Published Online: 2019.June.14 **Research Article**
Archive of SID

Effects of Walking with Internal and External Attention on the Balance and Plantar Pressure Pattern in Patients with Low Back Pain

Mahrokh Dehghani[1*], AmirAli Jafarnezhadgero[2], Nasrin Azizian kohan[3], Seyed Majid Alavi-Mehr[4]

1. Assistant Professor of Motor Behavior, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2. Assistant Professor of Sport Management, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3. Assistant Professor of Sport Biomechanics, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
4. Master of Science of Sport Biomechanics, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Received: 2019.March.18 **Revised: 2019. May.11** **Accepted: 2019.May.30**

Abstract

Background and Aims: Plantar pressure variables and their measurement and comparison can be considered as a useful tool for assessing the effectiveness of motion, especially in patients with low back pain. The aim of the present study was to investigate the effects of walking with internal and external attention on the balance and foot pressure patterns in patients with low back pain.

Materials and Methods: The sample of the present trial study included 15 women (Age: 22.86±1.15 years, Height: 162.53±1.54 cm, Weight: 61.06±2.42 kg) with low back pain. Plantar pressure values were recorded during normal walking, internal, and external attention walking using a foot scan system with 300 Hz sample rate. All analyses were performed using SPSS, version 22. A repeated measures ANOVA was used for statistical analysis.

Results: The results showed an increase in the time to peak of ground reaction force values during heel-contact, mid-stance, and push-off phases in the internal attention walking compared to normal walking conditions and increased walking with internal attention compared to walking with external attention conditions. The ground reaction force and the plantar pressure peak values on the Metatarsal 2 region increased in normal walking compared to walking with internal attention conditions and increased in walking with external attention as compared to walking with internal attention conditions. The ground reaction force peak values on the lateral heel region increased in normal walking compared to internal attention walking conditions and increased in external attention walking compared to internal attention walking conditions.

Conclusion: Internal and external attention walking conditions do not have significant effects on stance time. Also, the loading rate of ground reaction force values decreased in internal attention walking as compared to external attention walking conditions.

Keywords: Internal and external attention; Gait; Low back pain; Plantar pressure variables

Cite this article as: Mahrokh Dehghani, AmirAli Jafarnejadgero, Nasrin Azizian kohan, Seyed Majid Alavi-Mehr. Effects of walking with internal and external attention on the balance and foot pressure pattern in patients with low back pain. J Rehab Med. 2020; 8(4): 227-235

Corresponding Author: Mahrokh Dehghani. Assistant Professor of Motor Behavior, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Email: mahrokh.dehghani@yahoo.com

DOI: 10.22037/jrm.2019.111602.2072

www.SID.ir

Archive of SID

اثرات راه رفتن با توجه درونی و بیرونی بر تعادل و الگوی توزیع فشار کف پایی در بیماران کمردرد

ماهرخ دهقانی[1*]، امیرعلی جعفرنژادگرو[2]، نسرین عزیزیان کهن[3]، سید مجید علوی مهر[4]

۱. استادیار رفتارحرکتی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲. استادیار بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳. استادیار مدیریت ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۴. کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۷/۱۲/۲۷ بازنگری مقاله ۱۳۹۸/۰۲/۲۱ پذیرش مقاله ۱۳۹۸/۰۳/۰۹ *

چکیده

مقدمه و اهداف

متغیرهای فشار کف پایی و اندازه‌گیری و مقایسه آن‌ها را می‌توان ابزار مناسبی جهت ارزیابی و سنجش کارایی حرکت به ویژه در افراد دارای کمردرد دانست. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرات راه رفتن با توجه درونی و بیرونی بر تعادل و الگوی توزیع فشار کف پایی در بیماران دارای کمردرد بود.

مواد و روش‌ها

نمونه پژوهش حاضر از نوع کارآزمایی بالینی شامل ۱۵ زن (سن: ۱/۱۵±۲۲/۸۶ سال، قد:۱/۵۴±۱۶۲/۵۳ سانتی‌متر، وزن: ۲/۴۲±۶۱/۰۶ کیلوگرم) دارای عارضه کمردرد بود. مقادیر فشار کف پایی طی سه شرایط راه رفتن عادی، با توجه درونی و بیرونی توسط دستگاه فوت اسکن با نرخ نمونه‌برداری ۳۰۰ هرتز ثبت شد. تمام تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس نسخه ۲۲ انجام پذیرفت. از آزمون آماری آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری جهت تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج نشان داد که مقادیر زمان رسیدن به اوج نیروی عکس‌العمل زمین طی فازهای تماس پاشنه، میانه استقرار و هل دادن در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن عادی و در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن با توجه بیرونی افزایش معناداری داشت. مقادیر اوج نیرو و فشار وارده بر ناحیه کف پایی دوم در شرایط راه رفتن عادی نسبت به راه رفتن با توجه درونی و در شرایط راه رفتن با توجه بیرونی نسبت به راه رفتن با توجه درونی افزایش معناداری یافت. مقادیر اوج نیروی وارده بر ناحیه خارجی پاشنه در شرایط راه رفتن عادی نسبت به راه رفتن با توجه درونی و در شرایط راه رفتن با توجه بیرونی نسبت به راه رفتن با توجه درونی افزایش یافت.

