Journal of Anesthesiology and Pain Winter 2023, Vol 13, NO 4

Effectiveness of gait-retraining with auditory feedback on pain and lower body kinematics in injured recreational runners

Flora Farvardin[1*], Amir Letafatkar[2], Mahdi Khaleghi[2]

1. *PHD. Candidate, Department of Sport Injury and Corrective Exercise, Kharazmi University, Tehran, Iran*
2. *Associated Professor, Department of Sport Injury and Corrective Exercise, Kharazmi University, Tehran, Iran.*

ABSTRACT

Aims and background: Abnormal hip and knee mechanics are often implicated in runners with history of injury. We considered evaluating a simple gait-retraining protocol, using auditory-external feedback, in runners with running-related injuries and abnormal hip and knee mechanics. The effect of using external-feedback may have been more profound if the content of instruction had been relevant to mechanics. Therefore, the present study examined the effect of auditory-external feedback on the mechanics and pain of recreational runners who have running-related injuries.

Material and Method: Twenty injured recreational runners' participants in this study. One session was for pre-test and the next session was for auditory-external feedback on their pelvic alignment during running gait, which was provided to the subjects as they ran on a treadmill. 24 hours after the training session participants had to retry the test without feedback as the retention session. Variable of interest included pain, peak hip adduction, hip internal rotation, contralateral pelvic drop, and knee abduction. Hip and knee mechanics were assessed both pre- and post-retraining, and analyses were repeated at the retention session. Data were analyzed via one-way ANOVA.

Results: Subjects reduced significantly peak hip adduction and internal rotation, contralateral pelvic drop, and knee abduction during running pre-test and post-retraining ($p < .03$). There were also significant improvements in pain($P<0.001$). At 24 hours post-retraining, most mechanics were not maintained and subjects don't have a significant improvement between pre-test and retention session except for pain, which was maintained in retention session($p=0.04$). Although not statically significant, all data were reported increased following the retention, except contralateral pelvic drop ($p=.03$).

Conclusion: Auditory -external feedback was effective in improving pain and the mechanics of gait patterns immediately after being instructed. But motor learning had not occurred because this improvement had not been maintained, although the result suggests that increasing intervention sessions might be effective.

keywords: Auditory external instruction, Gait-retraining, Intervention

▶ Please cite this paper as:

Farvardin F, Letafatkar A, Khaleghi M [Effectiveness of gait-retraining with auditory feedback on pain and lower body kinematics in injured recreational runners (Persian)]. J Anesth Pain 2023;13(4): 83-94.

Corresponding Author: Flora Farvardin, PHD. Candidate, Department of Sport Injury and Corrective Exercise, Kharazmi University, Tehran, Iran
Email: flora.farvardin@yahoo. com

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-12-29]

فصلنامه علمی پژوهشی بیهوشی و درد، دوره ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱

بررسی تاثیر و ماندگاری اثر افزودن بازخورد شنیداری به بازآموزی راه رفتن بر درد و کینماتیک اندام تحتانی دوندگان تفریحی آسیب دیده

فلورا فروردین[1*]، امیر لطافت کار[2]، مهدی خالقی[2]

۱. دانشجوی دکتری، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. دانشیار گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۲۲ تاریخ بازبینی: ۱۴۰۱/۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۲۸

چکیده

زمینـــه و هـــدف: مکانیسـم غیرطبیعـی لگـن و زانـو اغلـب در دونـدگان بـا آسـیب هـای ناشـی از دویـدن مشـاهده می‌شـود. مطالعـه حاضـر بـه بررسـی تأثیـر بازخـورد بیرونـی کلامـی بـر درد و بیومکانیـک حرکتـی دونـدگان تفریحـی کـه آسـیب‌های ناشـی از دویـدن دارنـد، پرداختـه اسـت.

مـــواد و روش هـــا: ۲۰ دونـده‌ی تفریحـی آسـیب دیـده زن و مـرد در ایـن تحقیـق حضـور داشـتند. یـک جلسـه شـامل پیـش آزمـون بـود و در جلسـه دوم پروتـکل بازآمـوزی راه رفتـن بـه همـراه بازخـورد شـنیداری خارجـی، در رابطـه بـا هم‌تـرازی لگـن، در حیـن دویـدن بـر روی تردمیـل بـه شـرکت‌کنندگان ارایـه شـد. جلسـه بعـدی ۲۴ سـاعت پـس از جلسـه اول بـه عنـوان جلسـه مانـدگاری اثـر بـود و شـرکت‌کنندگان می‌بایسـت بـدون دریافـت هرگونـه بـاز خـورد روی تردمیـل بدونـد. متغیرهـای مـورد بررسـی شـامل درد و حداکثـر اداکشـن و چرخـش داخلـی ران، افـت جانبـی لگـن و حداکثـر ابداکشـن زانـو بـود. داده هـا بـا اسـتفاده از روش آمـاری واریانـس یـک طرفـه آنـوا تجزیـه و تحلیـل شـدند.

یافتـــه هـــا: بهبـود معنـاداری در فاکتـور درد دیـده شـد ($p<0/001$). همچنیـن آزمودنـی هـا کاهـش معنـاداری در حداکثـر اداکشـن و چرخـش داخلـی ران، افـت جانبـی لگـن و حداکثـر ابداکشـن زانـو را بیـن وضعیـت پیـش آزمـون و بازآمـوزی گام بـرداری از خـود نشـان دادنـد ($p<0/03$). در ۲۴ سـاعت پـس از بازآمـوزی، بیشـتر تغییـرات کینماتیکـی حفـظ نشـدند و آزمودنـی هـا بیـن جلسـه پیـش آزمـون و مانـدگاری اثـر پیشـرفت معنـاداری را از خـود نشـان ندادنـد، بجـز فاکتـور درد کـه بصـورت معنـاداری بهبـود حفـظ شـد ($p=0/04$). اگـر چـه تغییـرات بیـن وضعیـت بازآمـوزی گام بـرداری و مانـدگاری اثـر عمومـا از لحـاظ آمـاری معنـادار نبودنـد امـا در پارامتـر افـت جانبـی لگـن بطـور معنـاداری افزایـش یافتـه بـود ($p=0/03$).

