Journal of Anesthesiology and Pain Summer 2019, Vol 10, NO 2



Effects of backward gait training on Excursions of Lower Limb Joints of patients with medial knee Osteoarthritis

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

1. *assistant professor, Department of Sport Biomechanics, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran*
2. *professor, Department of Sport Biomechanics, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran*

ABSTRACT

Aims and background: The aim of this study was to investigate effects of backward gait training on Excursions of Lower Limb Joints in man Patients with medial knee Osteoarthritis.

Materials and methods: The subjects were 21 healthy men and 42 male patients with knee osteoarthritis who were divided into 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. A Vicon (130 Hz) motion analysis system with four T-Series cameras were used to measure parameters by Vicon Nexus 1.8.5, Polygon 4.1.2 software.

Findings: There were no significant differences in all kinematics parameters (joint angles) between the healthy and KOA groups (P>0.05). There were significant differences observed between groups of patients and healthy subjects (patients & health) for knee flexion/extension excursion (P=0.014, P=0.047), hip Internal/external rotation excursion (P=0.014, P=0.047) and the visual analogue scale(P=0.00, P=0.00) Significant influence of exercise on increasing the rate of anterior/posterior pelvic tilt the experimental group compared with control groups (P=0.028, P=0.026). There were significant differences observed between groups of control and intervention for the visual analogue scale.

Conclusion: Some of the observed changes in kinematics parameters are due to effects of compensatory mechanisms, and some of them might be considered as the severity of the OA. In addition, OA in one joint had strong effects on other joints. Backward gait training protocol had a significant effect on knee/ hip excursions and reduction of pain.

Keywords: knee osteoarthritis; backward gait; pain, Excursions of Lower Limb Joints

Please cite this paper as:

Jalalvand A, Anbarian M[Effects of backward gait training on Excursions of Lower Limb Joints of patients with medial knee Osteoarthritis(Persian)]. J Anesth Pain 2019;10(2):12-25.

Corresponding Author: Ali Jalalvand, Assistant professor, Department of Sport Biomechanics, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran
Email: jalalvand_ali@yahoo.com

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]

فصلنامه علمی پژوهشی بیهوشی و درد، دوره ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸

بررسی تأثیر پروتکل تمرینی گیت به عقب بر درد ادراکی و دامنه‌های حرکتی اندام تحتانی بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو

علی جلالوند*[۱]، مهرداد عنبریان[۲]

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۱۹ **تاریخ بازبینی: ۱۳۹۷/۱۱/۲۶** **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۶**

چکیده

هـدف و زمینـه: هـدف پژوهـش حاضـر بررسـی تأثیـر پروتـکل تمرینـی گیـت بـه عقـب بـر درد و دامنه‌هـای حرکتـی انـدام تحتانـی بیمـاران مبتـلا بـه اسـتئوآرتریت زانـو بـود.

مـواد و روش‌هـا: ۲۱ نفـر مـرد سـالم و ۴۲ نفـر مـرد بیمار در ایـن مطالعه شـرکت نمودند. بر اسـاس شـاخص کلگرن- لورنس و شـاخص بصـری درد بیمـاران بـه ۲ گـروه همگـن تجربی وکنترل بیمار تقسـیم شـدند. گـروه تجربی به مدت شـش هفته پروتکل تمرینی گیـت به عقب را انجـام دادند. برای ارزیابـی دامنه‌هـای حرکتـی از سیسـتم تحلیل حرکتی Vicon سـری T و نرم افزارهـای Polygon 4.1.2، Vicon Nexus 1.8.5 اسـتفاده گردید.

یافته‌هـا: قبـل از تمریـن تنهـا بیـن دامنـه فلکشـن- اکستنشـن مفصـل زانـو (P = ۰/۰۱۴ و P = ۰/۰۴۷)، چرخـش داخلی-خارجـی مفصـل ران (P = ۰/۰۰۱ و P = ۰/۰۰۱) و میـزان درد (P = ۰/۰۰ و P = ۰/۰۰) افـراد مبتـلا بـه اسـتئوآرتریت زانـو بـا افـراد سـالم اختـلاف معنـی‌داری وجـود داشـت. نتایـج حاکـی از کاهـش میانگیـن چرخـش داخلـی- خارجـی مفصـل ران گـروه تجربـی و عـدم تفـاوت معنـی‌دار بـا گـروه سـالم بعـد از تمریـن، افزایـش تیلـت قدامـی- خلفـی لگـن در گـروه تجربـی در مقایسـه بـا گـروه کنتـرل و افـراد سـالم (P =۰/۰۲۶ و P =۰/۰۲۸)، کاهـش درد ادراکـی در گـروه تجربـی در مقایسـه بـا گـروه کنتـرل (P = ۰/۰۰) داشـت.

نتیجه‌گیـری: تغییـرات برخـی از پارامترهـا بـه علـت مکانیسـم‌های جبرانـی و برخـی تابع شـدت اسـتئوآرتریت می‌باشـد. اسـتئوآرتریت زانـو بر دیگر مفاصـل مجـاور اثـر می‌گـذارد. پروتـکل گیـت بـه عقب بـر روی دامنه‌هـای حرکتـی مفاصـل زانـو، ران و درد ادراکـی بیماران اثر مثبت داشـته اسـت.

واژه‌های کلیدی: استئوآرتریت زانو، گیت به عقب، درد ادراکی، دامنه‌های حرکتی اندام تحتانی

مقدمه

اسـتئوآرتریت بـه عنـوان آرتریـت دژنراتیـو (Degenerative joint disease) شـناخته می‌شـود کـه شـایع‌ترین نـوع آرتریـت و بیمـاری مفصلـی در انسـان اسـت و می‌توانـد بـه درد مزمـن و ناتوانـی شـدید بیمـار منجـر شـود[۱]. علایـم آن درد و خشـکی مفصلـی، احسـاس سـایش اسـتخوان و در مراحل

نویسنده مسئول: علی جلالوند، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران
پست الکترونیک: jalalvand_ali@yahoo.com

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]