نتیجه‌گیری

شرایط راه رفتن با توجه بیرونی و درونی بر روی مدت زمان اتکا اثر معناداری را دارا نمی‌باشد. همچنین، میزان نرخ بارگذاری نیروی عمودی عکس‌العمل زمین در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن با توجه بیرونی کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی

توجه درونی و بیرونی؛ راه رفتن؛ کمردرد؛ متغیرهای فشار کف پایی

نویسنده مسئول: ماهرخ دهقانی، استادیار رفتارحرکتی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

آدرس الکترونیکی: mahrokh.dehghani@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و اهداف

راه رفتن انسان رایج‌ترین فرآیند جابه‌جایی است که در آن بدن متحرک به صورت تناوبی به وسیله یکی از اندام‌های تحتانی و سپس اندام تحتانی دیگر حمایت می‌شود.[۱] هنگامی که بدن از روی اندام تحتانی حمایت‌کننده (اندامی که با زمین در تماس است) عبور می‌کند، اندام تحتانی دیگر به صورت نوسانی به سمت جلو حرکت کرده و مرحله حمایت بعدی را فراهم می‌کند.[۱] هنگام راه رفتن، یک پا همیشه روی زمین است و هنگام انتقال وزن بدن از یک اندام به اندام دیگر، دوره زمانی کوتاهی وجود دارد که هر دو پا روی زمین قرار بگیرند.[۱] تغییرات چرخه‌ای عمل حمایت هر دو پا و وجود دوره‌ی انتقالی هنگامی که هر دو پا روی زمین‌اند، ویژگی‌های ضروری فرآیند حرکتی هستند که به عنوان راه رفتن شناخته می‌شود[۱] و در صورت وجود بیماری، متغیرهایی همچون هماهنگی، سرعت، دقت و تطبیق‌پذیری را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد.[۲] یکی از این بیماری‌ها کمردرد است.

کمردرد، ناراحتی و دردی است که در پشت تنه در بین مرز دنده‌ها و لایه تحتانی عضله سرینی احساس می‌شود و ممکن است با درد پا همراه باشد و یا نباشد.[۳] شایع‌ترین نوع کمردرد، کمردرد غیرمشخص است که ریشه پاتولوژیک آن مشخص نیست.[۳] در موارد مشخص، چرک، تومور، پوکی استخوان، اسپوندولیت چسبنده[1]، شکستگی، تورم و سندروم رادیکولار[2] همگی ممکن است به تنهایی یا به صورت ترکیبی علت وقوع کمردرد باشند.[۳] کمردرد ممکن است بی‌دلیل و ناگهانی بروز کند و یا ممکن است از یک ترومای عمده ناشی شود.[۳] کمردرد علاوه بر ایجاد درد و ناراحتی برای بیمار، سبب کاهش ظرفیت کاری، از کار افتادگی، از دست دادن روزهای مفید کار، اتلاف وقت، افزایش هزینه‌های بهداشتی–درمانی و زیان‌های اقتصادی می‌شود.[۳] در بیش از ۵۰ درصد موارد مدت بستری بیمار بین ۲ تا ۵ روز است و در حدود ۷ درصد از موارد کمردرد به عمل جراحی دایسکتومی منتهی می‌شود.[۳] علاوه بر این، با بررسی‌های انجام‌شده بر روی مرکز فشار و مرکز جرم در بیماران مبتلا به کمردرد، نشان داده شده است که این افراد جابه‌جایی COP[3] کمتر و جابه‌جایی COM[4] بیشتری نسبت به افراد سالم را دارا می‌باشند. این مورد نشان‌دهنده عدم کفایت سامانه کنترل وضعیتی (مطلوب نبودن تعادل در حالت ایستا و پویا) و تامین ثبات وضعیتی در افراد دارای کمردرد است که می‌توان با تحلیل و اندازه‌گیری متغیرهای فشار کف پایی به دست آورد.[۴]

توزیع فشار کف پایی اطلاعات مفیدی را در مورد کینتیک راه رفتن و دویدن در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد.[۴] پژوهشگران نشان دادند که افراد مبتلا به عارضه کمردرد طی راه رفتن دارای پرونیشن اضافی در پا می‌باشند که این پرونیشن ممکن است توزیع فشار کف پا در مناطق مختلف پا و نیروی عکس‌العمل زمین را تغییر دهد.[۵، ۶] یکی از پارامترهای کینتیکی که از اهمیت کینتیکی بالایی برخوردار می‌باشد، نرخ بارگذاری نیروی عکس‌العمل زمین می‌باشد.[۶] افزایش مقدار نرخ بارگذاری با خطر استرس فراکچر، التهاب غلاف کف پا و درد کشککی‌رانی در ارتباط است.[۶] یکی از دلایلی که موجب تغییر عملکرد بدن، اختلال در الگوی به‌کارگیری عضلات و همچنین کاهش کارایی عصبی–عضلانی می‌گردد، وجود درد می‌باشد.[۷] وجود درد باعث اختلال در جذب نیروی عکس‌العمل زمین (نیرویی که از زمین به فرد طی راه رفتن و یا دویدن وارد می‌گردد[۶]) می‌شود[۸]، و سیکل فرد دچار مشکل شده و با گذشت زمان موجب تشدید درد می‌شود.[۴] مکانیسم این عمل به این صورت است که بدن افراد مبتلا به کمردرد به طور خودکار برای جبران و کاهش درد کمر ممکن است هنگام راه رفتن یا دویدن تغییرات بیومکانیکی و عصبی–عضلانی مانند تغییر فعالیت عضلات ران، والگوس زانو و ابداکشن هیپ که افزایش‌دهنده خطر آسیب اندام تحتانی و درد است را از خود نشان دهند.[۳] مطالعات کمی در مورد فشار کف پای افراد مبتلا به کمردرد انجام شده است. لی و همکاران (۲۰۱۱) توزیع فشار کف پایی و مرکز فشار در افراد دارای کمردرد را مورد بررسی قرار دادند و گزارش دادند که الگوی راه رفتن و مسیر فشار کف پا در این افراد در مقایسه با افراد سالم تفاوت دارد که علت آن را وجود مکانیزم‌های جبرانی برای جلوگیری از درد عنوان نمودند.[۹] فائز و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی توزیع فشار بین پای راست و چپ در هر دو شرایط استاتیک و دینامیک به این نتیجه رسیدند که این توزیع فشار در افراد دارای کمردرد نامتقارن می‌باشد که دلیل این عدم تقارن را کاهش سرعت راه رفتن، طول گام و زمان اتکا بیان نمودند.[۱۰] با توجه به تغییر الگوی فشار کف پایی در بیماران کمردرد در طی حرکات انتقالی همچون راه رفتن و دویدن، استفاده از تداخلات درمانی که بر روی رفتار حرکتی اثرگذار است، جهت اصلاح الگوی توزیع فشار در افراد دارای کمردرد از اهمیت بالایی برخوردار است.

