مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
دوره بیست و هشتم، شماره چهار، تیر ۱۳۹۹
تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۱۱/۱۱
تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۱/۲۴

تأثیر پروتکل تمرینی گیت به عقب بر نیروهای عکس‌العمل زمین هنگام راه رفتن در افراد مبتلا به استئوآرتریت داخلی زانو

علی جلالوند*[۱]، مهرداد عنبریان[۲]

مقاله پژوهشی

مقدمه: بررسی تأثیر پروتکل تمرینی گیت به عقب بر نیروهای عکس‌العمل زمین هنگام راه رفتن در افراد مبتلا به استئوآرتریت بخش داخلی زانو.

روش بررسی: این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی و آزمایشگاهی بوده که با یک طرح پیش‌آزمون – پس‌آزمون در دو گروه کنترل (سالم و بیمار) و یک گروه تجربی مورد بررسی قرار گرفت. آزمودنی‌ها ۲۱ نفر مرد سالم و ۴۲ نفر مرد بیمار مبتلا به‌استئوآرتریت داخلی زانو بودند که بر اساس شاخص کلگرن- لورنس و شاخص بصری درد به ۲ گروه تجربی و کنترل بیمار تقسیم شدند. گروه تجربی به‌مدت شش هفته پروتکل تمرینی گیت به عقب را انجام دادند. حرکت راه رفتن به جلو با استفاده از دو صفحه نیروی kistler و توسط نرم‌افزارهای Vicon Nexus 1.8.5، Polygon 4.1.2 تحلیل گردید. پس از جمع‌آوری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS version 20 و آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه جهت بررسی اختلاف‌ها استفاده شد ($p>۰/۰۵$).

نتایج: اختلاف معنی‌داری قبل از تمرین بین نیروهای نیروهای ترمز زننده و جلو برنده، نیروهای عمودی عکس‌العمل سطح Fz1 (قله اول) و Fz2 (دره) بیماران مبتلا به‌استئوآرتریت با افراد سالم وجود دارد ($P >۰/۰۵$). اثر تمرین بر نیروهای جلو برنده ($P =۰/ ۰۲۱$ قبل& $P =۰/۰۶۸$ بعد) و ترمز زننده ($P =۰/ ۰۲۲$ قبل& $P =۰/۰۷۷$ بعد) حاکی افزایش میانگین گروه تجربی و عدم تفاوت معنی‌دار با گروه سالم بعد از تمرین در مقایسه با معنی‌داری قبل از تمرین داشت. تمرین تاثیری بر نیروهای عمودی عکس العمل سطح نداشت.

نتیجه‌گیری: کاهش نیروهای ترمز زننده - جلو برنده و نیروی عمودی عکس العمل سطح Fz1 می‌تواند بازتابی از درد یا عملکرد بد اندام تحتانی باشد. پروتکل گیت به عقب باعث اثربخشی بر نیروی جلوبرنده - ترمز زننده عکس‌العمل در گروه تجربی گردیده است.

واژه‌های کلیدی: استئوآرتریت زانو، گیت به عقب، نیروی عکس‌العمل زمین.

IRCT20170712035052N1

ارجاع: جلالوند علی، عنبریان مهرداد. **تأثیر پروتکل تمرینی گیت به عقب بر نیروهای عکس‌العمل زمین هنگام راه رفتن در افراد مبتلا به استئوآرتریت داخلی زانو** . مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد ۱۳۹۹؛ ۲۸ (۴): ۹۴-۲۵۸۴.

۱- استادیار بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران.
۲- استاد بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
*(نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۹۱۸۹۵۱۳۱۷۲، پست الکترونیکی: jalalvand_ali@yahoo.com، کد پستی : ۶۵۱۸۱۱۵۷۴۳

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3769]