پیشـرفته دفورمیتـی واضـح، هیپرتروفـی اسـتخوانی، نیمـه درفتگـی و کاهـش شـدید حـرکات مفصلـی در مفاصـل زانـو، ران، دسـت، مهره‌هـا و سـایر نقـاط بـدن می‌باشـد. بـه دلیـل ایـن کـه زانـو تحمـل کننـده وزن بـدن اسـت و در معـرض ضربه مسـتقیم قـرار دارد، بیشـترین شـیوع اسـتئوآرتریت را بـه خـود اختصـاص داده اسـت[۲]. افزایـش سـن از عوامـل خطرسـاز ایـن بیمـاری می‌باشـد و ایـن در حالـی اسـت کـه زنـان بیشـتر از مـردان بـه ایـن بیمـاری مبتـلا می‌شـوند[۳]. قبـل از سـن ۵۵ سـالگی نسـبت درگیـری زنـان و مـردان مسـاوی اسـت امـا در سـنین بالاتـر شـیوع آن در زنـان بالاتـر اسـت[۴]. بـر اسـاس یافته‌هـای رادیولوژیکـی، در کشـورهای غربـی شـیوع اسـتئوآرتریت زانـو در افـراد زیـر ۴۵ سـال ۲ درصـد و در افـراد ۶۴-۴۵ سـال ۳۵ درصـد و در افـراد مسـن‌تر از ۶۵ سـال ۶۸ درصـد ذکـر شـده اسـت؛ لـذا مشـخص اسـت کـه افزایـش سـن از ریسـک فاکتورهـای ایـن بیمـاری می‌باشـد[۵]. تخمیـن زده شـده کـه تـا سـال ۲۰۲۰ بـا ۶۰٪ افزایـش شـیوع اسـتئوآرتریت و محدودیـت حرکتـی مواجـه خواهیـم شـد[۶]. مشـخصه اصلـی پاتولـوژی، صدمـه بـه غضـروف مفصلـی انتهـای تحتانـی ران و غضـروف قسـمت فوقانـی اسـتخوان درشـت نـی، افزایـش فعالیـت زیـر غضـروف و تشـکیل اسـتئوفیت‌های کنـاره مفصـل اسـت. سـیر بیمـاری آهسـته می‌باشـد و چندیـن سـال بـه طـول می‌انجامـد[۷]. بـه نظـر می‌رسـد عواملـی نظیـر الگوهـای تغذیـه‌ای غلـط و شـیوع گسـترده چاقـی در جامعـه باعـث شـده اسـت کـه اسـتئوآرتریت رو بـه افزایـش بگـذارد، همچنیـن عـادات بـد رفتـاری چـون نحـوه زمیـن نشسـتن و اسـتفاده از دستشـویی‌های ایرانـی باعـث بـروز ایـن عـوارض شـده اسـت[۸]. متأسـفانه اسـتئوآرتریت زانـو در سـال‌های اخیـر نـه تنهـا در بیـن افـراد مسـن، بلکـه در میـان جوانـان ایرانـی هـم شـیوع بیشـتری یافتـه اسـت. محققـان اعـلام کردنـد تقریبـاً نیمـی از بزرگسـالان حداقـل در یکـی از پاهـای خـود تـا رسـیدن بـه سـن ۸۵ سـالگی دچـار اسـتئوآرتریت می‌شـود و البتـه ایـن ریسـک در بیـن افـراد چـاق بیشـتر اسـت[۹]. اسـتئوآرتریت زانـو موجـب شـلی کپسـولی- لیگامانـی، التهـاب، درد، ضعـف و آتروفـی عضلانـی می‌شـود کـه در نتیجـه آن اختـلال در عملکـرد گیرنده‌هـای مکانیکـی عضلـه و مفصـل، اختـلال در هماهنگـی و فعالیـت همزمـان عضـلات اطـراف مفصـل، اختـلال در مکانیسـم‌های حفاظتـی عصبـی عضلانـی، افزایـش اعمـال نیـروی اضافـی روی مفصـل و در نهایـت تشـدید عارضـه رخ می‌دهـد[۱۰]. متخصصـان بالینـی همیشـه در پـی روش‌هـای درمانـی جدیـد و موثـر بـا کمتریـن عـوارض جانبـی می‌باشـند[۱۱]. ورزش درمانـی مداخلـه‌ای کلیـدی مبتنـی بـر شـواهد اسـت کـه تسـکین درد و احیـاء عملکـرد را بـر اسـاس بررسـی‌های سیسـتماتیک و نظـر متخصصـان در پـی دارد[۱۲]. ولیکـن اسـاس پروتکل‌هـای تمرینـی بایسـتی بـر تقلیـل و عـدم تشـدید ایـن علائـم باشـد. متأسـفانه شـواهد کمـک کننـده کمـی بـرای متخصصیـن بالینـی در مـورد انتخـاب و تجویـز مؤثرتریـن نـوع تمریـن داینامیـک کـه منطبـق بـر فعالیتهـای روتیـن بیمـاران باشـد وجـود دارد، و در بیشـتر مـوارد بـه منظـور بهبـود سـلامتی و ارتقـاء کیفیـت زندگـی افـراد مبتـلا بـه اسـتئوآرتریت زانـو تمرینـات ایزومتریـک و غوطـه‌وری در آب توصیـه می‌گـردد. جابجایـی بـه عقـب بعنـوان یـک تمریـن داینامیـک، خـواه بصـورت راه رفتـن بـه عقـب باشـد و خـواه بصـورت دویـدن بـه عقـب، شـکل بسـیار موثـر از توانبخشـی اسـت (Kramer,۱۹۹۰). فهـم جامـع و همـه جانبـه بیومکانیک جابجایـی بـه عقـب امـکان کاربـرد درسـت و مناسـب این شـکل از توانبخشـی را در اختـلات و ضایعاتـی کـه نواحـی پـا، مـچ پـا، انـدام تحتانـی، زانـو، ران، هیـپ، لگـن و کمـر را متاثـر می‌سـازد را مهیـا می‌سـازد[۱۳].

یکـی از مفروضـات ایـن تحقیـق در مـورد اثـر بخشـی احتمالـی راه رفتـن بـه عقـب ایـن اسـت کـه ایـن شـیوه بـه دلیـل آنکـه ابتـدا نیـاز بـه تمـاس پنجـه و سـپس پاشـنه اسـت می‌توانـد الگویـی بچه‌گانـه و بالاعکـس گیـت بـه جلـو را در پـی داشـته باشـد. لـذا بـا توجـه بـه شـواهد تحقیقـی انـدک کـه اجـرای ایـن نـوع از تمرینـات پویـا برعکـس تمرینـات روتیـن گیـت بـه جلـو همـراه بـا کاهـش درد ادراکـی حیـن تمریـن و همچنیـن پـس از دوره تمرینـی[۱۴] بـوده اسـت.، لـذ اینطـور اسـتنباط می‌گـردد کـه دلیـل احتمالـی آن از جنبـه بیومکانیکـی کاهـش باراحتمالـی بـر کمپارتمنـت داخلـی تیبـا و شـیفت آن

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]

