

تأثیر پروتکل تمرینی گیت به عقب بر نیروهای عکس العمل زمین هنگام راه رفتن در افراد مبتلا به استئوآرتربیت داخلی زانو

علی جلالوند^{*}، مهرداد عنبریان^۲

مقاله پژوهشی

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

روش بررسی: این تحقیق از نوع نیمه تجربی و آزمایشگاهی بوده که با یک طرح پیش آزمون - پس آزمون 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 به استئوآرتربیت داخلی زانو بودند که بر اساس شاخص کلگرن- لورنس و شاخص بصری درد به ۲ گروه تجربی و کنترل بیمار تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت شش هفته پروتکل تمرینی گیت به عقب را انجام دادند. حرکت راه رفتن به جلو با استفاده از دو صفحه نیروی kistler و توسط نرم افزارهای Vicon Nexus 1.8.5 و Polygon 4.1.2 تحلیل گردید. پس از جمع آوری داده‌ها از نرم افزار SPSS version 20 و آزمون تحلیل واریانس یک طرفه جهت بررسی اختلاف‌ها استفاده شد ($p < 0.05$).

نتایج: اختلاف معنی داری قبل از تمرین بین نیروهای نیروهای ترمز زننده و جلو برندۀ نیروهای عمودی عکس العمل سطح Fz1 (قله اول) و Fz2 (دره) بیماران مبتلا به استئوآرتربیت با افراد سالم وجود دارد ($p < 0.05$). اثر تمرین بر نیروهای جلو برندۀ (بعد) $P = 0.068$ و ترمز زننده ($P = 0.077$) قبل & بعد حاکی افزایش میانگین گروه تجربی و عدم تفاوت معنی دار با گروه سالم بعد از تمرین در مقایسه با معنی داری قبل از تمرین داشت. تمرین تاثیری بر نیروهای عمودی عکس العمل سطح نداشت.

نتیجه گیری: کاهش نیروهای ترمز زننده - جلو برندۀ و نیروی عمودی عکس العمل سطح Fz1 می‌تواند بازتابی از درد یا عملکرد بد انداز تھاتی باشد. پروتکل گیت به عقب باعث اثربخشی بر نیروی جلو برندۀ - ترمز زننده عکس العمل در گروه تجربی گردیده است.

واژه‌های کلیدی: استئوآرتربیت زانو، گیت به عقب، نیروی عکس العمل زمین.

IRCT20170712035052N1

ارجاع: جلالوند علی، عنبریان مهرداد. تأثیر پروتکل تمرینی گیت به عقب بر نیروهای عکس العمل زمین هنگام راه رفتن در افراد مبتلا به استئوآرتربیت داخلی زانو. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی بیزد 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.jz، کد پستی: ۶۵۱۸۱۱۵۷۴۳

مقدمه

منفعل بوده و محسن 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 متولّ 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 بر عکس گیت به جلو می‌باشد لذا محقق این‌طور استنباط می‌نماید که بر عکس تمرینات روتین به جلو احساس کاهش درد حین تمرین ممکن است به دلیل 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 استئوآرتیت زانو نامشخص است. تغییر و تعدیل نیروهای عکس‌العمل می‌تواند انعکاسی از آتروفی در عضلات و الگوی گیت احتیاطی به منظور کنترل درد باشد (۹). بنابراین محقق در نظر دارد با هدف و استفاده بازخوردی از نتایج این تحقیق به منظور کاهش نشانه‌ها و علائم بیماری و در صورت امکان، کند کردن پیشرفته بیماری، تأثیر برنامه‌های تمرینی راه رفتن به عقب بر ویژگی‌های کینتیکی و نیروهای عکس‌العمل افراد مبتلا به استئوآرتیت 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 جامعه‌آماری این پژوهش را یک گروه تجربی (بیمار مبتلا به استئوآرتیت کمپارتمان) و

