

Research Paper



Comparison of Spatiotemporal Gait Variables Between Healthy Individuals and Patients with Heel Spur During Walking

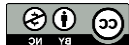
Mohamad Amin Shahbazi¹ , *Ali Jalalvand¹

1. Department of Sport Biomechanics, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.



Citation: Shahbazi MA, Jalalvand A. Comparison of Spatiotemporal Gait Variables Between Healthy Individuals and Patients with Heel Spur During Walking (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2024;10(3):230-240. <https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.10.3.230>

<https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.10.3.230>



Article Info:

Received: 14 Dec. 2024

Accepted: 28 Dec. 2024

Available Online: 28 Dec. 2024

Keywords:

Spatiotemporal gait parameters, pain intensity, plantar fasciitis

ABSTRACT

Objective This study aimed to investigate the differences in spatiotemporal gait parameters between healthy individuals and patients with plantar fasciitis, commonly referred to as heel spurs. Plantar fasciitis is a common foot condition that affects gait mechanics due to pain and inflammation in the plantar fascia. Understanding these differences can provide insights into how this pathology alters gait and inform therapeutic interventions to improve function and reduce discomfort.

Methods The study population comprised two groups: patients diagnosed with plantar fasciitis and healthy controls. A total of 30 male participants aged 30–49 years were selected through convenience sampling, divided into two groups of 15 each. Inclusion criteria for the patient group included a confirmed diagnosis of plantar fasciitis and a minimum pain score of 3 on the numeric-visual scale. Exclusion criteria included the presence of other musculoskeletal, neurological, or systemic disorders. Spatiotemporal gait parameters were recorded using Vicon high-speed cameras at a sampling frequency of 100 Hz during walking trials. Data were tested for normality using the Shapiro-Wilk test, and statistical differences between groups were analyzed using the independent t-test in SPSS software, with a significance level set at $p \leq 0.05$.

Results Individuals with plantar fasciitis exhibited a higher percentage of double support, step time, stride time, and visual pain intensity, alongside lower cadence and walking speed compared to the healthy control group.

Conclusion Time-related spatiotemporal gait parameters in patients with plantar fasciitis appear to be more sensitive to pathology, with increases in time-related variables and decreases in cadence and walking speed. However, certain spatiotemporal gait parameters (e.g., ipsilateral and contralateral foot-off) seem less affected.

*** Corresponding Author:**

Ali Jalalvand

Address: Department of Sport Biomechanics, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.

Tel: +98 (918) 9513172

E-mail: jalalvand_ali@yahoo.com

Extended Abstract

1. Introduction

A heel spur is a small, pointed bony protrusion that forms beneath the heel, near the attachment site of the ligaments and the plantar fascia to the heel bone (calcaneus). This condition typically arises from excessive pressure, inflammation, or repetitive stretching of the plantar fascia (1). Walking on uneven surfaces places significant stress on the sole of the foot, exacerbating the problems associated with heel spurs. Heel spurs can alter natural posture during walking and, over time, may lead to complications such as back pain and knee pain (5). These issues are frequently observed in professional athletes, individuals with obesity, and those who wear inappropriate footwear. In most cases, there is no history of trauma, and the pain is most pronounced upon rising from sleep. While the discomfort tends to diminish after taking a few steps, it intensifies with prolonged activity, particularly after completing daily tasks. Clinical examination often reveals tenderness in the anterior-medial region of the inferior heel surface (7). Intense physical activity worsens the pain associated with heel spurs and impacts kinematic parameters, including knee flexion angles during load-bearing, ankle dorsiflexion during load-bearing, and ankle plantarflexion (4). However, the effect of this condition on spatiotemporal gait parameters remains underexplored. Given that musculoskeletal disorders of the foot can impair lower limb function (8) and induce various changes in biomechanical parameters (9), analyzing the kinematic changes, particularly spatiotemporal parameters, in such disorders is essential for designing therapeutic interventions aimed at improving recovery and enhancing functionality.

2. Methods

The study population consisted of patients with heel spurs and their healthy counterparts. A total of 30 participants were selected through convenience sampling and divided into two groups of 15 based on statistical calculations performed using G*Power software. The inclusion criteria required male participants aged 30–49 years with a diagnosis of heel spurs and a minimum pain score of 3 on the numeric-visual scale. Exclusion criteria included the presence of bone or neurological disorders, diabetes, or skeletal deformities. Spatiotemporal gait parameters were measured during walking at a sampling frequency of 100 Hz using Vicon high-speed cameras. The data were assessed for normality using the Shapiro-Wilk test, and statistical analysis was conducted using an independent t-test in SPSS software.

3. Results

Individuals with plantar fasciitis demonstrated a higher percentage of double support, step time, stride time, and visual pain intensity, along with lower cadence and walking speed compared to the healthy control group (Table 1).