به سمت طبق خارجی حین تمرین ممکن است بوده باشد[۱۵]، و لذا برعکس گیت‌های روتین به جلو، حین تمرین گیت به عقب افراد مبتلا آزردگی و درد کمتری را گزارش می‌نمایند. با وجود اینکه مطالعات زیادی در زمینه پروتکل‌های تمرینی انجام شده است. اما اطلاعات کمی در مورد بررسی تاثیر تمرینات گیت به عقب بر کاهش درد و تاثیرات این پروتکل بر عملکردهای بیومکانیکی (دامنه‌های حرکتی اندام تحتانی) بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو وجود دارد. از این رو با توجه به مبانی نظری هدف محقق از انجام این تحقیق بررسی تأثیر پروتکل تمرینی گیت به عقب بر دامنه‌های حرکتی اندام تحتانی راه رفتن بیماران دچار استئوآرتریت زانو می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق از نوع نیمه تجربی و جامعه آماری این پژوهش را یک گروه تجربی (بیمار مبتلا به استئوآرتریت کمپارتمنت داخلی زانو) و دو گروه کنترل (سالم و بیمار مبتلا به استئوآرتریت کمپارتمنت داخلی زانو) تشکیل می‌دادند. بیماران مبتلا به استئوآرتریت کمپارتمنت داخلی زانو مراجعه کنندگان 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،۹] برای آزمون آماری مربوطه با توان آماری ۰/۸۰، اندازه اثر ۰/۸۰ و سطح آلفا ۰/۰۵ حجم نمونه تحقیق۲۱ نفر برای هر گروه محاسبه گردید(۱۹). پروتکل تمرینی گیت به عقب بعنوان متغیر مستقل در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی همدان(شماره۱۶/۳۵/۹/۱۱۹۶/پ) تصویب شد. 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 به استئوآرتریت کمپارتمنت داخلی زانو درجات ۲و۳ بودند[۱۶]. گروه همتای سالم از نظر سن، شاخص توده بدن و سطح فعالیت بصورت همگن و متناسب با افراد مبتلا به استئوآرتریت انتخاب گردیدند.

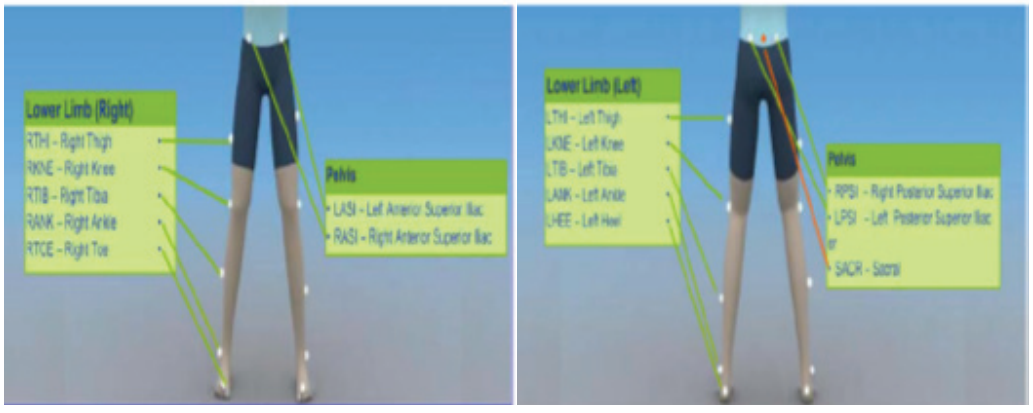
ابزار و روش اجرا

برای ارزیابی سه بعدی دامنه‌های حرکتی راه رفتن از سیستم تحلیل حرکتی شامل ۴ دوربین پرسرعت سری T ساخت کمپانی Vicon کشور انگلیس با فرکانس نمونه برداری ۱۳۰ هرتز استفاده گردید. زاویه دوربین‌ها نسبت به یکدیگر ۹۰ درجه و در دو سمت یک مسیر ۱۵ متری در طول آزمایشگاه قرار داشتند. قبل از انجام تریالها سیستم کالیبره گردید. مدل مورد استفاده شده در این تحقیق پلاگین گیت اندام تحتانی می‌باشد که لازمه دستیابی و اجرای آن مشتمل بر مراحل زیر است: آماده‌سازی سیستم (کالیبره کردن دوربین‌ها با خطای زیر پانزده صدم برای هر دوربین)، آماده سازی آزمودنی (مارکرگذاری آزمودنی)، کپچر استاتیک، کپچر دینامیک و پردازش، تصحیح و کنترل و بررسی داده‌ها.

ابعاد فضای کالیبراسیون دارای طول ۳۰۰ سانتی‌متر* عرض ۳۰۰ سانتی‌متر * عمق ۱۵۰۰ سانتی‌متر بود. به منظور آماده‌سازی آزمودنی‌ها مارکرهای کروی شکل ۲۵ میلی‌متری منعکس‌کننده نور طبق مدل پلاگین گیت

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]

انـدام تحتانـی بـر روی لندمارک‌هـای خـار خاصـره قدامـی فوقانـی، خـار خاصـره خلفـی فوقانـی، ران (یـک سـوم فوقانـی ران سـمت راسـت، یـک سـوم تحتانـی ران سـمت چـپ)، کندیـل خارجـی زانـو، سـاق (یـک سـوم فوقانی سـمت راسـت، یـک سـوم تحتانـی سـمت چـپ)، قـوزک خارجـی پـا، پاشـنه و انتهـای اسـتخوان کـف پایـی دوم در دو سـمت چـپ و راسـت انـدام تحتانـی نصـب گردید(شـکل۱)[۱۷].



شکل۱. قرارگیری مارکرها برای مدل پلاگین گیت اندام تحتانی (نمای جلویی، عقبی).