از جمله عواملی که می‌تواند بر رفتار حرکتی اثرگذار باشد، عوامل مختلف اجتماعی–شناختی–عاطفی می‌باشد.[۱۱] تقریبا هر کاری که انجام می‌دهیم، حداقل به مقداری توجه نیاز دارد. این امر اجرای مهارت‌های حرکتی را نیز شامل می‌شود. در حقیقت، چگونگی یادگیری و اجرای مهارت‌های حرکتی، تا حد وسیعی بستگی به آن‌چه که توجه‌مان را به آن معطوف می‌کنیم، دارد.[۱۲] در حوزه یادگیری حرکتی و کنترل حرکتی، نقش متغیرهای شناختی کانون توجه مکررا مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.[۱۲] تعیین نوع کانون توجه جهت یافتن بهترین

[1] Ankylosing Spondylitis
[2] Radicular Syndrome
[3] Center of Pressure
[4] Center of Mass

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط اجرا و یادگیری همواره یکی از دغدغه‌های محققین بوده است. مفهوم توجه را این‌گونه می‌توان تفکیک کرد که کانون توجه می‌تواند درونی و یا بیرونی باشد. کانون توجه درونی بر روی هدایت توجه و تمرکز حواس عمل و حرکت متمرکز است (فشار وارده با زانو و یا کف پا در حین راه رفتن) و کانون توجه بیرونی به تمرکز و هدایت توجه فرد به پیامد حرکات شخص روی محیط اشاره دارد و یا به طور خلاصه می‌توان کانون توجه بیرونی را توجه به منابع اطلاعاتی موجود در محیط تعریف کرد[۱۳]؛ بنابراین می‌توان گفت یکی از عوامل مهمی که اجرای افراد ماهر و مبتدی را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد، دستورالعمل‌های جلب توجه بیرونی و درونی می‌باشد. کارایی تولید حرکت که یکی از ویژگی‌های محوری در مهارت محسوب می‌شود، به عنوان تابعی از کانون توجه به شمار می‌رود.[۱۴] افزایش مهارت افراد باعث افزایش هماهنگی حرکات آن‌ها و افزایش کارایی اجرای مهارت می‌گردد که در نتیجه با صرف انرژی کمتر می‌توان به همان نتیجه حرکتی مورد نظر دست یافت.[۱۵] یکی از پیش‌بینی‌های مهم در این زمینه، استفاده از کانون توجه بیرونی نسبت به کانون توجه درونی است که باعث افزایش کارایی حرکت در افراد می‌شود.[۱۵] متغیرهای فشار کف پایی و اندازه‌گیری و مقایسه آن‌ها را می‌توان ابزار مناسبی جهت ارزیابی و سنجش کارایی حرکت به ویژه در افراد دارای کمردرد دانست؛ بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر راه رفتن با توجه درونی و بیرونی بر تعادل و الگوی توزیع فشار کف پایی در بیماران دارای کمردرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع کارآزمایی بالینی بود. این پژوهش در زمستان سال ۱۳۹۷ و در دانشگاه محقق اردبیلی انجام پذیرفت. در این مطالعه ۱۵ زن (سن: ۱/۱۵±۲۲/۸۶ سال، قد: ۱/۵۴±۱۶۲/۵۳ سانتی‌متر، وزن: ۲/۴۲±۶۱/۰۶ کیلوگرم) دارای کمردرد شرکت کردند. یک جراح ارتوپد همه آزمودنی‌ها را قبل از انتخاب و ورود به پژوهش مورد معاینه و بررسی قرار داد. معیارهای ورود به پژوهش حاضر شامل داشتن شاخص درد کمری بیشتر از ۳۰ بر طبق شاخص مقیاس بصری درد (Visual Analog Pain Scale)[۱۶] و غیرورزشکار بودن آزمودنی‌ها بود. معیارهای خروج از پژوهش شامل سابقه عمل جراحی در ناحیه کمر و اندام تحتانی، ناهنجاری‌های ستون فقرات، پوکی استخوان، شکستگی یا اختلال در ناحیه گردن بود. اختلاف معناداری بین دو گروه در سن، قد، جرم و شاخص توده بدن وجود نداشت ($P>0/05$). تمام آزمودنی‌ها با رضایت کامل در این پژوهش شرکت نمودند. پای برتر آزمودنی‌ها توسط آزمون شوت نمودن توپ مشخص گردید.[۱۷] طرح پژوهش حاضر در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اردبیل با کد IR.ARUMS.REC.1397.031 به ثبت رسید. برای ثبت متغیرهای فشار کف پایی از دستگاه فوت اسکن (RSScan International, Belgium, 0.5m×0.5×0.02m, 4363 Sensors) ساخت کشور فنلاند با نرخ نمونه‌برداری ۳۰۰ هرتز استفاده شده است. کوشش راه رفتن صحیح شامل برخورد کامل پا بر روی بخش میانی دستگاه فوت اسکن بود. آزمودنی به طور آزمایشی سه مرتبه کوشش راه رفتن را انجام داد تا با نحوه آزمایش آشنا شود. اگر فوت اسکن توسط آزمودنی جهت تنظیم گام مورد هدف قرار می‌گرفت یا تعادل آزمودنی دچار اختلال می‌شد، کوشش راه رفتن تکرار می‌شد.[۱۸] تعداد کوشش‌های صحیح راه رفتن برابر ۳ کوشش در هر شرایط بود.[۱۸] مدت زمان استراحت بین هر کوشش راه رفتن برابر ۱ یک دقیقه بود.[۱۸] داده‌های فشار کف پایی در طی فاز اتکای راه رفتن استخراج شد. فاز اتکای راه رفتن به عنوان تماس پاشنه‌ی پا با زمین تا بلند شدن پنجه پا تعیین شد که می‌تواند اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، زمان رسیدن به این اوج، نرخ بارگذاری، اوج متغیرهای فشار کف پایی در نواحی ده‌گانه پا، اوج نیروهای وارده بر نواحی ده‌گانه پا و جابه‌جایی مرکز فشار در دو راستای داخلی–خارجی و قدامی–خلفی بود. این نواحی به ترتیب شامل انگشت شست (T1)، انگشتان دوم تا پنجم (T2-5)، استخوان کف پایی اول، استخوان کف پایی دوم (M2)، استخوان کف پایی سوم (M3)، استخوان کف پایی چهارم (M4)، استخوان کف پایی پنجم (M5)، بخش میانه پا ((MF Mid Foot))، بخش داخلی پاشنه ((Heel Medial (HM)) و بخش خارجی پاشنه ((Heel Lateral(HL)) است. متغیرهای مورد نظر اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، زمان رسیدن به این اوج، نرخ بارگذاری، اوج متغیرهای فشار کف پایی در نواحی ده‌گانه پا، اوج نیروهای وارده بر نواحی ده‌گانه پا و جابه‌جایی مرکز فشار در دو راستای داخلی–خارجی (Copx) و قدامی–خلفی (Copy) بود. این نواحی به ترتیب شامل انگشت شست (T1)، انگشتان دوم تا پنجم (T2-5)، استخوان کف پایی اول (Metatarsal One (M1))، استخوان کف پایی دوم (M2)، استخوان کف پایی سوم (M3)، استخوان کف پایی چهارم (M4)، استخوان کف پایی پنجم (M5)، بخش میانه پا ((Mid Foot(MF))، بخش داخلی پاشنه ((Heel Medial (HM)) و بخش خارجی پاشنه ((Heel Lateral (HL)) بود. جهت محاسبه نرخ بارگذاری نیروی عمودی عکس‌العمل زمین شیب خط اتصال‌دهنده از لحظه‌ی تماس پاشنه تا اوج اولیه منحنی عمودی نیروی عکس‌العمل زمین محاسبه شد.[۶] طبق هماهنگی‌های انجام‌شده با آزمودنی‌ها و همراهان آن‌ها، آزمودنی‌ها در آزمایشگاه بیومکانیک حاضر شدند و اهداف تحقیق را با حضور همراهان برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد. تمرکز آزمودنی‌ها طی راه رفتن با توجه درونی بر روی خم کردن و بازکردن مفصل زانو و عضلات درگیر و طی راه رفتن با توجه بیرونی بر روی صفحه فوت اسکن معطوف شده بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شپیرو-ویلک[1] استفاده شد. از آزمون آماری آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری جهت تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد. تمام تحلیل‌ها در سطح معناداری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس (SPSS) نسخه ۲۲ انجام پذیرفت. جهت محاسبه اندازه اثر (d) از رابطه زیر استفاده شد:

