

UNİLATERAL TRANSFEMORAL AMPUTELERDE FARKLI PROTEZ KULLANIM PERİYOTLARININ YÜRÜYÜŞ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ: KESİTSEL ÇALIŞMA

Osman SÖYLER¹, Banu ÜNVER²

¹Lefke Avrupa Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Ortopedik Protez ve Ortez Programı, Lefke, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti

²Lokman Hekim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye  0000-0002-2798-0649  0000-0001-9758-6607

ÖZ

Unilateral transfemoral amputelerde protez kullanımı yürüyüş mekaniğinde önemli değişikliklere yol açar. Protez kullanım süresi bu bireylerin yürüme yeteneğini etkileyen kritik faktörler arasındadır. Bu çalışmada, farklı protez kullanım sürelerine sahip unilateral transfemoral amputelerin yürüyüş parametrelerinin incelenmesi ve protez kullanımının yürüyüş üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya 18-45 yaş aralığındaki 45 katılımcı üç grupta dahil edilmiştir: yeni protez kullanmaya başlayan unilateral transfemoral amputeler (n=15), en az 3 yıldır protez kullanan transfemoral amputeler (n=15) ve sağlıklı bireyler (n=15). Yürüyüş değerlendirmesi UltiumTM Smartlead tabanlı plantar basınç analizi kullanılarak yapılmıştır. Yeni ve deneyimli amputelerde sağlam tarafa göre prostetik taraf duruş fazının daha kısa, sallanma fazı ve adım süresinin daha uzun olduğu ($p<0,05$), sağlıklı grupta ise dominant ve non-dominant tarafta duruş fazı, sallanma fazı ve adım süresi uzunluklarının benzer olduğu ($p>0,05$) bulunmuştur. Duruş fazı fark, sallanma fazı fark, adım süresi fark ve kadans değişkenleri açısından deneyimli ve yeni amputelerin benzer olduğu ($p>0,05$) ve bu iki grubun kontrol grubuna kıyasla duruş fazı fark, sallanma fazı fark ve adım süresi fark değerlerinin daha fazla, kadans değerlerinin ise daha düşük olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Deneyimli amputelerin çift destek fazı süresinin yeni amputelerden daha kısa olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Çalışmamız, deneyimli ve yeni amputelerin benzer duruş fazı, sallanma fazı ve adım süresi asimetrisine sahip olduğunu ve bu değerlerin sağlıklı bireylerden daha fazla olduğunu, ayrıca, amputelerin yürüyüş kadansının sağlıklı bireylere göre daha düşük olduğunu göstermiştir. Unilateral transfemoral amputelerde protez kullanım süresinin yürüyüş asimetrisini iyileştirme açısından bir etkisi olmadığı çıkarımı yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ampute, protez, transfemoral, yürüyüş

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT PROSTHESIS USAGE PERIODS ON GAIT IN UNILATERAL TRANSFEMORAL AMPUTEES: A CROSS SECTIONAL STUDY

ABSTRACT

Prosthesis use in unilateral transfemoral amputees leads to significant changes in gait mechanics. The duration of prosthesis usage is one of the critical factors affecting the walking ability of these individuals. This study aimed to examine the gait parameters of unilateral transfemoral amputees with different periods of prosthesis usage and to evaluate the effects of prosthesis usage on gait. A total of 45 participants aged 18-45 were included in the study, divided into three groups: unilateral transfemoral amputees who recently started using a prosthesis (n=15), transfemoral amputees who have been using a prosthesis for at least three years (n=15), and healthy individuals (n=15). Gait assessment was performed using the UltiumTM Smartlead insole-based plantar pressure analysis. It was found that the stance phase was shorter, swing phase and step duration were longer on the prosthetic side compared to the healthy side in new and experienced amputees ($p<0,05$), while the stance phase, swing phase and step time were similar on the dominant and non-dominant sides ($p>0,05$) in the healthy group. It was observed that experienced and new amputees were similar in terms of stance phase difference, swing phase difference, step duration difference and cadence variables ($p>0,05$) and that the stance phase difference, swing phase difference and step duration difference values of these two groups were higher and cadence values were lower compared to the control group ($p<0,05$). The double support phase duration of experienced amputees was found to be shorter than that of new amputees ($p<0,05$). Our study indicated that experienced and new amputees had similar stance phase, swing phase and step duration asymmetries and that these values were higher than healthy individuals, and also that the walking cadence of amputees was lower than healthy individuals. It was revealed that the duration of prosthesis use had no effect in improving walking asymmetry in unilateral transfemoral amputees.