سـپس اندازه‌گیری‌هـای آنتروپومتریکـی و بدنسـنجی مربـوط بـه هـر آزمودنـی بـرای مـدل پلاگیـن گیـت انـدام تحتانـی در نرم‌افـزار نکسـوس وارد گردیـد کـه ایـن اطلاعـات شـامل: جـرم آزمودنـی (کیلوگـرم)، قـد آزمودنـی (میلی‌متـر)، فاصلـه بیـن خـار خاصـره قدامـی- فوقانـی چـپ و راسـت (در افـرادی کـه مارکرهـا را مسـتقیما نمی‌تـوان روی ASIS قـرار داد مثـلا در افـراد چـاق)، طـول پـا (میلی‌متـر) (فاصلـه بیـن مارکـر ASIS و قـوزک داخلـی)، عـرض زانـو (میلی‌متـر)، عـرض مـچ پـا (میلـی متـر) پـای راسـت و چـپ بودنـد (Guide, ۲۰۱۰). بعـد از مراحـل فـوق بـه ترتیـب کپچـر اسـتاتیک (بـه منظـور لیبـل گـذاری مارکرهـا و سـاختن مـدل اسـتاتیک پلاگیـن گیـت انـدام تحتانـی)، کپچـر دینامیـک(بـه منظـور گرفتـن تریالهـای داینامیـک آزمودنـی کـه فاصلـه ۵ متـری نقطـه ورود بـه محیط کپچـر قـرار گرفتـه)، تصحیـح و کنتـرل و بررسـی داده‌هـا (بـه منظـور تصحیـح و کنتـرل و بررسـی داده‌هـا)، پوسـت پـردازش یـک تریـال دینامیـک پلاگیـن گیـت (فیلترینـگ داده‌هـا، نمایـان سـازی مراحـل و رویدادهـای گیـت) انجـام گرفـت. پـس از کالیبراسـیون دوربین‌هـا و نصـب مارکرهـا از هـر آزمودنـی ۷ تریـال اخـذ و میانگیـن ۷ بـار تکـرار بـرای محاسـبات آمـاری در نظـر گرفتـه شـد. اطلاعـات بدسـت آمـده از Vicon بـه افـزار Visual3D v6 اکسـپورت و سـپس مـدل شـد و اطلاعـات مربـوط بـه پارامترهـای دامنـه حرکتـی در سـه صفحـه حرکتـی سـاجیتال؛ فرونتـال و هوریزنتـال در مفاصـل ران؛ زانـو و مـچ پـا در سـه صفحـه سـاجیتال؛ فرونتـال و هموریزنتـال در یـک سـیکل گام بـرداری اسـتخراج گردیـد.

مقیـاس بصـری اندازه‌گیـری درد (Visual Analog Scale): بـرای اندازه‌گیـری درد از مقیـاس بصـری درد (VAS) کـه نشـان‌دهنده درد بیمـاران در حالـت کلـی اسـت اسـتفاده گردیـد. ایـن مقیـاس به‌صـورت یـک خـط ده سـانتی‌متری رسـم می‌شـود و بـرای درک مفهـوم میـزان درد توسـط بیمـاران بیـن صفرتـا ده سـانتی‌متر درجه‌بنـدی می‌شـود. عـدد صفـر هیچ‌گونـه دردی را نشـان نمی‌دهـد، عـدد ۱ تـا ۳ درد خفیـف، عـدد ۴ تـا ۶ درد متوسـط و عـدد ۷ تـا ۱۰ درد شـدید را بیـان می‌کنـد. VAS به‌عنـوان یـک روش اندازه‌گیـری پایـا و معتبـر بـرای تعییـن شـدت درد انسـان بـکار بـرده شـده اسـت، و روایی آن برابـر ۰/۷ می‌باشـد[۱۸].

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]

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 بروز احساس درد در جلسات مربی را مطلع سازند تا شدت و نوع تمرینات با توجه به وضعیت افراد کنترل گردد. بعد از ۵ دقیقه گرم کردن عمومی افراد سه ست گیت به عقب (یک دقیقه راه رفتن و متعاقبا 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 دقیقه ایی 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 به وضعیت هر کدام از بیماران تحت کنترل بود.

روش آماری

جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و امکان استفاده از آزمون‌های پارمتریک، از آزمون شاپیرووویک استفاده شد. اعداد پرت پس از شناسایی از تحلیل آماری کنار گذاشته شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روشهای آماری تی وابسته، تحلیل واریانس یکطرفه و آزمون تعقیبی بن فرونی در نرم‌افزار SPSS 20.0 (SPSS Inc.,Chicago, IL, USA) و سطح معناداری ($p \leq ۰/۰۵$) صورت گرفت.

یافته‌ها

متغیرهای دموگرافی(سن، قد، وزن) آزمودنیها نشان داد تفاوت معنی‌داری در قد، وزن و سن بین سه گروه از آزمودنی‌ها وجود ندارد($p \geq ۰/۰۵$) جدول(۱).

جدول۱. ویژگی‌های آزمودنی‌های شرکت کننده در مطالعه

متغیرها	گروه کنترل	گروه تجربی	گروه سالم	P
سن (سال)	۵۹/۱۶±۸/۲۸	۵۴/۳۳±۱۲/۰۶	۶۲/۶۰±۸/۵۳	۰/۲۵۶
قد (سانتی متر)	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

مشخصات توصیفی و نتایج تحلیل تعقیبی مقایسه بین گروهی دامنه‌های حرکتی مفاصل سیکل راه رفتن گروه‌ها قبل و بعد از تمرین در جداول (۲) آمده است. این دامنه‌های حرکتی مفاصل اندام تحتانی حین راه رفتن در صفحات حرکتی ساجیتال، فرونتال و هوریزنتال (درجه) شامل: زاویه پیشرفت پا، دورسی فلکشن- پلنتار فلکشن مفصل مچ، اینورشن- اورشن مفصل مچ، چرخش داخلی- خارجی مفصل مچ، فلکشن- اکستنشن مفصل زانو، اداکشن- ابداکشن مفصل زانو، چرخش داخلی-خارجی مفصل زانو، فلکشن- اکستنشن مفصل ران، اداکشن- ابداکشن مفصل ران، چرخش داخلی-خارجی مفصل ران، تیلت قدامی-خلفی لگن، تیلت جانبی لگن، چرخش لگن .

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]

جدول ۲: میانگین و انحراف استاندارد دامنه‌های حرکتی مفاصل اندام تحتانی حین راه رفتن در صفحات حرکتی ساجیتال، فرونتال و هوریزنتال (درجه) گروه تجربی و کنترل در قبل و بعد از تمرین درمانی در مقایسه با گروه سالم