4. Conclusion

Individuals with heel spurs exhibit lower step cadence compared to the healthy group. One primary reason for this reduction is the avoidance of pain. Patients with heel spurs often experience heel pain during walking and other activities (11). To alleviate discomfort, they tend to walk more slowly, take shorter steps, and spend less time on the affected foot. These pathomechanical adaptations naturally result in reduced step cadence as patients adopt these strategies to protect the painful area (11, 12). Individuals with heel spurs also demonstrate a higher double support time compared to the healthy group. Heel pain during weight-bearing activities, especially walking, leads patients to spend less time on the affected foot and distribute their weight more evenly between both feet. Consequently, the duration of the double support phase, when both feet are in contact with the ground, increases (12). Step time is longer in individuals with heel spurs compared to the healthy group. Patients may develop an antalgic gait, a walking pattern that minimizes pain. This pattern often involves spending less time on the affected foot, leading to asymmetry in step time and a decrease in overall walking speed (12). Stride time is also longer in individuals with heel spurs. Pain in the heel area can prompt individuals to adjust how their foot contacts the ground. Instead of

landing on the heel, which may exacerbate plantar fascia strain, they modify their landing method, slowing down the gait cycle (15). Walking speed is lower in individuals with heel spurs compared to the healthy group. Due to weaker postural control during walking, these individuals reduce their walking speed to maintain balance (11). Lastly, individuals with heel spurs report higher levels of visual pain intensity compared to the healthy control group. While the heel spur itself may not always be the primary source of pain, its presence is often associated with inflammation and irritation of the surrounding soft tissues, particularly the plantar fascia. This inflammation can result in significant discomfort (17, 18).

Table 1. Comparison of spatiotemporal gait parameters and visual pain scale scores between healthy individuals and those with heel spurs

Variable	Healthy Control Group	Heel Spur Group	P-value (Intergroup)
Cadence (steps/min)	107.30 ± 5.40	91.58 ± 10.96	0.000
Double Support (%)	22.65 ± 2.04	24.63 ± 2.57	0.044
Ipsilateral Foot Off (%)	60.30 ± 0.948	60.92 ± 1.88	0.317
Contralateral Foot Contact (%)	48.22 ± 0.604	47.94 ± 0.686	0.298
Contralateral Foot Off (%)	11.46 ± 1.07	12.12 ± 1.28	0.190
Single Support (%)	35.33 ± 1.56	36.35 ± 2.03	0.184
Step Length (m)	0.603 ± 0.071	0.569 ± 0.034	0.151
Step Time (s)	0.529 ± 0.028	0.635 ± 0.070	0.000
Step Width (m)	0.182 ± 0.026	0.196 ± 0.027	0.214
Stride Length (m)	1.19 ± 0.121	1.13 ± 0.066	0.124
Stride Time (s)	1.064 ± 0.064	1.260 ± 0.136	0.000
Walking Speed (m/s)	1.09 ± 0.104	0.902 ± 0.091	0.000
Perceived Visual Pain	0.164 ± 0.384	3.05 ± 1.82	0.000

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be addressed in this research.

Funding

This research did not receive any financial support from government, private, or non-profit organizations.

Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

Conflicts of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest associated with this article.

مقاله پژوهشی

مقایسه متغیرهای فضایی-زمانی گامبرداری افراد سالم و بیماران مبتلا به خار پاشنه

محمد امین شهبازی^۱ (ID)، *علی جالوند^۱ (ID)

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۴ آذر ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۸ دی ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۸ دی ۱۴۰۳

چکیده

هدف: خار پاشنه یکی از مشکلات شایع در پا است که می تواند تأثیرات منفی قابل توجهی بر الگوی گامبرداری بگذارد. هدف این مطالعه، مقایسه پارامترهای فضایی-زمانی و مکانی گامبرداری میان افراد سالم و بیماران مبتلا به خار پاشنه هنگام راه رفتن بود. نتایج این پژوهش می تواند درک بهتری از تأثیر این بیماری بر الگوی حرکتی ارائه داده و به بهبود روش های درمانی کمک کند.

روش ها: جامعه آماری این تحقیق شامل دو گروه بیماران مبتلا به خار پاشنه و افراد سالم بود. تعداد ۳۰ آزمودنی (۱۵ نفر بیمار و ۱۵ نفر سالم) به صورت نمونه گیری در دسترس انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل تشخیص پزشکی خار پاشنه، حداقل نمره درد ۳ در مقیاس بصری درد، و دامنه سنی ۳۰ تا ۴۹ سال بود. معیارهای خروج شامل بیماری های اسکلتی، دیابت، اختلالات عصبی، و ناهنجاری های ساختاری بود. پارامترهای فضایی-زمانی و مکانی گامبرداری با استفاده از دوربین های پرسرعت وایکان با فرکانس نمونه برداری ۱۰۰ هرتز ثبت شد. برای بررسی نرمال بودن داده ها از آزمون شاپیرو-ویلک و برای تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون t مستقل در نرم افزار SPSS استفاده شد. سطح معناداری آماری برابر با $p \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که افراد مبتلا به خار پاشنه نسبت به گروه سالم، درصد حمایت دوگانه، زمان قدم، زمان گام و شدت درد بصری بالاتری داشتند. همچنین این افراد از آهنگ گامبرداری و سرعت راه رفتن پایین تری برخوردار بودند. با این حال، برخی از پارامترهای گامبرداری، مانند لحظه جدا شدن پای موافق و مخالف از زمین، تغییرات کمتری در اثر پاتولوژی نشان دادند.