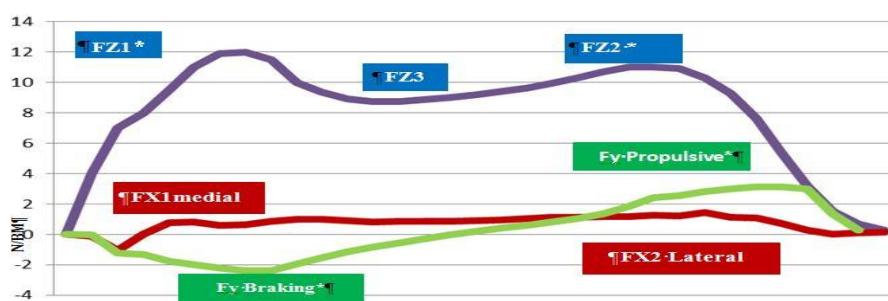
خطر ناتوانی ناشی از استئوآرتیت زانو مساوی با خطر ناتوانی ناشی از بیماری‌های قلبی و بیشتر از خطر ناتوانی ناشی از دیگر بیماری‌های افزایش سن گزارش شده است (۱). در رابطه علت ایجاد استئوآرتیت اعتقاد بر این است که استئوآرتیت به‌وسیله فشارهای مکانیکال بیش از حد وارد بر زانو در طی فعالیت‌های مکرر و استرس‌زای روزانه ایجاد می‌شود. یعنی بار وارد بر مفصل زانو به عنوان یک عامل شرکت کننده در ایجاد استئوآرتیت 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 به گونه‌ای که در بین بیماران مبتلا به آرتروز زانو ۶۷٪ آن‌ها مبتلا به آرتروز داخلی زانو می‌باشند و تنها ۱۶٪ بیماران از آرتروز خارجی زانو رنج می‌برند (۲). نسبت در گیری کمپارتمان داخلی به کمپارتمان خارجی، بیش از ۱۰ برابر گزارش شده است (۳). علل دیگری را که به شیوع بیشتر استئوآرتیت در کمپارتمان داخلی زانو نسبت به کمپارتمان خارجی نسبت می‌دهند شامل: عوامل آناتومیکال (کمپارتمان داخلی 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 ادکتوری بزرگی بر زانو می‌شود) می‌باشد. گشتاور ادکتوری تمایل به فشردن سطوح مفصلی در سمت داخل زانو دارد که به دنبال آن فشار وارد بر غضروف آن را افزایش می‌دهد. بنابراین اندازه‌گیری گشتاور ادکتوری زانو طی راه رفتن به عنوان 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 ادکشنی به سمت خارج و کاهش بار از روی کمپارتمانت 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 و لگوسي زانو، ولیکن هر کدام از این رویکردها به صورت

به استئوآرتیت کمپارتمنت داخلی زانو درجهات ۲ و ۳ بودند (۱۱). گروه همتای سالم از نظر سن، شاخص توده بدن و سطح فعالیت به صورت همگن و متناسب با افراد مبتلا به استئوآرتیت انتخاب گردیدند.

ابزار و روش اجرا

برای اندازه‌گیری نیروهای عکس العمل زمین، از دو صفحه نیرو کیستلر (میلی‌متر 400×600) 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 پایابی و روایی نیروسنجهای کیستلر به منظور اندازه‌گیری نیروهای عکس العمل زمین می‌باشند (۱۱، ۱۲). همه مولفه‌های نیروی عکس العمل زمین به وزن و درصدی از وزن نرمال‌سازی گردیدند. مولفه‌های نیروهای عکس العمل زمین در یک سیکل - گام‌برداری در جهت‌های عمودی (FZ3, FZ2, FZ1)، قدامی - خلفی (Fy)، داخلی - خارجی (Fx) در سه صفحه ساجیتال، فرونتال و هوریزننتال هنگام راه رفتن با کمک نرم‌افزارهای Polygon 4.1.2، Vicon Nexus 1.8.5 (FZ3, FZ2, FZ1) (شکل ۱). نیروهای عمودی عکس العمل سطح (F Min Y ، نیروی جلوبرنده عکس العمل سطح (F Max Y).