متغیر	مداخله	گروه سالم	گروه تجربی	گروه کنترل	P value pre t.	P value post t.
زاویه پیشرفت پا	قبل	۱۷/۸۴±۸/۸۲	۱۲/۹۵±۴/۱۵	۱۳/۵۵±۳/۰۳	E&C=0.760	E&C=.958
					N&E=0.062	N&E=.103
	بعد		۱۳/۴۴±۲/۹۴	۱۳/۴۹±۲/۱	N&C=0.111	N&C=.100
					Group E(Pre&post)=0.550	
دورسی - پلانتار فلکشن مفصل مچ	قبل	۲۷/۵۳±۵/۵۸	۲۵/۱۷±۴/۵۰	۲۶/۹۰±۲/۴۳	E&C=0.303	E&C=.974
					N&E=0.279	N&E=.871
	بعد		۲۶/۹۹±۸/۳۶	۲۶/۹۲±۲/۶۹	N&C=0.780	N&C=.845
					Group E(Pre&post)=0.276	
اینورشن-اورشن مفصل مچ	قبل	۴/۲۵±۳/۸۹	۴/۶۲±۲/۲۷	۵/۶۹±۲/۵۰	E&C=0.324	E&C=.361
					N&E=0.791	N&E=.883
	بعد		۴/۴۹±۲/۷۰	۵/۵۷±۳/۲۱	N&C=0.322	N&C=.362
					Group E(Pre&post)=0.874	
چرخش داخلی-خارجی مفصل مچ	قبل	۳۲/۹۰±۱۳/۴۷	۲۷/۳۳±۸/۶۵	۳۲/۰۱±۹/۶۰	E&C=0.248	E&C=.737
					N&E=0.288	N&E=.687
	بعد		۳۰/۲۰±۱۳/۴۳	۳۲/۲±۷/۸۷	N&C=0.869	N&C=.891
					Group E(Pre&post)=0.388	
فلکشن- اکستنشن مفصل زانو	قبل	۶۱/۱۹±۸/۶۹	۴۹/۳۰±۸/۴۱	۵۱/۳۸±۹/۱۳	E&C=0.560	E&C=.827
					N&E=0.014	N&E=.051
	بعد		۵۲/۶۲±۳/۲۴	۵۱/۶۹±۷/۳۴	N&C=0.047	N&C=.024
					Group E(Pre&post)=0.038	
اداکشن-ابداکشن مفصل زانو	قبل	۱۵/۴۳±۹/۵۱	۳۴/۴۱±۹/۰۵	۲۲/۳۳±۷/۵۰	E&C=0.757	E&C=.819
					N&E=0.086	N&E=.096
	بعد		۲۳/۱۶±۷/۶۷	۲۲/۶۷±۶/۷۶	N&C=0.148	N&C=.123
					Group E(Pre&post)=0.380	

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]

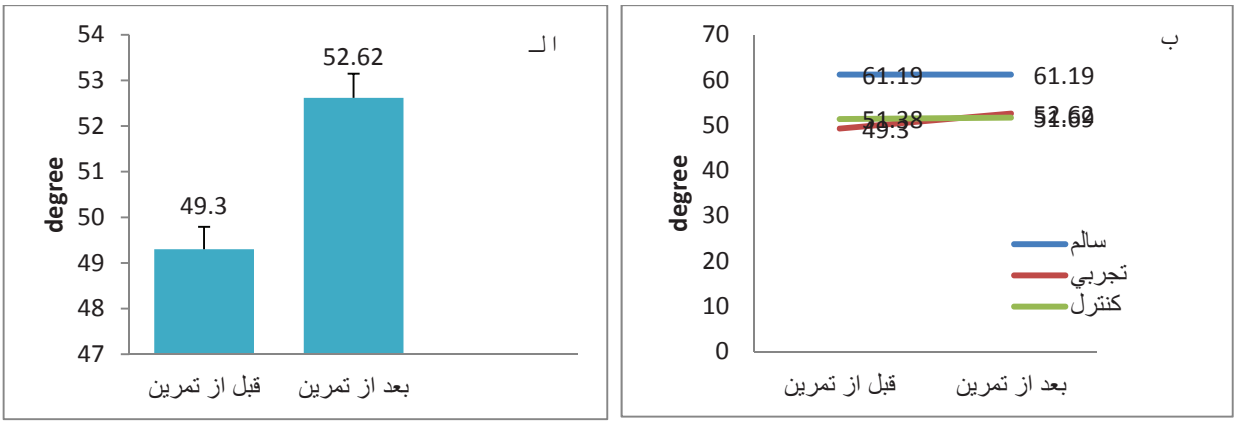
چرخش داخلی- خارجی مفصل زانو	قبل	۳۰/۱۹±۱۷/۶۳	۲۱/۱۲±۸/۵۰	۲۵/۲۶±۱۴/۵۹	E&C=0.424	E&C=.988
					N&E=0.180	N&E=.490
	بعد		۲۵/۱۷±۵/۳۳	۲۵/۸۶±۱۱/۱۳	N&C=0.476	N&C=.483
					Group E(Pre&post)=0.120	
فلکشن- اکستنشن مفصل ران	قبل	۴۴/۲۹±۵/۱۰	۳۹/۷۸±۶/۱۳	۳۹/۸۲±۳/۰۶	E&C=0.988	E&C=.393
					N&E=0.098	N&E=.540
	بعد		۴۲/۱۸±۸/۷۲	۳۹/۳۴±۲/۵۵	N&C=0.112	N&C=.185
					Group E(Pre&post)=0.107	
اداکشن-ابداکشن مفصل ران	قبل	۱۲/۱۳±۲/۸۳	۱۰/۰۵±۳/۱۴	۹/۷۹±۲/۱۵	E&C=0.817	E&C=.445
					N&E=0.161	N&E=.272
	بعد		۱۰/۶۳±۲/۴۳	۹/۶۷±۳/۲۱	N&C=0.129	N&C=.083
					Group E(Pre&post)=0.921	
چرخش داخلی- خارجی مفصل ران	قبل	۱۵/۶۵±۳/۵۷	۲۷/۳۱±۵/۶۶	۲۶/۷۲±۶/۵۱	E&C=0.802	E&C=.261
					N&E=0.001	N&E=.060
	بعد		۲۳/۱۹±۸/۲۵	۲۶/۸۶±۵/۶۷	N&C=0.001	N&C=.006
					Group E(Pre&post)=0.081	
تیلت قدامی-خلفی لگن	قبل	۵/۰۹±۲/۲۶	۵/۹۴±۲/۸۲	۵/۹۴±۳/۰۷	E&C=0.998	E&C=.026
					N&E=0.572	N&E=.028
	بعد		۹/۶۴±۴/۲۹	۵/۸۷±۳/۵۵	N&C=0.584	N&C=.652
					Group E(Pre&post)=0.009	
تیلت جانبی لگن	قبل	۶/۸۷±۲/۷۵	۵/۲۰±۱/۸۴	۵/۲۲±۱/۸۴	E&C=0.982	E&C=.966
					N&E=0.121	N&E=.146
	بعد		۵/۲۶±۱/۴۵	۵/۲۷±۲/۴۶	N&C=0.138	N&C=.125
					Group E(Pre&post)=0.911	
چرخش لگن	قبل	۸/۷۲±۳/۲۲	۸/۸۱±۲/۸۹	۸/۸۲±۲/۵۱	E&C=0.994	E&C=.283
					N&E=0.951	N&E=.423
	بعد		۷/۶۱±۱/۸۸	۸/۷۶±۲/۷۶	N&C=0.949	N&C=.942
					Group E(Pre&post)=0.160	

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.

