

Research Paper

Immediate Effects of Plantar Massage on Foot Pressure Patterns in People with Chronic Ankle Instability during Walking**Gh. Khosravi, M. Alemzadeh², Y. Hoseini³, B. Mohammadi⁴**

1. MSc in Sport Biomechanics, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Assistant professor in Sport Biomechanic, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran (Corresponding Author)
3. Assistant professor in Sport Biomechanic, Faculty of Human Sciences, Malayer University, Malayer, Iran
4. Assistant professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Human Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Received Date: 2022/01/30**Accepted Date: 2022/04/30**

Abstract

The purpose of this study was to investigate the immediate effect of massage on the plantar pressure distribution during gait in people with chronic ankle instability. Fifteen patients with ankle instability participated in this study. Plantar pressure parameters in ten regions were measured pre- and post-massage during gait. The results showed that the peak pressure in the first metatarsal ($p=0.034$) and the peak force in the regions of the first metatarsal ($p=0.03$), the mid foot ($p=0.045$), and the medial heel ($p=0.005$) decreased significantly after the massage. The time to peak pressure ($p=0.041$) and peak force ($p=0.017$) in the mid foot increased significantly after the massage. There was no significant difference in the loading rates of all foot regions after the massage compared to before the massage. Based on the results, the plantar massage as an intervention is proposed to improve the distribution of pressure and subsequently reduce the incidence of re-injury and reduce the negative effects of this type of injury.

Keywords: Plantar Massage, Peak Force, Time to Peak Force, Loading Rate

-
1. Email: ghazalkhosravi93@gmail.com
 2. Email: alemzadeh@basu.ac.ir
 3. Email: yasin.hoseiny@gmail.com



Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

Extended Abstract

Background and Purpose

Ankle sprain is a common musculoskeletal injury of the lower extremities that can occur in sports activities at different ages. Early ankle sprain harms joint mechanical receptors, which can result in decreased proprioceptive sensory information and expose the ankle to further damage (1). Therefore, mechanical stimulation of foot receptors via plantar massage can stimulate the receptors of the joints and sensory afferents, which in turn affect the control process and the state of equilibrium (2). A question that can be posed here is whether stimulation of the plantar receptors can change the foot pressure distribution in people with chronic ankle instability during walking. The purpose of this study was to investigate the immediate effect of plantar massage on foot pressure distribution in people with chronic ankle instability during walking.

Materials and Methods

Fifteen women aged 18 to 23 with ankle instability participated in this study. Inclusion criteria were a score below 26 on the ankle function assessment questionnaire, a history of ankle sprain up to 3 months before the study, a history of at least 2 ankle sprains in the last 3 months, and no abnormal foot structure. First, the height and weight of the subjects were measured. Navicular Drop Test was used to measure the foot structure (3). The Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) was used to determine functional ankle instability (4). The RS Footscan (RSscan, Belgium) was used to measure the plantar pressure parameters. In order to record the foot pressure variables, the subjects walked barefoot on the Footscan device installed on a 10-meter path at a desired speed. Before the massage intervention, the plantar pressure distribution parameters in ten areas of the foot were measured and recorded. The force data were standardized based on body weight. The loading rate was calculated using the following formula. The subjects

$$\text{Loading rate} = \left[\frac{\text{peak}_{\text{body}} \frac{Fz(N)}{\text{weight}(N)}}{\text{time to peak Fz}} \right]$$

then participated in a foot massage program under the supervision of a professional masseur for 5 minutes (5). After the massage, the parameters of their plantar pressure were measured and recorded considering the pre-massage conditions. Shapiro-Wilk test was used to examine the normality of data distribution, and a dependent t-test was used to compare dependent variables before and after plantar massage.



Findings

The maximum plantar pressure in the meta-1 area decreased 13 times after massage as compared to pre-massage conditions ($p = 0.034$). No significant difference was found before and after the massage in other areas of the foot ($P > 0.05$). Time to peak plantar pressure in the midfoot area in the post-massage phase occurred at 50% of the stance time, showing an increase compared to 46% in the pre-massage phase ($p = 0.041$). Peak force decreased 13 times ($p = 0.03$), 14 times ($p = 0.045$) and 9 times ($p = 0.005$) compared to pre-massage conditions in the metat-1, midfoot, and medial heel, respectively. No significant difference was observed in other areas ($p > 0.05$). Moreover, the time to peak force after massage in the medial midfoot occurred in 50% of the stance time compared to 44% in the pre-massage phase, showing about 14% increase in time to peak force after massage treatment ($p = 0.017$). There was no significant difference in other areas of the foot ($p > 0.05$). There was no significant difference between pre-test and post-test in the loading rates of toe1, toe2-5, meta1-5, midfoot, medial heel, and lateral heel ($P > 0.05$). The massage insignificantly reduced the loading rates in met1-2 areas, the midfoot, and finally the medial heel.

Conclusion

The peak pressure in the meta1 area and the peak force in the meta1, midfoot, and medial heel significantly reduced after massage compared to the pre-massage. Massage improved the foot pressure distribution and reduced the pressure on the medial foot by affecting the balance of subjects with ankle instability as well as creating some neuromuscular mechanisms. Foot massage increased time to peak pressure and force in the midfoot. It can be concluded that increasing the time to peak force because of increased ground contact time, acts as a compensatory mechanism providing sufficient time for joint stability (6). Given the availability and low costs of foot massage, measures such as strengthening the proprioceptive sense in this area, improving the balance, and improving the foot pressure distribution can reduce the incidence of injuries related to loss of proprioceptive sense. Reducing the peak pressure and force indices and increasing the time to peak force in some foot areas in people with ankle instability, the use of massage improves the pressure distribution, which may help reduce the risk of recurrence of injury in these areas of the foot. Plantar massage is recommended to therapists, trainers, and people with ankle instability to reduce the negative effects of this type of injury.