Keywords: Amputee, prosthesis, transfemoral, gait

İletişim/Correspondence

Osman SÖYLER

Lefke Avrupa Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu

Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Ortopedik

Protez ve Protez Programı, Lefke, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti

E-posta: osmansoyler65@hotmail.com

Geliş tarihi/Received: 23.08.2024

Kabul tarihi/Accepted: 09.09.2024

DOI: 10.52881/gsbdergi.153771

GİRİŞ

Unilateral transfemoral amputasyon yürüme mekaniğini önemli ölçüde etkileyerek denge, mobilite ve günlük aktivitelerdeki genel işlevsellikte zorluklara yol açar (1,2). Bu biyomekanik değişikliklerin ele alınması, amputelerin hareketliliğini ve yaşam kalitesini artırmak için gereklidir.

Protez kullanım süresi ve türü, unilateral transfemoral amputasyonu (uTFA) olan bireylerde yürüme becerisini ve postural dengeyi etkileyen kritik faktörlerdir (3). Transfemoral amputasyon, yürüyüşü önemli ölçüde etkileyen biyomekanik sonuçlara yol açar. Bu bireyler, yürüyüş hızlarında azalma ve simetri bozulması yaşarlar; protezli tarafın adım uzunluğu ve süresi genellikle daha kısadır. Kalça eklemde artan fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri, protezli bacağın yetersiz diz hareketlerini telafi etmeye çalışır. Yürüyüş sırasında daha fazla enerji harcarlar, çünkü protezin kontrolü için ek kas aktivitesi gereklidir. Ayrıca, protez diz ve ayak bileği, doğal eklemler kadar enerji depolama ve geri kazanım sağlayamaz, bu da yürüyüşün büyük bir kısmında enerji kaybına neden olur (4). Ayrıca, literatürde kullanılan protez diz tipleri arasında (C-Leg ve Power Knee), sağlıklı alt ekstremitte yüklenmesi veya yürüyüş kinetikleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (5). Çalışmalar protez uzuvların uzun süreli kullanımının daha iyi adaptasyon ve gelişmiş yürüyüş mekaniği ile sonuçlandığını, yeni protez kullanıcılarının ise genellikle belirgin yürüyüş asimetrisi ve artan enerji harcaması sergilediğini göstermiştir (6). Son yıllarda çeşitliliği artan, klinikte ve araştırmalarda önem kazanan kantitatif yöntemler sayesinde yürüyüşün farklı parametrelerini hassas bir biçimde değerlendirmek mümkün hale gelmiştir (7). Bu yöntemler,

protez kullanıcılarındaki yürüyüş değişiklikleri hakkında da değerli bilgiler sunmaktadır (8). Tabanlıkları plantar basınç analizi sistemleri, yürüyüşün zaman mesafe karakteristiklerini değerlendirmek için güvenilir yöntemler arasındadır (9).

Bu çalışmanın amacı, yeni protez kullanıcıları, deneyimli protez kullanıcıları ve sağlıklı bireylerin yürüyüş mekaniklerini karşılaştırarak protez kullanım periyodunun yürüyüşün zaman mesafe parametrelerine etkisini ortaya koymaktır.

MATERYAL VE METHOD

Bu çalışma kesitsel bir araştırmadır. Lokman Hekim Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu 2023/199 numara ile çalışmayı onaylamıştır. Çalışma 25.10.2023 ve 06.08.2024 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

G-power programı örneklem büyüklüğünün tespiti amacıyla kullanılmıştır (10). Castro ve arkadaşlarının çalışmalarından yola çıkılarak yapılan örneklem analizinde, α hatası 0,05 ve β hatası 0,05 (güç: 0,95) kabul edilerek 26 katılımcı belirlenmiştir (11). %10'luk ihtiyat payı düşünülerek 30 ampute çalışmaya dahil edilmiştir. 15 sağlıklı birey de çalışmaya dahil edilerek toplam 45 birey çalışmaya alınmıştır.

Deneyimli amputeler için dahil edilme kriterleri; Tek taraflı hidrolik diz eklemi ve karbon ayak protezi kullanmak, Transfemoral ampute olmak, en az 3 yıldır protez kullanmak, Travma nedeniyle amputasyon geçirmiş olmak, Protez dönemi rehabilitasyonunu tamamlamış olmak, 18-45 yaş arasında olmak.