نتیجه گیری: بیماران مبتلا به خار پاشنه برای کاهش درد و توزیع متعادل تر وزن بدن، الگوهای گامبرداری متفاوتی اتخاذ می کنند. این تغییرات شامل افزایش پارامترهای زمان دار و کاهش آهنگ گامبرداری و سرعت راه رفتن است. با این حال، برخی از پارامترهای گامبرداری کمتر تحت تأثیر این بیماری قرار می گیرند. یافته های این مطالعه می تواند به توسعه برنامه های توانبخشی هدفمند برای بهبود عملکرد گامبرداری در این بیماران کمک کند.

کلید واژه ها:

پارامترهای فضایی زمانی راه رفتن، شدت درد، خار پاشنه

*نویسنده مسئول:

علی جالوند

آدرس: گروه بیومکانیک ورزشی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران.

تلفن: ۹۵۱۳۱۷۲ (۹۱۸) +۹۸

ایمیل: jalalvand_ali@yahoo.com

مقدمه

خار پاشنه یک زائده استخوانی کوچک و نوک‌تیز است که در قسمت زیرین پاشنه پا، نزدیک محل اتصال رباط‌ها و فاشیای کف پا (فاشیای پلانتار) به استخوان پاشنه (کالکانتوس) تشکیل می‌شود. این مشکل معمولاً در اثر فشار بیش‌ازحد، التهاب یا کشیدگی مکرر فاشیای کف پا ایجاد می‌شود (۱). شکایت شایعی که در بین مراجعه‌کنندگان به درمانگاه‌های ارتوپدی وجود دارد، درد سطح تحتانی پاشنه می‌باشد که این درد حداقل در ده درصد جمعیت عمومی مشاهده می‌گردد. این درد یک سندرم کلینیکی است که در بیماران ۸۰-۸ ساله گزارش شده است و بیشتر در افراد میان‌سال نیز مشاهده می‌شود (۲). شیوع این درد در افرادی که وزن بالاتری دارند یا محدودیت دورسی‌فلکشن مچ پا دارند و در طول روز زمان بیشتری در حالت ایستاده هستند، بالاتر است (۳، ۴). خارهای پاشنه اغلب نشانه‌ای ندارند، اما می‌توانند با درد نامتناوب یا مزمن مرتبط باشند، به‌طور کلی، علت درد خود خار پاشنه نیست، بلکه آسیب بافت نرم مرتبط با آن است. بسیاری از افراد درد خار پاشنه و فاشیای پلانتار را مانند یک چاقو یا سوزن که در هنگام بر زمین گذاشتن پا برای ایستادن در صبح به کف پا چسبیده، توضیح می‌دهند، دردی که بعداً به یک درد خفیف تبدیل می‌شود. بیماران اغلب از درد شدید ایستادن پس از نشستن برای یک دوره طولانی‌مدت شکایت دارند. نادیده گرفتن خار پاشنه پا و اهمال در درمان آن درد مزمن پاشنه را به دنبال خواهد داشت که انجام فعالیت‌های معمول روزانه را مختل خواهد ساخت (۵).

خار پاشنه مستقیماً توسط فشار عضلات و رباط‌ها در طولانی‌مدت ایجاد می‌شود (۶). این بیماری با گذشت زمان توسعه‌یافته و بیشتر خواهد شد. در طول زمان ایجاد می‌شود و هیچ‌گاه به‌صورت ناگهانی پس از انجام یک تمرین، شاهد بیرون‌زدگی خار پاشنه نخواهید بود. ممکن است که در محل درد، در رادیوگرافی، یک زائده استخوانی دیده شود که هیچ ارتباطی بین شدت درد و اندازه این زائده وجود ندارد و حتی برداشتن این زائده نیز ممکن است نقشی در درمان خار پاشنه نداشته باشد. پیاده‌روی سریع یا دویدن، به‌ویژه روی سطوح سخت، کفش‌هایی با اندازه نامناسب یا بد به‌ویژه زمانی که دارای حمایت مناسب قوس پا نیستند، اضافه‌وزن بیش‌ازحد و چاقی سبب ایجاد فشار بیش‌ازحد روی استخوان پاشنه، رباط‌ها و اعصاب نزدیکی پاشنه می‌شوند، سایر ریسک فاکتورهای مرتبط با این عارضه عبارت‌اند از: افزایش سن که سبب کاهش انعطاف‌پذیری پلانتار فاشیا و پد چربی محافظ پاشنه می‌گردد، دیابت، ایستادن بیشتر بر روی یک پا، انجام دوره‌های کوتاه فعالیت بدنی مکرر و داشتن کف پای صاف و یا قوس بیش‌ازحد پا (۷).

