

Research Paper

Effects of Corrective Exercise Protocol Utilizing A TheraBand on Muscle Activity During Running in Individuals With Genu Valgum



Farshad Ghorbanlou<sup>1</sup>, Amirali Jaafarnejad<sup>2\*</sup>, Amir Fatollahi<sup>1</sup>

1. Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2. Department of Sport Management and Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.



**Citation** Ghorbanlou F, Jaafarnejad A, Fatollahi A. Effects of Corrective Exercise Protocol Utilizing A TheraBand on Muscle Activity During Running in Individuals With Genu Valgum Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021; 10(5):1052-1065. <https://doi.org/10.32598/SJRM.10.5.2>

<https://doi.org/10.32598/SJRM.10.5.2>



Received: 02 May 2020

Accepted: 17 Jul 2020

Available Online: 22 Nov 2021

**Keywords:**

Corrective Exercises,  
Muscle Activity, Genu  
Valgum, Running

**ABSTRACT**

**Background and Aims** Genu valgum is among the most common lower limb malalignments impacting people's performance. The present study's objective was to investigate the effects of a corrective exercise protocol utilizing TheraBand on muscle activity during running in individuals with genu valgum.

**Methods** The present study was a semi-experimental and laboratory study, in which 24 male students (20-30 years old) were randomly divided into the control and experimental groups. Corrective exercises were performed on the experimental group for eight weeks using a TheraBand. The electrical activity of selected muscles was recorded via the electromyography system. Statistical analysis was conducted utilizing measures, such as repeated measures Analysis of Variance (ANOVA) (significance level: 0.05).

**Results** The findings revealed a significant decrease (69.98%) in bicep femoris muscular activity during the stance phase of running posttest compared to pretest ( $d=1.88$ ,  $P=0.002$ ). Moreover, a significant decrease (33.77%) in the electrical activity of the semitendinosus muscle was detected in the posttest compared to the pretest ( $d=0.86$ ,  $P=0.024$ ). The electrical activity of other muscles did not indicate any significant differences in the posttest compared to the pretest ( $P>0.05$ ).

**Conclusion** Decline in bicep femoris muscle activity in individuals with genu valgus indicates the positive impact of rehabilitation via TheraBand as well as enhanced performance in their daily activities.

**Extended Abstract**

**1. Introduction**

Because the human foot is where the body most often connects to the ground, structural deviations, especially in the knee, increase the likelihood of injury to individuals and may prevent them from participating in certain activities. Factors, such as changes in the mechanical direction of the lower limb induce changes in the activity of muscles around the joints as well as in running mechanics. The most important alteration in this axis is the increase in knee valgus.

Individuals with osteoarthritis of the knee tend to have lower knee abductor torque, less rotational adaptation, and reduced knee joint flexion compared to patients with genu valgum or healthy individuals. There is a direct relationship between thigh muscle activity and knee valgus (increased thigh muscle activity induced magnified knee valgus). Nowadays, various methods are deployed to correct genu valgum complications. All of these remedies try to prevent inflated risks of injury and improve the status of this condition. A new approach entails moving the patient early using functional therapy, while absolute immobilization via gypsum splints is becoming obsolete. Exercise interventions, including appropriate resistance training with an elastic band, have been reported

**\* Corresponding Author:**

AmirAli.jafarnejad@u.ac.ir

**Address:** Department of Sport Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

**Tel:** +98 (910) 5146214

**E-Mail:** amiralijafarnejad@gmail.com

to enhance strength and the ability to maintain positive lower limb balance and can reduce overload on the inside of the knee and lower the risk of developing structural damage. Various methods have been proposed to evaluate the effectiveness of therapeutic techniques. Due to their effectiveness, electrical activity on muscles appears to be among the most suitable techniques. Surface electromyography is a non-invasive method for assessing the motion and/or duration of muscle activity, widely utilized in various branches of musculoskeletal biomechanics, including rehabilitation studies, ergonomics, and motor sciences. The aim of the present study was to investigate and analyze the effects of a training program with TheraBand on electrical muscle activity in individuals with genu valgum while running.

## 2. Materials & Methods

The present study was a laboratory and clinical trial and had a statistical population consisting of individuals with genu valgum in Ardabil. A total of 24 male students from Mohaghegh Ardabili University were selected and randomly divided into two groups (control & experimental). Calipers were deployed to assess the extent of enlarged knee valgus. Via calipers, the distance between the two inner ankles of the subjects was measured while standing. If the distance between the two ankles was between 2.5-5 cm, the subjects were included in the study.