مقدمه

خطر ناتوانی ناشی از استئوآرتریت زانو مساوی با خطر ناتوانی ناشی از بیماری‌های قلبی و بیشتر از خطر ناتوانی ناشی از دیگر بیماری‌های افزایش سن گزارش شده است (۱). در رابطه علت ایجاد استئوآرتریت اعتقاد بر این است که استئوآرتریت به‌وسیله فشارهای مکانیکال بیش از حد وارده بر زانو در طی فعالیت‌های مکرر و استرس‌زای روزانه ایجاد می‌شود. یعنی بار وارد بر مفصل زانو به‌عنوان یک عامل شرکت کننده در ایجاد استئوآرتریت زانو عمل می‌کند و تقسیم بار وارد بر دو کمپارتمان زانو به گونه‌ای است که حدود ۷۰ ٪ بار وارد بر زانو بر کمپارتمان داخلی زانو تحمیل می‌شود. آمار موجود تائید کننده نقش فشارهای بیش از حد در ایجاد آرتروز زانو می‌باشد به‌گونه‌ای که در بین بیماران مبتلا به آرتروز زانو ۶۷٪ آن‌ها مبتلا به آرتروز داخلی زانو می‌باشند و تنها ۱۶-۱۰٪ بیماران از آرتروز خارجی زانو رنج می‌برند (۲). نسبت درگیری کمپارتمان داخلی به کمپارتمان خارجی، بیش از ۱۰ برابر گزارش شده است (۳). علل دیگری را که به شیوع بیشتر استئوآرتریت در کمپارتمان داخلی زانو نسبت به کمپارتمان خارجی نسبت می‌دهند شامل: عوامل آناتومیکال (کمپارتمان داخلی نسبت به کمپارتمان خارجی غضروف مفصلی نازک‌تری دارد و حفاظت کمتری از مینیسک داخلی دریافت می‌کند) و عوامل مکانیکال (خط تحمل وزن در زمان راه رفتن از سمت داخل زانو می‌گذرد که باعث ایجاد گشتاور اداکتوری بزرگی بر زانو می‌شود) می‌باشد. گشتاور اداکتوری تمایل به فشردن سطوح مفصلی در سمت داخل زانو دارد که به‌دنبال آن فشار وارد بر غضروف آن را افزایش می‌دهد. بنابراین اندازه‌گیری گشتاور اداکتوری زانو طی راه رفتن به‌عنوان یک روش غیرمستقیم و قابل اعتماد در اندازه‌گیری بار وارد بر مفصل داخلی زانو گزارش شده است (۴). با توجه به مبانی نظری فوق چنان‌چه هر نوع مداخله‌ایی بتواند باعث شیفت این گشتاور اداکشنی به سمت خارج و کاهش بار از روی کمپارتمنت داخلی تیبا شود از نظر کلینیکی و درمانی با ارزش تلقی می‌گردد (۵). استراتژی‌های مختلف درمانی در این رابطه وجود دارند از قبیل استفاده از کفی با گوه خارجی، بریس ولگوسی زانو، ولیکن هر کدام از این رویکردها به‌صورت منفعل بوده و محاسن آن‌ها قابل مقایسه با رویکردهای تمرین درمانی نیست!! انواع مختلفی از اقدامات تمرین درمانی برای بهبود درد و عملکرد وجود دارند، ولیکن اثربخشی آن‌ها ناشناخته است و یا حتی ممکن است باعث تشدید علائم و پیامدهای این عارضه گردد، لیکن متخصصان بالینی به تمرینات غیرپویای ایزومتریک و غوطه‌وری در آب متوسل می‌گردند. بنابراین متخصصان طب ورزشی، فیزیوتراپ‌ها و متخصصین حرکت درمانی برای یافتن یک استراتژی درمانی بهینه با چالش مواجه هستند. تحقیقات نشان داده که تمرین درمانی درد را حذف کرده، ناتوانی عملکردی را کاهش داده و افسردگی و اضطراب را کاهش می‌دهد (۶). تحقیقات نشان داده تمرینات گیت به عقب در مقایسه با تمرینات روتین به جلو در کاهش درد و ناتوانی این افراد حین و پس از تمرین موثر بوده است (۷). لذا با توجه به اینکه الگوهای گام‌برداری هنگام گیت به عقب برعکس گیت به‌جلو می‌باشد لذا محقق این‌طور استنباط می‌نماید که برعکس تمرینات روتین به جلو احساس کاهش درد حین تمرین ممکن است به‌دلیل برداشته شدن لود و شیفت گشتاور داخلی به سمت خارج بوده باشد. برخی مستندات علمی محدود نقش راه رفتن به عقب در کاهش درد، تقویت عضلات اندام تحتانی و افزایش تعادل (۸) را نشان داده‌اند، ولیکن اثرات این نوع پروتکل تمرینی بر نیروهای عکس‌العمل افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو نامشخص است. تغییر و تعدیل نیروهای عکس‌العمل می‌تواند انعکاسی از آتروفی در عضلات و الگوی گیت احتیاطی به‌منظور کنترل درد باشد (۹). بنابراین محقق در نظر دارد با هدف و استفاده بازخوردی از نتایج این تحقیق به‌منظور کاهش نشانه‌ها و علائم بیماری و در صورت امکان، کند کردن پیشرفت بیماری، تأثیر برنامه‌های تمرینی راه رفتن به عقب بر ویژگی‌های کینتیکی و نیروهای عکس‌العمل افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو را بررسی نماید و نشان دهد که آیا این تمرینات بر این پارامترها تاثیر می‌گذارد یا خیر؟

روش بررسی

این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی و جامعه آماری این پژوهش را یک گروه تجربی (بیمار مبتلا به استئوآرتریت کمپارتمنت

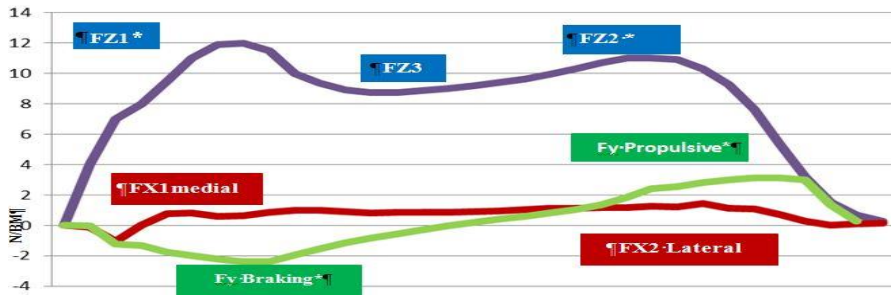
[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3769]

داخلی زانو) و دو گروه کنترل (سالم و بیمار مبتلا به استئوآرتریت کمپارتمنت داخلی زانو) تشکیل می‌دادند. بیماران مبتلا به‌استئوآرتریت کمپارتمنت داخلی زانو مراجعه‌کنندگان به کلینیک‌های درمانی - ارتوپدی شهر همدان بودند که شرایط ورود به مطالعه را دارا و داوطلبانه حاضر به شرکت در مطالعه بودند، گروه همتای سالم نیز از بین کارکنان دانشگاه انتخاب شدند. با استفاده از نرم‌افزار جی پاور نسخه (۳.۱.۲) برای آزمون آماری مربوطه با توان آماری ۰/۸۰، اندازه اثر ۰/۸۰ و سطح آلفا ۰/۰۵ حجم نمونه تحقیق ۲۱ نفر برای هر گروه محاسبه گردید (۱۰). معیارهای ورود بیماران به مطالعه شامل: نداشتن محدودیت برای ایستادن و راه رفتن، داشتن علایم رادیولوژیک استئوآرتریت در زانو، درد و تندرنس در سمت داخلی مفصل، مردان دارای درد زانو به مدت ۶ ماه یا بیشتر (داشتن درد مزمن)، نبودن در مرحله حاد بیماری، عدم مصرف داروی تزریقی داخل مفصلی از ۳ ماه قبل، عدم مصرف داروی خوراکی (ضد التهابی غیر استروئیدی) از یک هفته قبل از ورود به مطالعه، نداشتن سابقه ضربه، آسیب یا عمل جراحی و شکستگی در اندام تحتانی، عدم سابقه بیماری‌های تهدید کننده مفصل (استئونکروز، دیابت، پوکی استخوان، آرتریت روماتوئید، بیماری عصبی عضلانی، سابقه هر گونه علایمی از بیماری کلاژن واسکولار، آرتریت پسوریازی، آرتریت‌های ناشی از نقرس و شبه نقرس)، عدم سابقه طولانی مصرف داروی مؤثر بر سیستم عضلانی-اسکلتی و عدم اعتیاد بود. تمامی این موارد توسط متخصص در افراد مورد مطالعه بررسی گردید. هم‌چنین آزمودنی‌ها بر اساس شاخص کلگرن و لورنس مبتلا به‌استئوآرتریت کمپارتمنت داخلی زانو درجات ۲ و ۳ بودند (۱۱). گروه همتای سالم از نظر سن، شاخص توده بدن و سطح فعالیت به‌صورت همگن و متناسب با افراد مبتلا به‌استئوآرتریت انتخاب گردیدند .