Yeni amputeler için dahil edilme kriterleri; Tek taraflı hidrolik diz eklemi ve karbon ayak protezi kullanmak, Transfemoral ampute olmak, İki ila altı hafta arasında protez kullanıyor olmak, Travma nedeniyle amputasyon geçirmiş

olmak, Protez dönemi rehabilitasyonunu tamamlamış olmak, 18-45 yaş arasında olmak.

Sağlıklı bireyler için dahil edilme kriterleri; 18-45 yaş arasında olmak, Sağlıklı olmak.

Dışlama kriterleri; Yara-ülser sorunu olması, Diyabet, periferik arter hastalığı, tümör veya venöz yetmezlik nedeniyle amputasyon olması, Herhangi bir sistemik veya nörolojik hastalık tanısı almış olması, Algı ve kognisyonunun etkilenmiş olması, Vücut kütle indeksinin 30'un üzerinde olması, Alt ekstremitte kontraktürü olmasıdır.

Bireylerin demografik bilgileri kaydedildikten sonra Ultium Insole SmartLead pedobarografik analiz sistemi (SmartLead, Noraxon, Scottsdale, Arizona, ABD) ile yürüyüşün zaman mesafe parametreleri değerlendirilmiştir (12) (Şekil 1).



Şekil 1. Tabanlıklılı pedobarografik analiz sistemi ile yürüme parametrelerinin kaydedilmesi

Ultium Insole SmartLead tabanlıklılı, 4,0 inç uzunluğunda, 0,93 inç genişliğinde ve 0,40 inç yüksekliğindedir (10,2 cm x 2,4 cm x 1,0 cm). 5,7 gr ağırlığındadır. 8 farklı

bölgede basınç sensörlerine 250/500 Hz ölçüm hızına sahiptir.



Şekil 2. Ultium Tabanlıklılı pedobarografik analiz sistemi

Sensörlü tabanlıklılı ayakkabılarının içine yerleştirildikten sonra katılımcılar 7 m'lik bir yürüyüş yolunda rahat yürüme hızlarında 4 tur yürürken sistemin bağlı olduğu Noraxon yazılımıyla veriler toplanmıştır.

Tabanlıklılı pedobarografik analiz sistemi ile her iki alt ekstremitte için duruş fazı yüzdesi (%), sallanma fazı yüzdesi (%), adım süresi (ms), çift destek fazı süresi ve kadans parametreleri değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 26.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Shapiro–Wilk testi, çarpıklık ve basıklık değerleri, varyasyon katsayısı) kullanılarak sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu incelenmiştir. Tanımlayıcı istatistikler; nominal ve ordinal değişkenler için frekans ve yüzde, sayısal değişkenler için medyan ve 25-75. persantiller ya da ortalama ve standart sapma kullanılarak verilmiştir. Bağımsız üç grubun kategorik değişkenler açısından kıyaslanmasında Ki-Kare Testi

kullanılırken, sayısal değişkenler açısından kıyaslanmasında parametrik test olarak ‘Tek Yönlü ANOVA Testi’, non-parametrik test olarak ise ‘Kruskal-Wallis H Test’ testi kullanılmıştır. Anlamli sonuçlar elde edildiğinde, uygun ikili kıyaslamalar (Tek Yönlü ANOVA Testi için Tukey HSD ya da Tamhane, Kruskal-Wallis H Testi için Bonferoni düzeltmesi kullanıldı) ile farkın hangi gruptan kaynaklandığı araştırılmıştır (1,2). Tip 1 hata düzeyinin %5’in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir (13,14).

BULGULAR

Grupların sosyodemografik ve protez ilişkili özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler ve gruplar arası kıyaslamalara ait sonuçlar Tablo 1’de verilmiştir. Üç grubun yaş, VKİ, cinsiyet ve prostetik/non-dominant taraf açısından benzer olduğu görülmüştür ($p>0.05$). Ampute bireylerin protez ilişkili özellikleri incelendiğinde; protezlerin tamamında (%100) miks soket, hidrolik diz eklemi ve karbon ayak kullanıldığı belirlenmiştir. Süspansiyon sistemleri açısından gruplar arası farklılık olsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Grupların yürüyüşe ait zaman-mesafe özellikleri Tablo 2’de verilmiştir. Grup içi kıyaslamalar incelendiğinde; kontrol grubunda dominant ve non-dominant tarafın duruş fazı ($p=0.649$), sallanma fazı ($p=0.433$) ve adım süresi ($p=0.733$) benzer bulunmuştur. Deneyimli amputelerde; iki

