolateral yönde daha uzağa ulaştığı görölmüşür. Lateral yönde, supinasyonlu ayağa sahip olanlar pronasyonlu ayağa sahip olanlardan daha uzağa ulaşmış, ancak nötral ayağa sahip olanlardan daha uzağa ulaşmamıştır. Supinasyonlu ayağa sahip bir bireyin ayağın lateral yüzüne daha fazla baskı uyguladığı bu nedenle lateral yönde stabilite sınırlarının daha fazla olmasının makul görüneceğini belirtilmiştir. Pronasyonlu ayağa sahip bireylerin lateral yönde uzanmasının az olması düşük arkta ayağın medial yönüne doğru çökme eğiliminde olması ve tam ağırlık taşımada rijit bir desteği koruma

yeteneğinin azalması ile açıklanmıştır. Artan ayak mobilitesinin pronasyonlu ayağa sahip bireylerin anterior yönde hem nötral ayaklı hem de supinasyonlu ayaklı bireylerden daha uzağa ve anteromedial yönde nötral ayaklı bireylerden daha uzağa neden ulaştığını da açıklayabileceği söylenmiştir. Çalışmamızın sonuçlarına göre, nötral ayak grubu ile anterior uzanma arasında pozitif yönde korelasyon olduğu görüldü. Nötral ayak grubu ile bileşik uzanma mesafesi arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardı. Bu durum ayak postürünün düzgün olmasının denge ile ilişkili olabileceğini göstermektedir.

50 sporcunun dahil edildiği bir çalışmada pes planus Feiss çizgisi yöntemiyle değerlendirilerek denge ve dikey sıçrama performansları ile arasındaki ilişki incelemiştir. Çalışmanın sonucunda dikey sıçrama performansı ile pes planus arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur [84]. Esnek pes planuslu çocuklarda yapılan bir çalışmada ise bu çocukların yürüyüş parametreleri açısından daha düşük performans sergilediği ileri sürülmüştür [112]. Diğer bir çalışmada ise 11-15 yaş arası 218 çocuğun ayakları taranmış ve ark indeksi belirlenmiştir. Toplamda, 17 atletik performans ölçütü kullanılmış ve düztabanlığın fiziksel performansla ilişkili olmadığı gösterilmiştir [113]. Sağlıklı üniversite öğrencilerinde yapılan bir çalışmada medial longitudinal ark yüksekliği ile uzun ve vertikal sıçrama ile ölçülen patlayıcı alt ekstremité gücü arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır [68]. 18 ile 25 yaş arası 64 sağlıklı genç yetişkinin katıldığı ve ayak medial longitudinal ark yüksekliğinin NDT, fiziksel performansın ise yana adım testi, mekik koşu testi ve dikey sıçrama testleri ile değerlendirildiği bir çalışma yapılmıştır. Bireylerde ayak pronasyonu arttıkça yana adım testi ve mekik koşu testi performanslarının azaldığı saptanmıştır. NDT ile dikey sıçrama testi arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır [85]. Ark yüksekliğindeki değişikliklerin fiziksel performans üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Yetişkin erkeklerde ayak ark yüksekliği ile ayak bileği kas kuvveti ve fiziksel performans arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada ark yükseklik indeksi ve 3 boyutlu bir ayak tarayıcı kullanılarak ayak ark yükseklikleri kategorize edilmiştir. Performans ölçümü, içinde vertikal sıçramanın da bulunduğu parametrelerle yapılan bir çalışmada ark yüksekliği ile fiziksel performans arasında ilişki olmadığı sonucuna varılmıştır [18]. Yaptığımız çalışmada, medial longitudinal ark yüksekliği ile

performans ölçümü için kullandığımız tek bacak sıçrama testi sonuçları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görüldü. Çalışmamızda fiziksel performans değerlendirmesi için diğer çalışmalardan farklı olarak tek bacak sıçrama testi kullanılmıştır. Ayak medial longitudinal arkının değişmesiyle ayak postürünün ve buna bağlı olarak normal ayak fonksiyonunun değişmesi performansın etkileneceğini düşündürse de önceki çalışmaları da destekleyecek şekilde performans ve ark yüksekliği arasında ilişki bulunmamıştır. Bunun nedeninin fiziksel performansın birçok vücut bölümünün bir arada çalışmasının bir sonucu olması ve bu nedenle sadece ark yüksekliğini kullanarak fiziksel performans hakkında bir sonucuna varmanın zor olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Medial longitudinal ark yüksekliği ile performans arasındaki ilişkiyi belirlemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Limitasyonlar