ابزار و روش اجرا

برای اندازه‌گیری نیروهای عکس‌العمل زمین، از دو صفحه نیرو کیستلر (میلی‌متر۶۰۰*۴۰۰) با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز استفاده و اطلاعات با استفاده از فیلتر پایین گذر با برش فرکانس ۶ هرتز جمع‌آوری گردید. مطالعات مختلف حاکی از پایایی و روایی نیروسنج‌های کیستلر به‌منظور اندازه‌گیری نیروهای عکس‌العمل زمین می‌باشند (۱۱،۱۲). همه مولفه‌های نیروی عکس‌العمل زمین به وزن و درصدی از وزن نرمال‌سازی گردیدند. مولفه‌های نیروهای عکس‌العمل زمین در یک سیکل گام‌برداری در جهت‌های عمودی (FZ3,FZ2,FZ1)، قدامی-خلفی (Fy)، داخلی- خارجی (Fx) در سه صفحه ساجیتال، فرونتال و هوریزنتال هنگام راه رفتن با کمک نرم‌افزارهای Vicon Nexus 1.8.5، Polygon 4.1.2 محاسبه گردیدند (شکل۱). نیروهای عمودی عکس‌العمل سطح (FZ3,FZ2,FZ1) در حین یک سیکل گام برداری به سه جزء تقسیم: قله اول (Fz1)، قله دوم (Fz3)، فرورفتگی بین دو قله به نام دره (Fz2). نیروی عمودی عکس‌العمل سطح در جهت قدامی خلفی در حین یک سیکل گام‌برداری نیز به دو جزء تقسیم می‌گردند: نیروی ترمز زننده عکس‌العمل سطح (F Min Y) ، نیروی جلوبرنده عکس‌العمل سطح (F Max Y).



شکل ۱: اجزاء مختلف هر یک از مولفه‌های نیروهای عکس‌العمل عمودی (FZ3,FZ2,FZ1)، قدامی و خلفی(Fx) ، داخلی- خارجی (Fy) در سه محور حرکتی هنگام راه رفتن

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3769]

پروتکل تمرینی گیت به عقب

پروتکل تمرینی گیت به عقب به مدت ۶ هفته (سه جلسه در هفته) اجرا گردید و قبل از شروع جلسات در یک جلسه توجیهی نحوه اجرای پروتکل تمرین درمانی گیت به عقب تشریح و از آزمودنی‌ها خواسته شد در صورت به‌روز احساس درد در جلسات مربی را مطلع سازند تا شدت و نوع تمرینات با توجه به‌وضعیت افراد کنترل گردد. بعد از ۵ دقیقه گرم کردن عمومی افراد سه ست گیت به عقب (یک دقیقه راه رفتن و متعاقباً ۱۰ ثانیه دویدن آرام به عقب) را انجام دادند و هدف از این بخش پیش آمادگی آزمودنی‌ها بود. نحوه اجرای کلی پروتکل تمرین درمانی گیت به عقب به این صورت بود که قبل از اجرای پروتکل، گرم کردن عمومی شامل دویدن آرام، تمرینات کششی چهار سر رانی، همسترینگ و دو قلو به مدت پنج دقیقه انجام می‌گرفت. سپس اجرای پروتکل و در خاتمه مرحله سرد کردن همراه با کشش عضلات مذکور انجام می‌گرفت. جزئیات اجرای پروتکل تمرینی گیت به عقب در سالن ورزشی به این صورت بود که افراد ابتدا ۳ ست اینتروالی رفت و برگشتی ۲، ۴ و ۶ عرض سالن را انجام دادند، سپس ۲ ست ۲ و ۳ دقیقه‌ایی گیت به عقب را انجام دادند. بعد از ۳ دقیقه تمرینات کششی افراد دو ست تمرینات قدرتی گیت به عقب را در انتهای پروتکل انجام دادند. شدت تمرینات از هفته دوم افزایش می‌یافت. البته شدت این تمرینات با توجه به‌وضعیت هر کدام از بیماران تحت کنترل بود .

تجزیه و تحلیل آماری

جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها و امکان استفاده از آزمون‌های پارمتریک، از آزمون Shapiro-Wilks استفاده شد. اعداد پرت، پس از شناسایی، از تحلیل آماری کنار گذاشته شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش‌های آماری t وابسته، تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی بن فرونی در نرم‌افزار SPSS version 20.0 و سطح معناداری ($p\leq ۰/۰۵$) صورت گرفت.

ملاحظات اخلاقی

پروپوزال این تحقیق در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی همدان با کد اخلاق IR.UMSHA.REC.1394.110 تصویب گردید.