tarafın (prostetik ve sağlam taraf) duruş fazı ($p=0.002$), sallanma fazı ($p=0.002$) ve adım süresi ($p=0.009$) açısından anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Deneyimli amputelerin prostetik taraf duruş fazı süresi daha az iken sallanma fazı ve adım süresi daha fazla bulunmuştur. Yeni amputelerde de benzer şekilde iki tarafın duruş fazı ($p=0.005$), sallanma fazı ($p=0.005$) ve adım süresi ($p=0.036$) arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Yeni amputelerin prostetik taraf duruş fazı daha az iken sallanma fazı ve adım süresi daha fazla olduğu görülmüştür.

Gruplar arası farklar incelendiğinde; duruş fazı, sallanma fazı, adım süresi farkları ve kadans değişkenleri açısından deneyimli ve yeni amputelerin benzer olduğu ($p>0.05$) ve bu iki grubun kontrol grubundan anlamlı farklılık gösterdiği bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol grubuna kıyasla deneyimli ve yeni amputelerin duruş fazı farkı, sallanma fazı farkı ve adım süresi fark değerlerinin daha fazla, kadans değerlerinin ise daha az olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Prostetik/Non-dominant (P/ND) taraf duruş fazı ve sallanma fazı açısından deneyimli amputeler ve yeni amputelerin benzer olduğu ($p>0.05$), ancak deneyimli amputelerin kontrol grubundan daha az duruş fazı ve daha fazla sallanma fazı süresine sahip olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). P/ND taraf adım süresi açısından deneyimli ve yeni amputelerin benzer olduğu ($p>0.05$) ve bu iki grubun kontrol grubundan daha fazla adım süresine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 2).

Tablo 1. Sosyodemografik ve protez ilişkili özellikler

	Deneyimli Amputeler (n=15)	Yeni Amputeler (n=15)	Kontrol (n=15)	p ^a
Yaş (yıl)	34.13±11.34	33.2±9.55	32.53±6.39	0.895
Kilo (kg)	77.8±13.43	76.47±10.13	70.73±17.93	0.359
Boy (cm)	175.4±8.16	171.93±9.13	169.47±9.91	0.212
VKİ (kg/m ²)	25.15±3.02	25.89±3.05	24.29±4.23	0.456

				p^b
Cinsiyet				
Kadın	3 (20)	5 (33.33)	5 (33.33)	0.649
Erkek	12 (80)	10 (66.67)	10 (66.67)	
P/ND taraf				
Sağ	7 (46.67)	8 (53.33)	4 (26.67)	0.306
Sol	8 (53.33)	7 (46.67)	11 (73.33)	
Süspansiyon Sistemi				p^c
Körüklü liner	3 (20)	7 (46.67)	-	0.330
Pinli	6 (40)	5 (33.33)	-	
Vakumlu	6 (40)	3 (20)	-	
Soket tipi				
Miks soket	15 (100)	15 (100)	-	NC
Diz eklem tipi				
Hidrolik	15 (100)	15 (100)	-	NC
Ayak tipi				
Karbon	15 (100)	15 (100)	-	NC
Protez deneyim süresi (yıl)	10.48±2.95	0.18±0.06	-	<0.001

Veriler $\bar{x} \pm ss$ ya da n (%) olarak verilmiştir. \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, n: frekans, %: yüzde, p^a: Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA), p^b: Ki-Kare Test, p^c: Deneyimli ve yeni ampute gruplarının kıyaslanmasına ait p değerleridir; kategorik değişkenler için Ki-Kare Test, sayısal değişkenler için Student T Test sonucunu temsil eder. NC: hesaplanabilir değil. P/ND taraf: Ampute bireyler için prostetik tarafı, kontrol grubu için non-dominant tarafı belirtir. VKİ: vücut kütle indeksi.