Keywords: Plantar Massage, Peak Force, Time to Peak Force, Loading Rate



Reference

1. Freeman MA. Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg Br. British volume.* 1965 Nov;47(4):669-77.
2. Hubbard TJ, Hicks-Little CA. Ankle ligament healing after an acute ankle sprain: an evidence-based approach. *J Athl Train.* 2008 Sep;43(5):523-9.
3. Allen MK, Glasoe WM. Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train.* 2000 Oct;35(4):403.
4. Vuurberg G, Kluit L, van Dijk CN. The Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) in the Dutch population with and without complaints of ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Mar;26(3):882-91.
5. McKeon PO, Wikstrom EA. Sensory-targeted ankle rehabilitation strategies for chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2016 May;48(5):776.
6. Nyska M, Shabat S, Simkin A, Neeb M, Matan Y, Mann G. Dynamic force distribution during level walking under the feet of patients with chronic ankle instability. *Br J Sports Med.* 2003 Dec 1;37(6):495-7.



اثر آنی ماساژ کف پای بر الگوی فشار کف پای در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا حین راه رفتن

غزل خسروی^۱، محبوبه عالم زاده^۲، یاسین حسینی^۳، بنفشه محمدی^۴

۱. کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲. استادیار گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران (نویسنده
مسئول)

۳. استادیار بیومکانیک ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

۴. استادیار بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت‌بدنی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد،
ایران

تاریخ ارسال ۱۴۰۰/۱۱/۱۰

تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۲/۱۰

چکیده

هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر آنی ماساژ بر توزیع فشار کف پای افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا حین راه رفتن است. ۱۵ نفر از افراد مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا در این پژوهش شرکت کردند. پارامترهای اوج فشار کف پای، اوج نیرو، زمان رسیدن به اوج نیرو و نرخ بارگذاری در نواحی ده‌گانه پا حین راه رفتن، قبل و بعد از ماساژ اندازه‌گیری و ثبت شد. نتایج نشان دادند حداکثر فشار کف پای در متاتارسال اول ($p=0/034$) و حداکثر نیروی در نواحی متاتارسال اول ($p=0/03$)، بخش میانی پا ($p=0/045$) و بخش داخلی پاشنه ($p=0/005$) بعد از ماساژ کاهشی معنادار داشت. زمان رسیدن به حداکثر فشار کف پا در ناحیه میانی پا ($p=0/041$) و زمان رسیدن به حداکثر نیرو در ناحیه میانی پا پس از ماساژ افزایش معناداری نشان داد ($p=0/041$). نرخ بارگذاری در هیچ‌کدام از نواحی پا، بین قبل و بعد ماساژ تفاوت معناداری نداشت. بر اساس نتایج حاضر می‌توان ماساژ را مداخله‌ای برای بهبود توزیع فشار و متعاقب آن کاهش بروز آسیب مجدد و کاهش اثرات منفی این نوع آسیب پیشنهاد کرد.

واژگان کلیدی: ماساژ کف پای، اوج نیرو، زمان رسیدن به اوج نیرو، نرخ بارگذاری

1. Email: ghazalkhosravi93@gmail.com

2. Email: alemzadeh@basu.ac.ir

3. Email: yasin.hoseiny@gmail.com



مقدمه

اسپرین مچ پا یکی از شایع‌ترین آسیب‌های اسکلتی-عضلانی اندام تحتانی در فعالیت‌های ورزشی است که در سنین مختلف رخ می‌دهد و شیوع آن ۱۶ تا ۴۰ درصد است (۱،۲). پژوهش‌ها نشان داده‌اند ۷۴ درصد افرادی که اسپرین خارجی مچ پا را تحمل می‌کنند، با اسپرین مجدد در مفصل مچ پا مواجه می‌شوند (۳) و اگر این آسیب به‌صورت تکراری و مزمن درآید می‌تواند سبب ابتلای فرد به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا شود. مطالعات نشان داده‌اند کاهش حساسیت گیرنده‌های پوستی کف پا با تغییراتی زبان‌آور در کنترل پوسچر بدن همراه است (۴). گیرنده‌های مکانیکی کف پا، اطلاعاتی را در خصوص تولید گشتاور مچ پا، انتقال وزن، سرعت بارگذاری اندام و ماهیت سطح حمایت پا به سیستم عصبی مرکزی می‌دهند و در ثبات مفصل و برنامه‌ریزی حرکت برای کنترل عصبی-عضلانی و همچنین تعدیل و اصلاح فشارهای تحمیل‌شده به مفاصل و لیگامان‌ها نقشی بسزا دارند (۵).

آسیب مچ پا سبب اختلال نسبی در ارسال پیام‌های حسی از گیرنده‌های مکانیکی مفصل می‌شود که این مسئله موجب کاهش ورودی‌های حسی از گیرنده‌های مفصلی منجر شده، عاملی خطرزا برای افزایش بی‌ثباتی عملکردی در مفاصل آسیب‌دیده محسوب می‌شود. بی‌ثباتی عملکردی پا، به افزایش نوسانات پوسچر، تغییر در الگوی راه رفتن، افزایش آرتروز مفصلی و کاهش شرکت افراد در فعالیت‌های حرکتی و کاهش کیفیت زندگی افراد منجر می‌شود (۶،۷).