نتایج

جدول (۱) متغیرهای دموگرافی (سن، قد، وزن) آزمودنی‌ها نشان می‌دهد که هیچ تفاوت معنی‌داری در قد، وزن و سن سه گروه از آزمودنی‌ها مشاهده نگردید ($p\geq ۰/۰۵$) میانگین و انحراف استاندارد نیروهای عکس‌العمل سطح زمین در گروه‌های تجربی و کنترل استنوآرتریتی در مقایسه با گروه سالم حین راه رفتن در قبل و بعد از تمرین درمانی را می‌توان در جدول ۲ ملاحظه کرد. همان‌طوری که مشاهده می‌شود هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در میانگین نیروی داخلی-خارجی عکس‌العمل زمین در گروه‌های تجربی و کنترل استنوآرتریتی در مقایسه با گروه سالم حین راه رفتن در قبل و بعد از تمرین درمانی مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). همان‌طوری که در جدول۲ مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری قبل از تمرین بین نیروهای ترمز زننده و جلو برنده بیماران مبتلا به‌استئوآرتریت با افراد سالم وجود دارد و تفاوت میانگین‌ها حاکی از مقدار پایین‌تر این نیروها در افراد مبتلا به‌استئوآرتریت است ($P<۰/۰۵$)(نمودار۱). و لذا این مولفه‌ها می‌توانند یکی از مشخصه‌های گیت بیماران مبتلا به‌استئوآرتریت زانو باشد. در مورد اثر تمرین بر این مولفه‌ها نتایج حاکی از افزایش میانگین گروه تجربی و عدم تفاوت معنی‌دار با گروه سالم بعد از تمرین در مقایسه با معنی‌داری قبل از تمرین داشت ($P>۰/۰۵$)(نمودارهای۱ تا ۳). همان‌طوری که در جدول (۲) مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری قبل از تمرین بین قله اول (Fz1) و دره (Fz2) بیماران مبتلا به‌استئوآرتریت با افراد سالم وجود دارد و تفاوت میانگین‌ها حاکی از مقدار پایین‌تر قله اول (Fz1) و مقدار بالاتر دره (Fz2) در افراد مبتلا به‌استئوآرتریت است ($P<۰/۰۵$). و در مورد قله دوم (Fz3) نتایج مبین عدم اختلاف بین بیماران مبتلا به‌استئوآرتریت با افراد سالم و تاثیرگذاری بیماری بر این مولفه نیرو داشت. بنابراین این مولفه‌ها می‌توانند یکی از مشخصه‌های گیت بیماران مبتلا به‌استئوآرتریت زانو باشند (نمودارهای ۱ تا ۳). در مورد اثر تمرین بر نیروهای عمودی عکس‌العمل سطح نتایج حاکی از عدم اثر بخشی تمرین بر این مولفه‌های نیرو دارند (نمودارهای ۴ تا ۶).

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3769]

جدول۱: ویژگی‌های آزمودنی‌های شرکت کننده در مطالعه

متغیرها	گروه کنترل	گروه تجربی	گروه سالم	P
سن (سال)	۵۹/۱۶±۸/۲۸	۵۶/۳۳±۱۲/۰۶	۶۲/۶۰±۸/۵۳	۰/۲۵۶
قد (سانتی‌متر)	۱۷۰±۵/۶۰	۱۶۸±۷/۱۱	۱۶۷±۶/۴۶	۰/۹۶۹
جرم (کیلوگرم)	۷۶/۱۶±۸/۴۷	۷۲±۹/۵۰	۸۱/۸۰±۱۳	۰/۷۸۷

(آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه)

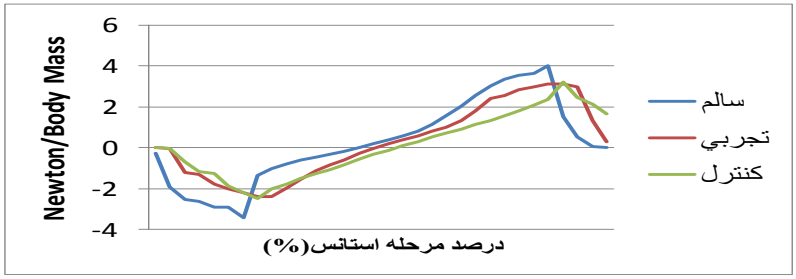
جدول۲: میانگین و انحراف استاندارد نیروهای عکس‌العمل سطح زمین (نیوتن/جرم بدن) در گروه‌های تجربی و کنترل استئوآرتریتی در مقایسه با گروه سالم حین راه رفتن در قبل و بعد از تمرین درمانی

متغیر	مداخله	گروه سالم	گروه تجربی	گروه کنترل	P value pre t.	P value post t.
نیروی داخلی	قبل	-۱/۰۱±۰/۳۱۴	-۰/۹۹±۰/۶۵۹	-۱/۰۴±۰/۷۱۳	E&C=.835 N&E=.951 N&C=.915 Group E(Pre&post)=0.781	E&C=.647 N&E=.798 N&C=.895
	بعد		-۰/۹۳±۰/۳۱۴	-۱/۰۲±۰/۵۶۷		
نیروی خارجی	قبل	۱/۲۸±۰/۲۰۷	۱/۱۶±۰/۲۱۴	۱/۱۶±۰/۲۳۹	E&C=.933 N&E=.347 N&C=.336 Group E(Pre&post)=0.222	E&C=.253 N&E=.085 N&C=.322
	بعد		۱/۰۸±۰/۱۹۱	۱/۱۴±۰/۵۵۶		
نیروی جلو برنده (F Max Y)	قبل	۴/۰۴±۰/۴۳۸	۳/۱۳±۰/۶۷۱	۳/۲۴±۰/۷۹۰	E&C=.724 N&E=.021 N&C=.048 Group E(Pre&post)=0.05	E&C=.635 N&E=.068 N&C=.030
	بعد		۳/۶۸±۰/۴۵۷	۳/۲۵±۰/۵۶۷		
نیروی ترمز زننده (F Min Y)	قبل	-۳/۴۲±۰/۵۳۰	-۲/۳۷±۰/۷۷۴	-۲/۴۹±۰/۹۴۴	E&C=.737 N&E=.022 N&C=.049 Group E(Pre&post)=0.07	E&C=.600 N&E=.077 N&C=.031
	بعد		-۲/۹۷±۰/۵۲۰	-۲/۵۰±۰/۸۷۶		
قله اول Fz1	قبل	۱۲/۰۵±۰/۹۰	۱۰/۵۲±۱/۲۰	۱۰/۱۹±۱/۲۷	E&C=.532 N&E=.023 N&C=.010 Group E(Pre&post)=0.478	E&C=.206 N&E=.028 N&C=.002
	بعد		۱۰/۷۸±۰/۵۱۴	۱۰/۲۳±۱/۱۲		
دره Fz2	قبل	۷/۲۹±۱/۰۰	۸/۷۴±۰/۶۵	۸/۶۳±۰/۵۷	E&C=.735 N&E=.001 N&C=.002 Group E(Pre&post)=0.274	E&C=.697 N&E=.003 N&C=.002
	بعد		۸/۵۱±۰/۴۹۹	۸/۷۶±۰/۳۹		
قله دوم Fz3	قبل	۱۰/۹۶±۰/۴۰	۱۱/۰۰±۰/۷۳	۱۱/۰۲±۰/۸۷	E&C=.950 N&E=.917 N&C=.882 Group E(Pre&post)=0.092	E&C=.241 N&E=.402 N&C=.871
	بعد		۱۰/۶۴±۰/۵۵۴	۱۱/۱±۰/۹۸		