در حین یک سیکل گام برداری به سه جزء تقسیم: قله اول (Fz1)، قله دوم (Fz2)، فرورفتگی بین دو قله به نام دره (Fz3). نیروی عمودی عکس العمل سطح در جهت قدامی خلفی در حین یک سیکل گام‌برداری نیز به دو جزء تقسیم می‌گردد: نیروی ترمز زننده عکس العمل سطح (F Min Y ، نیروی آزمودنی‌ها بر اساس شاخص کلگرن و لورنس مبتلا



شکل ۱: اجزاء مختلف هر یک از مولفه‌های نیروهای عکس العمل عمودی (Fz3, FZ2, FZ1)، قدامی و خلفی (Fx)، داخلی - خارجی (Fy) در سه محور حرکتی هنگام راه رفتن

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 ($p \geq 0.05$) میانگین و انحراف استاندارد نیروهای عکس‌العمل سطح زمین در گروه‌های تجربی و کنترل استنواورتیتی 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 استنواورتیتی در مقایسه با گروه سالم حین راه رفتن در قبل و بعد از تمرین درمانی مشاهده نشد ($P > 0.05$). همان‌طوری که در جدول ۲ مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری قبل از تمرین بین نیروهای ترمز زننده و جلو برندۀ بیماران مبتلا به استنواورتیت با افراد سالم وجود دارد و تفاوت میانگین‌ها حاکی از مقدار پایین‌تر این نیروها در افراد مبتلا به استنواورتیت است ($P < 0.05$) (نمودار ۱). و لذا این مولفه‌ها می‌توانند یکی از مشخصه‌های گیت بیماران مبتلا به استنواورتیت 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 ($P > 0.05$) (نمودارهای ۱ تا ۳). همان‌طوری که در جدول (۲) مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری قبل از تمرین بین قله اول (Fz1) و دره (Fz2) بیماران مبتلا به استنواورتیت با افراد سالم وجود دارد و تفاوت میانگین‌ها حاکی از مقدار پایین‌تر قله اول (Fz1) و مقدار بالاتر دره (Fz2) در افراد مبتلا به استنواورتیت است ($P < 0.05$). و در مورد قله دوم (Fz3) نتایج مبین عدم اختلاف بین بیماران مبتلا به استنواورتیت با افراد سالم و تاثیرگذاری بیماری بر این مولفه نیرو داشت. بنابراین این مولفه‌ها می‌توانند یکی از مشخصه‌های گیت بیماران مبتلا به استنواورتیت 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).

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 به روز احساس درد در جلسات مریض را مطلع سازند تا شدت و نوع تمرینات با توجه به وضعیت افراد کنترل گردد. بعد از ۵ دقیقه گرم کردن عمومی افراد سه سمت گیت به عقب (یک دقیقه راه رفتن و متعاقباً ۱۰ ثانیه دویدن آرام به عقب) را انجام دادند و هدف از این بخش پیش آمدگی 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 سمت اینترووالی رفت و برگشتی ۲، ۴ و ۶ عرض سالن را انجام دادند، سپس ۲ سمت ۲ و ۳ دقیقه‌ای گیت به عقب را انجام دادند. بعد از ۳ دقیقه تمرینات کششی افراد دو سمت تمرینات قدرتی گیت به عقب را در انتهای پروتکل انجام دادند. شدت تمرینات از هفته دوم افزایش می‌یافت. البته شدت این تمرینات با توجه به وضعیت 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 SPSS version 20.0 و سطح معناداری ($p \leq 0.05$) 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.