راه رفتن روی سطوح ناهموار فشار زیادی به کف پا وارد می‌کند مشکلات ناشی از خار پاشنه را افزایش می‌دهند. خار پاشنه می‌تواند وضعیت طبیعی بدن حین راه رفتن را تغییر دهد و در درازمدت عوارضی همچون کمردرد و زانودرد را به همراه داشته باشد. این بیماری در صورت مزمن شدن ممکن است موجب رسوب کلسیم در محل اتصال فاشیا شده که خود می‌تواند وضعیت بیماری را تشدید کند (۵). این عارضه‌ها در ورزشکاران حرفه‌ای، افراد دارای اضافه‌وزن و افرادی که از کفش‌های نامناسب استفاده می‌کنند دیده می‌شوند. در این بیماران، سابقه ضربه وجود ندارد و درد به‌صورت مشخص هنگام برخاستن از خواب خود را نشان می‌دهد و با چند قدم راه رفتن کاهش پیدا می‌کند. ولی با فعالیت زیاد به‌ویژه پس از انجام کارهای روزانه شدت درد افزایش و هنگام معاینه در قسمت قدامی میانی سطح تحتانی پاشنه، تندرns وجود خواهد داشت (۷).

هنگام فعالیت زیاد این درد در افراد مبتلا به خار پاشنه تشدید می‌گردد و بر پارامترهای کینماتیکی همچون زوایای فلکشن زانو هنگام حمل بار، دورسی‌فلکشن مچ پا هنگام حمل بار، پلانتار فلکشن مچ پا تأثیر می‌گذارد (۴). با این‌وجود تأثیر این عارضه بر پارامترهای فضایی-مکانی و زمانی راه رفتن کمتر مورد بررسی قرار گرفته است.

به دلیل آنکه عارضه‌های اسکلتی-عضلانی پا می‌تواند عملکردهای اندام تحتانی را مختل کرده (۸) و در ادامه باعث تغییرات مختلفی در پارامترهای بیومکانیکی افراد گردد (۹)، لذا بررسی تغییرات کینماتیکی (پارامترهای فضایی-مکانی و زمانی) این قبیل عارضه‌های اسکلتی-عضلانی پا به‌منظور کمک به اهداف درمانی باهدف بهبودی و ارتقاء عملکرد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

روش شناسی

در این مطالعه علی-مقایسه‌ای جامعه آماری تحقیق را بیماران مبتلا به خار پاشنه و همتایان سالم تشکیل می‌دادند. ۳۰ آزمودنی به صورت در دسترس به عنوان نمونه‌های پژوهش انتخاب شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی پاور با توان آماری ۰/۸، اندازه اثر ۰/۸۵ و سطح آلفا ۰/۰۵، تعداد ۱۵ نفر برای هر گروه برآورد گردید (۱۰). شرکت کنندگان به صورت در دسترس از بین مراجعین به کلینک‌ها و مراکز درمانی که شرایط ورود به مطالعه را دارا و حاضر به شرکت در مطالعه بودند (پُر کردن رضایت‌نامه) انتخاب شدند. معیارهای ورود به این مطالعه شامل: مردان، دامنه سنی ۳۰ تا ۴۹ سال، پاشنه دردناک به همراه خار پاشنه که توسط پزشک ارتوپد و با استفاده از عکس رادیوگرافی از نمای کناری پاشنه تأیید شده باشد، داشتن حداقل نمره ۳ درد از مقیاس عددی - بصری (به مدت حداقل یک هفته بود. و معیارهای خروج از مطالعه عبارت‌اند از: وجود بیماری‌های استخوانی همچون آرتريد روماتوئید، استئوآرتریت در استخوان‌های کف پا، نداشتن تعادل، سابقه بیماری و یا مشکل در دستگاه عصبی مرکزی، دیابت و ضعف عضلانی و عدم هماهنگی عصب و عضله در ناحیه اندام تحتانی، اضافه‌وزن، بدشکلی استخوانی و مشکلات عروقی در اندام تحتانی.

در این پژوهش پای مبتلا به خار پاشنه در گروه بیمار و پای هم‌تا در گروه سالم مورد بررسی قرار گرفته است. تمام داده‌های پارامترهای فضایی-زمانی و مکانی گام‌برداری در آزمایشگاه آنالیز حرکت مرکز فناوری‌های توان‌بخشی انجام گرفت. دوربین‌های تصویربرداری و مادون قرمز این مرکز محصول شرکت Vicon سری تی و صفحات نیرو محصول شرکت Kistler سوئیس می‌باشند. تجهیزات این آزمایشگاه شامل شش عدد دوربین مادون قرمز جهت ضبط مسیر مارکرها هنگام راه رفتن با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰ هرتز، دو عدد صفحه نیرو به ابعاد ۳۰×۵۰ و ۵۰×۶۰ است که تمامی دوربین‌ها و صفحات نیرو با یکدیگر سینک هستند. موقعیت نصب دوربین‌ها به نحوی است که به صورت کامل مسیر حرکت را تحت پوشش قرار می‌دهند. پس از کالیبراسیون دوربین‌ها و نصب مارکرها از هر آزمودنی ۵ تریال گرفته شد. در هر یک از تغییرهای مورد نظر، میانگین ۵ بار تکرار برای محاسبات آماری در نظر گرفته شد. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون آماری t مستقل در نرم‌افزار SPSS صورت گرفت ($p \leq 0.05$).

نتایج

نتایج آزمون شاپیروویلیک نشان داد که توزیع اکثر پارامترها نرمال بود. هیچ تفاوت معنی‌داری در قد، وزن و سن دو گروه مبتلا به خار پاشنه با گروه کنترل سالم مشاهده نگردید ($P \geq 0.05$) (جدول ۱).