نتیجـــه گیـــری: در مجمـوع بنظـر می‌رسـد، پروتـکل بازآمـوزی گام بـرداری در ترکیـب بـا بازخـورد شـنیداری خارجـی در بهبـود الگـوی راه رفتـن و کاهـش درد بلافاصلـه پـس از آمـوزش موثـر بـود. امـا، یادگیـری حرکتـی رخ نـداده بـود زیـرا ایـن پیشـرفت در جلسـه مانـدگاری اثـر حفـظ نشـده بـود. نتایـج نشـان می‌دهـد، افزایـش جلسـات بازآمـوزی ممکـن اسـت در یادگیـری حرکتـی موثـر باشـد.

واژه های کلیدی: بازخورد شنیداری خارجی،بازآموزی گام برداری، مداخلات

نویســنده مســئول: فلـورا فروردین، دانشـجوی دکتـری آسیب‌شناسـی و حرکات اصلاحی دانشـکده تربیـت بدنی و علوم ورزشـی، دانشـگاه خوارزمی تهران، تهـران، ایران
پست الکترونیک: flora.farvardin@yahoo. com

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-12-29]

مقدمه

سالانه حدودا ۵۰ تا ۷۰ درصد افرادی که به صورت تفریحی و روزانه می‌دوند با آسیب‌های ناشی از دویدن (RRI)، که به‌عنوان آسیب‌های استفاده بیش از حد طبقه‌بندی می‌شوند، درگیر هستند[۱-۵]. افزایش فشار داخلی عضله ناشی از ورزش و الگوهای کینماتیکی فرد در حین دویدن، می‌توانند باعث درد و اختلال در عملکرد عضلانی شوند و الگوی حرکتی فرد را به سمت ایجاد یا توسعه آسیب‌دیدگی سوق دهد[۲،۳،۵-۷]. به‌عنوان مثال، حدودا ۹۱درصد از افراد درگیر با سندروم پتلوفمورال (PFP)، درد ناشی از آن را حدودا ۴ تا ۱۸ سال بعد از شروع درد، تجربه می‌کنند[۸]. ازین رو بررسی تغییرات کینماتیکی فرد در حین دویدن و تاثیر آن بر درد و احتمال بروز و یا تشدید آسیب حائز اهمیت است.

با توجه به تحقیقات گذشته، الگوهای تکراری افراد آسیب‌دیده می‌تواند منجر به فشارهای تکراری وارد بر مفاصل در حین فعالیت‌های پایه‌ای نظیر دویدن و راه رفتن شود[۳،۵،۷،۹].

از سویی، پارامترهای کینماتیکی مشابهی در الگوی حرکتی افراد با آسیب‌های متفاوت ناشی از دویدن وجود دارد که از آن جمله می‌توان به افت جانبی لگن، افزایش زاویه اداکشن ران و ابداکشن زانو اشاره کرد[۲،۳،۱۰-۱۵].

به‌عنوان مثال، افراد دارای PFP همچون افراد دارای سندروم ایلیوتیبیال باند افزایش اداکشن ران، و از سویی همچون افراد درگیر با سندروم شین اسپیلینت افزایش چرخش داخلی ران را تجربه می‌کنند[۳،۱۵-۱۷]. درنتیجه، بررسی الگوی حرکتی فرد حین دویدن می‌تواند عوامل خطرزای بیومکانیکی را در صفحات مختلف ارایه دهد و به پیشگیری یا بهبود آسیب‌های ناشی از دویدن کمک کند[۱۳].

درد به‌عنوان یک پارامتر تاثیرگذار بر عدم تقارن بیومکانیکی و عملکرد فرد، می‌تواند علتی برای شروع یا گسترش آسیب در یک سمت شود و بر فاکتورهایی نظیر اداکشن ران و چرخش داخلی زانو و ران هنگام دویدن تاثیرگذار باشد، هرچند این موضوع بخاطر اندام غالب و غیرغالب می‌تواند تا حدودی پنهان شود[۱۸-۲۰]. به‌عنوان مثال، افراد دارای شین اسپلینت نیروی عکس‌العمل بیشتری را به اندام درگیر خود وارد می‌کنند[۱۸]. هوبرتی[۲۱] و لی[۹] گزارش کردند، افزایش اداکشن و چرخش داخلی ران منجر به فشار بیشتر بر لبه خارجی کشکک می‌شود.

تحقیقات گذشته نشان دادند، برنامه‌های تمرینی بر پایه تقویت عضلات، کاهش درد و بهبود عملکرد را بدون تغییر الگوی بیومکانیکی خطرزای فرد داشته‌اند، که موجب شد ۷۴ درصد از افراد فعالیت ورزشی خود را بخاطر درد کاهش دهند و ۸۰ درصد از افراد بعد از ۵ سال همچنان درد داشته باشند[۵،۱۴،۲۲]. این نتایج می‌تواند به‌دلیل عدم آدرس‌دهی مستقیم مکانیزم‌های عمقی الگوی حرکتی فرد در این نوع تمرینات باشد[۵].