Tablo 2. Gruplarda yürüyüşün zaman-mesafe özelliklerinin kıyaslanması

	Deneyimli Amputeler (n=15)	Yeni Amputeler (n=15)	Kontrol (n=15)	p^a
P/ND taraf duruş fazı (%)	58.3 (52.7-61.3)	61.6 (58.7-68.9)	64.6 (63.4-66.4)	0.006^b
S/D taraf duruş fazı (%)	70.2 (66.5-75.3)	75.6 (70-81.2)	64.5 (62.6-65.2)	<0.001^{b,c}
Duruş fazı fark (%)	18.83 (9.01-27.13)	20.94 (14.26-23.48)	2.24 (1.26-4.29)	<0.001^{b,c}
	p^b= 0.002	p^b= 0.005	p^b= 0.649	
P/ND taraf sallanma fazı (%)	41.7 (38.7-47.3)	38.4 (31.1-41.3)	35.4 (33.6-36.6)	0.006^b
S/D taraf sallanma fazı (%)	29.8 (24.7-33.5)	24.4 (18.8-30)	35.5 (34.8-37.4)	<0.001^{b,c}
Sallanma fazı fark (%)	45.99 (17.1-77.61)	69.26 (29.14-89.51)	3.86 (1.82-6.5)	<0.001^{b,c}
	p^b= 0.002	p^b= 0.005	p^b= 0.433	
P/ND taraf adım süresi (msn)	829 (663-840)	829 (717-1035)	641 (604-731)	0.004^{b,c}
S/D taraf adım süresi (msn)	650 (525-650)	646 (546-726)	616 (604-690)	0.705
Adım süresi fark (%)	52.73 (21.2-60.16)	51.55 (21.43-61.14)	5.43 (2.37-18.92)	<0.001^{b,c}
	p^b= 0.009	p^b= 0.036	p^b= 0.733	
Çift destek fazı (%)	26.6 (25-33.8)	35.9 (32.2-43.7)	31.3 (28.2-34.4)	0.046^a
Kadans	85 (79-93)	88 (76-92)	97 (92-99)	0.002^{b,c}

Değerler medyan (25-75. persantil) olarak verilmiştir. P/ND taraf: Ampute bireyler için prostetik tarafı, kontrol grubu için non-dominant tarafı belirtir. S/D taraf: Ampute bireyler için sağlam tarafı, kontrol grubu için dominant tarafı belirtir. p^a: Kruskal Wallis H Test. a: Bonferroni düzeltmesinden sonra deneyimli ve yeni amputeler arasındaki anlamlı farkı; b: deneyimli amputeler ve kontrol grubu arasındaki anlamlı farkı; c: yeni amputeler ve kontrol grubu arasındaki anlamlı farkı işaret eder. p^b: Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi, ilgili değişkenin grup-içi kıyaslamasına ait p değeridir.

Sağlam/Dominant (S/D) taraf duruş fazı ve sallanma fazı süresi açısından deneyimli ve yeni amputelerin benzer değerlere sahip

olduğu (p>0.05) ve bu iki grubun kontrol grubundan daha fazla duruş fazı ve daha az sallanma fazı süresine sahip olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). S/D taraf adım süresi

açısından gruplar arasında fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Ayrıca, deneyimli amputelerin çift destek fazı süresinin yeni amputelerden daha az olduğu görülmüştür ($p<0.05$) (Tablo 2).

TARTIŞMA

Bu çalışma; farklı protez kullanım periyotlarındaki uTFA ve sağlıklı bireylerde yürüyüşün zaman-mesafe özelliklerini kıyaslamak amacıyla yürütülmüştür. Deneyimli ve yeni amputelerin benzer duruş fazı, sallanma fazı ve adım süresi asimetrisine sahip olduğu ve bu değerlerin sağlıklı bireylerden daha fazla olduğu bulunmuştur. Ayrıca, amputelerin yürüyüş kadansının benzer ve sağlıklı bireylerden daha az olduğu saptanmıştır. Grup-içi dominant (sağlam) ve non-dominant (prostatik) taraf asimetrisi incelendiğinde ise; sağlıklı bireylerin duruş fazı, sallanma fazı ve adım süresi açısından iki tarafının benzer olduğu görülürken, deneyimli ve yeni amputelerin bu parametrelerde iki tarafın anlamlı farklılık gösterdiği bulunmuştur. Amputelerde sağlam tarafa kıyasla prostatik taraf duruş fazı süresinin daha az, sallanma fazı ve adım süresinin daha fazla olduğu saptanmıştır.

Alt ekstremite amputasyonlarında protezlerin temel amacı işlevsel ve dengeli yürüyüşün yeniden sağlanmasıdır. Özellikle unilaterale amputelerde, yürüyüş simetrisini sağlamak için protezin sağlıklı bir bacağın işlevselliğini göstermesi gerekir ki bu sağlam bacağın aşırı yüklenmesini önlemek için önemlidir (15). uTFA'da yürüyüşü ele alan çalışmalar; hız, kadans ve adım uzunluğunun azaldığını, destek tabanının daha geniş olduğunu ve birçok yürüyüş parametresinde sağlam ve prostatik taraf arasında asimetri olduğunu raporlamıştır (16-18). Sonuç olarak, sıklıkla görülen

yürüyüş sapmaları enerji tüketimini artırarak bu bireylerin yürüme mesafesini kısıtlayabilir ve yaşamları üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir (19).