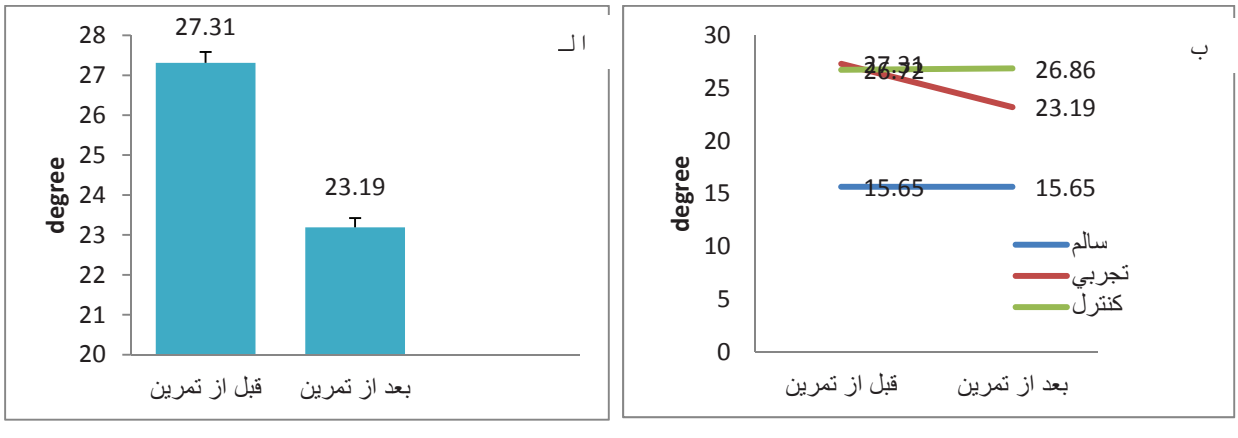
[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]

نتایج حاصل از جدول (۲) در مورد دامنه‌های حرکتی مفاصل اندام تحتانی حین راه رفتن در صفحات حرکتی ساجیتال، فرونتال و هوریزنتال(درجه) حاکی از اختلاف بین گروهی معنی‌دار دامنه فلکشن- اکستنشن مفصل زانو، چرخش داخلی- خارجی مفصل ران در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو در مقایسه با افراد سالم دارد (P<۰/۰۵). در مورد اثر تمرین بر این مولفه‌ها نتایج حاکی از افزایش میانگین فلکشن- اکستنشن مفصل زانو گروه تجربی و عدم تفاوت معنی‌دار با گروه سالم بعد از تمرین در مقایسه با معنی‌داری قبل از تمرین(P<۰/۰۵)، و کاهش میانگین چرخش داخلی- خارجی مفصل ران گروه تجربی و عدم تفاوت معنی‌دار با گروه سالم بعد از تمرین در مقایسه با معنی‌داری قبل از تمرین داشت (P<۰/۰۵). همچنین یکی از نتایج حاصل از تمرین افزایش تیلت قدامی- خلفی لگن در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل و افراد سالم بود (P<۰/۰۵). و آنرا می‌توان یکی از پاسخ‌های انحصاری در واکنش به این پروتکل تمرینی تلقی کرد (نمودارهای ۱ تا ۳).

نمودار۱: الف) اثر معنادار بین گروهی تمرین بر فلکشن- اکستنشن مفصل زانو (P<۰/۰۵)، ب) اثر معنی‌دار درون گروهی تمرین بر فلکشن- اکستنشن مفصل زانو (P<۰/۰۵)

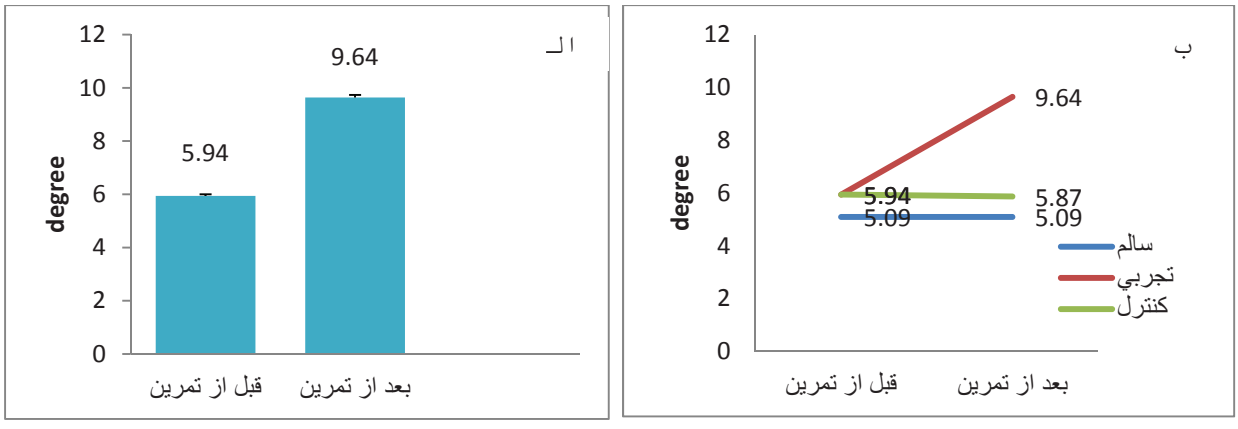


نمودار ۲: الف) اثر معنادار بین گروهی تمرین بر چرخش داخلی- خارجی مفصل ران (P<۰/۰۵)، ب) اثر درون گروهی تمرین بر چرخش داخلی- خارجی مفصل ران



[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]

نمودار۳: الف) اثر معنادار بین گروهی تمرین بر تیلت قدامی- خلفی لگن (P<۰/۰۵)، ب) اثر معنادار درون گروهی تمرین بر تیلت قدامی-خلفی لگن (P<۰/۰۵)



جدول ۳ : میانگین و انحراف استاندارد میزان درد و کوفتگی ادراک‌شده گروه تجربی و کنترل در قبل و بعد از تمرین درمانی در مقایسه با گروه سالم

متغیر	مداخله	گروه سالم	گروه تجربی	گروه کنترل	P value pre t.	P value post t.
میزان درد ادراک‌شده	قبل	۰/۱±۰/۳۱۶	۴/۶۶±۰/۸۸	۴/۳۰±۰/۹۴	E&C=0.845	E&C=0.00
					N&E=0.00	N&E=0.00
	بعد		۲/۸۳±۰/۳۸۹	۴/۴۰±۰/۸۴	N&C=0.00	N&C=0.00
					Group E(Pre&post)= 0.00	

نتایج حاصل از جدول (۳) در مورد درد ادراک‌شده قبل از تمرین حاکی از اختلاف بین گروهی معنی‌دار در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو در مقایسه با افراد سالم دارد (P ≤۰/۰۵) . در مورد اثر تمرین بر این مولفه‌ها نتایج حاکی از کاهش میانگین درد ادراکی گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل بیمار داشت، که نتایج پس آزمون درون گروهی گروه تجربی در راستای این نتیجه بود، ولیکن اختلاف معنی‌دار بین گروه تجربی و افراد سالم بعد از تمرین همچنان برقرار بود (P ≤۰/۰۵).