بر این اساس، تمرینات بازآموزی گام برداری در ترکیب با بازخوردهای مختلف، برای تغییر الگوی حرکتی فرد در جهت کاهش درد و پیشگیری و درمان آسیب‌های ناشی از دویدن مورد توجه قرار گرفت[۲۳،۲۴]. محققین معتقدند، الگوی عصبی عضلانی فرد در مدت کوتاهی تحت تاثیر این تمرینات تغییر می‌کند و یادگیری حرکتی مشاهده می‌شود[۲۵-۲۹]. از جمله نتایج یادگیری حرکتی می‌توان به تغییر خودخواسته الگوی حرکتی اشاره کرد که منجر به کاهش درد و تغییر ناراستایی‌های فرد در حین دویدن شده و الگوی دویدن وی را بهبود بخشد[۵،۳۰،۳۱]. در همین راستا، کرول[۲۷] و باریوس[۲۸] اعلام کردند، تغییرات مثبتی که به کمک بازخوردهای در لحظه بیومکانیکی در افراد ایجاد می‌شود تا ۱ماه ماندگاری اثر داشتند.

از آنجایی که تحقیقات قبلی عموما بر افراد دارای

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-12-29]

PFP تمرکز داشته‌اند[۵،۱۲،۲۹،۳۲]، ما در این تحقیق سایر گروه‌های دارای آسیب‌های ناشی از دویدن را نیز مورد توجه قرار دادیم.

از سویی دیگر، تاثیر بازخورد شنیداری بیرونی به‌عنوان یکی از موثرترین روشهای بهبود بیومکانیک حرکتی فرد[۶، ۲۳، ۲۴] به همراه پروتکل بازآموزی گام‌برداری را بر کینماتیک و درد افراد آسیب‌دیده بررسی خواهیم کرد. درهمین راستا، بر اساس مطالعات محقق، تحقیقات قبلی پروتکل‌های چند جلسه‌ای و ماندگاری اثر طولانی مدت را مدنظر قرار داده‌اند[۵،۳۲] و بررسی تاثیر آنی و ماندگاری آن را طی یک جلسه تمرینی برآورد نکرده‌اند. در نتیجه، هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر و ماندگاری اثر بازآموزی راه رفتن همراه با بازخورد شنیداری بیرونی بر درد و متغیرهای کینماتیکی دوندگان تفریحی آسیب‌دیده است. فرضیه ما برآن است که درد و پارامترهای کینماتیکی خطرزا در نتیجه بازآموزی گام‌برداری تغییر خواهند کرد. ما همچنین انتظار داریم این تغییرات برای مدت کوتاهی پس از یک جلسه تمرینی ماندگار باشد.

روش‌شناسی تحقیق

براساس تفاوت‌های اولیه، انتخاب داده‌ها در ازمایشگاه ما و براساس آنالیزهای قوی قبلی (α=۰.۰۵، β=۰.۲). شرکت‌کنندگان حاضر در این تحقیق ۲۰ نفر بودند که از میان زنان و مردان دوندگان تفریحی دارای آسیب دیدگی اندام تحتانی، با میانگین و انحراف استاندارد سن ۱/۸ ± ۲۱ سال، قد۰/۰۵ ± ۱/۷۳ متر، وزن ۹/۱±۷۲/۹ کیلوگرم، سابقهٔ فعالیت بدنی۰/۵± ۳/۰۵ سال و مدت درد ۱۰/۳ ± ۴۷/۵۴ ماه انتخاب شدند. شرایط ورود به تحقیق شامل موارد زیر بود.

افراد می‌بایست حداقل۳ بار در هفته معادل ۶ مایل بدوند، علایم مرتبط با آسیب در آن‌ها برا مدت بیشتر از ۳ماه پایدار باشند، در شروع دویدن افراد درد نداشته باشند، دویدن با سرعت ۳. ۳۵ متر بر ثانیه برایشان عادی باشد، اداکشن بیش از حد ران و افت لگن مقابل در حین دویدن روی تردمیل قابل مشاهده باشد[۱، ۱۰، ۱۱، ۱۷]. معیارهای خروج از تحقیق عبارتند از گزارش بیماری‌های قلبی عروقی، سابقه‌ی جراحی اندام تحتانی، بی‌ثباتی زانو، هرگونه بیماری سیستم عصبی، دررفتگی، تروما کشکک و درد پایدار در فرد[۱، ۹-۱۱]. شرکت‌کنندگان در جلسه توجیهی، فرم رضایت‌نامه کتبی شرکت در تحقیق و پرسش نامهٔ فردی را تکمیل کردند. قبل از شروع کار تحقیقی از ورزشکاران خواسته شد تا فرم رضایت‌نامه اگاهانه را مطابق با اخرین بازبینی بیانیه هلسینیکی ۲۰۱۳ تکمیل کنند. در روند تحقیق بطور کامل برای ازمودنی‌ها توضیح داده شد. آزمودنی‌ها در هر مرحله از تحقیق قادر بودند تا به هر دلیلی از ادامه انجام تحقیق انصراف دهند. به منظور حفاظت از حریم خصوصی اصل رازداری در حفظ داده‌های جمع‌آوری شده بخصوص در رابطه با متغیرهای شخصی رعایت شد. این تحقیق توسط کمیته اخلاق در پژوهش‌های لیست پزشکی در کمیته اخلاق پژوهشگاه علوم ورزشی با شناسه کد اخلاق SSRI. REC-2106-1081 تایید شده است.

افراد آسیب دیده با توجه به نظر پزشک معتمد در هر کدام از گروه‌های PFP، سندروم شین اسپلینت، سندروم ایلیوتیبیال باند و تندینوپاتی آشیل تحت تشخیص قرار میگیرند. همه شرکت کنندگان باید بتوانند بطور متوسط قبل از شروع درد ۱۰ دقیقه تمرین کنند و حداکثر دردی که افراد تجربه می‌کنند نمره سه از ۱۰ در مقیاس عددی خط کش درد باشد. به علاوه، همه شرکت کنندگان باید اعلام کنند که در زمان انجام تست تحت هیچگونه درمان دارویی قرار ندارند و درد آن‌ها حداقل برای مدت سه ماه پایدار و وابسته به شدت تمرین است[۳].