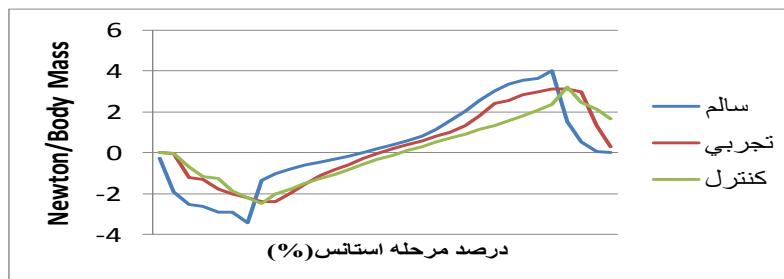
جدول ۱: ویزگی‌های آزمودنی‌های شرکت کننده در مطالعه

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

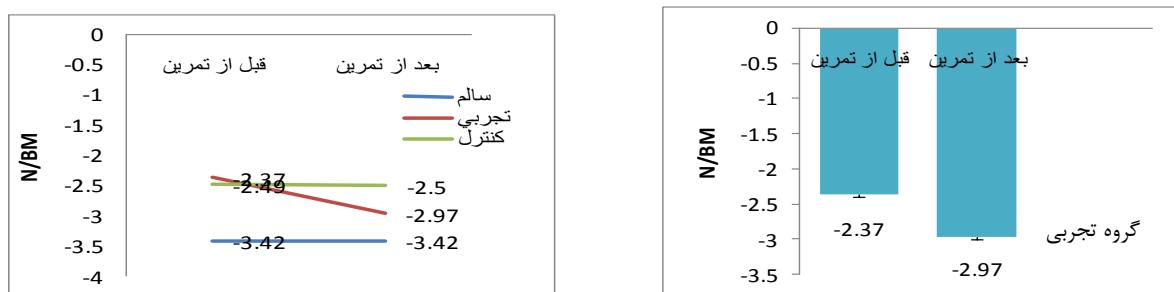
جدول ۲: میانگین و انحراف استاندارد نیروهای عکس‌العمل سطح زمین (نیوتون/جرم بدن) در گروه‌های تجربی و کنترل استئوآرتربیتی در مقایسه با گروه سالم حین راه رفتن در قبل و بعد از تمرین درمانی

P value post t.	P value pre t.	گروه کنترل	گروه تجربی	گروه سالم	مداخله	متغیر
E&C=.647	E&C=.835	-۱/۰۴±۰/۷۱۳	-۰/۹۹±۰/۶۵۹			قبل
N&E=.798	N&E=.951			-۱/۰۱±۰/۳۱۴		نیروی داخلی
N&C=.895	N&C=.915	-۱/۰۲±۰/۵۶۷	-۰/۹۳±۰/۳۱۴			بعد
Group E(Pre&post)=0.781						
E&C=.253	E&C=.933	۱/۱۶±۰/۲۳۹	۱/۱۶±۰/۲۱۴			قبل
N&E=.085	N&E=.347			۱/۲۸±۰/۲۰۷		نیروی خارجی
N&C=.322	N&C=.336	۱/۱۴±۰/۵۵۶	۱/۰۸±۰/۱۹۱			بعد
Group E(Pre&post)=0.222						
E&C=.635	E&C=.724	۳/۲۴±۰/۷۹۰	۳/۱۳±۰/۶۷۱			قبل
N&E=.068	N&E=.021			۴/۰۴±۰/۴۳۸		نیروی جلو برنده (F Max Y)
N&C=.030	N&C=.048	۳/۲۵±۰/۵۶۷	۳/۶۸±۰/۴۵۷			بعد
Group E(Pre&post)=0.05						
E&C=.600	E&C=.737	-۲/۴۹±۰/۹۴۴	-۲/۳۷±۰/۷۷۴			قبل
N&E=.077	N&E=.022			-۳/۴۲±۰/۵۳۰		نیروی ترمز زننده (F Min Y)
N&C=.031	N&C=.049	-۲/۵۰±۰/۸۷۶	-۲/۹۷±۰/۵۲۰			بعد
Group E(Pre&post)=0.07						
E&C=.206	E&C=.532	۱۰/۱۹±۱/۲۷	۱۰/۰۵۲±۱/۲۰			قبل
N&E=.028	N&E=.023			۱۲/۰۵±۰/۹۰		Fz1
N&C=.002	N&C=.010	۱۰/۲۳±۱/۱۲	۱۰/۷۸±۰/۵۱۴			بعد
Group E(Pre&post)=0.478						
E&C=.697	E&C=.735	۸/۶۳±۰/۵۷	۸/۷۴±۰/۶۵			قبل
N&E=.003	N&E=.001			۷/۲۹±۱/۰۰		Fz2
N&C=.002	N&C=.002	۸/۷۶±۰/۳۹	۸/۵۱±۰/۴۹۹			بعد
Group E(Pre&post)=0.274						
E&C=.241	E&C=.950	۱۱/۰۲±۰/۸۷	۱۱/۰۰±۰/۷۳			قبل
N&E=.402	N&E=.917			۱۰/۹۶±۰/۴۰		Fz3
N&C=.871	N&C=.882	۱۱/۱±۰/۹۸	۱۰/۶۴±۰/۵۵۴			بعد
Group E(Pre&post)=0.092						