نتایج حاصل از مقایسه آهنگ گام‌برداری بین افراد سالم و مبتلا به خار پاشنه حاکی از آن بود که اختلاف بین گروهی معنی‌داری در متغیر کادنس گروه سالم با افراد مبتلا به خار پاشنه حین راه رفتن وجود دارد ($P = 0.000$) و مقایسه میانگین‌ها مؤید آن است که افراد مبتلا به خار پاشنه از ۱۴/۶۵ درصد آهنگ گام‌برداری پایین‌تری برخوردارند (جدول ۲). از طرفی نتایج حاصل از مقایسه درصد حمایت دوگانه بین افراد سالم و مبتلا به خار پاشنه حاکی از آن بود که اختلاف بین گروهی معنی‌داری بین درصد حمایت دوگانه گروه سالم با افراد مبتلا به خار پاشنه حین راه رفتن وجود دارد ($P = 0.044$) و مقایسه میانگین‌ها مؤید آن است که افراد مبتلا به خار پاشنه از ۸/۷۴ درصد حمایت دوگانه بالاتری برخوردارند (جدول ۲).

1. Visual Analog Scale

نتایج حاصل از مقایسه زمان قدم بین افراد سالم و مبتلا به خار پاشنه حاکی از آن بود که اختلاف بین گروهی معنی‌داری بین زمان قدم گروه سالم با افراد مبتلا به خار پاشنه حین راه رفتن وجود دارد ($P=0/000$) و مقایسه میانگین‌ها مؤید آن است که افراد مبتلا به خار پاشنه از ۲۰ درصد زمان قدم بالاتری برخوردارند (جدول ۲).

نتایج حاصل از مقایسه زمان گام بین افراد سالم و مبتلا به خار پاشنه حاکی از آن بود که اختلاف بین گروهی معنی‌داری بین زمان گام گروه سالم با افراد مبتلا به خار پاشنه حین راه رفتن وجود دارد ($P=0/000$) و مقایسه میانگین‌ها مؤید آن است که افراد مبتلا به خار پاشنه از ۱۸/۴۲ درصد زمان گام بالاتری برخوردارند (جدول ۲).

جدول ۱. ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌های شرکت‌کننده در مطالعه

متغیرهای دموگرافیک	کنترل	مبتلا به خار پاشنه	معنی‌داری
سن (سال)	۳۹/۱۷±۴/۶۲	۴۰/۰۸±۵/۸۵	۰/۶۷۵
قد (سانتی‌متر)	۱۷۴/۶۷±۴/۶۱	۱۷۳/۲۵±۴/۸۶	۰/۴۷۲
جرم (کیلوگرم)	۸۲/۳۳±۷/۰۱	۸۱/۸۳±۶/۱۰	۰/۸۵۴

جدول ۲. مقایسه متغیرهای فضایی-زمانی و مکانی راه رفتن، مقیاس بصری درد گروه سالم در مقایسه با گروه مبتلا به خار پاشنه

متغیر	گروه کنترل سالم	گروه مبتلا به خار پاشنه	P-value بین گروهی
کادنس (گام در دقیقه)	۱۰۷/۵±۳۰/۴۰	۹۱/۱۰±۵۸/۹۶	۰/۰۰۰*
حمایت دوگانه (درصد)	۲۲/۶۵±۲/۰۴	۳۴/۶۳±۲/۵۷	۰/۰۴۴*
فوت آف موافق (درصد)	۶۰/۳۰±۰/۹۴۸	۶۰/۹۲±۱/۸۸	۰/۳۱۷
فوت کانتکت پای مخالف (درصد)	۴۸/۲۲±۰/۶۰۴	۴۷/۹۴±۰/۶۸۶	۰/۲۹۸
فوت آف پای مخالف (درصد)	۱۱/۴۶±۱/۰۷	۱۲/۱۲±۱/۲۸	۰/۱۹۰
حمایت تک گانه (درصد)	۳۵/۳۳±۱/۵۶	۳۶/۳۵±۲/۰۳	۰/۱۸۴
طول قدم (متر)	۰/۶۰۳±۰/۰۷۱	۰/۵۶۹±۰/۰۳۴	۰/۱۵۱
زمان قدم (ثانیه)	۰/۵۲۹±۰/۰۲۸	۰/۶۳۵±۰/۰۷۰	۰/۰۰۰*
عرض قدم (متر)	۰/۱۸۲±۰/۰۲۶	۰/۱۹۶±۰/۰۲۷	۰/۲۱۴
طول گام (متر)	۱/۱۹±۰/۱۲۱	۱/۱۳±۰/۰۶۶	۰/۱۲۴
زمان گام (ثانیه)	۱/۰۶۴±۰/۰۶۴	۱/۳۶±۰/۱۳۶	۰/۰۰۰*
سرعت راه رفتن (m/s)	۱/۰۹±۰/۱۰۴	۰/۹۰±۰/۰۹۱	۰/۰۰۰*
میزان درد ادراکی بصری	۰/۱۶۴±۰/۳۸۴	۳/۰۵±۱/۸۲	۰/۰۰۰*