بحث

در این مطالعه پارامترهای دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی بطور مجزا از پارامترهای فضایی- زمانی در بیماران مرد مبتلا به استئوآرتریت زانو در مقایسه با افراد سالم مورد بررسی قرار گرفت. و چگونگی تاثیرپذیری استئوآرتریت زانو بر هریک از این متغییرها مورد تحلیل قرار گرفت . نتایج حاصل از مطالعه توسط نرم افزار پلی گان حاکی از اختلاف معنی‌دار قبل از تمرین بین فلکشن- اکستنشن مفصل زانو و چرخش داخلی- خارجی مفصل ران بیماران مبتلا به استئوآرتریت با افراد سالم داشت. تفاوت میانگین‌ها حاکی از مقدار پایین‌تر دامنه فلکشن- اکستنشن مفصل زانو و مقدار بالاتر چرخش داخلی- خارجی مفصل ران در افراد مبتلا به استئوآرتریت داشت (P<۰/۰۵).

نتیجه کاهش دامنه فلکشن- اکستنشن مفصل زانو در

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]

افراد مبتلا به استئوآرتریت با نتایج مطالعات کینماتیکی انجام شده قبل همخوانی (Zeni,2009; Ornetti,2010) و با پاتولوژی مستقیم آسیب مرتبط است. بعنوان مثال Zeni و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند حتی هنگام کنترل متغیر سرعت، دامنه حرکتی فلکشن زانو هنوز به طور معنی‌داری در استئوآرتریت‌ها در مقایسه با افراد همتای سالم پایین‌تر بود. لذا محققین اعتقاد دارند که گردش و دامنه حرکتی زانو در سطح ساجیتال مستقیما با پاتولوژی و آسیب‌شناسی آن مرتبط است. همچنین نتایج طیف وسیعی از مطالعات کینماتیکی حاکی از آنست که در بیماران مبتلا به استئوآریت زانو فلکشن زانو در مقایسه با افراد سالم بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد[۱۹]. تحقیقات حاکی از کاهش اکستنشن زانو در پایان مرحله استانس و کاهش فلکشن در مرحله نوسان در بیماران مبتلا به استئوآرتریت دارد. اثر کاهش فلکشن زانو در سیکل گیت در شدت‌های خفیف تا متوسط بیماران مبتلا به استئوآرتریت مهم‌تر است. Astephen و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که کاهش دامنه حرکتی فلکشن زانو در مرحله استانس گیت با پیشرفت این بیماری دژنراتیو پیشرونده مرتبط است. بنابراین از نظر بالینی نتایج این مطالعه نشان داد که درمان جسمانی در شدت‌های خفیف تا متوسط بیماران مبتلا به استئوآرتریت بایستی بر حصول دامنه حرکتی فلکشن زانو در مرحله استانس گیت متمرکز گردد. که هدف از آن کند کردن پیشرفت استئوآرتریت یا حتی بعنوان یک مارکر بالینی برای مقایسه بین گروه‌ها بکار رود.

در مورد اثر تمرین بر دامنه‌های حرکتی مفاصل اندام تحتانی نتایج حاکی اثربخشی پروتکل تمرینی گیت به عقب بر دامنه حرکتی فلکشن- اکستنشنی مفصل زانو، چرخش داخلی- خارجی مفصل ران و تیلت قدامی- خلفی لگن داشت.

نتیجه اثر تمرین بر افزایش میانگین دامنه فلکشن- اکستنشن مفصل زانو 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 مولفه دامنه حرکتی در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو باشد.

وجود درد زانو یا ضعف قدامی عضلات ران ممکنه با کاهش دامنه فلکشن زانو در خلال گیت مرتبط باشد. Maly و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که گردش و دامنه حرکتی فلکشن- اکستنشنی زانوی کوچکتر در بیماران مبتلا به استئوآرتریت با مقیاس درد بالاتر همراه بود. هر چند علت و اثر ارتباط بین دامنه محدود، ضعف عضلانی و درد در بیماران مبتلا به استئوآرتریت در ادبیات هنوز نامشخص است! درمان جسمانی با تاکید بر قدرت عضلانی می‌تواند دامنه حرکتی زانو را در خلال گیت بهبود و درد را تسکین دهد.

نتیجه اثر تمرین بر کاهش میانگین دامنه چرخش داخلی- خارجی مفصل ران 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 مولفه دامنه حرکتی در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو باشد.

تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که قدرت ناکافی آبداکتورهای هیپ و روتاتورهای خارجی در افزایش زوایای اداکشنی و چرخش داخلی هیپ سهیم‌اند و معتقدند بیشتر شدن این زوایا با درد مفصل پاتلافمورال مرتبط است. و بنابراین ضعف عضلات مفصل هیپ ممکن است یکی از دلایل افزایش چرخش داخلی- خارجی مفصل ران منبعث از درد مفصل تیبیا فمورال باشد، که کاهش در گروه تجربی بعد از پروتکل تمرینی گیت به عقب موید کاهش درد زانو در این افراد است.

دامنه تیلت قدامی- خلفی لگن قبل از تمرین بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. ولیکن بعد از پروتکل تمرینی در گروه تجربی بطور محسوسی نسبت به افراد سالم و گروه کنترل افزایش نشان داد.