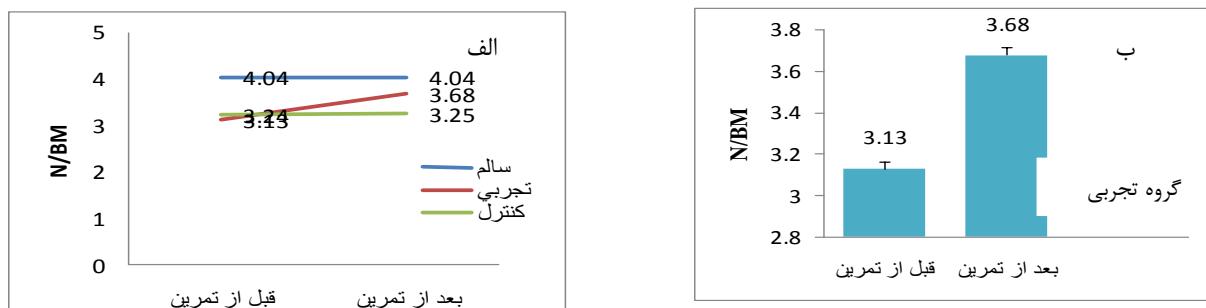
E: گروه تجربی، C: گروه کنترل، N: گروه سالم، P: تفاوت بین سه گروه قبل از تمرین، t: تفاوت بین سه گروه بعد از تمرین، $P < 0.05$: تفاوت قبل و بعد از تمرین در گروه تجربی. آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و t وابسته ($P < 0.05$): $E(Pre&post)$



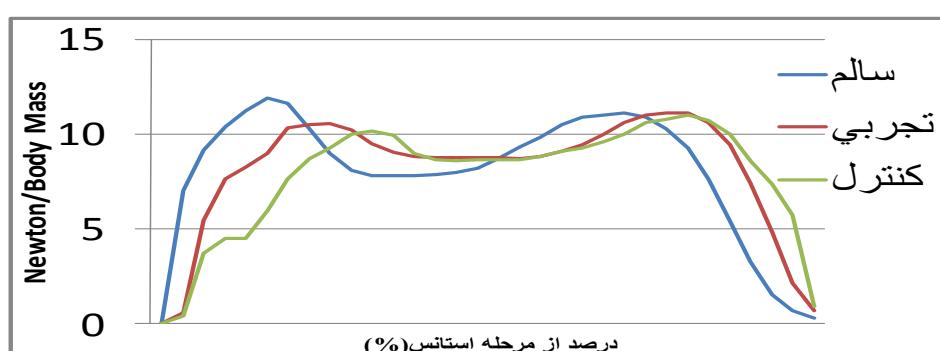
نمودار ۱: میانگین نیروهای ترمز زننده-جلوبرنده عکس العمل زمین حین راه رفتن بین سه گروه (آزمون تحلیل واریانس یک طرفه)