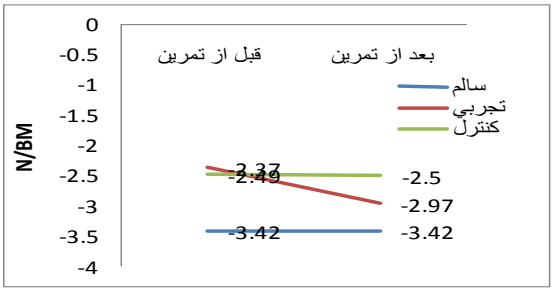
E: گروه تجربی، C: گروه کنترل، N: گروه سالم، P value pre t: تفاوت بین سه گروه قبل از تمرین، P value post t: تفاوت بین سه گروه بعد از تمرین، Group E(Pre&post): تفاوت قبل و بعد از تمرین در گروه تجربی. آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و t وابسته (P <۰/۰۵)

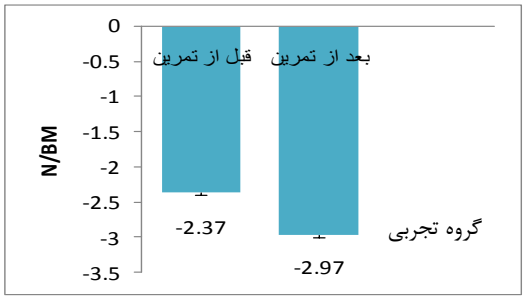
[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3769]



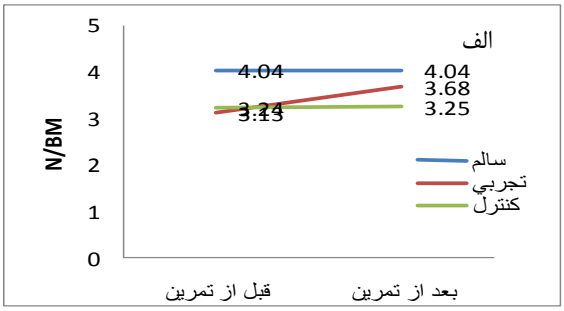
نمودار ۱: میانگین نیروهای ترمز زننده-جلوبرنده عکس‌العمل زمین حین راه رفتن بین سه گروه (آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه)





نمودار ۲: الف) اثر معنادار بین گروهی تمرین بر نیروی ترمز زننده، ب) اثر معنادار درون گروهی تمرین بر نیروی ترمز زننده گروه تجربی

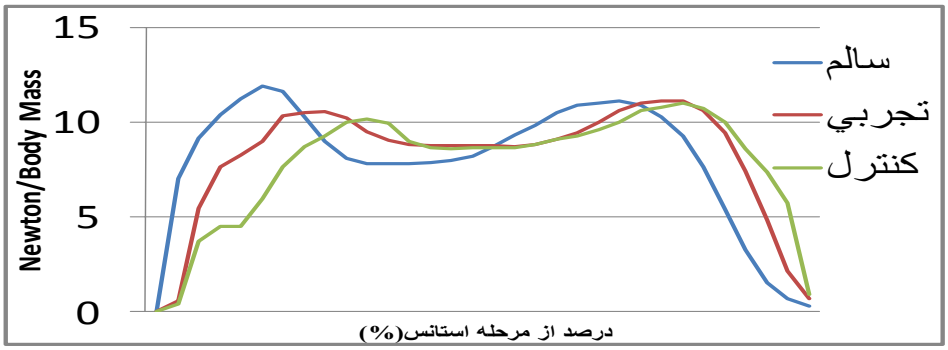
(آزمون t وابسته و تحلیل واریانس یک‌طرفه)





نمودار ۳: الف) اثر معنادار بین گروهی تمرین بر نیروی جلو برنده (P<۰/۰۵)، ب) اثر درون گروهی تمرین بر نیروی جلو برنده گروه تجربی

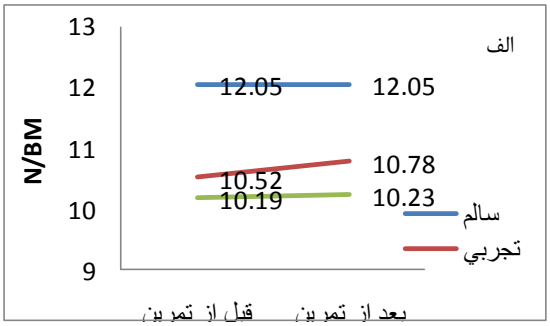
(آزمون t وابسته و تحلیل واریانس یک‌طرفه)

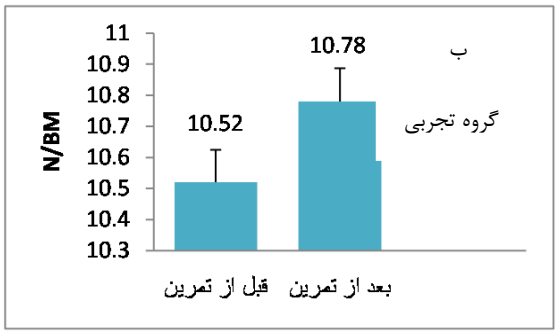


نمودار ۴: میانگین نیروهای عمودی عکس‌العمل زمین حین راه رفتن نرمال بین سه گروه (آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه)