ماساژ کف پایي مداخله‌ای برای تحریک گیرنده‌های پوستی کف پا و افزایش حس لامسه است (۸). چهار سازوکار اصلی تأثیر ماساژ شامل آثار بیومکانیکی، فیزیولوژیکی، عصبی و روانی است. شواهد بالینی از تأثیر ماساژ در بهبود حس عمقی حمایت می‌کنند. همچنین ماساژ به دلیل ایجاد تغییر در فعالیت سیستم عصبی می‌تواند باعث افزایش کنترل فرد روی حرکات بدنی خود شود (۹،۱۰). برنارد و همکاران اثر ۱۶ دقیقه ماساژ کف پا را بر افراد سالم بررسی کردند و دریافتند که ماساژ به‌نوعی سبب تحریک‌آورانه‌های حسی و گیرنده‌های مکانیکی ناحیه کف پا می‌شود و میزان جابه‌جایی مرکز ثقل پس از انجام ماساژ و موبیلیزاسیون (دست‌کاری)، در مقایسه با پیش از آن، کاهش می‌یابد (۱۱).

مطالعات نشان می‌دهند ماساژ کف پایي موجب کاهش جابه‌جایی مرکز فشار و همچنین کاهش سرعت جابه‌جایی مرکز فشار کف پایي در دو جهت قدامی-خلفی می‌شود (۱۲). اندازه‌گیری فشار کف پایي یکی از روش‌های اندازه‌گیری توزیع نیرو در کف پا در فاز استانس راه رفتن است (۱۳). متغیرهای گزارش‌شده در این پژوهش شامل اوج فشار، اوج نیرو، زمان رسیدن به اوج نیرو و نرخ بارگذاری است. مطالعات پیشین نشان داده‌اند در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا به دلیل تغییر در مکانیک راه رفتن،



نیروها و فشارها در سطح کف پا به طور مساوی توزیع نمی‌شوند و به دلیل قرارگیری پا در وضعیت سوپینیشن در حین راه رفتن، توزیع بار بیشتر به بخش خارجی پا منتقل می‌شود؛ در نتیجه موجب افزایش فشار و نیرو در بخش خارجی پا می‌شود که به دنبال آن، احتمال آسیب مجدد در مچ پا افزایش می‌یابد (۱۴).

دانستن اینکه کدام یک از برنامه‌های توان بخشی می‌تواند تأثیرپذیری بهتر و اثر ماندگارتری بر بهبودی، به منظور جلوگیری از پیچ خوردگی مجدد مچ پا داشته باشد، دارای اهمیت است. روش‌های زیادی برای بهبود و بازگشت سریع افراد به فعالیت‌های روزانه پیشنهاد و تجربه شده است. ماساژ یکی از روش‌هایی است که برای تسکین درد و بهبود شرایط پیچ خوردگی در بین افراد آسیب دیده رایج است. در مطالعات بسیاری به آثار فیزیولوژیک و روانی ماساژ توجه شده است (۱۶، ۱۵). الگوی راه رفتن افراد مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا و همچنین الگوی توزیع فشار کف پای این افراد با افراد سالم متفاوت است (۱۷) و این تفاوت ممکن است به ارتباط تغییر یافته بین سیستم عصبی مرکزی و عضلات آسیب دیده اطراف مچ پا مربوط باشد. از طرفی تحریک گیرنده‌های کف پای به دلیل تغییر در فعالیت سیستم عصبی، اضطراب و عواملی که ذهن را با بدن مرتبط می‌کند، می‌تواند باعث افزایش کنترل فرد روی حرکات بدنی خود شود. حال این سؤال مطرح است که آیا تحریک گیرنده‌های کف پای تغییری در الگوی توزیع فشار کف پای در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا حین راه رفتن ایجاد می‌کند یا خیر. هدف ما از این مطالعه بررسی اثر آنی ماساژ کف پای بر توزیع فشار کف پای افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا حین راه رفتن است.

روش پژوهش

تعداد ۱۵ نفر از افرادی که دچار پیچ خوردگی مچ پا بودند، پس از کسب مجوز از کمیته اخلاق به شماره IR.BASU.REC.1398.023 در این پژوهش شرکت کردند. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ آورده شده است.



جدول ۱- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها

گروه	سن سال	وزن کیلوگرم	قد سانتی‌متر	شاخص توده بدنی مترمربع/کیلوگرم	افت ناوی میلی‌متر
اسپرین مچ پا (۱۵) (آزمودنی)	۲۱/۱±۲/۶	۵۷/۸±۵	۵±۱۶۴	۲±۲۲/۸	۶/۰±۶۲/۶

معیارهای ورود آزمودنی‌ها به پژوهش عبارت بودند از: کسب امتیاز کمتر از ۲۶ از پرسش‌نامه ارزیابی عملکردی مچ پا (۱۸)، سابقه ابتلا به پیچ‌خوردگی مچ پا حداکثر سه ماه قبل از مطالعه که به درد، تورم و فقدان عملکرد منجر شده باشد؛ سابقه دست‌کم دو بار خالی شدن یا پیچ‌خوردگی مفصل مچ پا در سه ماه اخیر؛ ساختار طبیعی پا و نداشتن ناهنجاری‌های ارتوپدیکی از جمله اختلاف طول دو پا (بیشتر از پنج میلی‌متر).

ابتدا قد و وزن آزمودنی‌ها به وسیله ترازو و قدسنج دیجیتال ترکیبی مدل BS100 ساخت شرکت سه‌سند اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ساختار کف پا از آزمون افت ناوی استفاده شد. در افرادی که نمره افت ناوی‌شان در دامنه ۶-۹ میلی‌متر بود، ساختار پا در وضعیت طبیعی قرار داشت (۱۹). برای تعیین بی‌ثباتی عملکردی مچ پا از پرسش‌نامه بی‌ثباتی مچ پای کامبرلند استفاده شد، این پرسش‌نامه دارای ۹ سؤال بود که شدت بی‌ثباتی عملکردی مچ پا را مشخص می‌کرد. دامنه نمره ثبات عملکردی در پا بین صفر تا ۳۰ بود که نمره ۲۷ تا ۳۰ نمایانگر سلامتی مچ پا و نمره صفر تا ۲۷ نمایانگر بی‌ثباتی مچ پا بود. هر چه نمره فرد از ۲۷ به صفر کاهش پیدا می‌کرد، نشان‌دهنده شدت بیشتر بی‌ثباتی در مچ پا بود (۱۸، ۲۰).