$$\text{اندازه اثر (d)} = \frac{\text{اختلاف میانگین دو شرایط}}{\text{میانگین انحراف استاندارد دو شرایط}}$$

یافته‌ها

آزمودنی‌ها دارای میانگین سن، جرم، قد و شاخص توده بدن به ترتیب برابر ۱/۱۵±۲۲/۸۶ سال (بین ۱۹ تا ۳۶)، ۲/۴۲±۶۱/۰۶ کیلوگرم، ۱/۵۴±۱۶۲/۵۳ سانتی‌متر و ۰/۷۵±۲۳/۰۵ جرم بر مجذور قد بودند.

نتایج هیچ‌گونه اختلاف معناداری را در مقادیر زمان اتکا بین سه شرایط راه رفتن عادی (۱/۲۱±۴/۷۰)، با توجه درونی (۰/۹۴±۳/۵۶) و با توجه بیرونی (۱/۷۶±۴/۸۴) نشان نداد (P>۰/۰۵).

مقایسه یافته‌ها نشان داد که در مقادیر زمان رسیدن به اوج نیروی عکس‌العمل زمین طی فاز تماس پاشنه در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن عادی ۴۱/۶۱ درصد (P=۰/۰۰۴؛ d=۰/۴۱۳) و در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن با توجه بیرونی ۴۵/۱۰ درصد (P=۰/۰۰۱؛ d=۰/۴۷۳) افزایش داشت (جدول ۱). همچنین، مقادیر زمان رسیدن به اوج نیروی عکس‌العمل زمین طی فاز میانه استقرار در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن عادی ۲۹/۰۴ درصد (P=۰/۰۰۱؛ d=۰/۴۴۸) و در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن با توجه بیرونی ۳۱/۳۶ درصد (P<۰/۰۰۱؛ d=۰/۴۹۳) افزایش داشت (جدول ۱). مقادیر زمان رسیدن به اوج نیروی عکس‌العمل زمین طی فاز هل دادن در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن عادی ۲۰/۰۹ درصد (P<۰/۰۰۱؛ d=۰/۶۶۷) و در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن با توجه بیرونی ۲۷/۷۵ درصد (P<۰/۰۰۱؛ d=۰/۶۹۴) افزایش داشت (جدول ۱). نتایج نشان داد که در مقادیر نرخ بارگذاری در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن عادی ۲۴/۲۵ درصد (P=۰/۰۳۳؛ d=۰/۲۶۵) و در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن با توجه بیرونی ۲۶/۴۴ درصد (P=۰/۰۴۱؛ d=۰/۲۳۷) کاهش یافت (جدول ۱).