Çalışmamızın bazı limitasyonları vardı. Çalışmamıza 19-25 yaş aralığında 94 sağlıklı birey dahil edildi. Daha ileri yaşlardaki bireylerin çalışmaya dahil edilmesi farklı sonuçlar çıkmasına sebep olabilirdi. Ayrıca çalışmamıza sadece asemptomatik bireylerin dahil edilmiş olması da çalışmamızın diğer bir limitasyonuydu. Çalışmamız sağlıklı bireyler ile sınırlıydı. Gelecek çalışmalar bu durumlar göz önünde bulundurularak yapılabilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı sağlıklı bireylerde medial longitudinal ark yüksekliği ile kor kas enduransı, lumbal propriyosepsiyon, lumbal lordoz ve postür arasındaki ilişkinin incelenmesiydi. Çalışmamızın sonucunda;

1. Medial longitudinal ark yüksekliği ile postür arasında negatif yönlü düşük düzeyde bir ilişki olduğu bulundu.
2. Pronasyonlu ayak grubundaki bireylerin nötral ayak ve supinasyonlu ayak grubuna göre postür puanının daha düşük olduğu görüldü.
3. Y denge testi anterior uzanma ile nötral ayak grubu arasında pozitif yönlü orta şiddette bir ilişki olduğu görülürken bileşik uzanma mesafesi ile nötral ayak grubu arasında pozitif yönlü düşük şiddette bir ilişki olduğu görüldü.
4. Medial longitudinal ark yüksekliği ile kor kas enduransı, lumbal lordoz, lumbal propriyosepsiyon, bel ağrısı ve performans arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı.

Sonuçlar doğrultusunda; medial longitudinal ark yüksekliğinin diğer vücut kısımları ile ilişkili olabileceğinin ve çeşitli değişimler ortaya çıkarabilme potansiyeline sahip olduğunun göz önünde bulundurulması gerektiğini ve ayak medial longitudinal arkına yönelik egzersizlerin postür ve denge için pozitif etkide bulunabileceğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. MacGregor, R., & Byerly, D. W. (2022). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot Bones. In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2022, StatPearls Publishing LLC.
2. Gwani, A. S., Asari, M. A., & Mohd Ismail, Z. I. (2017). How the three arches of the foot intercorrelate. *Folia Morphol (Warsz)*, 76(4), 682-688.
3. Raj, M. A., Tafti, D., & Kiel, J. (2022). Pes Planus. In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2022, StatPearls Publishing LLC.
4. Babu, D., & Bordoni, B. (2022). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Medial Longitudinal Arch of the Foot. In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2022, StatPearls Publishing LLC.
5. Borges Cdos, S., Fernandes, L. F., & Bertoncello, D. (2013). Relationship between lumbar changes and modifications in the plantar arch in women with low back pain. *Acta Ortop Bras*, 21(3), 135-138.
6. Abdel-Raoof, N., Shewitta, D., & Tantawy, S. (2013). Influence of second-degree flatfoot on spinal and pelvic mechanics in young females. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 20, 428-434.
7. Mac-Thiong, J.-M., Labelle, H., & Roussouly, P. J. E. S. J. (2011). *Pediatric sagittal alignment*. 20, 586-590.
8. Zahran, S., Aly, S., & Zaky, L. (2017). Effects of bilateral flexible flatfoot on trunk and hip muscles' torque. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 24, 7-14.
9. Elataar, F. F., Abdelmajeed, S. F., Abdellatif, N. M. N., & Mohammed, M. M. (2020). Core muscles' endurance in flexible flatfeet: A cross - sectional study. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 20(3), 404-410.
10. Kim, H. J., Chung, S., Kim, S., Shin, H., Lee, J., Kim, S., & Song, M. Y. (2006). Influences of trunk muscles on lumbar lordosis and sacral angle. *Eur Spine J*, 15(4), 409-414.