قبل از انجام آزمون تمام مراحل برای شرکت‌کنندگان در پژوهش توضیح داده شد. ابتدا، شرکت‌کنندگان فرم رضایت‌نامه را تکمیل کردند و سپس از آن‌ها خواسته شد به منظور آشنایی کامل با آزمون، مراحل آزمون را اجرا کنند. مراحل آزمون شامل راه رفتن پابرنه روی دستگاه فوت اسکن بود که برای این کار از دستگاه فوت اسکن مدل RSSCAN ساخت بلژیک استفاده شد. این سیستم با ابعاد ۴۰×۱۰۰ سانتی‌متر دارای تعداد ۸۱۹۲ حسگر و فرکانس نمونه‌گیری ۳۰۰ هرتز است. اندازه‌گیری شش بار تکرار شد (سه مرتبه با پای راست و سه مرتبه با پای چپ) و میانگین تکرارها مقدار آن مرحله محسوب شد. به منظور ثبت متغیرهای فشار کف پای، آزمودنی‌ها به محض شنیدن



صدای «رو» مسیر ده متری را با پای برهنه و سرعت دلخواه طی کردند به شکلی که با پای راست و چپ از روی صفحه دستگاه فشار کف پای (فوت اسکن) که در مسیر راه رفتن تعبیه شده بود عبور کنند. راه رفتن در مسیر ده متری اثر هرگونه شتاب‌گیری و کاهش شتاب در آغاز و پایان فعالیت را به حداقل می‌رساند (۲۱). چنانچه آزمودنی، بدون تغییر در الگوی طبیعی راه رفتن، پای خود را در مرکز پلت‌فرم قرار می‌داد، این تکرار به‌عنوان تکراری موفق برای او به ثبت می‌رسید. قبل از اجرای مداخله (ماساژ) اطلاعات مربوط به پارامترهای اوج فشار و نیرو، زمان رسیدن به اوج نیرو و نرخ بارگذاری در نواحی ده‌گانه کف پا اندازه‌گیری و ثبت شد. داده‌های نیرو برحسب وزن بدن همسان‌سازی شدند. (نرخ بارگذاری به‌عنوان شیب بخش اولیه منحنی نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (بین لحظه تماس پاشنه تا اولین اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین) تعریف و با فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{Loading rate} = \left[\frac{\text{peak } \frac{Fz(N)}{\text{body weight}(N)}}{\text{time to peak } Fz} \right]$$

سپس این افراد به مدت پنج دقیقه تحت برنامه تمرینی ماساژ کف پای قرار گرفتند (۲۲). در تمام مدت، ماساژ تحت نظر ماسوری حرفه‌ای اجرا شد. برای اجرای پلاتنار ماساژ از دو تکنیک پتریسیاژ^۱ و رفلورانژ^۲ استفاده شد (۲۳). در شروع کار، ماسور از انگشت‌های شست برای کل پا استفاده می‌کرد، بدین‌صورت که کل کف پا و تک‌تک انگشتان را ماساژ می‌داد. همچنین، از قسمت خارجی چهار انگشت، به‌صورت مشت شده، برای ماساژ دادن گودی کف پا استفاده می‌کرد. این حرکات به‌صورت ماساژ از داخل پا به خارج و از بالا به پایین انجام داده شد. قسمت خارجی پا نیز با شست و انگشت اشاره ماسور ماساژ داده شد (شکل شماره ۱). پس از انجام ماساژ، پارامترهای کف پای کلیه آزمودنی‌ها، مطابق شرایط قبل ماساژ، اندازه‌گیری و ثبت شد.

1. Petrissag
2. Refflourang





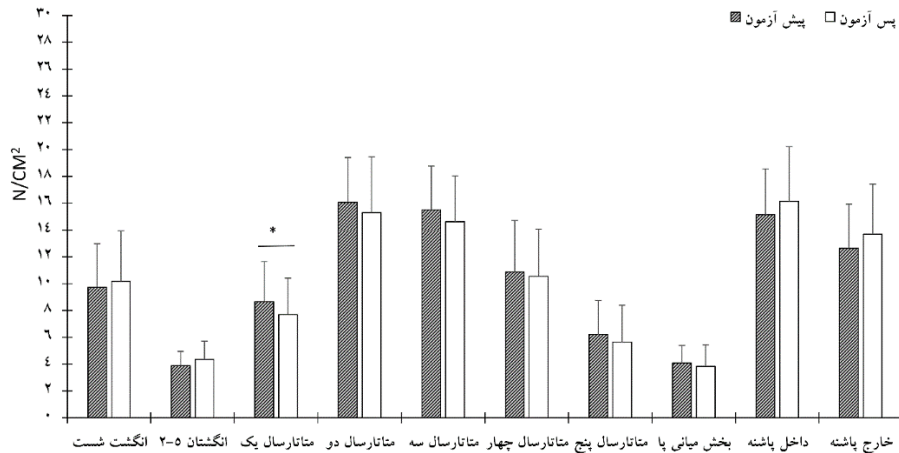
شکل ۱- ماساژ کف پا

برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک و برای مقایسه متغیرهای وابسته در قبل و بعد ماساژ کف پایی از آزمون آماری تی وابسته استفاده شد. سطح معناداری در تمامی آزمون‌های آماری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