از طرفی نتایج حاصل از مقایسه سرعت راه رفتن بین افراد سالم و مبتلا به خار پاشنه حاکی از آن بود که اختلاف بین گروهی معنی‌داری بین سرعت راه رفتن گروه سالم با افراد مبتلا به خار پاشنه حین راه رفتن وجود دارد ($P=0/000$) و مقایسه میانگین‌ها مؤید آن است که افراد مبتلا به خار پاشنه از ۱۷/۲۴ درصد سرعت راه رفتن پایین‌تری برخوردار می‌باشند (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میزان درد ادراکی بصری بین افراد سالم و مبتلا به خار پاشنه حاکی از آن بود که اختلاف بین گروهی معنی‌داری بین میزان

درد ادراکی بصری گروه سالم با افراد مبتلا به خار پاشنه حین راه رفتن وجود دارد ($P=0/000$) و مقایسه میانگین‌ها مؤید آن است که افراد مبتلا به خار پاشنه از میزان درد ادراکی بصری بالاتری برخوردار می‌باشند (جدول ۲).

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که افراد مبتلا به خار پاشنه از آهنگ گام‌برداری پایین‌تری نسبت به گروه سالم برخوردار می‌باشند. کاهش آهنگ گام‌برداری (کادنس) مشاهده شده در افراد مبتلا به خار پاشنه می‌تواند به عوامل مختلفی نسبت داده شود: یکی از دلایل اصلی کاهش آهنگ گام‌برداری احتمالاً اجتناب از درد است. افراد مبتلا به خار پاشنه هنگام راه رفتن و فعالیت‌های مختلف درد پاشنه را تجربه می‌کنند (۱۱). لذا به‌منظور کاهش درد و ناراحتی این افراد تمایل دارند که آرام‌تر راه بروند، گام‌های کوتاه‌تری بردارند و زمان کمتری روی پای مبتلا سپری کنند. این تطابق‌های پاتومکانیکی به‌طور طبیعی منجر به کاهش آهنگ گام‌برداری می‌شوند، زیرا این بیماران با اتخاذ این مکانیسم‌ها تلاش می‌کنند ناحیه دردناک را محافظت کنند (۱۱، ۱۲). بنابراین این الگوی گام‌برداری پرهیز از درد با هدف اجتناب از درد معمولاً به گام‌های آهسته‌تر و محتاطانه‌تر منجر می‌شود. کاهش دامنه دورسی‌فلکشن میچ پا در فاز جلوبرنده گیت منجر به گام‌های کوتاه‌تر و کادنس کمتر منجر می‌گردد (۱۲) و این تغییر کینماتیکی یکی از دلایل احتمالی دیگر در کاهش آهنگ گام‌برداری (کادنس) می‌باشد.

نتایج این مطالعه نشان داد که افراد مبتلا به خار پاشنه از زمان حمایت دوگانه بالاتری نسبت به گروه سالم برخوردار می‌باشند. از علل افزایش زمان حمایت دوگانه در افراد مبتلا به خار پاشنه می‌توان به مکانیسم‌های جبرانی در راه رفتن اشاره کرد. افراد مبتلا به خار پاشنه در هنگام تحمل وزن به‌ویژه هنگام راه رفتن، درد پاشنه را تجربه می‌کنند. لذا به‌منظور کاهش این درد آن‌ها تمایل دارند: زمان کمتری روی پای آسیب‌دیده بمانند و وزن خود را به‌طور یکنواخت‌تر بین هر دو پا توزیع کنند؛ و این امر منجر به افزایش زمانی که هر دو پا با زمین تماس دارد (فاز حمایت دوگانه) می‌گردد (۱۲). یکی از مکانیسم‌های جبرانی توجیه‌کننده افزایش زمان فاز حمایت دوگانه در افراد مبتلا به خار پاشنه انطباق تغییر یافته توزیع فشار پا در این افراد است، این بیماران ممکن است وزن خود را از ناحیه دردناک پاشنه منحرف کنند که منجر به تغییراتی در زمانی می‌شود که هر دو پا بر روی زمین قرار دارد گردد (۱۳). از دیدگاه پاتومکانیک گیت دلایل افزایش زمان حمایت دوگانه را می‌توان به عوامل مختلفی از قبیل سفتی در تاندون آشیل و عضلات ساق پا که می‌تواند دامنه حرکت میچ پا را محدود کرده و زمان لازم برای انتقال از ضربه پاشنه به جدا شدن از انگشتان را طولانی کند نسبت داد (۱۴). ضعف عضلات داخلی و خارجی پا یکی از دلایل توجیهی دیگر است که منجر به عدم کارایی در مرحله جدا شدن پا از زمین شود و زمان باقی ماندن هر دو پا روی زمین را افزایش دهد (۱۲).

نتایج این مطالعه نشان داد که افراد مبتلا به خار پاشنه از زمان قدم بالاتری نسبت به گروه سالم برخوردار می‌باشند. در توجیه زمان قدم طولانی‌تر در افراد مبتلا به خار پاشنه می‌توان گفت بیماران مبتلا به خار پاشنه ممکن است یک گام‌برداری آنتالژیک که یک الگوی راه رفتن برای جلوگیری از درد است را اتخاذ نمایند. این الگو می‌تواند شامل صرف زمان کمتر بر روی پای آسیب‌دیده باشد که منجر به عدم تقارن در زمان قدم‌برداری و کاهش سرعت کلی راه رفتن می‌شود (۱۲).