11. Chun, S. W., Lim, C. Y., Kim, K., Hwang, J., & Chung, S. G. (2017). The relationships between low back pain and lumbar lordosis: a systematic review and meta-analysis. *Spine J*, 17(8), 1180-1191.
12. Habibi, Z., Maleki, F., Meybodi, A. T., Mahdavi, A., & Saberi, H. (2014). Lumbosacral sagittal alignment in association to intervertebral disc diseases. *Asian Spine J*, 8(6), 813-819.
13. Ünver, B., Suner-Keklik, S., Yıldırım Şahan, T., & Bek, N. (2019). Pes Planusun Alt Ekstremité Biyomekaniğine ve Fonksiyonelliğe Etkisi. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*.
14. Meier, M. L., Vrana, A., & Schweinhardt, P. (2019). Low Back Pain: The Potential Contribution of Supraspinal Motor Control and Proprioception. *Neuroscientist*, 25(6), 583-596.
15. Hlaing, S. S., Puntumetakul, R., Khine, E. E., & Boucaut, R. (2021). Effects of core stabilization exercise and strengthening exercise on proprioception, balance, muscle thickness and pain related outcomes in patients with subacute nonspecific low back pain: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*, 22(1), 998.
16. Cote, K. P., Brunet, M. E., Gansneder, B. M., & Shultz, S. J. (2005). Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability. *J Athl Train*, 40(1), 41-46.
17. Chang, Y.-W., Hung, W., Wu, H.-W., Chiu, Y.-C., & Hsu, H.-C. (2010). Measurements of Foot Arch in Standing, Level Walking, Vertical Jump and Sprint Start. *Int J Sport Exerc Sci*, 2.
18. Zhao, X., Tsujimoto, T., Kim, B., & Tanaka, K. (2017). Association of arch height with ankle muscle strength and physical performance in adult men. *Biol Sport*, 34(2), 119-126.
19. Kim, J.-a., Lim, O.-b., & Yi, C.-h. (2015). Difference in static and dynamic stability between flexible flatfeet and neutral feet. *Gait & Posture*, 41(2), 546-550.
20. Ficke, J., & Byerly, D. W. (2022). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot. In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2022, StatPearls Publishing LLC.
21. Khamis, S., & Yizhar, Z. (2007). Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait Posture*, 25(1), 127-134.

22. Saltzman, C. L., & Nawoczenski, D. A. (1995). Complexities of foot architecture as a base of support. *J Orthop Sports Phys Ther*, 21(6), 354-360.
23. Chan, C. W., & Rudins, A. (1994). Foot biomechanics during walking and running. *Mayo Clin Proc*, 69(5), 448-461.
24. Lang, L. M. G. (1987). The anatomy of the foot. *Baillière's Clinical Rheumatology*, 1(2), 215-240.
25. Manganaro, D., Dollinger, B., Nezwiek, T. A., & Sadiq, N. M. (2022). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot Joints. In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2022, StatPearls Publishing LLC.
26. Koulouris, G., & Morrison, W. B. (2005). Foot and ankle disorders: radiographic signs. *Semin Roentgenol*, 40(4), 358-379.
27. Card, R. K., & Bordoni, B. (2022). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot Muscles. In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2022, StatPearls Publishing LLC.
28. Aenumulapalli, A., Kulkarni, M. M., & Gandotra, A. R. (2017). Prevalence of Flexible Flat Foot in Adults: A Cross-sectional Study. *J Clin Diagn Res*, 11(6), Ac17-ac20.
29. Riegger, C. L. (1988). Anatomy of the ankle and foot. *Phys Ther*, 68(12), 1802-1814.
30. Kodithuwakku Arachchige, S. N. K., Chander, H., & Knight, A. (2019). Flatfeet: Biomechanical implications, assessment and management. *Foot (Edinb)*, 38, 81-85.
31. Saltzman, C. L., Nawoczenski, D. A., & Talbot, K. D. (1995). Measurement of the medial longitudinal arch. *Arch Phys Med Rehabil*, 76(1), 45-49.
32. Franco, A. H. (1987). Pes Cavus and Pes Planus: Analyses and Treatment. *Phys Ther*, 67(5), 688-694.
33. Woźniacka, R., Bac, A., Matusik, S., Szczygieł, E., & Ciszek, E. (2013). Body weight and the medial longitudinal foot arch: high-arched foot, a hidden problem? *Eur J Pediatr*, 172(5), 683-691.
34. Giallonardo, L. M. (1988). Clinical evaluation of foot and ankle dysfunction. *Phys Ther*, 68(12), 1850-1856.