Sadece ampute bireyleri dahil eden çalışmalarda, Schaarschmidt ve arkadaşları; 5 uTFA'yı (protez deneyim süresi: 23 ± 20.5 yıl) dahil ettikleri çalışmalarında yürüyüşü sensörlü koşu bandı ile değerlendirmişlerdir. Sağlam tarafa kıyasla prostatik tarafın duruş fazı süresinin daha az, çift destek fazı ve adım süresinin ise daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (20). Highsmith ve arkadaşları; 8 uTFA'yı (protez deneyim süresi: 16.0 ± 17.65 yıl) dahil ettikleri çalışmalarında yürüyüşü basınç sensörlü mat ile değerlendirmişler ve sağlam tarafa kıyasla prostatik tarafın adım süresinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (18). Bu çalışmalar, uTFA'da sağlam ve prostatik taraf arasında duruş fazı, sallanma fazı ve adım süresi asimetrisi olduğunu, prostatik tarafın duruş fazı süresinin daha az, sallanma fazı ve adım süresinin daha fazla olduğunu işaret etmektedir. Benzer şekilde; çalışma bulgularımız deneyimli ve yeni amputelerde sağlam tarafa kıyasla prostatik taraf duruş fazı süresinin daha az sallanma fazı ve adım süresinin ise daha fazla olduğunu göstermiştir.

Ampute ve sağlıklı bireyleri dahil eden çalışmalarda, Carse ve arkadaşları; 60 uTFA'yı (protez deneyim süresi: 19.1 ± 15.4 yıl) ve 10 sağlıklı bireyi dahil ettikleri çalışmalarında yürüyüşü 3D hareket analizi ile değerlendirmişler ve sağlıklı bireylere kıyasla ampute bireylerin adım süresi asimetri değerlerinin daha fazla olduğunu bulmuşlardır (16). He ve arkadaşları; 12 uTFA'yı (protez deneyim süresi: 18.17 ± 16.45 yıl) ve 12 sağlıklı bireyi dahil ettikleri çalışmalarında yürüyüşü sensörlü koşu bandı ile değerlendirmişlerdir. Sağlıklı

bireylere kıyasla prostetik taraf sallanma fazının ve adım süresinin daha fazla olduğunu bulmuşlardır (21). Wentink ve arkadaşları; 6 uTFA'yı (protez deneyim süresi: 5.03 ± 7.74 yıl) ve 5 sağlıklı bireyi dahil ettikleri çalışmalarında yürüyüşü giyilebilir sensörler ile değerlendirmişlerdir. Sağlıklı bireylere kıyasla prostetik tarafın duruş fazı süresinin daha az, sallanma fazı ve çift destek fazı süresinin ise daha fazla olduğunu raporlamışlardır (22). Morgan ve arkadaşları; 14 uTFA'yı (protez deneyim süresi: 21.6 ± 15.3 yıl) ve 14 sağlıklı bireyi dahil ettikleri çalışmalarında yürüyüşü 3D yürüyüş analizi ile değerlendirmişler ve sağlıklı bireylere kıyasla ampute bireylerin adım süresi asimetrisinin daha fazla olduğunu bulmuşlardır (23).

Bu çalışmalar, sağlıklı bireylere kıyasla uTFA'da prostetik taraf duruş fazı süresinin daha az sallanma fazı, adım süresi ve çift destek fazı süresinin daha fazla olduğunu ve ampute bireylerin asimetrik yürüyüş değerlerine sahip olduğunu ortaya koymuştur ki sonuçlar çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Bildiğimiz kadarıyla, farklı protez kullanım periyotlarına sahip uTFA'de yürüyüşü ele alan çalışma olmaması dikkat çekicidir. Bu yüzden, uTFA'yı deneyimli ve yeni ampute olarak gruplandırılan ve sonuçlarını kıyaslayan çalışmamız literatürdeki ilk çalışmadır. Çalışmamızda hem deneyimli ve hem yeni amputelerde iki taraf arasında duruş fazı, sallanma fazı ve adım süresi açısından anlamlı fark (asimetri) olduğu, ancak iki grubun benzer ve sağlıklı bireylerden daha fazla asimetri değerlerine sahip olduğu görüldü. Prostetik taraf duruş fazı ve sallanma fazı açısından yeni amputeler sağlıklı bireylerle benzerlik gösterirken, deneyimli amputeler anlamlı farklılık gösterdi. Ayrıca, deneyimli ve yeni

amputelerin kadans değerleri benzer iken, çift destek fazı deneyimli amputelerde daha fazladır. Bu sonuçlar, protez ekipmanlarının ve rehabilitasyon süreçlerinin iyileştirilmesi açısından kayda değer olabilir.