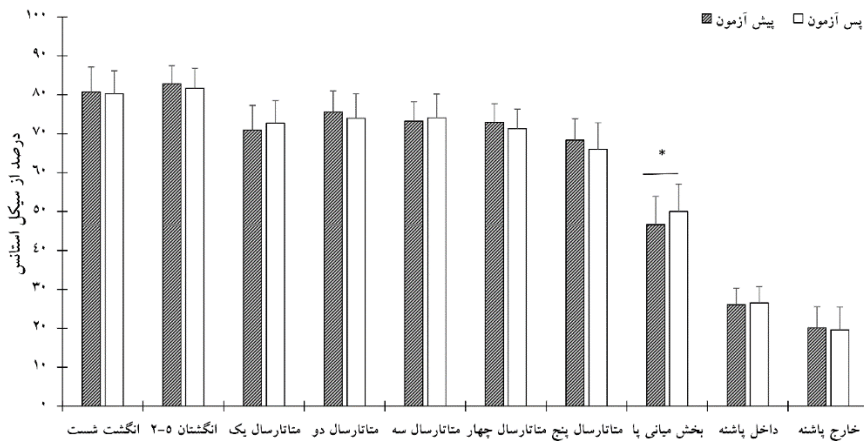
در شکل شماره ۲ میزان حداکثر فشار کف پایی در قبل و بعد از ماساژ نشان داده شده است.





شکل ۲- مقایسه متغیر حداکثر فشار کف پای در نواحی ده گانه پا (نیوتن بر سانتی متر مربع)

مقایسه حداکثر فشار کف پای، قبل و بعد ماساژ، نشان که حداکثر فشار کف پای در ناحیه متاتارسال یک، بعد ماساژ (پس آزمون) حدود ۱۳ برابر کمتر از قبل ماساژ (پیش آزمون) است ($p=0.034$). در سایر نواحی پا در متغیر حداکثر فشار کف پای، قبل و بعد ماساژ تفاوت معناداری یافت نشد ($P>0.05$). در شکل شماره ۳ زمان رسیدن به حداکثر فشار کف پای قبل و بعد ماساژ نشان داده شده است.



شکل ۳- مقایسه زمان رسیدن به حداکثر فشار کف پای در نواحی ده گانه پا



با مقایسه زمان رسیدن به حداکثر فشار کف پای در دو مرحله قبل و بعد ماساژ (شکل شماره ۳) مشخص شد در ناحیه میانی پا حداکثر فشار کف پای بعد از ماساژ در ۵۰ درصدی زمان استانس رخ داد، در حالی که حداکثر فشار کف پای در مرحله قبل ماساژ در ۴۶ درصدی زمان استانس رخ داده بود که می‌توان گفت زمان رسیدن به حداکثر فشار کف پای در مرحله بعد از ماساژ، در مقایسه با قبل از ماساژ، ۷ درصد افزایش یافته که این میزان افزایش معنادار بوده است ($p=0/041$). در سایر نواحی پا در زمان رسیدن به حداکثر فشار کف پای بین دو مرحله قبل و بعد ماساژ اختلاف معناداری وجود نداشت ($p>0/05$).

در جدول شماره ۱ حداکثر نیروی کف پای و زمان رسیدن به حداکثر نیرو قبل و بعد ماساژ نشان داده شده است. در متاتارسال اول، حداکثر نیرو در ناحیه میانی پا و ناحیه داخلی پاشنه بعد از ماساژ به ترتیب ۱۳ برابر ($p=0/03$)، ۱۴ برابر ($p=0/045$) و ۹ برابر ($p=0/005$) کمتر از قبل ماساژ بوده است و همچنین حداکثر نیرو در ناحیه خارجی پاشنه بعد از ماساژ حدود ۹ برابر بیشتر از قبل ماساژ بود ($p=0/015$). در متغیر حداکثر نیروی کف پای انگشتان ۲-۵، انگشت شست پا و متاتارسال دوم تا پنجم، قبل ماساژ و بعد ماساژ، با تفاوت معناداری بین دو گروه وجود نداشت ($p>0/05$).

مقایسه زمان رسیدن به حداکثر نیرو در دو مرحله قبل و بعد ماساژ نشان داد رسیدن به حداکثر نیرو در بخش میانی پا در مرحله بعد از ماساژ در ۵۰ درصدی زمان استانس رخ داده است، در حالی که قبل از ماساژ در ۴۴ درصدی زمان استانس بوده است؛ در نتیجه زمان رسیدن به حداکثر فشار کف پای حدود ۱۴ درصد افزایش داشته و این افزایش معنادار بوده است ($p=0/017$). در سایر نواحی پا، قبل و بعد ماساژ، اختلاف معناداری در زمان رسیدن به حداکثر نیرو وجود نداشت ($p>0/05$).

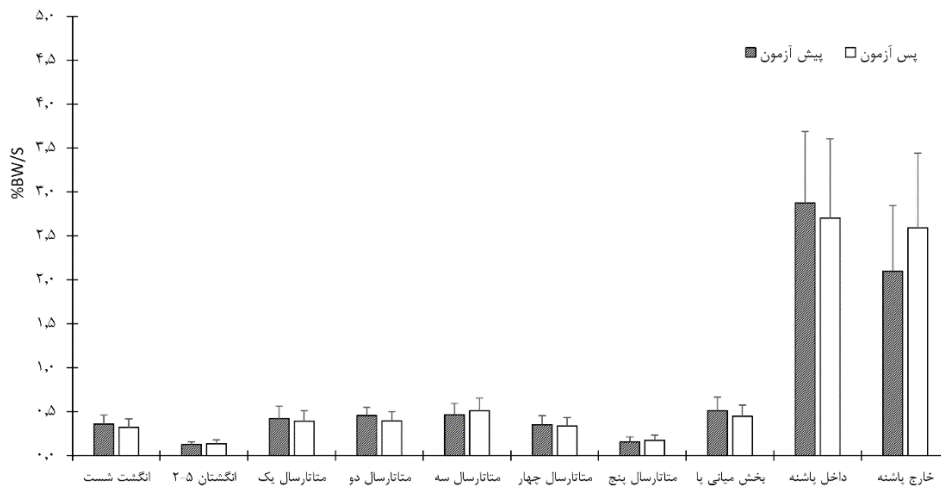


جدول ۲- مقایسه متغیر حداکثر نیرو و زمان رسیدن به حداکثر نیروی کف پای در نواحی ده گانه پا