35. Zuñil-Escobar, J. C., Martínez-Cepa, C. B., Martín-Urrialde, J. A., & Gómez-Conesa, A. (2018). Medial Longitudinal Arch: Accuracy, Reliability, and Correlation Between Navicular Drop Test and Footprint Parameters. *J Manipulative Physiol Ther*, 41(8), 672-679.
36. Banwell, H. A., Paris, M. E., Mackintosh, S., & Williams, C. M. (2018). Paediatric flexible flat foot: how are we measuring it and are we getting it right? A systematic review. *J Foot Ankle Res*, 11, 21.
37. Ueki, Y., Sakuma, E., & Wada, I. (2019). Pathology and management of flexible flat foot in children. *J Orthop Sci*, 24(1), 9-13.
38. Vanderwilde, R., Staheli, L. T., Chew, D. E., & Malagon, V. (1988). Measurements on radiographs of the foot in normal infants and children. *J Bone Joint Surg Am*, 70(3), 407-415.
39. Nilsson, M. K., Friis, R., Michaelsen, M. S., Jakobsen, P. A., & Nielsen, R. O. (2012). Classification of the height and flexibility of the medial longitudinal arch of the foot. *J Foot Ankle Res*, 5, 3.
40. HO., F. (1909). A simple method of estimating the common variations and deformities of the foot. . *Am J Med Sci*, 138(2):213-30.
41. Stavlas, P., Grivas, T. B., Michas, C., Vasiliadis, E., & Polyzois, V. (2005). The evolution of foot morphology in children between 6 and 17 years of age: a cross-sectional study based on footprints in a Mediterranean population. *J Foot Ankle Surg*, 44(6), 424-428.
42. Chen, K. C., Yeh, C. J., Kuo, J. F., Hsieh, C. L., Yang, S. F., & Wang, C. H. (2011). Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. *Eur J Pediatr*, 170(5), 611-617.
43. Yildiz, S., Şahin, S., & Bek, N. (2021). Fizyolojik Pes Planus Görülen Çocuklarda Sağlıkla İlgili Yaşam Kalitesi ile Alt Ekstremitte Biyomekaniksel Özellikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi – Pilot Çalışma. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11.
44. Sung, P. S., Zipple, J. T., Andracka, J. M., & Danial, P. (2017). The kinetic and kinematic stability measures in healthy adult subjects with and without flat foot. *Foot (Edinb)*, 30, 21-26.

45. Alam, F., Raza, S., Moiz, J. A., Bhati, P., Anwer, S., & Alghadir, A. (2019). Effects of selective strengthening of tibialis posterior and stretching of iliopsoas on navicular drop, dynamic balance, and lower limb muscle activity in pronated feet: A randomized clinical trial. *Phys Sportsmed*, 47(3), 301-311.
46. Tang, C. Y. K., Ng, K. H., & Lai, J. (2020). Adult flatfoot. *Bmj*, 368, m295.
47. Roth, S., Roth, A., Jotanovic, Z., & Madarevic, T. (2013). Navicular index for differentiation of flatfoot from normal foot. *Int Orthop*, 37(6), 1107-1112.
48. Abdel-Fattah, M. M., Hassanin, M. M., Felembane, F. A., & Nassaane, M. T. (2006). Flat foot among Saudi Arabian army recruits: prevalence and risk factors. *East Mediterr Health J*, 12(1-2), 211-217.
49. McCarthy, D. J. (1989). The developmental anatomy of pes valgo planus. *Clin Podiatr Med Surg*, 6(3), 491-509.
50. Halabchi, F., Mazaheri, R., Mirshahi, M., & Abbasian, L. (2013). Pediatric flexible flatfoot; clinical aspects and algorithmic approach. *Iran J Pediatr*, 23(3), 247-260.
51. Seaman, T. J., & Ball, T. A. (2022). Pes Cavus. In *StatPearls*. StatPearls Publishing Copyright © 2022, StatPearls Publishing LLC. Treasure Island (FL).
52. Sanpera, I., Villafranca-Solano, S., Muñoz-Lopez, C., & Sanpera-Iglesias, J. (2021). How to manage pes cavus in children and adolescents? *EFORT Open Rev*, 6(6), 510-517.
53. Aminian, A., & Sangeorzan, B. J. (2008). The anatomy of cavus foot deformity. *Foot Ankle Clin*, 13(2), 191-198, v.
54. Young, C. C., Niedfeldt, M. W., Morris, G. A., & Eerkes, K. J. (2005). Clinical examination of the foot and ankle. *Prim Care*, 32(1), 105-132.
55. Rivera, C. E. (2016). Core and Lumbopelvic Stabilization in Runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 27(1), 319-337.
56. Martuscello, J. M., Nuzzo, J. L., Ashley, C. D., Campbell, B. I., Orriola, J. J., & Mayer, J. M. (2013). Systematic review of core muscle activity during physical fitness exercises. *J Strength Cond Res*, 27(6), 1684-1698.