نتایج این مطالعه نشان داد که افراد مبتلا به خار پاشنه از زمان گام بالاتری نسبت به گروه سالم برخوردار می‌باشند. درد در ناحیه پاشنه ممکن است باعث شود افراد نحوه تماس اولیه خود با زمین را تغییر دهند و به‌جای فرود آمدن با پاشنه که می‌تواند فاشیای کف پا را تحت کشش قرار دهد، ممکن است روش فرود خود را تغییر دهند. این تغییر می‌تواند چرخه گام‌برداری را کندتر کند (۱۵).

نتایج این مطالعه نشان داد که افراد مبتلا به خار پاشنه از سرعت راه رفتن پایین‌تری نسبت به گروه سالم برخوردار می‌باشند. افراد مبتلا به خار پاشنه هنگام فعالیت‌های تحمل وزن گام‌برداری محتاطانه‌تر و سرعت کمتر در راه رفتن را اتخاذ می‌کنند، زیرا افراد سعی می‌کنند از درد جلوگیری کنند (۱۱). علاوه بر این در افراد مبتلا به خار پاشنه به دلیل کنترل وضعیتی ضعیف‌تر هنگام راه رفتن، به‌منظور حفظ تعادل سرعت راه رفتن کمتری را اتخاذ می‌نمایند (۱۱). علاوه بر این در افراد مبتلا به خار پاشنه به دلیل کاهش دامنه حرکتی هنگام راه رفتن انعطاف‌پذیری و دامنه حرکتی پا و مچ محدود می‌گردد که منجر به راه رفتن آهسته‌تر و محدودتر می‌گردد (۴).

نتایج این مطالعه نشان داد که افراد مبتلا به خار پاشنه از شدت بصری درد بالاتری نسبت به گروه کنترل سالم برخوردار می‌باشند. افرادی مبتلا به خار پاشنه اغلب نسبت به افرادی که این عارضه را ندارند، درد بیشتری تجربه می‌کنند. هر چند خود خار پاشنه ممکن است منبع اصلی درد نباشد ولیکن وجود آن ممکنه با التهاب و تحریک بافت نرم اطراف به‌ویژه فاشیای پلانتار همراه باشد. این التهاب می‌تواند سبب ناراحتی شدیدی گردد (۱۶، ۱۷). فشار طولانی‌مدت بر روی فاشیای پلانتار و عضلات پا پروناسیون بیش‌ازحد یا غیرعادی پا را به همراه خواهد داشت که منجر به افزایش کشش و درد در ناحیه آسیب‌دیده می‌گردد. بین اندازه و شکل خار با میزان درد ارتباط معنی‌داری وجود دارد. خارهای بزرگ‌تر (بیش از ۵ میلی‌متر) و آن‌هایی که به‌صورت افقی یا قلابی هستند، در مقایسه با خارهای کوچک‌تر یا عمودی، با درد بیشتری همراه هستند (۱۸).

نتیجه‌گیری نهایی

مطالعه حاضر نشان داد که خار پاشنه به طور قابل توجهی بر الگوی گام‌برداری بیماران تاثیر می‌گذارد. افراد مبتلا به خار پاشنه برای کاهش درد و ناراحتی، استراتژی‌های مختلفی از جمله کاهش سرعت راه رفتن، افزایش زمان حمایت دوگانه، و کاهش آهنگ گام‌برداری (کادنس) اتخاذ می‌کنند. این تغییرات پاتومکانیکی نه تنها نشان‌دهنده سازگاری‌های جبرانی برای محافظت از ناحیه آسیب‌دیده هستند، بلکه به محدودیت‌های بیومکانیکی ناشی از کاهش دامنه حرکتی مچ پا و ضعف عضلات مرتبط نیز مرتبط می‌باشند.