جدول ۱: مقایسه مقادیر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، زمان رسیدن به اوج نیروها (میلی‌ثانیه)، جابه‌جایی مرکز فشار (میلی‌متر) و زمان اتکای راه رفتن

متغیر	مؤلفه	راه رفتن عادی	راه رفتن با توجه درونی	راه رفتن با توجه بیرونی
اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین	Fz_{HC}	۹۳۳/۴۴±۱۴۲/۹۶	۱۰۱۰/۴۶±۲۱۶/۳۵	۹۳۶/۴۷±۲۰۷/۴۱
	Fz_{MS}	۶۷۷/۷۵±۱۵۴/۲۹	۶۲۹/۸۶±۱۳۹/۲۱	۶۷۷/۰۹±۱۵۴/۳۵
	Fz_{PO}	۸۴۶/۴۶±۱۵۳/۶۷	۸۲۰/۳۰±۱۳۳/۱۰	۸۷۶/۲۶±۱۷۸/۰۱
زمان رسیدن به اوج نیروها	Fz_{HC}	۲۰۶/۷۴±۴۶/۴۷*	۲۹۲/۷۸±۵۷/۶۰¥*	۲۰۱/۷۷±۳۸/۵۵¥
	Fz_{MS}	۴۰۰/۵۳±۵۰/۷۲*	۵۱۶/۸۸±۷۹/۰۸¥*	۳۹۳/۴۸±۴۵/۸۸¥
	Fz_{PO}	۵۲۸/۳۷±۴۰/۴۹*	۶۷۶/۸۱±۷۰/۷۵¥*	۵۲۹/۷۷±۳۵/۱۵¥
مرکز فشار	داخلی-خارجی	۲۷/۱۵±۶/۹۰	۲۸/۴۱±۸/۳۴	۲۶/۳۹±۸/۱۳
	قدامی-خلفی	۲۲۶/۹۷±۱۲/۰۲	۲۲۳/۰۷±۱۵/۶۵	۲۲۹/۵۰±۱۸/۸۹
نرخ بارگذاری	عمودی	۴/۷۰±۱/۲۱*	۳/۵۶±۰/۹۴¥*	۴/۸۴±۱/۷۶¥

*** اختلاف معناداری بین راه رفتن عادی و راه رفتن با توجه درونی**

¥ اختلاف معناداری بین راه رفتن با توجه درونی و راه رفتن با توجه بیرونی

مقایسه یافته‌ها نشان داد که در مقادیر اوج نیروی وارده بر ناحیه کف پایی دوم در شرایط راه رفتن عادی نسبت به راه رفتن با توجه درونی ۱۶/۱۸ درصد (P=۰/۰۳۹؛ d=۰/۱۱۸) و در شرایط راه رفتن با توجه بیرونی نسبت به راه رفتن با توجه درونی ۱۸/۸۳ درصد (P=۰/۰۳۱؛ d=۰/۱۳۴) افزایش یافت (جدول ۲). همچنین، در مقادیر اوج نیروی وارده بر ناحیه خارجی پاشنه در شرایط راه رفتن عادی نسبت به راه رفتن با توجه درونی ۲۸/۲۵ درصد (P<۰/۰۰۱؛ d=۰/۳۶۱) و در شرایط راه رفتن با توجه بیرونی نسبت به راه رفتن با توجه درونی ۲۹/۴۷ درصد (P<۰/۰۰۱؛ d=۰/۳۱۵) افزایش یافت (جدول ۲).

[1] Shapiro–Wilk Test

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: مقایسه نیروهای کف پایی ده ناحیه کف پا

ناحیه	راه رفتن عادی	راه رفتن با توجه درونی	راه رفتن با توجه بیرونی
انگشت شست	۱۵۰/۹۷±۶۲/۱۴	۱۴۱/۹۴±۴۸/۳۰	۱۵۷/۷۴±۵۷/۶۷
انگشت دوم تا پنجم	۶۶/۲۶±۳۱/۴۵	۶۷/۴۰±۳۷/۰۲	۶۸/۳۴±۳۲/۷۰
کف پایی اول	۱۷۴/۷۱±۷۲/۵۷	۱۶۴/۲۶±۵۲/۶۱	۱۹۱/۷۳±۷۷/۳۲
کف پایی دوم	۱۵۵/۳۶±۵۴/۴۲*	۱۳۳/۷۲±۳۶/۸۰¥*	۱۵۸/۹۱±۵۶/۵۳¥
کف پایی سوم	۱۸۵/۱۶±۵۶/۹۵	۱۶۴/۴۶±۴۱/۳۷	۱۸۶/۲۲±۵۵/۶۵
کف پایی چهارم	۱۲۴/۶۷±۳۵/۳۲	۱۳۷/۰۷±۴۷/۲۵	۱۲۸/۱۳±۴۰/۸۹
کف پایی پنجم	۵۵/۹۲±۱۸/۶۵	۷۱/۸۵±۲۹/۱۲	۵۵/۵۴±۲۴/۰۴
میانه پا	۱۴۵/۳۳±۷۰/۴۴	۱۵۳/۴۶±۷۳/۷۷	۱۴۲/۹۲±۷۴/۹۰
بخش داخلی پاشنه	۳۴۵/۵۴±۶۰/۱۸	۳۰۶/۸۴±۵۸/۰۶	۳۵۰/۰۶±۷۹/۵۵
بخش خارجی پاشنه	۲۸۸/۳۶±۵۳/۴۴*	۲۲۴/۸۴±۳۴/۴۴¥*	۲۹۱/۱۲±۷۰/۴۵¥

*** اختلاف معناداری بین راه رفتن عادی و راه رفتن با توجه درونی**

¥ اختلاف معناداری بین راه رفتن با توجه درونی و راه رفتن با توجه بیرونی

مقایسه یافته‌ها نشان داد که در مقادیر اوج فشار کف پایی وارده بر ناحیه کف پایی دوم در شرایط راه رفتن عادی نسبت به راه رفتن با توجه درونی ۲۰/۶۴ درصد (P=۰/۰۰۷؛ d=۰/۱۷۳) و در شرایط راه رفتن با توجه بیرونی نسبت به راه رفتن با توجه درونی ۲۳/۴۲ درصد (P=۰/۰۰۱؛ d=۰/۲۰۳) افزایش یافت (جدول ۳). همچنین، در مقادیر اوج فشار کف پایی وارده بر ناحیه کف پایی پنجم در شرایط راه رفتن عادی نسبت به راه رفتن با توجه درونی ۲۰/۰۴ درصد (P=۰/۰۱۶؛ d=۰/۱۹۶) کاهش یافت (جدول ۳).