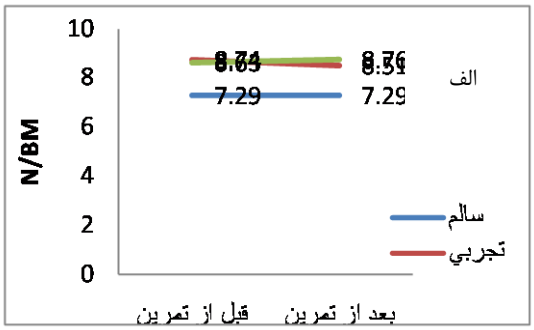
[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-11]

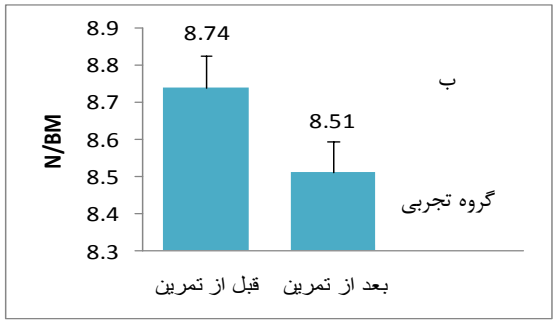
[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3769]





نمودار۵: الف) عدم اثر معنادار بین گروهی تمرین بر نیروی عمودی عکس‌العمل قله اول (Fz1)، ب) عدم اثر درون گروهی تمرین بر نیروی عمودی عکس‌العمل قله اول گروه تجربی (Fz1)(p=۰/۴۷۸) (آزمون t وابسته و تحلیل واریانس یک‌طرفه)





نمودار۶: الف) عدم اثر معنادار بین گروهی تمرین بر نیروی عمودی عکس‌العمل Fz2 (دره)، ب) عدم اثر درون گروهی تمرین بر نیروی عمودی عکس العملFz2 (دره) گروه تجربی (P=۰/۲۷۴) (آزمون t وابسته و تحلیل واریانس یک‌طرفه)

بحث

نتایج حاکی از آن است که هیچ گونه اختلاف معنی‌داری در میانگین نیروی داخلی- خارجی عکس‌العمل زمین در گروه‌های تجربی و کنترل استئوآرتریتی در مقایسه با گروه سالم حین راه رفتن در قبل و بعد از تمرین درمانی مشاهده نشد. نیروی داخلی- خارجی عکس‌العمل زمین در حین ضربه پاشنه و زمانی که پا حالت سوپینت به پرونیت تغییر می‌کند یک نیرو به سمت داخل بر اثر حرکت تنه روی پای استانس به وجود می‌آید و نیروی جانبی خارجی اندکی طی Push off نهایی رخ می‌دهد. این نیرو متغیرترین نیرو از سه نیروی عکس‌العمل سطح است و بسیار تحت تاثیر کفش قرار می‌گیرد (۹). نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری قبل از تمرین بین نیروهای ترمز زننده و جلو برنده بیماران مبتلا به‌استئوآرتریت با افراد سالم وجود دارد و تفاوت میانگین‌ها حاکی از مقدار پایین‌تر این نیروها در افراد مبتلا به‌استئوآرتریت بود و لذا این مولفه‌های نیروهای عکس‌العمل سطح می‌توانند یکی از مشخصه‌های شناسایی پاتومکانیکی در گیت بیماران مبتلا به‌استئوآرتریت زانو باشد. نیروی برشی خلفی یا نیروی ترمز زننده در جهت قدامی- خلفی است و در هنگام تماس پاشنه با زمین و کاهش شتاب تنه این نیروی برشی به سمت خلف تولید می‌شود تا مانع سرخوردن فرد به سمت قدام شود و غالباً ۰/۲ برابر وزن بدن هر فرد است. پیک این نیرو بستگی به سرعت راه رفتن فرد و میزان اطمینان فرد به پای جلویی را نشان می‌دهد. نیروی برشی قدامی یا نیروی جلوبرنده در جهت خلفی- قدامی است که پاشنه را از زمین بلند نموده و پای جلویی با عمل عضلات کمپارتمان خلفی مچ پای عقبی به زمین برمی‌گردد. این مولفه نیروی قدامی باعث می‌شود تا تنه به سمت قدام شیفت پیدا کند و پیک این نیرو بستگی به سرعت راه رفتن و

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3769]