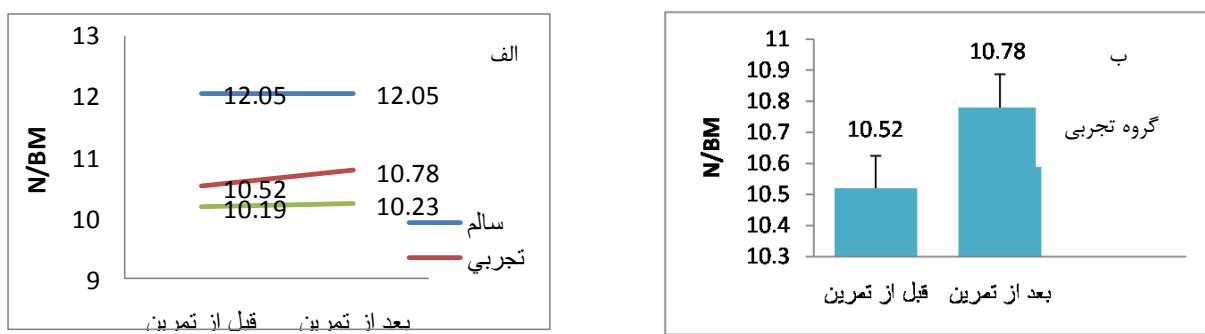
نمودار ۲: (الف) اثر معنادار بین گروهی تمرین بر نیروی ترمز زننده، (ب) اثر معنادار درون گروهی تمرین بر نیروی ترمز زننده گروه تجربی (آزمون t وابسته و تحلیل واریانس یک طرفه)



نمودار ۳: (الف) اثر معنادار بین گروهی تمرین بر نیروی جلو برندۀ (P<0.05)، (ب) اثر درون گروهی تمرین بر نیروی جلو برندۀ گروه تجربی (آزمون t وابسته و تحلیل واریانس یک طرفه)



نمودار ۴: میانگین نیروهای عمودی عکس العمل زمین حین راه رفتن نرمال بین سه گروه (آزمون تحلیل واریانس یک طرفه)



نمودار ۵: الف) عدم اثر معنادار بین گروهی تمرین بر نیروی عمودی عکس العمل قله اول ($Fz1$)، ب) عدم اثر درون گروهی تمرین بر نیروی عمودی عکس العمل قله اول گروه تجربی ($Fz1$) (آزمون t وابسته و تحلیل واریانس یک طرفه) ($p=0.478$)



نمودار ۶: الف) عدم اثر معنادار بین گروهی تمرین بر نیروی عمودی عکس العمل $Fz2$ (درجه)، ب) عدم اثر درون گروهی تمرین بر نیروی عمودی عکس العمل $Fz2$ (درجه) گروه تجربی ($P=0.274$) (آزمون t وابسته و تحلیل واریانس یک طرفه)

نیروها در افراد مبتلا به استئوآرتریت بود و لذا این مولفه‌های نیروهای عکس العمل سطح می‌توانند یکی از مشخصه‌های شناسایی پاتومکانیکی در گیت بیماران مبتلا به استئوآرتریت 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 قدم شود و غالباً $2/0$ 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 مج پای عقبی به زمین برمی‌گردد. این مولفه نیروی قدامی باعث می‌شود تا تنه به سمت قدم شیفت پیدا کند و پیک این نیرو بستگی به سرعت راه رفتن و

بحث

نتایج حاکی از آن است که هیچ گونه اختلاف معنی‌داری در میانگین نیروی داخلی- خارجی عکس العمل 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 عکس العمل 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 عکس العمل 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 به استئوآرتریت با افراد سالم وجود دارد و تفاوت میانگین‌ها حاکی از مقدار پایین‌تر این