جدول ۳: مقایسه فشار کف پایی ده ناحیه کف پا

ناحیه	راه رفتن عادی	راه رفتن با توجه درونی	راه رفتن با توجه بیرونی
انگشت شست	۱۴/۴۸±۵/۱۶	۱۲/۹۳±۳/۵۱	۱۶/۰۳±۸/۵۱
انگشت دوم تا پنجم	۵/۴۲±۱/۴۸	۵/۱۹±۲/۲۴	۵/۳۶±۱/۶۱
کف پایی اول	۱۱/۱۰±۴/۰۹	۱۰/۱۰±۲/۸۰	۱۲/۷۰±۴/۸۵
کف پای دوم	۱۹/۵۲±۵/۶۹*	۱۶/۱۸±۳/۹۵¥*	۱۹/۹۷±۵/۳۸¥
کف پایی سوم	۱۸/۱۵±۴/۸۲	۱۶/۰۲±۳/۶۳	۱۸/۴۳±۴/۲۹
کف پایی چهارم	۱۲/۲۰±۳/۲۵	۱۳/۲۸±۴/۱۱	۱۲/۶۵±۳/۴۹
کف پایی پنجم	۶/۶۶±۱/۷۵*	۸/۳۳±۲/۴۹*	۶/۷۵±۱/۹۵
میانه پا	۶/۲۷±۱/۸۳	۶/۳۶±۱/۶۸	۶/۱۵±۲/۰۸
بخش داخلی پاشنه	۱۹/۴۶±۲/۹۷	۱۷/۲۵±۳/۱۰	۱۹/۷۰±۳/۵۶
بخش خارجی پاشنه	۱۷/۹۱±۲/۹۹	۱۴/۳۲±۱/۴۸	۱۷/۹۲±۳/۰۴

*** اختلاف معناداری بین راه رفتن عادی و راه رفتن با توجه درونی**

¥ اختلاف معناداری بین راه رفتن با توجه درونی و راه رفتن با توجه بیرونی

بحث

یکی از روش‌های ارزیابی مشکلات اندام تحتانی که اطلاعات مفیدی از ساختار آناتومیکی پا، عملکرد آن و همچنین بیومکانیک راه رفتن و دویدن را در اختیار قرار می‌دهد، بررسی نحوه توزیع فشار کف پایی می‌باشد.[۱۹] هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی متغیرهای فشار کف پایی در افراد دارای کمردرد طی راه رفتن با توجه درونی و بیرونی می‌باشد. نتایج هیچ‌گونه اختلاف معناداری را در مقادیر زمان اتکا بین سه شرایط راه رفتن عادی، با توجه درونی و بیرونی نشان نداد.

با توجه به مطالعات پیشین که توزیع فشار کف پایی و الگوی راه رفتن را مورد بررسی قرار دادند، تفاوت معناداری در متغیرهای فشار کف پایی بین دو گروه سالم و کمردرد وجود دارد.[۹، ۱۰، ۲۰] از جمله مداخلاتی که می‌تواند بر روی فشار کف پایی و بار وارده بر مفاصل اندام

www.SID.ir

Archive of SID

تحتانی اثر مثبت بگذارد، استفاده از کفش[۲۱]، استفاده از کفی‌های طبی[۲۲] و تمرینات درمانی[۲۳] می‌باشد. علاوه بر این، این بررسی‌ها نشان داد که طی ایستادن، هیچ تفاوت معناداری در توزیع وزن بین دو گروه مبتلا به کمردرد و سالم وجود ندارد.[۹] با توجه به مطالعاتی که بر روی الگوی راه رفتن افراد مبتلا به کمردرد انجام گرفته شد، عملکرد اندام وتری‌گلژی، دوک عضلانی و گیرنده‌های موجود در مفاصل این افراد تغییر می‌کند و موجب برهم خوردن تعادل تنه و به دنبال آن اختلال در عملکرد مکانیکی می‌شود که در الگوی راه رفتن و دویدن نمایان می‌گردد.[۲۴-۲۶] تغییر در الگوی راه رفتن و دویدن موجب تغییر در نحوه توزیع فشار کف پایی می‌شود. همان‌طور که منز و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که فعالیت راه رفتن افراد دارای کمردرد همراه با پرونیشن عملکردی پا می‌باشد[۲۷]، این پرونیشن پا موجب می‌شود که طی راه رفتن و یا دویدن، بار وارده بر قسمت داخلی پا افزایش یابد و همچنین فشار از روی قسمت خارجی پا برداشته شود که علت آن کشیده شدن خط پیشروی راه رفتن و دویدن به سمت داخل بدن می‌باشد و باعث انتقال توزیع فشار کف پایی از سمت خارج به سمت داخل پا می‌گردد.[۲۷] همچنین گزارش شده است که پرونیشن پا با افزایش نیروی عکس‌العمل زمین و زمان رسیدن به اوج طی فاز استقرار راه رفتن همراه است.[۲۷] نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مقادیر زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی سه فاز تماس پاشنه، میانه استقرار و هل دادن در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن عادی و همچنین در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن با توجه بیرونی بزرگتر می‌باشد. علاوه بر این، مقادیر نرخ بارگذاری در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن عادی و در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن با توجه بیرونی کاهش معناداری داشته است؛ بنابراین، با توجه به یافته‌ها مشخص می‌شود که توجه درونی طی راه رفتن می‌تواند سبب این تغییر شده باشد. استفاده از دستورالعمل توجه بیرونی در مقایسه با توجه درونی موجب بهبود یادگیری و اجرای هرچه بهتر مهارت‌های حرکتی می‌شود.[۱۴، ۲۸] همچنین، بیان شده است که توجه بیرونی روی تمرکز فرد بر اثرات و پیامدهای حرکتش اثرگذار می‌باشد، حال آن که توجه درونی موجب افزایش تمرکز فرد بر روی خود حرکت می‌گردد[۲۹]؛ بنابراین می‌توان گفت با افزایش تمرکز فرد بر روی حرکت در حال انجام، نرخ بارگذاری در افراد دارای کمردرد کاهش پیدا می‌کند.