عملکرد عضلات کمپارتمان خلفی پا دارد (۹). نتایج به‌دست آمده از نیروهای عمودی عکس‌العمل سطح اختلاف معنی‌داری قبل از تمرین بین قله اول (Fz1) و دره (Fz2) بیماران مبتلا به‌استئوآرتریت با افراد سالم نشان داد و تفاوت میانگین‌ها حاکی از مقدار پایین‌تر قله اول (Fz1) و مقدار بالاتر دره (Fz2) در افراد مبتلا به‌استئوآرتریت بود. و در مورد قله دوم (Fz3) هر چند میانگین‌ها در افراد استئوآرتریتی بالاتر بود ولیکن نتایج مبین عدم اختلاف معنی‌دار بین بیماران مبتلا به‌استئوآرتریت با افراد سالم و تاثیرگذاری بیماری بر این مولفه نیرو داشت. بنابراین این مولفه‌ها نیز می‌توانند یکی از مشخصه‌های پاتومکانیکی گیت بیماران مبتلا به‌استئوآرتریت زانو تلقی گردند. نیروی Fz1 یا قله اول در نیروی عکس‌العمل عمودی سطح نشان دهنده مقدار باری است که فرد به روی پای جلویی اعمال می‌کند یعنی در مرحله‌ای که پا به‌زمین ضربه زده و بدن به سمت پایین شتاب می‌گیرد که مقدار آن حدود ۱/۲ وزن بدن است. کاهش مقدار این بارگذاری نشان دهنده عدم اطمینان فرد از پای جلویی است که ناشی از درد، ناراحتی، عملکرد ضعیف مفاصل اندام تحتانی یا کاهش سرعت راه رفتن است. نیروی Fz2 یا دره در نیروی عکس العمل عمودی سطح نشان دهنده این است که فرد تا چه حد با آرامی فاز استانس را پشت سر می‌گذارد که در افراد نرمال ۰/۷ وزن آن‌ها است و کاهش آن بازتابی از درد یا عملکرد بد اندام تحتانی است. اگر فرورفتگی اندک باشد مربوط به حرکت ضعیف تنه روی پای استانس و یا کاهش سرعت راه رفتن است (۹). نیروی Fz3 یا قله دوم در نیروی عکس‌العمل عمودی سطح، عملکرد عضلات کمپارتمان خلفی مچ پا، برای بلند شدن پاشنه از زمین و قرارگیری پای دیگر روی زمین را نشان می‌دهد. کاهش این نیرو به‌منزله کاهش توانایی Push off فرد یا کاهش سرعت راه رفتن است (۹). بنابراین حداکثر نیروی ترمز زننده - جلو برنده و حداکثر (قله اول) و حداقل (دره) نیروهای عمودی عکس‌العمل سطح حساس‌ترین مولفه‌های نیروی عکس‌العمل در افراد مبتلا به استئوآریت زانو می‌باشند که در اثربخشی برنامه‌های بازتوانی باید مدنظر قرار گیرند. بیشتر تحقیقات مرتبط با استئوآرتریت زانو بر بررسی و تاثیر نیروهای عکس‌العمل در سطح فرونتال که باعث گشتاور اداکتوری می‌گردد متمرکز شده‌اند و تحقیقات بر روی تاثیر استئوآرتریت زانو و شدت آن بر مولفه‌های نیروهای عکس‌العمل زمین به‌طور محض اندک است. دیاگرام و نمودارهای بردار عمودی نیرو در سطح ساجیتال به‌عنوان یک روش غربالگری سریع به‌منظور شناسایی بار غیرطبیعی مفاصل کاربرد دارد. تحقیقات نشان داده است که در افراد مبتلا به بیماری‌های دژنرتیو این نیروی عکس‌العمل عمودی ۹ درصد کمتر از افراد طبیعی است (۱۲). به‌عنوان مثال در تحقیقی کاهش حداکثر نیروی قدامی-خلفی عکس‌العمل زمین را در خلال استانس در افراد مبتلا به‌استئوآرتریت زانو نشان داده شده است. و هم‌چنین نیروی عکس‌العمل عمودی پایین‌تر در افراد با استئوآرتریت شدیدتر گزارش گردیده است (۱۳). در تحقیقی کاهش نیروی عکس‌العمل هنگام هیل کانتکت و پوش آف و نیروی بارگذاری بیشتر در میداستانس گزارش گردیده است. اولین اوج نیروی عکس‌العمل عمودی سطح کوچک‌تر هنگام ضربه پاشنه و زمان با تاخیر برای رسیدن به این اوج نشان‌دهنده انتقال نامناسب و ضعیف وزن در این افراد است. نرخ بارگذاری آهسته‌تر در این افراد به‌منظور روان‌سازی افزایش و کاهش شتاب عمودی در خلال مرحله استانس با هدف کاهش استرس بر مفصل زانوی استئوآرتریتی و بیمار نیز به همین دلیل است (۱۴). در مورد اثر تمرین بر مولفه‌های نیروهای عمودی عکس‌العمل سطح نتایج حاکی عدم اثربخشی پروتکل تمرینی گیت به عقب بر نیروهای عمودی (قله اول Fz1، قله دوم، Fz3 و دره Fz2) عکس‌العمل سطح بود. ولیکن در مورد نیروی جلوبرنده-ترمز زننده عکس‌العمل سطح افزایش میانگین گروه تجربی و حصول عدم تفاوت معنی‌دار با گروه سالم بعد از تمرین در مقایسه با معنی‌داری قبل از تمرین می‌تواند معرف اثربخشی این پروتکل تمرینی بر این مولفه‌ها از نیرو در افراد مبتلا به‌استئوآرتریت زانو باشد. مطالعه‌ایی در مورد اثر تمرینات ورزشی و پروتکل گیت به عقب بر نیروهای عکس‌العمل سطح وجود ندارد.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3769]

نتیجه‌گیری

کاهش نیروهای ترمز زننده جلو برنده و نیروی عمودی عکس‌العمل سطح Fz1 می‌تواند بازتابی از درد یا عملکرد بد اندام تحتانی باشد. پروتکل گیت به عقب بر روی نیروی عمودی عکس‌العمل سطح تاثیری ندارد. پروتکل گیت به عقب باعث اثربخشی بر نیروی جلوبرنده ترمز زننده عکس‌العمل در گروه تجربی گریده است.

محدودیت ها

محدودکردن جامعه مورد تحقیق به بیماران مرد مبتلا به‌استئوآرتریت زانو، وعدم کنترل سرعت گیت هنگام اخذ تریال‌ها (به‌دلیل تاثیر آن بر گشتاورهای اداکشنی زانو)، عدم کنترل زاویه پشرفت پا هنگام اخذ تریال‌ها (به‌دلیل تاثیر آن بر گشتاورهای اداکشنی زانو)

پیشنهادها

اخذ تریال‌ها با سرعت‌های معمولی، حداکثری و کنترل شده، گرفتن تریال‌هایی با گیت چرخش پا به بیرون و داخل (Toe in-out)، تحقیق مشابهی بر روی هم انقباضی بین عضلات چهار سر و همسترینگ به‌عنوان علت بار بیش از حد مفصلی در بیماران یک‌طرفه و دو طرفه استئوآریتی زانو صورت گردد، تأثیر شیوه و روش‌های درمان ترکیبی (همراه با کفی با گوه خارجی و ...) مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله ماحصل پروژه تحقیقاتی آقای علی جلالوند می‌باشد. مؤلفین این مقاله تشکر صمیمانه خود را به خاطر همکاری بیماران مبتلا به‌استئوآرتریت زانو اظهار می‌نمایند. هم‌چنین از دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان به خاطر در اختیار گذاردن آزمایشگاه بیومکانیک تقدیر به عمل می‌آید.