مقایسه بین گروهی میزان درد پس از تمرین حاکی از آن است که روش تمرین گیت به عقب در طی گذشت

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]

زمان‌بر میزان درد ادراک‌شده افراد مبتلا به استئوآرتریت تأثیر گذاشته است. در همین راستا نتایج درون‌گروهی نیز نشان داد بعد از تمرین گیت به عقب کاهش میزان درد ادراک‌شده در گروه تجربی به‌صورت معنی‌داری مشهود است. لذا نتایج حاصله حاکی از اثربخشی پروتکل تمرینی گیت به عقب بر کاهش میزان درد بعد از تمرین بوده است، هر چند با وضعیت طبیعی(افراد سالم) هنوز اختلاف وجود دارد. Gauri و همکاران (۲۰۱۳) در یک مطالعه اثربخشی تمرینات راه رفتن به عقب به عنوان یک مکمل تمرینات متداول در کاهش درد و ناتوانی در بیماران مبتلا به استئوآرتریت مزمن مفصل زانو را نشان دادند[۳۰]. از دلائل توجیهی این کاهش درد ادراکی می‌توان به اثربخشی تمرینات به عقب به تسهیل عملکرد عصبی- عضلانی، توان عضلانی، تعادل و حس عمقی اشاره کرد[۳۱].

نتیجه گیری

افراد مبتلا به استئوآرتریت دامنه فلکشن- اکستنشن مفصل زانو پایین‌تر و چرخش داخلی- خارجی مفصل هیپ بیشتری دارند. تغییرات برخی از پارامترهای کینماتیکی و زوایای مفصلی به علت مکانیسم‌های جبرانی می‌باشد و تغییر در برخی از پارامترهای کینماتیکی تابع شدت استئوآرتریت می‌باشد. علاوه بر این استئوآرتریت زانو بر دیگر مفاصل مجاور نیز اثر می‌گذارد. پروتکل گیت به عقب بر روی دامنه‌های حرکتی مفاصل زانو، ران و درد ادراکی بیماران مبتلا اثر مثبت داشته است.

محدودیت‌ها

محدود کردن جامعه مورد تحقیق به بیماران مرد مبتلا به استئوآرتریت زانو و عدم کنترل سرعت گیت هنگام اخذ تریال‌ها (به دلیل تاثیر آن بر گشتاورهای اداکشنی زانو)، عدم کنترل زاویه پشرفت پا هنگام اخذ تریال‌ها (به دلیل 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 از نظر فعالیت‌های عضلانی (الکترومایوگرافی) و تعادل صورت گیرد، تأثیر شیوه و روش‌های درمان ترکیبی (همراه با کفی با گوه خارجی و ...) مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

مؤلفین این مقاله تشکر صمیمانه خود را به خاطر همکاری بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو اظهار می‌نمایند. هم چنین از دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان به خاطر در اختیار گذاردن آزمایشگاه بیومکانیک تقدیر به عمل می‌آید.

حمایت مالی

این مقاله با حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان انجام شده است.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]

References

1. Jordan JM, Linder GF, Renner JB, Fryer JG. The impact of arthritis in rural populations. Arthritis & Rheumatism. 1995;8(4):242-50.
2. Barati S, Khayambashi K, Rahnama N, Nayeri M, خیامباشی خ ,براتی س, et al. Effect of a selected core stabilization training program on pain and function of the females with knee osteoarthritis. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2012;1(1):40-8.
3. Lange AK, Vanwanseele B. Strength training for treatment of osteoarthritis of the knee: a systematic review. Arthritis Care & Research. 2008;59(10):1488-94.
4. 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 & Rheumatism. 2007;56(4):1198-203.
5. Foley A, Halbert J, Hewitt T, Crotty M. Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis—a randomised controlled trial comparing a gym based and a hydrotherapy based strengthening programme. Annals of the rheumatic diseases. 2003;62(12):1162-7.
6. Di Domenica F, Sarzi-Puttini P, Cazzola M, Atzeni F, Cappadonia C, Caserta A, et al., editors. Physical and rehabilitative approaches in osteoarthritis. Seminars in arthritis and rheumatism; 2004: WB Saunders.
7. Dequeker J, Wuestenraed L. The effect of biometeorological factors on Ritchie articular index and pain in rheumatoid arthritis. Scandinavian journal of rheumatology. 1986;15(3):280-4.
8. Lin J, Zhang W, Jones A, Doherty M. Efficacy of topical non-steroidal anti-inflammatory drugs in the treatment of osteoarthritis: meta-analysis of randomised controlled trials. Bmj. 2004;329(7461):324.
9. Lange AK, Vanwanseele B, Fiatarone singh MA. Strength training for treatment of osteoarthritis of the knee: a systematic review. Arthritis Care & Research: Official Journal of the American College of Rheumatology. 2008;59(10):1488-94.
10. McNair PJ, Marshall RN, Maguire K, Brown C. Knee joint effusion and proprioception. Archives of physical medicine and rehabilitation. 1995;76(6):566-8.
11. Derakhshan P. What is the role of erythropoietin prolotherapy on pain relief of knee osteoarthritis? Journal of Research in Medical Sciences. 2018;23(6):J Res Med Sci 2018, 23: 50 (6 June).
12. McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan M, Arden N, Berenbaum F, Bierma-Zeinstra S, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. Osteoarthritis and cartilage. 2014;22(3):363-88.
13. Talebian S, Mahmoodi R. Human Gait Analysis: Normal & Abnormal Gait. Tehran: Ghalam Elm; 2013 2013. 333 p.
14. Chand D, Nuhmani S, John S. Comparison of the effects of retro walking and stretching on balance and flexibility. Sports Medicine Journal/Medicina Sportivâ. 2013;9(4).
15. Nester C, Van Der Linden M, Bowker P. Effect of foot orthoses on the kinematics and kinetics of normal walking gait. Gait & posture. 2003;17(2):180-7.
16. Schiphof D, Boers M, Bierma-Zeinstra SM. Differences in descriptions of Kellgren and Lawrence grades of knee osteoarthritis. Annals of the rheumatic diseases. 2008;67(7):1034-6.
17. Guide VP-iGP. Foundation Notes Revision 2.0 March 2010. For use with Plug-in Gait Version. 2010;2.
18. Yakut E, Bayar B, Meriç A, Bayar K, Yakut Y. Reliability and validity of reverse visual analog scale (right to left) in different intensity of pain. The Pain Clinic. 2003;15(1):1-6.
19. Ornetti P, Maillefert J-F, Laroche D, Morisset C, Dougados M, Gossec L. Gait analysis as a quantifiable outcome measure in hip or knee osteoarthritis: a systematic review. Joint Bone Spine.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]

2010;77(5):421-5.

20. Gondhalekar GA, Deo MV. Retrowalking as an adjunct to conventional treatment versus conventional treatment alone on pain and disability in patients with acute exacerbation of chronic knee osteoarthritis: A randomized clinical trial. North American journal of medical sciences. 2013;5(2):108.
21. Bates BT, Dufek JS, Grolle C, Grolle E. Retro walking for rehabilitation and fitness. 2014.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-17]