مقایسه یافته‌ها نشان داد که مقادیر اوج نیروی وارده بر ناحیه کف پایی دوم و خارجی پاشنه در شرایط راه رفتن عادی نسبت به راه رفتن با توجه درونی و در شرایط راه رفتن با توجه بیرونی نسبت به راه رفتن با توجه درونی افزایش داشته است. لی و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که افراد مبتلا به کمردرد در هنگام راه رفتن جابه‌جایی قدامی–خلفی مرکز فشار کمتری نسبت به افراد سالم را دارا بودند که می‌تواند به علت وجود مکانیزم‌های جبرانی برای کاهش درد باشد.[۹] همچنین، گزارش شده است به دلیل کاهش فشار و رفع خستگی عضلات اکستنسوری تنه در افراد دارای کمردرد طی ایستادن، مرکز فشار به سمت پاشنه کشیده می‌شود.[۳۰] علاوه بر این، پژوهشگران نشان دادند که افراد دارای کمردرد برای جبران بالا بودن چرخش داخلی استخوان‌های تیبیا و ران و همچنین تیلت قدامی لگن طی راه رفتن و دویدن ممکن است تنه را به سمت خلف جابه‌جا و بردار وزن بدن را به عقب منتقل کند.[۲۷، ۳۱، ۳۲] کاهش تعادل در بیماران دارای کمردرد موجب می‌شود که این افراد در هنگام راه رفتن قدم‌های خود را کوتاه بردارند که علت آن ضعف در گیرنده‌های حس عمقی[۱] بیان شده است.[۳۳] در پژوهش حاضر مقایسه یافته‌ها نشان داد که در مقادیر اوج فشار کف پایی وارده بر ناحیه کف پایی دوم در شرایط راه رفتن عادی نسبت به راه رفتن با توجه درونی و در شرایط راه رفتن با توجه بیرونی نسبت به راه رفتن با توجه درونی افزایش یافت. همچنین، در مقادیر اوج فشار کف پایی وارده بر ناحیه کف پایی پنجم در شرایط راه رفتن عادی نسبت به راه رفتن با توجه درونی کاهش یافت. مرچنت و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که راه رفتن با توجه بیرونی در مقایسه با توجه درونی فعالیت کمتر عضلات را به همراه دارد که این نشان‌دهنده بهبود بیشتر کارایی حرکت می‌باشد.[۳۴]

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به عدم وجود جنس مذکر در نمونه آماری، عدم ثبت هم‌زمان متغیرهای کینماتیکی و فعالیت الکترومایوگرافی عضلات، نبود گروه کنترل متشکل از افراد سالم و همچنین عدم کنترل علت دقیق کمردرد اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که شرایط راه رفتن با توجه بیرونی و درونی بر روی مدت زمان اتکا اثر معناداری را دارا نمی‌باشد. همچنین میزان نرخ بارگذاری نیروی عمودی عکس‌العمل زمین در شرایط راه رفتن با توجه درونی نسبت به راه رفتن با توجه بیرونی کاهش یافت.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر حاصل طرح پژوهشی در دانشگاه محقق اردبیلی می‌باشد. بدین‌وسیله از تمامی افراد شرکت‌کننده در پژوهش و مسئولان محترم که در اجرای پژوهش ما را کمک نمودند، صمیمانه تشکر می‌نماییم.