حامی مالی: ندارد.

تعارض در منافع: وجود ندارد.

References:

1-Baker K, Goggins J, Xie H, Szumowski K, LaValley M, Hunter DJ, et al. ***A Randomized Crossover Trial of a Wedged Insole for Treatment of Knee Osteoarthritis.*** Arthritis Rheum 2007; 56(4): 1198-203.

2-Nester C, Van der Linden ML, Bowker P. ***Effect of Foot Orthoses on the Kinematics and Kinetics of Normal Walking Gait.*** Gait Posture 2003; 17(2): 180-7.

3-Sharma L, Hurwitz DE, Thonar EJ, Sum JA, Lenz ME, Dunlop DD, et al. ***Knee Adduction Moment, Serum Hyaluronan Level, and Disease Severity in Medial Tibiofemoral Osteoarthritis.*** Arthritis Rheum 1998; 41(7): 1233-40.

4-Astephen JL, Deluzio KJ, Caldwell GE, Dunbar MJ, Hubley-Kozey CL. ***Gait and Neuromuscular Pattern Changes are Associated with Differences in Knee Osteoarthritis Severity Levels.*** J Biomech 2008; 41(4): 868-76.

5-Farrokhi S, Voycheck CA, Tashman S, Fitzgerald GK. ***A Biomechanical Perspective on Physical Therapy Management of Knee Osteoarthritis.*** J Orthop Sports Phys Ther 2013; 43(9): 600-19.

6-Mohseni-Bandpei MA, Fakhri M, Bargheri-Nesami M, Ahmad-Shirvani M, Khalilian AR, Shayesteh-Azar M. ***Occupational Back Pain in Iranian Nurses: An Epidemiological Study.*** Br J Nurs 2006; 15(17): 914-7.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3769]

7-Alghadir A, Anwer S. ***Effect of Retro and Forward Walking on Quadriceps Muscle Strength, Pain, Function, And Mobility in Patients with Knee Osteoarthritis: A Protocol for a Randomized Controlled Trial.*** BMC Musculoskeletal Disord 2016; 17: 161.

8-Chand D, Nuhmani S, John S. ***Comparison of the Effects of Retro Walking and Stretching on Balance and Flexibility.*** Sports Medicine Journal/ Medicina Sportiva 2013; 9(4): 2251.

9-Richards J. ***Biomechanics in Clinic and Research: An Interactive Teaching and Learning Course***. 1st ed. Churchill Livingstone; 2008: 125-127.

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.*** Behav Res Methods 2007; 39(2): 175-91.

11-Schiphof D, Boers M, Bierma-Zeinstra SM. ***Differences in Descriptions of Kellgren and Lawrence Grades of Knee Osteoarthritis***. Ann Rheum Dis 2008; 67(7): 1034-6.

12-Tang SF, Chen CP, Chen MJ, Pei Y-C, Lau Y-C, Leong C-P. ***Changes in Sagittal Ground Reaction Forces after Intra-Articular Hyaluronate Injections for Knee Osteoarthritis.*** Arch Phys Med Rehabil 2004; 85(6): 951-5.

13-Moustakidis SP, Theocharis JB, Giakas G. ***A Fuzzy Decision Tree-Based SVM Classifier for Assessing Osteoarthritis Severity Using Ground Reaction Force Measurements.*** Medical Engineering & Physics 2010; 32(10): 1145-60.

14-Messier SP. ***Osteoarthritis of the Knee and Associated Factors of Age and Obesity: Effects on Gait.*** Med Sci Sports Exerc 1994; 26(12): 1446-52.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3769]

Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences
Vol 28| NO 4 | July 2020
Received: 31 Jan 2019
Accepted: 13 Apr 2019

Effects of Backward Gait Training on Ground Reaction Forces in Patients with Medial Knee Osteoarthritis

Ali Jalalvand[†1], Mehrdad Anbarian[2]

Original Article

Introduction: The aim of this study was to investigate the effects of backward gait training protocol on ground reaction forces in Patients with medial knee Osteoarthritis.

Methods: This quasi-experimental study was performed with a pretest-posttest design in two groups of healthy and unhealthy and the experimental group (participants with medial knee osteoarthritis). The participants were 21 healthy and 42 unhealthy men with knee osteoarthritis who were divided into two experimental and control groups according to the Kellgren and Lawrence radiologic scale and the visual analogue scale. The experimental group performed backward gait training for six weeks. Two Kistler force plates (1000Hz) were used to measure parameters by Vicon Nexus 1.8.5, Polygon 4.1.2 software. For statistical analysis One-Way ANOVA test was used through SPSS, version 20 ($p \leq 0.05$).

Results: Before training, there was a significant difference between the groups of the patients and healthy participants for the first peak of vertical (Fz1) and vertical valley (valley), braking force (AP1), propulsive force (AP2) of ground reaction forces ($P<0.05$). The training protocol had a significant effect on increasing propulsive force ($P_{Pre}=0.021$, $P_{post}=0.068$) and braking force ($P_{Pre}=0.022$, $P_{post}=0.077$) in the experimental group compared to the healthy group; and there was no significant difference between the groups after training compared to pre-exercise (baseline). Exercise did not affect on the components of vertical force.

Conclusion: Loss of braking-pushing forces and first peak of vertical ground reaction force (Fz1) could reflect limb pain or poor performance. Backward gait training protocol had a significant effect on braking-pushing forces.

Keywords: Knee osteoarthritis; Backward gait; Ground Reaction Forces.

Citation: Jalalvand A, Anbarian M. **Effects of Backward Gait Training on Ground Reaction Forces in Patients with Medial Knee Osteoarthritis.** J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2020; 28(4): 2584-94

[1]Department of Sport Biomechanics, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.
[2]Department of Sport Biomechanics, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
***Corresponding author: Tel:** 09189513172, **email:** jalalvand_ali@yahoo.com

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3769]