ارزیابی مکانیزم دویدن هر فرد برای حضور در تحقیق به این صورت بود که در ابتدا از افراد در حین دویدن

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-12-29]

فیلمی تهیه می‌شد، با مشاهده افزایش اداکشن ران، افت جانبی لگن یا اداکشن زانوها، در ۵۰ درصد ابتدایی فاز ایستایی، فرد برای حضور در تحقیق دعوت می‌شد[۲،۱۸]. روند آماده‌سازی شامل موارد زیر بود؛ چسباندن مارکرها با توجه به مقالات قبلی بر نه بخش آناتومیکی شامل سینه، لگن، طرفین ران، ساق و پا، که بخش پشت پا توسط سه مارکر متصل به پاشنه کفش فرد، مورد بررسی قرار می‌گرفت و در ابتدا بصورت استاتیک کالیبره می‌شدند[۲،۱۸].

برای جمع آوری اطلاعات در وضعیت پایه، افراد در ابتدا به مدت پنج دقیقه بدون شیب و با سرعت ۲تا ۴ متر بر ثانیه برای گرم کردن بر روی تردمیل قابل تنظیم دویدند. در مراحل تست گیری، هر بار دویدن برای انجام ارزیابی کینماتیکی حدود شش دقیقه و با سرعت ۳/۲ متر بر ثانیه بود[۲،۱۹].

همچنین برای تعریف هرگام، فاصله برخورد یک پای ثابت با زمین به‌صورت متوالی را در نظر گرفته شد[۳۷]. دویدن با توجه به رویکرد کینماتیکی حداقل به ۱۰ سگمان پشت سر هم نیاز داشت[۳]. داده‌های کینماتیکی از تمام شرکت‌کنندگان در حین دویدن بر روی تردمیل با کفش‌هایی که حداقل برای شش ماه گذشته در حین تمرین استفاده می‌کردند، گرفته شد[۲،۱۹].

داده‌های بیومکانیکی توسط یک دستگاه تجزیه حرکتی سه بعدی (Qualisys AB; Goteborg, Sweden) دارای هشت دوربین ضبط و با ۱۰ هرتز فیلتر شدند[۳۵]. در هر جلسه ۳۰ دقیقه دویدن بعد از انجام ارزیابی کینماتیکی، برای تشخیص آستانه درد انجام شد[۲۴]. افراد هر ۵ دقیقه اندازه درد خود را بر اساس خط‌کش درد (مقیاس VAS) اعلام می‌کردند.

اگر اندازه درد از نمره ۷ از ۱۰ عبور می‌کرد تست متوقف می‌شد و مدت زمان تست یادداشت می‌شد[۵]. درد بر اساس مقیاس VAS در مدت ۳۰ دقیقه دویدن، اندازه‌گیری شد[۲۴].

دامنه پارامترهای کینماتیکی در ۵۰ درصد ابتدایی فاز ایستایی پا برای تحلیل انتخاب شدند. داده‌های کینماتیکی بین بخش‌های لگن و سینه با شش درجه آزادی توسط نرم‌افزار ویژوال 3D مورد تحلیل قرار گرفت[۳]. در این تحقیق درد و متغیرهای کینماتیکی اثرگذار بر بروز آسیب های اندام تحتانی شامل افت جانبی لگن، اداکشن ران، چرخش داخلی ران و ابداکشن زانو مدنظر قرار گرفت. حداکثر زوایا با توجه به ۱۰ زاویه گام‌های هر فرد در حین انجام تست گرفته شده است. افرادی که اداکشن ران آنها در حین دویدن بیشتر بود، (1SD< بالاتر از میانگین افراد سالم دونده تفریحی) به شرکت در پژوهش دعوت شدند.

جلسات بازآموزی گام برداری

پس از توضیح کامل تست برای افراد، ویژگی‌های فردی آنان مانند سن، قد و وزن، اندازه‌گیری و ثبت شد و سپس افراد برای اجرای تست آماده شدند. داده‌های بیومکانیکی در حین دویدن فرد روی تردمیل، یک جلسه قبل از تمرین بازآموزی همراه با بازخورد و یک جلسه بلافاصله بعد از تمرین بازآموزی مورد بررسی قرار گرفت. سومین مراجعه افراد ۲۴ ساعت بعد از جلسه تمرین بازآموزی بود. بررسی پایداری تاثیرگذاری تمرین بر الگوی حرکتی همه افراد، بدون دریافت هرگونه بازخوردی در حین دویدن بر روی تردمیل، انجام شد[۲۹].

در جلسه اول، ابتدا فرد به عنوان پیش تست، ۶ دقیقه برای ارزیابی کینماتیکی روی تردمیل می‌دوید که ۲ دقیقه پایانی آن برای تجزیه و تحلیل کینماتیکی مورد ارزیابی قرار می‌گرفت[۲،۵]. پس از ۵ دقیقه استراحت، به مدت ۳۰ دقیقه برای اندازه گیری میزان درد، بر اساس مقیاس VAS، دوباره روی تردمیل می‌دویدند[۵]. در جلسه دوم، که به‌عنوان جلسه بازآموزی از آن یاد شده است، در ابتدا بازخورد شنیداری برای فرد

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-12-29]

توضیح داده می‌شد تا ابهامی در درک دستور وجود نداشته باشد. سپس فرد دوباره به مدت ۶ دقیقه بر روی تردمیل می‌دوید و هر ۳۰ ثانیه بازخورد توسط مربی به فرد ابلاغ می‌شد و پس از آن ۳۰ دقیقه بدون اعلام مربی برای ارزیابی میزان درد، بر روی تردمیل می‌دوید.