علاوه بر این، شدت درد بصری بالاتر در بیماران مبتلا به خار پاشنه به عنوان عامل کلیدی در تغییرات الگوی گام‌برداری شناسایی شد. این درد، که ناشی از التهاب و تحریک فاشیای پلانتار است، بیماران را به اتخاذ الگوهای گام‌برداری محتاطانه‌تر وادار می‌کند. یافته‌های این تحقیق اهمیت ارزیابی دقیق پارامترهای فضایی-زمانی در بیماران مبتلا به خار پاشنه را برجسته کرده و نشان می‌دهد که این اطلاعات می‌تواند در طراحی برنامه‌های درمانی و توانبخشی هدفمند برای بهبود کیفیت زندگی این بیماران مفید باشد. توصیه می‌شود مطالعات آینده به بررسی عوامل بیومکانیکی دقیق‌تر، تاثیر درمان‌های مختلف، و ارتباط بین شدت درد و تغییرات گام‌برداری بپردازند تا دیدگاه جامع‌تری در مورد مدیریت این بیماری ارائه شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی اصول اخلاقی در این پژوهش رعایت شده است. همه شرکت کنندگان با رضایت کامل در مطالعه شرکت کردند و به آن‌ها اطمینان داده شد که تمام اطلاعات مربوط به آن‌ها محرمانه باقی خواهد ماند.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. Azar FM, Canale ST, Beaty JH. Campbell's Operative Orthopaedics, E-Book; Elsevier Health Sciences; 2020.
2. Haake M, Buch M, Schoellner C, Goebel F, Vogel M, Mueller I, et al. Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: randomised controlled multicentre trial. *Bmj*. 2003;327(7406):75. [DOI:10.1136/bmj.327.7406.75] [PMID]
3. Riddle DL, Pulisic M, Pidcoe P, Johnson RE. Risk factors for plantar fasciitis: a matched case-control study. *JBJS*. 2003;85(5):872-7. [DOI:10.2106/00004623-200305000-00015] [PMID]
4. Wearing SC, Smeathers JE, Urry SR. The effect of plantar fasciitis on vertical foot-ground reaction force. *Clinical Orthopaedics and Related Research* (1976-2007). 2003;409:175-85. [DOI:10.1097/01.blo.0000057989.41099.d8] [PMID]
5. Zahnreich S, Rösler H-P, Schwanbeck C, Karle H, Schmidberger H. Radiation-induced DNA double-strand breaks in peripheral leukocytes and therapeutic response of heel spur patients treated by orthovoltage X-rays or a linear accelerator. *Strahlentherapie und Onkologie*. 2020;196:1116-27. [DOI:10.1007/s00066-020-01662-4] [PMID]
6. Altuntas E, Uzun A. The Relationship Between Age-Related Incidences of Heel Spur With Sex and Side. *International Journal of Morphology*. 2022;40(2):369-375. [DOI:10.4067/S0717-95022022000200369]
7. Nawaz A, Khan U, Zaheer A, Shahzadi A. Prevalence of heel spur in teachers. *Pakistan Journal of Physical Therapy (PJPT)*. 2022. [DOI:10.52229/pjpt.v5i1.1667]
8. Tanaka C, Farah EA. Anatomia funcional das cadeias musculares. *Fisioterapia e Pesquisa*. 1997;4(1):39-40.
9. Williams III DS, McClay IS, Hamill J, Buchanan TS. Lower extremity kinematic and kinetic differences in runners with high and low arches. *Journal of applied biomechanics*. 2001;17(2):153-63. [DOI:10.1123/jab.17.2.153]

10. Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. Behavior research methods. 2007;39(2):175-91. [DOI:10.3758/BF03193146] [PMID]
11. Richer L, Fortin E, Gagnon G, Ngomo S, Fernandes KBP, Cortis C, et al. Impact of plantar fasciitis on postural control and walking in young middle-aged adults. The Foot. 2022;53:101951. [DOI:10.1016/j.foot.2022.101951] [PMID]
12. Thong-On S, Bovonsunthonchai S, Vachalathiti R, Intiravoranont W, Suwannarat S, Smith R. Effects of strengthening and stretching exercises on the temporospatial gait parameters in patients with plantar fasciitis: A randomized controlled trial. Annals of rehabilitation medicine. 2019;43(6):662-76. [DOI:10.5535/arm.2019.43.6.662] [PMID]
13. Yoo SD, Kim HS, Lee JH, Yun DH, Kim DH, Chon J, et al. Biomechanical parameters in plantar fasciitis measured by gait analysis system with pressure sensor. Annals of rehabilitation medicine. 2017;41(6):979-89. [DOI:10.5535/arm.2017.41.6.979] [PMID]
14. Chandler T, Kibler W. A biomechanical approach to the prevention, treatment and rehabilitation of plantar fasciitis. Sports Medicine. 1993;15:344-52. [DOI:10.2165/00007256-199315050-00006] [PMID]
15. Martin RL, Davenport TE, Reischl SF, McPoil TG, Matheson JW, Wukich DK, et al. Heel pain-plantar fasciitis: revision 2014. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2014;44(11):A1-A33. [DOI:10.2519/jospt.2014.0303] [PMID]
16. El-helw MR, Fathallah MM, El Zohiery AK, Mostafa NH. Comparison between the effect of Steroid Injection, Prolotherapy Local Injection and Extracorporeal Shock Wave Therapy in Treatment of Symptomatic Calcaneal Spur. QJM: An International Journal of Medicine. 2024;117(Supplement_1):hcae070. 535. [DOI:10.1093/qjmed/hcae070.535]
17. Beyzadeoğlu M, Sağer Ö, Dinçoğlu F, Demiral S, Uysal B, Gamsız H, et al. Evaluation of the radiotherapeutic management of refractory painful heel spur and plantar fasciitis: a single center experience of 45 years. Evaluation. 2020;62(1):8-13. [DOI:10.4274/gulhane.galenos.2019.730]
18. Okçu M, Tuncay F, Koçak FA, Erden Y, Ayhan MY, Kaya SS. Do the presence, size, and shape of plantar calcaneal spurs have any significance in terms of pain and treatment outcomes in patients with plantar fasciitis? Turkish journal of medical sciences. 2023;53(1):413-9. [DOI:10.55730/1300-0144.5598] [PMID]