57. Hodges, P. W., & Danneels, L. (2019). Changes in Structure and Function of the Back Muscles in Low Back Pain: Different Time Points, Observations, and Mechanisms. *J Orthop Sports Phys Ther*, 49(6), 464-476.
58. Fatemi, R., Javid, M., & Najafabadi, E. M. (2015). Effects of William training on lumbosacral muscles function, lumbar curve and pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 28(3), 591-597.
59. Willson, J. D., Dougherty, C. P., Ireland, M. L., & Davis, I. M. (2005). Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *J Am Acad Orthop Surg*, 13(5), 316-325.
60. Junker, D., & Stöggel, T. (2019). The Training Effects of Foam Rolling on Core Strength Endurance, Balance, Muscle Performance and Range of Motion: A Randomized Controlled Trial. *J Sports Sci Med*, 18(2), 229-238.
61. Been, E., & Kalichman, L. (2014). Lumbar lordosis. *Spine J*, 14(1), 87-97.
62. O'Leary, C. B., Cahill, C. R., Robinson, A. W., Barnes, M. J., & Hong, J. (2013). A systematic review: the effects of podiatric deviations on nonspecific chronic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 26(2), 117-123.
63. Yeager, V. L. (1986). Anatomy of the lumbar vertebral column. *Semin Neurol*, 6(4), 341-349.
64. Waxenbaum, J. A., Reddy, V., Williams, C., & Futterman, B. (2022). Anatomy, Back, Lumbar Vertebrae. In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2022, StatPearls Publishing LLC.
65. Büyükturan B. , K. C., Özsoy İ. , Ceylan İ. , Büyükturan Ö. . (2019). Torakal ve Lumbal Eğrilikler ile Gövde Kaslarının Güç ve Enduransı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi.*, 10(2), 88-92.
66. Levine, D., & Whittle, M. W. (1996). The effects of pelvic movement on lumbar lordosis in the standing position. *J Orthop Sports Phys Ther*, 24(3), 130-135.
67. Rosende-Bautista, C., Munuera-Martínez, P. V., Seoane-Pillado, T., Reina-Bueno, M., Alonso-Tajes, F., Pérez-García, S., & Domínguez-Maldonado, G. (2021). Relationship of Body Mass Index and Footprint Morphology to the Actual Height of the Medial

Longitudinal Arch of the Foot. *Int J Environ Res Public Health*, 18(18).

68. Lizis, P., Posadzki, P., & Smith, T. (2010). Relationship between explosive muscle strength and medial longitudinal arch of the foot. *Foot Ankle Int*, 31(9), 815-822.
69. Hoy, D., Brooks, P., Blyth, F., & Buchbinder, R. (2010). The Epidemiology of low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 24(6), 769-781.
70. Will, J. S., Bury, D. C., & Miller, J. A. (2018). Mechanical Low Back Pain. *Am Fam Physician*, 98(7), 421-428.
71. Hillier, S., Immink, M., & Thewlis, D. (2015). Assessing Proprioception: A Systematic Review of Possibilities. *Neurorehabil Neural Repair*, 29(10), 933-949.
72. Røijezon, U., Clark, N. C., & Treleaven, J. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Man Ther*, 20(3), 368-377.
73. Clark, N. C., Røijezon, U., & Treleaven, J. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. *Man Ther*, 20(3), 378-387.
74. Lee, A. S., Cholewicki, J., Reeves, N. P., Zazulak, B. T., & Mysliwiec, L. W. (2010). Comparison of Trunk Proprioception Between Patients With Low Back Pain and Healthy Controls. *Arch Phys Med Rehabil*, 91(9), 1327-1331.
75. Parkhurst, T. M., & Burnett, C. N. (1994). Injury and proprioception in the lower back. *J Orthop Sports Phys Ther*, 19(5), 282-295.
76. Brumagne, S., Cordo, P., Lysens, R., Verschueren, S., & Swinnen, S. (2000). The role of paraspinal muscle spindles in lumbosacral position sense in individuals with and without low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 25(8), 989-994.
77. Pinto, S. M., Cheung, J. P. Y., Samartzis, D., Karppinen, J., Zheng, Y. P., Pang, M. Y. C., & Wong, A. Y. L. (2020). Differences in Proprioception Between Young and Middle-Aged Adults With and Without Chronic Low Back Pain. *Front Neurol*, 11, 605787.