در تحقیق حاضر دستورالعمل ابلاغ شده توسط مربی به صورت کلی و بدون در نظر گرفتن بیومکانیک حرکتی هر فرد، مد نظر قرار گرفته شده بود. این نوع دستورالعمل‌ها فرد را وادار به تغییر الگوی حرکتی با در نظر گرفتن فرامین می‌کند، بدون آن که مربی تغییری را گوشزد نماید.

ازین رو عملکرد فرد در حین تغییر الگوی حرکتی تحت تاثیر چندانی قرار نمی‌گیرد. این درحالی است که الگوی حرکتی تغییر یافته، فرد را به سمت انجام تمرین با احتمال آسیب کمتر و یا کاهش درد ناشی از آسیب دیدگی قبلی، سوق می‌دهد. پروتکل بازآموزی گام برداری همراه با بازخورد شنیداری بیرونی در نظر گرفته شده به‌صورت "فکر کنید لگن شما به شکل یک تشت پر از آب است، نگذارید آب از داخل تشت به بیرون ریخته شود." بود. این بازخورد با تاثیرگذاری بر زاویه لگن و نوع گام برداری فرد حین دویدن می‌تواند موجب تغییر الگوی حرکتی فرد شود. سرعت تردمیل و میزان بازخوردها به شدت کنترل شد. ۲۴ ساعت بعد از دومین جلسه، افراد دوباره به آزمایشگاه مراجعه می‌کردند و پس از گرم کردن، بدون دریافت هیچ بازخوردی تست ها را مانند جلسه اول اجرا می‌کردند تا ماندگاری اثر بازخورد مورد بررسی قرار گیرد.

نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰، برای تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. نتایج آزمون شاپیرو ویلک، توزیع نرمال داده‌ها را نشان داد و به همین منظور از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد.

برای مقایسهٔ بین گروه‌های پیش آزمون، بازخورد و ماندگاری اثر، از روش آنوا یک سویه استفاده شده است. اختلاف معناداری در سطح آلفای کمتر از ۰/۰۵ تعیین شد.

یافته‌های تحقیق

باتوجه به نتایج داده‌ها مشاهده می‌شود که ورزشکاران در مقایسه بین وضعیت پایه و بازخورد به‌صورت معناداری کاهش افت جانبی لگن کمتر (p=۰/۰۰۸) و حداکثر زوایای اداکشن ران (p=۰/۰۳) و چرخش داخلی ران (p=۰/۰۱) داشتند هرچند در مقایسه بین وضعیت پایه و ماندگاری اثر تفاوت معناداری در این پارامترها مشاهده نشد (p>۰/۲). از سوی دیگر، بصورت معناداری بین وضعیت پایه و بازخورد شنیداری افزایش ابداکشن زانو (p=۰/۰۲۹) مشاهده شد هرچند این تغییرات بین وضعیت پایه و ماندگاری اثر بصورت معناداری وجود ندارد.

هرچند در مقایسه بین وضعیت بازخورد شنیداری و ماندگاری تغییرات معناداری در پارامترهای حداکثر اداکشن ران، چرخش داخلی ران و ابداکشن زانو مشاهده نشد اما افزایش معنادار افت جانبی لگن (p=۰/۰۳) نشان دهنده برگشت افراد به وضعیت پایه بود. همچنین پارامتر درد با کاهش ۶۵ درصدی در جلسه بازآموزی همراه بود (p>۰/۰۰۱) که تغییرات آن در جلسه ماندگاری نسبت به وضعیت پایه، بصورت معناداری ادامه داشت (p=۰/۰۴).

هرچند همچون پارامترهای کینماتیکی بصورت معناداری میزان درد در جلسه ماندگاری نسبت به جلسه بازخورد بصورت معناداری افزایش داشت (p>۰/۰۰۱).

از سویی میانگین داده‌ها در مقایسه بین وضعیت‌های پایه و بازخورد در زوایای تیلت قدامی لگن (۴/۴۲)، افت جانبی لگن (۲/۰۴)، اداکشن ران (۳/۹۸) و چرخش داخلی ران (۴/۶۲) مثبت بود ولی در وضعیت حداکثر ابداکشن زانو میانگین منفی بود (-۵/۸۴).

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-12-29]

جدول۱: بررسی تاثیر برنامه بازآموزی گام‌برداری همراه با بازخورد شنیداری خارجی بر نمرات درد و پارامترهای کینماتیکی دوندگان آسیب دیده

	پایه	بازخورد	ماندگاری	مقایسه بین گروهی		
				پایه-بازخورد شنیداری	پایه-ماندگاری اثر	بازخورد-ماندگاری اثر
درد	۴±۰/۶۲	۲/۶۳±۰/۴۶	۳/۵±۰/۷۴	p=/۰۰۰* effect size=/۷۸	p=/۰۴۱* effect size=/۳۴	p=/۰۰۰† effect size=-/۵۷
افت جانبی لگن	۵/۸۵±۱/۱۲	۳/۸۱±۱/۵۴	۵/۵۲±۳/۰۱	p=/۰۰۸* effect size=/۶۰	p=۰۰/۱ effect size=/۰۷	p=/۰۳† effect size=-/۳۳
حداکثر اداکشن ران	۶/۹±۳/۵۷	۲/۹۲±۳/۷۰	۴/۶۵±۶/۳۵	p=/۰۲۹* effect size=/۴۸	p=/۴۱ effect size=/۲۱	p=/۷۶ effect size= -/۱۶
حداکثر چرخش داخلی ران	۵/۷۶±۵/۴۱	۱/۱۴±۳/۱۷	۳/۰۴±۶/۰۶	p=/۰۱۶* effect size=/۴۶	p=/۲۸ effect size=/۲۳	p=/۷۱ effect size= -/۱۹
حداکثر ابداکشن زانو	-۹/۰۹±۷/۴۶	-۳/۲۵±۷/۵۴	-۶/۰۱±۵/۴۸	p=/۰۲۹* effect size=-/۳۶	p=/۴۹ effect size=-/۲۲	p=/۶۳ effect size= /۲