نواحی پا	اوج نیرو (درصد وزن بدن)		زمان رسیدن به اوج نیرو (درصد استانس)		سطح معناداری
	قبل ماساژ	بعد ماساژ	قبل ماساژ	بعد ماساژ	
انگشت اول	۲۱±۰/۰۶	۱۹±۰/۰۶	۰/۱	۸۰±۵/۲	۰/۳
انگشتان دوم تا پنجم	۷±۰/۰۲	۸±۰/۰۲	۰/۱	۸۳±۵/۱	۰/۴
متاتارسال اول	۲۳±۰/۰۷	±۲۰±۰/۰۶	۰/۰۳	۷۲±۷	۰/۳
متاتارسال دوم	۲۴±۰/۰۵	۲۲±۰/۰۵	۰/۰۹	۷۵±۵/۲	۰/۸
متاتارسال سوم	۲۵±۰/۰۵	۲۶±۰/۰۶	۰/۰۶	۷۴±۵/۲	۰/۶
متاتارسال چهارم	۱۸±۰/۰۶	۱۸±۰/۰۶	۰/۷	۷۱±۵/۲	۰/۵
متاتارسال پنجم	۸±۰/۰۳	۸±۰/۰۳	۰/۰۹	۶۸±۵/۲	۰/۲
میانی پا	۱۶±۰/۰۴	۱۴±۰/۰۴	۰/۰۴	۴۴±۶/۴	۰/۰۲*
داخل پاشنه	۵۱±۰/۰۹	۴۷±۰/۰۸	۰/۰۰۵	۲۵/۵±۴/۴	۰/۵
خارج پاشنه	۳۸±۰/۰۷	۳۵±۰/۰۹	۰/۰۱	۲۲/۵±۵/۴	۰/۸

Toe1: انگشت شست پا، 5-2Toe: انگشتان ۲ تا ۵، 5-1Meta: متاتارسال ۱ تا ۵، Midfoot: میانی پا، Heel.M: داخلی پاشنه Heel.L: خارجی پاشنه پا علامت * معناداری قبل و بعد ماساژ است

شکل شماره ۴ نرخ بارگذاری را قبل و بعد از ماساژ نشان می دهد.



شکل ۴- مقایسه متغیر نرخ بارگذاری در نواحی ده گانه پا



نتایج نشان دادند در متغیر نرخ بارگذاری نواحی انگشت شست، انگشتان دوم تا پنجم، متاتارسال اول تا پنجم، بخش میانی پا، داخل پاشنه و خارج پاشنه بین تفاوت معناداری پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود ندارد ($P > 0/05$)؛ اما انجام ماساژ باعث کاهش غیرمعنادار نرخ بارگذاری در نواحی متاتارسال اول و دوم، بخش میانی پا و نهایتاً بخش داخلی پاشنه شد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش بررسی اثر آنی پلانتر ماساژ بر الگوی توزیع فشار کف پای در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا حین راه رفتن بود. نتایج نشان داد حداکثر فشار کف پای در ناحیه متاتارسال اول و حداکثر نیروی کف پای در نواحی متاتارسال اول، بخش میانی پا و بخش داخلی پاشنه پا بعد از ماساژ، در مقایسه با قبل از ماساژ، کاهش معنادار داشته است. زمان رسیدن به حداکثر نیروی کف پای در ناحیه میانی پا افزایش معنادار داشته است. در خصوص نرخ بارگذاری، انجام ماساژ باعث کاهش غیرمعنادار نرخ بارگذاری در نواحی متاتارسال اول و دوم، بخش میانی پا و در نهایت بخش داخلی پاشنه شد.

در این پژوهش اوج فشار کف پای در ناحیه متاتارسال اول و نیز اوج نیرو در نواحی متاتارسال اول، بخش میانی و پاشنه پا پس از ماساژ کاهش یافته بود. در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا اختلال در سیستم حسی عمقی، اختلال در عملکرد عضلات اینورتور و اورتور و همچنین تغییر دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی، افزایش نیرو در زمان فاز استانس گزارش شده است (۲۴). پوربرزرگر با بررسی اثر آنی ماساژ بر حس عمقی نشان داد ماساژ آنی اندام تحتانی باعث بهبود حس عمقی در پای افراد می‌شود. همچنین، استفاده از ماساژ آنی گیرنده‌های پوستی، مفصلی و عضلانی را تحریک می‌کند و به بهبود فعالیت گیرنده‌ها و حس عمقی می‌پردازد؛ در نتیجه اختلال در الگوی فعالیت عضلات تا حدود زیادی اصلاح می‌شود (۲۴).