Sınırlılıklar

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, örneklem büyüklüğünün görece küçük olması ve kolayda örnekleme yönteminin kullanılması bulguların tüm uTFA için genellenebilirliğini sınırlayabilir. İkinci olarak, çalışmanın kesitsel tasarımı neden-sonuç ilişkilerini ortaya koymada sınırlamalar yaratmaktadır. Son olarak, klinik ortamda yapılan yürüyüş analizi amputelerin günlük yaşamda sergiledikleri doğal yürüyüş biçimini tam olarak yansıtmayabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, farklı protez kullanım sürelerine sahip uTFA'da ve sağlıklı bireylerde yürüyüşün zaman-mesafe özelliklerini karşılaştırmıştır. Bulgular, deneyimli ve yeni amputelerin benzer duruş fazı, sallanma fazı ve adım süresi asimetrisine sahip olduğunu ve bu değerlerin sağlıklı bireylerden daha fazla olduğunu göstermektedir. Ayrıca, amputelerin yürüyüş kadasının sağlıklı bireylere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, protez dizaynlarının ve rehabilitasyon süreçlerinin iyileştirilmesi gerektiğini işaret etmektedir. Özellikle, protez ekipmanlarının fonksiyonelliğinin artırılması ve bireylerin protez kullanımına daha iyi adapte olmasını sağlayacak rehabilitasyon programlarının geliştirilmesi önem taşımaktadır.

Maddi Destek

Yazarlar finansal destek olmadığını teyit etmektedirler.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını teyit ederler.

Araştırmanın Etik Boyutu

Lokman Hekim Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu, 2023/199 numaralı Kod no:2023187'teki çalışmayı onaylanmıştır. Çalışma Helsinki Deklarasyonu'na uygun olarak 23.10.2023 ile 06.08.2024 arasında gerçekleştirilmiştir.

Araştırma Katkı Oranı Beyanı

Çalışmanın tasarımı: BÜ; İlgili literatürün taranması: OS; Makale taslağının oluşturulması: OS; Veri toplama: OS; Veri analizi: OS; İçerik için eleştirel gözden geçirme: BÜ; Yayınlanacak versiyonun son onayı: BÜ.