* معناداری تفاوت بین وضعیت پایه و مداخله شنیداری، †معناداری تفاوت بین وضعیت مداخله شنیداری و ماندگاری اثر(P<۰/۰۵)

بحث

هدف از این تحقیق تشخیص میزان تاثیرگذاری برنامه بازآموزی گام‌برداری همراه با بازخورد شنیداری خارجی بر درد و پارامترهای کینماتیکی افراد دارای آسیب های ناشی از دویدن بود. از سویی ما علاقمند بودیم بدانیم، یک جلسه تمرینی چه تاثیری بر یادگیری حرکتی و شدت درد فرد در حین دویدن دارد و این تغییرات در کوتاه مدت چقدر ماندگاری دارند. ما کاهش معناداری در درد، اداکشن و چرخش داخلی ران و افت جانبی لگن و افزایش ابداکشن زانو بلافاصله بعد از اجرای پروتکل مشاهده کردیم. هرچند کاهش درد بصورت معناداری در ۲۴ ساعت بعد از جلسه تمرینی پایدار بود اما تغییرات کینماتیکی ماندگاری معناداری نداشتند. کاهش ۵ درجه‌ای اداکشن ران در حین دویدن بلافاصله پس از جلسه بازآموزی مشاهده شد و به احتمال زیاد بر کاهش چرخش داخلی ران نیز تاثیرگذار بود. درهمین راستا هوبرت و همکاران[۵] بیان کردند کاهش اداکشن ران می‌تواند فشارهای مکرر وارده بر ناحیه خارجی کشکک و مفصل پتلو فمورال را کمتر کند، در نتیجه کاهش درد نیز اتفاق می‌افتد[۱،۵،۹،۳۸]. همچنین کاهش افت جانبی لگن در تحقیق حاضر، می‌تواند منجر به کاهش فشار بر ایلیوتیبیال باند در سر متصل به خارج کشکک شود و درنتیجه به کشکک اجازه حرکت در یک مسیر نرمال‌تر دهد و میزان درد فرد را در حین دویدن کم کند[۳۸،۳۹]. در همین راستا نوهرن و همکاران[۵] اعلام کردند، با کاهش معنادار پارامترهای اداکشن ران و افت جانبی لگن تحت تاثیر بازآموزی راه رفتن به کمک بازخورد، درد فرد

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-12-29]

تـا ۸۷ درصـد بعـد از دوره بازآمـوزی کاهـش دارد. ویلـی و همـکاران[۲] نیـز اعـلام کردنـد، افـراد بلافاصلـه بعـد از دریافـت بازخـورد، اداکشـن ران کمتـری از خـود نشـان می‌دهنـد و ایـن تغییـرات کینماتیکـی پارامترهـای درد و عملکـرد فـرد را بهبـود بخشـید. هرچنـد، مـور و همـکاران[۱۰] بـر خـلاف نتایـج مـا، بـه ایـن نتیجـه رسـیدند کـه بازخـورد شـنیداری خارجـی می‌توانـد الگـوی حرکتـی فـرد را بـه گونـه‌ای تغییـر دهـد کـه فـرد در معـرض آسـیب قـرار گیـرد. ایـن تناقـض در یافته‌هـا می‌توانـد بـه ایـن علـت باشـد کـه مـور و همـکاران افـراد سـالم را انتخـاب کردنـد و تغییـر الگـوی حرکتـی آنهـا منجـر بـه افزایـش فشـار بـر تیبیـا و ایجـاد سـندروم شـین اسـپیلینت می‌شـد. امـا در تحقیـق حاضـر، مطالعـه بـر روی افـراد دارای آسـیب‌های ناشـی از دویـدن بـود و از آنجایـی کـه ایـن افـراد بصـورت بالقـوه کینماتیـک متفـاوت و آسـیب‌زایی نسـبت بـه افـراد عـادی دارنـد[۳،۵،۹،۳۸]، می‌توانـد بـر نتایـج تحقیـق اثرگـذار باشـد.

یکـی از پارامترهـای حایـز اهمیـت در ایـن تحقیـق، پارامتـر درد بـود کـه می‌توانـد منجـر بـه قطـع یـا کاهـش تمریـن فـرد شـود[۵،۶]. کاهـش ۶۵ درصـدی پارامتـر درد بلافاصلـه بعـد از اجـرای پروتـکل و مانـدگاری معنـادار ایـن پارامتـر در کوتـاه مـدت، هرچنـد بـا افزایـش معنـاداری نسـبت بـه جلسـه بازآمـوزی همـراه بـود، قابـل توجـه اسـت. نتایـج تحقیقـات قبلـی[۲،۵،۱۲،۲۴] کاهـش درد مزمـن افـراد دارای آسـیب‌های ناشـی از دویـد عمومـا بیـن ۳۳ تـا ۷۲ درصـد بـوده اسـت کـه بـا تحقیـق مـا هـم راسـتا بـود.

برخـلاف نتایـج مـا، نتایـج تحقیقـات قبلـی اعـلام کردنـد طـی رونـد بازآمـوزی گام‌بـرداری، یادگیـری حرکتـی اتفـاق می‌افتـد و عـلاوه بـر مانـدگاری، قابـل تعمیـم بـه تمرینـات دیگـر نیـز هسـت[۲،۵،۱۲]. از آنجایـی کـه در تحقیقـات پیشـین ایـن پروتـکل هـا بـرای مـدت ۸ هفتـه یـا بیشـتر اعمـال شـده بودنـد، ایـن تفـاوت می‌توانـد نشـان دهنـده تاثیـر تعـداد جلسـات، بـر یادگیـری حرکتـی افـراد باشـد[۳،۵،۹،۳۸].