مرتبط با استئوآرتریت زانو بر بررسی و تاثیر نیروهای عکسالعمل در سطح فرونتال که باعث گشتاور اداكتوری می‌گردد متوجه 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 به عنوان یک روش غربالگری سریع بهمنظور شناسایی بار غیرطبیعی مفاصل کاربرد دارد. تحقیقات نشان داده است که در افراد مبتلا به بیماری‌های دزرتیو این نیروی عکسالعمل عمودی ۹ درصد کمتر از افراد طبیعی است (۱۲). به عنوان مثال در تحقیقی کاهش حداکثر نیروی قدامی-خلفی عکسالعمل زمین را در خلال استانس در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو نشان داده شده است. و همچنان 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 معنی‌داری 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 به استئوآرتریت زانو باشد. مطالعه‌ایی در مورد اثر تمرینات ورزشی و پروتکل گیت به عقب بر نیروهای عکسالعمل سطح وجود ندارد.

عملکرد عضلات کمپارتمان خلفی پا دارد (۹). نتایج به دست آمده از نیروهای عمودی عکسالعمل سطح اختلاف معنی‌داری قبل از تمرین بین قله اول (Fz1) و دره (Fz2) بیماران مبتلا به استئوآرتریت با افراد سالم نشان داد و تفاوت میانگین‌ها حاکی از مقدار پایین‌تر قله اول (Fz1) و مقدار بالاتر دره (Fz2) در افراد مبتلا به استئوآرتریت بود. و در مورد قله دوم (Fz3) هر چند میانگین‌ها در افراد استئوآرتریتی بالاتر بود ولیکن نتایج مبین عدم اختلاف معنی‌دار بین بیماران مبتلا به استئوآرتریت با افراد سالم و تاثیرگذاری بیماری بر این مولفه نیرو داشت. بنابراین این مولفه‌ها نیز می‌توانند یکی از مشخصه‌های پاتومکانیکی گیت بیماران مبتلا به استئوآرتریت 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 به زمین 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 عکسالعمل 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 تنہ 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 مج پا، برای بلند شدن پاشنه از زمین و قرارگیری پای دیگر روی زمین را نشان می‌دهد. کاهش این نیرو به منزله کاهش توانایی Push off فرد یا کاهش سرعت راه رفتن است (۹). بنابراین حداکثر نیروی ترمز زننده - جلو برند و حداکثر (قله اول) و حداقل (دره) نیروهای عمودی عکسالعمل سطح حساس‌ترین مولفه‌های نیروی عکسالعمل در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو می‌باشد که در اثربخشی برنامه‌های بازتوانی باید مدنظر قرار گیرند. بیشتر تحقیقات

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 بر روی نیروی عمودی عکس العمل سطح تاثیری ندارد. پروتکل گیت به عقب باعث اثربخشی بر نیروی جلوبرنده ترمز زننده عکس العمل در گروه تجربی گردیده است.

محدودیت‌ها

محدود کردن جامعه مورد تحقیق به بیماران مرد مبتلا به استئوآرتریت زانو، عدم 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) و 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 به عنوان علت بار بیش از حد مفصلی در بیماران یک‌طرفه و دو طرفه استئوآرتریتی زانو صورت گردد، تأثیر شیوه و روش‌های درمان ترکیبی (همراه با کفی با گوه خارجی و ...) مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله ماحصل پژوهه تحقیقاتی آقای علی جلالوند می‌باشد. مؤلفین این مقاله تشکر صمیمانه خود را به خاطر همکاری بیماران مبتلا به استئوآرتریت 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-Farrokh 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.

- 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.

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

Ali Jalalvand^{†1}, Mehrdad Anbarian²

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

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

²Department of Sport Biomechanics, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

*Corresponding author: Tel: 09189513172, email: jalalvand_ali@yahoo.com