78. Tong, M. H., Mousavi, S. J., Kiers, H., Ferreira, P., Refshauge, K., & van Dieën, J. (2017). Is There a Relationship Between Lumbar Proprioception and Low Back Pain? A Systematic Review With Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil*, 98(1), 120-136.e122.
79. Koumantakis, G. A., Winstanley, J., & Oldham, J. A. (2002). Thoracolumbar proprioception in individuals with and without low back pain: intratester reliability, clinical applicability, and validity. *J Orthop Sports Phys Ther*, 32(7), 327-335.
80. Carini, F., Mazzola, M., Fici, C., Palmeri, S., Messina, M., Damiani, P., & Tomasello, G. (2017). Posture and posturology, anatomical and physiological profiles: overview and current state of art. *Acta Biomed*, 88(1), 11-16.
81. Grimmer-Somers, K., Milanese, S., & Louw, Q. (2008). Measurement of cervical posture in the sagittal plane. *J Manipulative Physiol Ther*, 31(7), 509-517.
82. Pinto, R. Z., Souza, T. R., Trede, R. G., Kirkwood, R. N., Figueiredo, E. M., & Fonseca, S. T. (2008). Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. *Man Ther*, 13(6), 513-519.
83. Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports Med*, 41(3), 221-232.
84. Şahin, F. N., Ceylan, L., Küçük, H., Ceylan, T., Arıkan, G., Yiğit, S., Güler, Ö. (2022). Examining the Relationship between Pes Planus Degree, Balance and Jump Performances in Athletes. *Int J Environ Res Public Health*, 19(18).
85. Kararti, C., Bilgin, S., Büyükturan, O., & Büyükturan, B. (2018). Arka Ayaktaki Pronasyon Artışının Fiziksel Performans Üzerine Etkisi.
86. Shultz, S. J., Nguyen, A. D., & Levine, B. J. (2009). The Relationship Between Lower Extremity Alignment Characteristics and Anterior Knee Joint Laxity. *Sports Health*, 1(1), 54-60.
87. McGill, S. M., Childs, A., & Liebenson, C. (1999). Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Arch Phys Med Rehabil*, 80(8), 941-944.

88. Waldhelm, A., & Li, L. (2012). Endurance tests are the most reliable core stability related measurements. *Journal of Sport and Health Science*, 1(2), 121-128.
89. Bliss, L. S., & Teeple, P. (2005). Core stability: the centerpiece of any training program. *Curr Sports Med Rep*, 4(3), 179-183.
90. Hunter, D. J., Rivett, D. A., McKiernan, S., Weerasekara, I., & Snodgrass, S. J. (2018). Is the inclinometer a valid measure of thoracic kyphosis? A cross-sectional study. *Braz J Phys Ther*, 22(4), 310-317.
91. MacDermid, J. C., Arumugam, V., Vincent, J. I., Payne, K. L., & So, A. K. (2015). Reliability of three landmarking methods for dual inclinometry measurements of lumbar flexion and extension. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16(1), 121.
92. Goldberg, A., Hernandez, M. E., & Alexander, N. B. (2005). Trunk repositioning errors are increased in balance-impaired older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 60(10), 1310-1314.
93. Yoo, W.-G. (2012). Comparison of Immediate Changes in Cervical and Lumbar Repositioning Errors and Pain in Asymptomatic Computer Users after Computer Work. *J Phys Ther Sci*, 24, 1325-1327.
94. Suner-Keklik, S., Cobanoglu-Seven, G., Kafa, N., Ugurlu, M., & Guzel, N. A. (2017). The Validity and Reliability of Knee Proprioception Measurement Performed With Inclinometer in Different Positions. *J Sport Rehabil*, 26(6).
95. Suner-Keklik, S., Numanoglu-Akbas, A., Cobanoglu, G., Kafa, N., & Guzel, N. A. (2022). An online pilates exercise program is effective on proprioception and core muscle endurance in a randomized controlled trial. *Ir J Med Sci*, 191(5), 2133-2139.
96. Fairbank, J. C., & Pynsent, P. B. (2000). The Oswestry Disability Index. *Spine (Phila Pa 1976)*, 25(22), 2940-2952; discussion 2952.
97. Yakut, E., Düger, T., Oksüz, C., Yörükan, S., Ureten, K., Turan, D., Güler, C. (2004). Validation of the Turkish version of the Oswestry Disability Index for patients with low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 29(5), 581-585; discussion 585.
98. Magee, D. (1987). Orthopedic Physical Assessment. Gait Assessment. *Toronto: WB Saunders Company*, Vol. 13, 362-376.

99. Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther*, 4(2), 92-99.
100. Shaffer, S. W., Teyhen, D. S., Lorenson, C. L., Warren, R. L., Koreerat, C. M., Straseske, C. A., & Childs, J. D. (2013). Y-balance test: a reliability study involving multiple raters. *Mil Med*, 178(11), 1264-1270.
101. Sawle, L., Freeman, J., & Marsden, J. (2017). Intra-Rater Reliability Of The Multiple Single-Leg Hop-Stabilization Test And Relationships With Age, Leg Dominance And Training. *Int J Sports Phys Ther*, 12(2), 190-198.
102. Kramer, J. F., Nusca, D., Fowler, P. J., & Webster-Bogaert, S. J. C. J. o. S. M. (1992). Test-Retest Reliability of the One-Leg Hop Test Following ACL Reconstruction. 2, 240-243.
103. Mukaka, M. M. (2012). Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J*, 24(3), 69-71.
104. Tabachnick, B., Fidell, L. (2013). Using Multivariate Statistics (six. ed.) Pearson, Boston.
105. Levinger, P., Murley, G. S., Barton, C. J., Cotchett, M. P., McSweeney, S. R., & Menz, H. B. (2010). A comparison of foot kinematics in people with normal- and flat-arched feet using the Oxford Foot Model. *Gait Posture*, 32(4), 519-523.
106. Ingle, P., & Puntambekar, D. (2020). Influence Of Pronated Foot On Lumbar Lordosis And Thoracic Kyphosis And Q Angle In Young Adults. *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 10, 561-566.
107. Kosashvili, Y., Fridman, T., Backstein, D., Safir, O., & Bar Ziv, Y. (2008). The correlation between pes planus and anterior knee or intermittent low back pain. *Foot Ankle Int*, 29(9), 910-913.
108. Resende, R. A., Deluzio, K. J., Kirkwood, R. N., Hassan, E. A., & Fonseca, S. T. (2015). Increased unilateral foot pronation affects lower limbs and pelvic biomechanics during walking. *Gait Posture*, 41(2), 395-401.

109. Ghasemi, M. S., Koohpayehzadeh, J., Kadkhodaei, H., & Ehsani, A. A. (2016). The effect of foot hyperpronation on spine alignment in standing position. *Med J Islam Repub Iran*, 30, 466.
110. Stillman, B. C. (2002). Making Sense of Proprioception: The meaning of proprioception, kinaesthesia and related terms. *Physiotherapy*, 88(11), 667-676.
111. Miranda-Cantellops, N., & Tiu, T. K. (2022). Berg Balance Testing. In *StatPearls*. Treasure Island (FL). StatPearls Publishing Copyright © 2022, StatPearls Publishing LLC.
112. Lin, C. J., Lai, K. A., Kuan, T. S., & Chou, Y. L. (2001). Correlating factors and clinical significance of flexible flatfoot in preschool children. *J Pediatr Orthop*, 21(3), 378-382.
113. Tudor, A., Ruzic, L., Sestan, B., Sirola, L., & Prpic, T. (2009). Flat-footedness is not a disadvantage for athletic performance in children aged 11 to 15 years. *Pediatrics*, 123(3), e386-392.