بـر اسـاس مطالعـات مـا ایـن تحقیـق اولیـن مطالعـه در زمینـه‌ی بررسـی لحظـه‌ای و مانـدگاری اثـر کوتـاه مـدت پروتـکل بازآمـوزی گام‌بـرداری همـراه بـا بازخـورد شـنیداری خارجـی بـر درد و الگـوی حرکتـی دونـدگان دارای آسـیب‌های ناشـی از دویـدن اسـت، از ایـن رو می‌توانـد به‌عنـوان بسـتری بـرای بررسـی‌های طولانـی مدت‌تـر و یـا مقایسـه‌ی درون گروهـی در ایـن حـوزه محسـوب شـود. از سـوی دیگـر، در تحقیقـات گذشـته بیشـتر بـر مصـرف انـرژی و عملکـرد فـرد تمرکـز شـده اسـت و کینماتیـک فـرد در حیـن دویـدن و ارتبـاط آن بـا درد کمتـر مـورد بررسـی قـرار گرفتـه اسـت[۴،۲۳].

اگرچـه مـا اعتقـاد داریـم کـه ایـن مطالعـه، کمـک شـایانی بـه مجموعـۀ مهـم ادبیـات می‌کنـد، امـا بایـد پذیرفـت کـه محدودیت‌هایـی نیـز وجـود داشـته اسـت. مهم‌تریـن نمونـۀ ایـن محدودیت‌هـا شـیوع حداکثـری ویـروس کرونـا در زمـان انجـام تسـت بـود. افـراد در هنـگام دویـدن مجبـور بـه اسـتفاده از ماسـک بودنـد و ایـن می‌توانسـت بـر عملکـرد فـرد تاثیرگـذار باشـد. همچنیـن در تحقیقـات انجـام شـده قبلـی از ابزارهـای پوشـیدنی بـرای اعمـال بازخـورد اسـتفاده شـده اسـت کـه بـا توجـه بـه امکانـات، دسترسـی بـه ایـن ابزارهـا بـرای محققیـن وجـود نداشـت.

نتیجه گیری

بـا توجـه بـا یافته‌هـای تحقیـق پروتـکل بازآمـوزی گام‌بـرداری همـراه بـا بازخـورد شـنیداری بیرونـی، بلافاصلـه بعـد از تمریـن، بصـورت معنـاداری بـر الگـوی حرکتـی فـرد تاثیرگـذار اسـت. کاهـش افـت جانبـی لگـن و چرخـش داخلـی ران همـراه بـا افزایـش حداکثـر ابداکشـن زانـو منجـر بـه کاهـش میـزان نیـروی وارده بـر اندام‌هـای تحتانـی فـرد می‌شـود و کاهـش درد را بـه همـراه دارد.

از آنجایـی کـه میـزان مانـدگاری اثـر هـر تمریـن بـه مـدت انجـام ان وابسـته اسـت، نتایـج مانـدگاری اثـر ایـن تحقیـق نشـان داد، بجـز فاکتـور درد کـه بـه صـورت معنـاداری

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-12-29]

کاهش یافته است بقیه پارامترهای کینماتیکی، هرچند به لحاظ آماری معنادار نشدند اما گویای برگشت فرد به وضعیت قبل از اجرای پروتکل بازآموزی بودند.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از تمام آزمودنی هایی که در جهت انجام این تحقیق شرکت کردند، تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید. همچنین از مسیولین آزمایشگاه دانشگاه آزاد مشهد که به ما در انجام این یاری کردند، تشکر می‌کنیم.

تامین مالی

کار تحقیق حاضر منبع تامین مالی نداشته است

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-12-29]

References

1. Ceyssens L, Vanelderen R, Barton C, Malliaras P, Dingenen B. Biomechanical Risk Factors Associated with Running-Related Injuries: A Systematic Review. Vol. 49, Sports Medicine. 2019. p. 1095–115.
2. Willy RW, Scholz JP, Davis IS. Mirror gait retraining for the treatment of patellofemoral pain in female runners. Clin Biomech. 2012;27(10):1045–51.
3. Bramah C, Preece SJ, Gill N, Herrington L. Is There a Pathological Gait Associated With Common Soft Tissue Running Injuries? Am J Sports Med. 2018;46(12):3023–31.
4. Moran MF, Wager JC. Influence of Gait Retraining on Running Economy: A Review and Potential Applications. Strength Cond J. 2020;42(1):12–23.
5. Noehren B, Scholz J, Davis I. The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. Br J Sports Med. 2011;45(9):691–6.
6. Diebal AR, Gregory R, Alitz C, Gerber JP. Forefoot running improves pain and disability associated with chronic exertional compartment syndrome. Am J Sports Med. 2012;40(5):1060–7.
7. Davis IS, Tenforde AS, Neal BS, Roper JL, Willy RW. Gait Retraining as an Intervention for Patellofemoral Pain. Curr Rev Musculoskelet Med . 2020;13(1):103–14.
8. Stathopulu E, Baildam E. Anterior knee pain: A long-term follow-up. Rheumatology. 2003;42(2):380–2.
9. Li G, DeFrate LE, Zayontz S, Park SE, Gill TJ. The effect of tibiofemoral joint kinematics on patellofemoral contact pressures under simulated muscle loads. J Orthop Res. 2004;22(4):801–6.
10. Moore IS, Phillips DJ, Ashford KJ, Mullen R, Goom T, Gittoes MRJ. An interdisciplinary examination of attentional focus strategies used during running gait retraining. Scand J Med Sci Sport. 2019;29(10):1572–82.
11. Letafatkar A, Rabiei P, Afshari M. Effect of neuromuscular training augmented with knee valgus control instructions on lower limb biomechanics of male runners. Phys Ther Sport. 2020;43:89–99.
12. Davis IS, Tenforde AS, Neal BS, Roper JL, Willy RW. Gait Retraining as an Intervention for Patellofemoral Pain. Vol. 13, Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. 2020. p. 103–14.
13. Maykut JN, Taylor-Haas JA, Paterno M V, DiCesare CA, Ford KR. Concurrent validity and reliability of 2d kinematic analysis of frontal plane motion during running. Int J Sports Phys Ther . 2015;10(2):136–46.
14. Jeon H, Thomas AC. Efficacy of feedback on running gait retraining in patients with patellofemoral pain: A critically appraised topic. Int J Athl Ther Train. 2019;24(1):9–14.
15. Rendos NK, Zajac-Cox L, Thomas R, Sato S, Eicholtz S, Kesar TM. Verbal feedback enhances motor learning during post-stroke gait retraining. Top Stroke Rehabil . 2020;00(00):1–16.
16. Powers CM, Witvrouw E, Davis IS, Crossley KM. Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: Part 3. Br J Sports Med. 2017;51(24):1713–23.
17. Menéndez C, Batalla L, Prieto A, Rodríguez MÁ, Crespo I, Olmedillas H. Medial tibial stress syndrome in novice and recreational runners: A systematic review. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(20):1–13.
18. Ciacci S, Di Michele R, Fantozzi S, Merni F, Mokha M. Assessment of kinematic asymmetry for reduction of hamstring injury risk. Int J Athl Ther Train. 2013;18(6):18–23.
19. Girard O, Brocherie F, Morin JB, Millet GP. Lower limb mechanical asymmetry during repeated treadmill sprints. Hum Mov Sci. 2017;52:203–14.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-12-29]