KAYNAKLAR

- Dillingham TR, Pezzin LE, MacKenzie EJ. Limb amputation and limb deficiency: epidemiology and recent trends in the United States. *South Med J*. 2002 Aug; 95(8):875-83. doi: 10.1097/00007611-200208000-00018. PMID: 12190225.
- Chang Y, Ko CY, Jeong B, Kang J, Choi HJ, Kim G, ve ark. Changes in spatiotemporal parameters and lower limb coordination during prosthetic gait training in unilateral transfemoral amputees. *Int. J. Precis. Eng. Manuf.* 2022; 23: 361-373. <https://doi.org/10.1007/s12541-021-00605-y>
- Davies B, Datta D. Mobility outcome following unilateral lower limb amputation. *Prosthet Orthot Int.* 2003;27(3):186-190. <https://doi.org/10.1080/03093640308726681>
- Sagawa Y Jr, Turcot K, Armand S, Thevenon A, Vuillerme N, Watelain E. Biomechanics and physiological parameters during gait in lower-limb amputees: a systematic review. *Gait Posture.* 2011;33(4):511-526. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.02.003>
- Morgenroth DC, Roland M, Pruziner AL, Czerniecki JM. Transfemoral amputee intact limb loading and compensatory gait mechanics during down slope ambulation and the effect of prosthetic knee mechanisms. *Clin Biomech.* 2018;55:65-72. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.04.007>
- Raffin E, Mattout J, Reilly KT, Giroux P. Disentangling motor execution from motor imagery with the phantom limb. *Brain.* 2012 Feb; 135(Pt 2): 582-95. doi: 10.1093/brain/awr337. PMID: 22345089.
- Sedran L, Bonnet X, Thomas-Pohl M, Loiret I, Martinet N, Pillet H, Paysant J. Quantification of push-off and collision work during step-to-step transition in amputees walking at self-selected speed: Effect of amputation level. *J Biomech.* 2024;163:111943. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2024.111943>
- Ravari R, Rehani M, Hebert JS. Biomechanical characteristics of transfemoral bone-anchored prostheses during gait: A review of literature. *Prosthet Orthot Int.*2024;48(4):412-421. <https://doi.org/10.1097/PXR.0000000000000263>
- Timmermans C, Cutti AG, van Donkersgoed H, Roerdink M. Gaitography on lower-limb amputees: Repeatability and between-methods agreement. *Prosthet Orthot Int.* 2019 Feb;43(1):71-79. doi: 10.1177/0309364618791618. Epub 2018 Aug 13. PMID: 30101682.
- Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods.* 2007;39(2):175-191. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>
- Castro MP, Soares D, Mendes E, Machado L. Plantar pressures and ground reaction forces during walking of individuals with unilateral transfemoral amputation. *PM R.* 2014 Aug;6(8):698-707.e1. doi: 10.1016/j.pmrj.2014.01.019. Epub 2014 Jan 29. PMID: 24487128.
- Park S, You JSH. Effects of homologous instrument-assisted mobilization (HIM) on ankle movement, gait-related muscle activation, and plantar pressure distribution in ankle dorsiflexion syndrome: A randomized single control trial. *Technol Health Care.*2024;32(S1):511-522. <https://doi.org/10.3233/THC-248045>
- Barton B, Peat J. *Medical statistics: A guide to SPSS, data analysis and critical appraisal*, John Wiley & Sons. 2014
- Field, A. *Discovering statistics using IBM SPSS statistics (5th ed.)*. SAGE Publications. 2017
- Segal AD, Orendurff MS, Klute GK, McDowell ML, Pecoraro JA, Shofer J, Czerniecki JM. Kinematic and kinetic comparisons of transfemoral amputee gait using C-Leg and Mauch SNS prosthetic knees. *J Rehabil Res Dev.* 2006;43(7):857-870. <https://doi.org/10.1682/jrrd.2005.09.0147>
- Carse B, Scott H, Brady L, Colvin J. A characterisation of established unilateral transfemoral amputee gait using 3D

- kinematics, kinetics and oxygen consumption measures. *Gait Posture*. 2020;75:98-104. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.09.029>
17. Kaufman KR, Frittoli S, Frigo CA. Gait asymmetry of transfemoral amputees using mechanical and microprocessor-controlled prosthetic knees. *Clin Biomech*. 2012;27(5):460-465. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.11.011>
 18. Highsmith MJ, Schulz BW, Hart-Hughes S, Latief GA, Phillips SL. Differences in the spatiotemporal parameters of transtibial and transfemoral amputee gait. *JPO: Journal of Prosthetics and Orthotics*. 2010;22(1):26-30. doi: 10.1097/JPO.0b013e3181cc0e34.
 19. Kaufman KR, Levine JA, Brey RH, McCrady SK, Padgett DJ, Joyner MJ. Energy expenditure and activity of transfemoral amputees using mechanical and microprocessor-controlled prosthetic knees. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(7):1380-5. doi: 10.1016/j.apmr.2007.11.053. PMID: 18586142; PMCID: PMC2692755.
 20. Schaarschmidt M, Lipfert SW, Meier-Gratz C, Scholle HC, Seyfarth A. Functional gait asymmetry of unilateral transfemoral amputees. *Hum Mov Sci*. 2012;31(4):907-917. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.09.004>
 21. He Y, Hu M, Jor A, Hobara H, Gao F, Kobayashi T. Dynamics of Center of Pressure Trajectory in Gait: Unilateral Transfemoral Amputees Versus Non-Disabled Individuals. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2024;32:1416-1425. doi:10.1109/TNSRE.2024.3381046. Epub 2024 Apr 1. PMID: 38517721.
 22. Wentink EC, Prinsen EC, Rietman JS, Veltink PH. Comparison of muscle activity patterns of transfemoral amputees and control subjects during walking. *J Neuroeng Rehabil*. 2013;10:87. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-87>
 23. Morgan SJ, Hafner BJ, Kelly VE. The effects of a concurrent task on walking in persons with transfemoral amputation compared to persons without limb loss. *Prosthet Orthot Int*. 2016;40(4):490-496. <https://doi.org/10.1177/0309364615596066>