[1] Proprioceptive Receptors

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Jafarnezhadgero A, Majlesi M, Madadi-Shad M. The effects of low arched feet on lower limb joints moment asymmetry during gait in children: A cross sectional study. The Foot. 2018;1:34:63-8
2. Burnfield M. Gait analysis: normal and pathological function. Journal of Sports Science and Medicine 2010;9(2):353.
3. Mohammadi V, Letafatkar A, Sadeghi H, Jafarnezhadgero A, Hilfiker R. The effect of motor control training on kinetics variables of patientss with non-specific low back pain and movement control impairment: Prospective observational study. Journal of bodywork and movement therapies. 2017; 21(4):1009-16.
4. Meints SM, Mawla I, Napadow V, Kong J, Gerber J, Chan ST, Wasan AD, Kaptchuk TJ, McDonnell C, Carriere J, Rosen B. The relationship between catastrophizing and altered pain sensitivity in patients with chronic low-back pain. Pain. 2019;160(4):833-43.
5. Jafarnezhadgero AA, Shahverdi M, Madadi Shad M. The effectiveness of a novel Kinesio Taping technique on the ground reaction force components during bilateral drop landing in athletes with concurrent pronated foot and patella-femoral pain syndrome. Journal of Advanced Sport Technology. 2017;1(1):22-9.
6. Farahpour N, Jafarnezhad A, Damavandi M, Bakhtiari A, Allard P. Gait ground reaction force characteristics of low back pain patients with pronated foot and able-bodied individuals with and without foot pronation. Journal of biomechanics. 2016; 49(9):1705-10.
7. Jafarnezhadgero A, Madadi-Shad M, Alavi-Mehr SM, Granacher U. The long-term use of foot orthoses affects walking kinematics and kinetics of children with flexible flat feet: A randomized controlled trial. PloS one. 2018 Oct 9;13(10):e0205187.
8. Hamill J, Knutzen KM. Biomechanical basis of human movement: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
9. Lee JH, Fell DW, Kim K. Plantar pressure distribution during walking: comparison of subjects with and without chronic low back pain. Journal of Physical Therapy Science. 2011;23(6):923-6.
10. Fayez ES. Foot Pressure Asymmetry in Patients with Mechanical Low Back Pain. Med J Cairo Univ. 2012 Dec 7;80(2).
11. Wulf G, Lewthwaite R. Effortless motor learning? An external focus of attention enhances movement effectiveness and efficiency. Effortless attention: A new perspective in attention and action. 2010:75-101.
12. Wulf G. Attentional focus and motor learning: A review of 10 years of research (Target article). E-Journal Bewegung und Training [E-Journal Movement and Training), 1, 4Á14. 2007.
13. Wulf G, Lewthwaite R. Optimizing performance through intrinsic motivation and attention for learning: The OPTIMAL theory of motor learning. Psychonomic bulletin & review. 2016;23(5):1382-414.
14. Wulf G. Attention and motor skill learning: Human Kinetics; 2007.
15. Sacko RS, Nesbitt D, McIver K, Brian A, Bardid F, Stodden DF. Children's metabolic expenditure during object projection skill performance: New insight for activity intensity relativity. Journal of sports sciences. 2019; 23:1-7.
16. Mousavi SJ, Parnianpour M, Mehdian H, Montazeri A, Mobini B. The Oswestry disability index, the Roland-Morris disability questionnaire, and the Quebec back pain disability scale: translation and validation studies of the Iranian versions. Spine. 2006;31(14):E454-E9.
17. Alavi-Mehr SM, Jafarnezhadgero A, Salari-Esker F, Zago M. Acute effect of foot orthoses on frequency domain of ground reaction forces in male children with flexible flatfeet during walking. The Foot. 2018; 1;37:77-84.
18. Jafarnezhadgero AA, Oliveira AS, Mousavi SH, Madadi-Shad M. Combining valgus knee brace and lateral foot wedges reduces external forces and moments in osteoarthritis patients. Gait & posture. 2018;59:104-10.
19. Jafarnezhadgero AA, Shad MM, Majlesi M, Granacher U. A comparison of running kinetics in children with and without genu varus: A cross sectional study. PloS one. 2017 Sep 19;12(9):e0185057.
20. Yoon J. The relation study of weight distribution and strength of Lower extremity with and without Low back pain in middle-aged woman. Exercise science: official journal of the Korea Exercise Science Academy. 2008;17:309-16.
21. Mehr SM, Jafarnezhadgero AA, Majlesi M. Immediate and long-term effects of foot orthoses on asymmetry index of the ground reaction force frequency spectrum: A clinical trial study. Journal of Gorgan University of Medical Sciences. 2019 Spring; 21(1): 15-22..
22. Alavi, mehr sm, AA Jafarnezhadgero, and M. Majlesi. The immediate effect of medical insole on loading rate, impulse, and free moment in male children with flat foot: a clinical trial. Journal of rafsanjan university of medical sciences and health services. (2018): 17(1): 27-38.
23. Seifi-Skishahr F, Alavi Mehr SM, Jafarnezhadgero A, Katanchi M. Effect of elastic gait training on Foot pressure variables in subjects with low back pain during running. Anesthesiology and Pain. 2018 Aug 15;8(4):47-59.

www.SID.ir

Archive of SID

24. Taheri B, Barati A, Norasteh AA, Madadi-Shad M. EMG analysis of trunk and lower limb muscles in three different squat exercises in athletes and non-athletes. International journal of Sport Studies for Health. 2018(In Press).
25. Filipović V, Ciliga D. Postural adaptation of idiopathic adolescent scolioses (IAS). Kinesiology: International journal of fundamental and applied kinesiology. 2010;42(1):16-27.
26. Schizas C, Kramers-de Quervain I, Stüssi E, Grob D. Gait asymmetries in patients with idiopathic scoliosis using vertical forces measurement only. European Spine Journal. 1998;7(2):95-8.
27. Menz HB, Dufour AB, Riskowski JL, Hillstrom HJ, Hannan MT. Foot posture, foot function and low back pain: the Framingham Foot Study. Rheumatology. 2013;52(12):2275-82.
28. Zachry T, Wulf G, Mercer J, Bezodis N. Increased movement accuracy and reduced EMG activity as the result of adopting an external focus of attention. Brain research bulletin. 2005;67(4):304-9.
29. Wulf G, Dufek JS .Increased jump height with an external focus due to enhanced lower extremity joint kinetics. Journal of motor behavior. 2009;41(5):401-9.
30. Gill KP, Callaghan MJ. The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low back pain .Spine. 1998;23(3):371-7.
31. Willigenburg NW, Kingma I, van Dieën JH. Center of pressure trajectories, trunk kinematics and trunk muscle activation during unstable sitting in low back pain patients. Gait & posture. 2013;38(4):625-30.
32. Madadi Shad M, Farahpour N. A Kinematic Analysis of Upper Extremity Joint when Punching by Three Different Methods in Athletes of Different Skill Levels. Journal of Sport Biomechanics. 2017; 15;2(4):19-27.
33. Taylor S, Frost H, Taylor A, Barker K. Reliability and responsiveness of the shuttle walking test in patients with chronic low back pain. Physiotherapy Research International. 2001;6(3):170-8.
34. Marchant D, Greig M, Scott C. Attentional focusing strategies influence bicep EMG during isokinetic biceps curls. Athletic Insight. 2008;10(2):11.

www.SID.ir