20. Radzak KN, Putnam AM, Tamura K, Hetzler RK, Stickley CD. Asymmetry between lower limbs during rested and fatigued state running gait in healthy individuals. Gait Posture . 2017;51:268–74.
21. Huberti HH, Hayes WC. Patellofemoral contact pressures. The influence of Q-angle and tendofemoral contact. J Bone Jt Surg - Ser A. 1984 Jun;66(5):715–24.
22. Blønd L, Hansen L. Patellofemoral pain syndrome in athletes: A 5.7-Year retrospective follow-up study of 250 athletes. Acta Orthop Belg. 1998;64(4):393–400.
23. Mousavi SH, Hijmans JM, Minoonejad H, Rajabi R, Zwerver J. Factors associated with lower limb injuries in recreational runners: A cross-sectional survey including mental aspects and sleep quality. J Sport Sci Med. 2021;20(2):204–15.
24. Esculier JF, Bouyer LJ, Dubois B, Fremont P, Moore L, McFadyen B, et al. Is combining gait retraining or an exercise programme with education better than education alone in treating runners with patellofemoral pain? A randomised clinical trial. Br J Sports Med. 2018;52(10):659–66.
25. White SC, Lifeso RM. Altering asymmetric limb loading after hip arthroplasty using real-time dynamic feedback when walking. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(10):1958–63.
26. Messier SP, Cirillo KJ. Effects of a verbal and visual feedback system on running technique, perceived exertion and running economy in female novice runners. J Sports Sci. 1989;7(2):113–26.
27. Crowell HP, Davis IS. Gait retraining to reduce lower extremity loading in runners. Clin Biomech . 2011;26(1):78–83.
28. Barrios JA, Crossley KM, Davis IS. Gait retraining to reduce the knee adduction moment through real-time visual feedback of dynamic knee alignment. J Biomech . 2010;43(11):2208–13.
29. Agresta C, Brown A. Gait retraining for injured and healthy runners using augmented feedback: A systematic literature review. Vol. 45, Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2015. p. 576–84.
30. Letafatkar A, Rabiei P, Farivar N, Alamouti G. Long-term efficacy of conditioning training program combined with feedback on kinetics and kinematics in male runners. Scand J Med Sci Sport. 2020;30(3):429–41.
31. Letafatkar A, Rabiei P, Afshari M. Effect of neuromuscular training augmented with knee valgus control instructions on lower limb biomechanics of male runners. Phys Ther Sport . 2020;43:89–99.
32. Willy RW, Scholz JP, Davis IS. Mirror gait retraining for the treatment of patellofemoral pain in female runners. Clin Biomech . 2012;27(10):1045–51.
33. Esculier JF, Bouyer LJ, Dubois B, Fremont P, Moore L, McFadyen B, et al. Is combining gait retraining or an exercise programme with education better than education alone in treating runners with patellofemoral pain? A randomised clinical trial. Br J Sports Med. 2018;52(10):659–66.
34. Eriksson M, Halvorsen KA, Gullstrand L. Immediate effect of visual and auditory feedback to control the running mechanics of well-trained athletes. J Sports Sci. 2011;29(3):253–62.
35. Futrell EE, Gross KD, Reisman D, Mullineaux DR, Davis IS. Transition to forefoot strike reduces load rates more effectively than altered cadence. J Sport Heal Sci. 2019;
36. Kernozek T, Schiller M, Rutherford D, Smith A, Durall C, Almonroeder TG. Real-time visual feedback reduces patellofemoral joint forces during squatting in individuals with patellofemoral pain. Clin Biomech. 2020;77.
37. Moore IS, Phillips DJ, Ashford KJ, Mullen R, Goom T, Gittoes MRJ. An interdisciplinary examination of attentional focus strategies used during running gait retraining. Vol. 29, Scandinavian Journal of

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-12-29]

Medicine and Science in Sports. 2019. p. 1572–82.

38. Besier TF, Gold GE, Beaupré GS, Delp SL. A modeling framework to estimate patellofemoral joint cartilage stress in vivo. Med Sci Sports Exerc. 2005;37(11):1924–30.

39. Merican AM, Amis AA. Iliotibial band tension affects patellofemoral and tibiofemoral kinematics. J Biomech. 2009;42(10):1539–46.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-12-29]