نیسکا^۱ و همکاران توزیع نیروی کف پای را در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا بررسی کردند و نشان دادند افزایش نیرو در بخش میانی پا و بخش خارجی جلوی پا مرکز فشار را به بخش خارجی پا جابه‌جا می‌کند. این جابه‌جایی مرکز فشار، درحالی‌که مچ پا در وضعیت بی‌ثباتی پلانترفلکشن قرار دارد، افزایش اسپرین مچ پا را به دنبال خواهد داشت (۱۷). همچنین کینر^۲ و همکاران در مطالعه‌ای مشابه،

1. Nyska
2. Kinner



توزیع نیرو را در نواحی مختلف پا و فعالیت الکترومیوگرافی عضلات را بررسی و گزارش کردند به دلیل ضعف عضلات پرونتال در فاز استانس توزیع بار به بخش خارجی پا انتقال می‌یابد که در نتیجه نقص حس عمقی در اثر آسیب مچ پا ایجاد می‌گشود (۲۵). با مروری بر ادبیات پژوهش، مطالعه‌ای که اثر ماساژ را بر الگوی توزیع فشار کف پای بررسی کرده باشد مشاهده نشد، به همین دلیل، امکان مقایسه مستقیم پژوهش حاضر با مطالعات گذشته وجود نداشت. با توجه موارد ذکر شده، می‌توان چنین استنباط کرد که انجام ماساژ با تأثیر در تعادل افراد مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا (۲۶) و ایجاد برخی سازوکارهای عصبی-عضلانی باعث بهبود توزیع فشارهای وارد بر کف پای این دسته از افراد می‌شود و فشار را در نواحی داخلی پا کاهش می‌دهد

در پژوهش حاضر ماساژ کف پای در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا، زمان رسیدن به اوج فشار و نیرو در بخش میانی پا را افزایش داد. وضعیت مفصل پا در انتهای فاز استانس (پلاتار فلکشن)، در مقایسه با ابتدای فاز استانس (دورسی فلکشن)، ثبات کمتری دارد (۱۷). در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا زمان تماس با زمین افزایش می‌یابد. یکی از فاکتورهای اصلی در افزایش زمان تماس پا با زمین کاهش سرعت انتقال بار از لحظه ضربه پاشنه پا تا مرحله پوش آف است؛ بنابراین می‌توان گفت افزایش زمان رسیدن به اوج نیرو، در نتیجه افزایش زمان تماس پا با زمین، به صورت سازوکاری جبرانی عمل می‌کند تا زمان کافی برای ثبات مفصلی داشته باشد (۱۷). از طرفی می‌توان گفت که افزایش زمان رسیدن به اوج نیرو ممکن است به دلیل بروز برخی تغییرات عصبی-عضلانی باشد. در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا فعالیت عضلات نازکنی کاهش می‌یابد (۲۷). کاهش فعالیت آن‌ها به اینورژن بیش از حد مچ پا منجر می‌شود. از سوی دیگر، آسیب گیرنده‌های مکانیکی در هنگام پیچ‌خوردگی مچ پا به نقص سیستم حس عمقی و به دنبال آن نقص در انتقال اطلاعات آوران‌های حس عمقی منجر می‌شود. احتمالاً پدیده اختلال در ارسال آوران‌های مفصلی به علت نقص حس عمقی می‌تواند عامل این مسئله باشد، اما به نظر می‌رسد ماساژ کف پای مچ پا در افراد مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی از طریق تحریک گیرنده‌های پوستی موجب افزایش حس عمقی و کاهش نسبی زمان تأخیر در پاسخ عضله پرونوس لونگوس می‌شود که به دنبال آن فعالیت رفلکسی عضله پرونوس لونگوس هنگام اغتشاش ناگهانی اینورتوری بهبود می‌یابد و فعالیت عضلات حمایتی مچ پا را کنترل می‌کند و نیز زمان رسیدن به حداکثر فشار کف پای را در برخی نقاط ده‌گانه افزایش می‌دهد (۲۷)

از نظر بالینی می‌توان گفت که در طول توان‌بخشی بیماران مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا ماساژ کف پا می‌تواند به‌عنوان مداخله‌ای مفید باشد. از آنجاکه ماساژ کف پای به تجهیزات اضافی نیاز ندارد،



می‌تواند در پیشرفت توان‌بخشی بیماران به دنبال پیچ‌خوردگی مؤثر باشد. بنابراین، با توجه به ارزان و قابل‌دسترس بودن ماساژ کف پای می‌توان پیشنهاد داد با تقویت حس عمقی این ناحیه و بهبود تعادل و توزیع فشار کف پای بتوان از میزان بروز آسیب‌های مرتبط با نقصان حس عمقی کاست. هرچند لازم است این سازوکارهای عصبی-عضلانی در مطالعات آتی به‌طور دقیق‌تری بررسی شوند. یکی از محدودیت‌های این پژوهش انجام آن روی زنان مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا بود؛ زیرا آزمونگر خانم بود و ماساژ باید توسط خانم انجام می‌شد؛ بنابراین پژوهش روی نمونه‌های مرد امکان‌پذیر نبود. از این رو، یکی از پیشنهاد‌های پژوهش انجام آن روی مردان است.

پیام مقاله

استفاده از ماساژ موجب بهبود توزیع فشار می‌شود که ممکن است به کاهش خطر بروز مجدد آسیب در این نواحی پای این دسته از افراد کمک کند؛ بنابراین=ن به درمانگران، مربیان و افراد مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا توصیه می‌شود برای کاهش آثار منفی از این نوع آسیب از ماساژ کف پا استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌هایی که در این پژوهش شرکت کردند و همچنین مسئول آزمایشگاه که زحمات زیادی در اجرای این پژوهش کشیدند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

1. Lai, J.H.-C., et al., The effects of shoe collar height on ankle sprain mechanics in athletes: A review of literature. *J Orthop, Trauma and Rehabilitation*, 2020. **27**(2): p. 221-230
2. Simon, J.E. and C.L. Docherty, Health-related quality of life is decreased in middle-aged adults with chronic ankle instability. *J Sci Med Sport*, 2018. **21**(12): p. 1206-1209.
3. Valderrabano V, Hintermann B, Horisberger M, Fung TS. Ligamentous posttraumatic ankle osteoarthritis. *Am J Sports Med*. 2006;**34**(4):612–620.
4. Hoch MC, McKeon PO, Andreatta RD. Plantar vibrotactile detection deficits in adults with chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;**44**(4).
5. McKeon PO, Wikstrom EA. The effect of sensory-targeted ankle rehabilitation strategies on single-leg center of pressure elements in those with chronic ankle instability: A randomized clinical trial. *J Sci Med Sport*. 2019 Mar **1**;22(3):288-93.



6. Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, Caulfield B, Docherty C, Fourchet F, Fong D, Hertel J, Hiller C, Kaminski T, McKeon P. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013 Aug;43(8):585-91.
7. Wikstrom EA, Song K, Lea A, Brown N. Comparative effectiveness of plantar-massage techniques on postural control in those with chronic ankle instability. *J Athl Train* 2017 Jul;52(7):629-35.
8. LeClaire JE, Wikstrom EA. Massage for postural control in individuals with chronic ankle instability. *Athl Train Sports Health Care Athletic training & sports health care.* 2012 Aug 1;4(5):213-9.
9. Sefton JM, Yaras C, Berry JW. Massage therapy produces short-term improvements in balance, neurological, and cardiovascular measures in older persons. *J Ther Massage Bodywork.* 2012;5(3):16.
10. Park J, Shim J, Kim S, Namgung S, Ku I, Cho M, Lee H, Roh H. Application of massage for ankle joint flexibility and balance. *J Phys Ther Sci.* 2017;29(5):789-92.
11. Bernard-Demanze L, Burdet C, Berger L, Rougier P. Recalibration of somesthetic plantar information in the control of undisturbed upright stance maintenance. *J Integr Neurosci.* 2004 Dec;3(04):433-51.
12. Helly KL, Bain KA, Gribble PA, Hoch MC. The Effect of Plantar Massage on Static Postural Control in Patients With Chronic Ankle Instability: A Critically Appraised Topic. *J Sport Rehabil.* 2020 Oct 7;30(3):507-11.
13. Hessert MJ, Vyas M, Leach J, Hu K, Lipsitz LA, Novak V. Foot pressure distribution during walking in young and old adults. *BMC geriatrics.* 2005 Dec;5(1):1-8.
14. Schmidt H, Sauer LD, Lee SY, Saliba S, Hertel J. Increased in-shoe lateral plantar pressures with chronic ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2011 Nov;32(11):1075-80.
15. Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, Caulfield B, Docherty C, Fourchet F, Fong D, Hertel J, Hiller C, Kaminski T, McKeon P. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013 Aug;43(8):585-91.
16. Harris M, Richards KC. The physiological and psychological effects of slow-stroke back massage and hand massage on relaxation in older people. *J Clin Nurs;* 2010. 19(7-8): 917-26.
17. Nyska M, Shabat S, Simkin A, Neeb M, Matan Y, Mann G. Dynamic force distribution during level walking under the feet of patients with chronic ankle instability. *Br J Sports Med.* 2003 Dec 1;37(6):495-7.
18. Vuurberg, G., Kluit, L. and van Dijk, C.N., 2018. The Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) in the Dutch population with and without complaints of ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,* 26(3), pp.882-891.
19. Allen MK, Glasoe WM. Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train.* 2000 Oct;35(4):403.



20. Vuurberg G, Kluit L, van Dijk CN. The Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) in the Dutch population with and without complaints of ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Mar;26(3):882-91.
21. Putti AB, Arnold GP, Cochrane LA, Abboud RJ. Normal pressure values and repeatability of the Emed® ST4 system. *Gait posture.* 2008 Apr 1;27(3):501-5.
22. McKeon PO, Wikstrom EA. Sensory-targeted ankle rehabilitation strategies for chronic ankle instability. *MSSE.* 2016 May;48(5):776.
23. Helly KL, Bain KA, Gribble PA, Hoch MC. The Effect of Plantar Massage on Static Postural Control in Patients With Chronic Ankle Instability: A Critically Appraised Topic. *J Sport Rehabil.* 2020 Oct 7;30(3):507-11.
24. Poorbarzegar M, Minoonejad H, Seidi F, Mozafaripour E. The immediate effect of sports massage on proprioception of knee and ankle joints in collegiate male athletes. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences.* 2017 Jan 10;21(6):72-82. [In persian]
25. Kinner BJ, Best R, Falk K, Thon KP. Is there a reliable outcome measurement for displaced intra-articular calcaneal fractures?. *J Trauma Acute Care Surg.* 2002 Dec 1;53(6):1094-102.
26. Martínez-Jiménez EM, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME, Díaz-Velázquez JI, Palomo-López P, Rodríguez-Sanz D, Calvo-Lobo C, López-López D. Pressure and traction technique improves postural control more than tactile stimulation in foot plantar fascia: A randomized single-blind trial. *J Phys Med Rehabil.* 2020 Jun 1;101(6):978-84.
27. Yousefi M, Sadeghi H. Ankle movement pattern variation during walking in people with functional ankle instability: A review article. *SJRM.* 2017 Jan 1;6(2):234-45. [In persian]

ارجاع دهی

خسروی غزل، عالم زاده محبوبه، حسینی یاسین، محمدی بنفشه. اثرآنی ماساژ کف پای بر الگوی فشار کف پای در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا حین راه رفتن. *مطالعات طب ورزشی.* بهار ۱۴۰۱؛ ۱۴(۳۱)، ۳۸-۱۲۱.

شناسه دیجیتال: 10.22089/SMJ.2022.12167.1570

Khosravi Gh, Alemzadeh M, Hoseini Y, Mohammadi B. Immediate Effects of Plantar Massage on Foot Pressure Patterns in People with Chronic Ankle Instability during Walking. *Sport Medicine Studies.* Spring 2022; 14 (31): 121-38. (Persian). Doi: 10.22089/SMJ.2022.12167.1570