The research was conducted in two stages: pretest and posttest. Subjects attempted to run 18 meters from the laboratory after the electrodes were placed on their muscles. Each step was recorded with three proper attempts. Attempts were made to ensure that the electromyographic

signal of all muscles was recorded properly. At the beginning of the test's both stages, the subjects were engaged in warm-up for 10 minutes in the form of stretching and jumping movements. Cooling was performed after the test. Corrective exercises were done for the training group for eight weeks using Thera-Band. The first two weeks were composed of adductor thigh, bicep, and extensor muscle stretching exercises. Stretching time consisted of four 30-second turns per movement. After a two-week stretching exercises protocol, subjects performed Thera-Band resistance training for six weeks (three sessions/week). Subjects were familiar with the training method before performing the exercises. Vis the Biometrics Datalite and MATLAB software, all electromyographic data were analyzed and the obtained data was recorded and documented in Excel files. For statistical analysis, repeated measures analysis of variance (ANOVA) was utilized (sig.: 0.05).

## 3. Results

The results did not reveal any significant differences (during baseline) within the selected lower extremity muscles. The results unveiled that the electrical activity of the bicep muscle demonstrated a significant decrease (69.98%) in the running support phase during the posttest compared to the pretest ( $P=0.002$ ;  $d=1.88$ ). Additionally, the electrical activity of the semicircular muscle in the posttest running phase showed a significant decrease (33.77%) compared to the pretest ( $P=0.024$ ;  $P=0.86$  d). Electrical activity in other muscles showed no significant differences after the training period ( $P<0.05$ ).

**Table 1.** Mean $\pm$ SD of the control and experimental groups during running (pre-test)

| Muscle | Control          | Experimental     | Sig.  |
|--------|------------------|------------------|-------|
| TA     | 26.37 $\pm$ 8.14 | 25.35 $\pm$ 4.08 | 0.890 |
| Gas-M  | 43.58 $\pm$ 2.16 | 56.98 $\pm$ 8.05 | 0.156 |
| VL     | 38.15 $\pm$ 9.84 | 31/19 $\pm$ 3.03 | 0.616 |
| VM     | 28.07 $\pm$ 7.86 | 25.46 $\pm$ 9.72 | 0.689 |
| RF     | 21.71 $\pm$ 2.14 | 17.34 $\pm$ 1.59 | 0.574 |
| BF     | 11.51 $\pm$ 4.37 | 13.69 $\pm$ 3.62 | 0.242 |
| ST     | 11.07 $\pm$ 5.15 | 14.58 $\pm$ 5.01 | 0.140 |
| Glut-M | 42.80 $\pm$ 3.37 | 30.43 $\pm$ 8.75 | 0.266 |

#### 4. Conclusion

A significant decrease in the electrical activity of the biceps. Decreased activity of this muscle is reduced in individuals with crossed knees and demonstrates the positive effect of corrective exercises utilizing TheraBand. It increased their performance and efficiency during their daily activities while undertaking exercises/sports, etc. The electrical activity of other internal compartment muscles (weak in such individuals) did not show any change, likely due to the short duration of their strengthening training regimens.

#### Ethical Considerations

##### Compliance with ethical guidelines

In conducting the research, ethical considerations have been considered in accordance with the instructions of the ethics committee of Ardabil University of Medical Sciences and the ethics code has been received under the number IR-ARUMS-REC-1397-091. The present study has IRCT code number IRCT20181223042082N1.

##### Funding

The paper was extracted from the MSc thesis. Dissertation extracted from a research project of the first author, Department of Physical Education and Sports Sciences Faculty of Educational Sciences and Psychology University of Mohaghegh Ardabili.

##### Authors' contributions

Conceptualization and Supervision: Amirali Jafarnejadgro; Methodology: Farshad Ghorbanlou; Investigation, Writing original draft, and Writing review & editing: All authors; Data collection: Farshad Ghorbanlou and Amir Fathollahi; Data analysis: Farshad Ghorbanlou and Amir Fathollahi; Funding acquisition and Resources: Amirali Jafarnejadgro, Farshad Ghorbanlou and Amir Fathollahi.

##### Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest

## مقاله پژوهشی

# اثرات یک دوره برنامه تمرین اصلاحی با ترابند بر فعالیت الکتریکی عضلات در افراد دارای عارضه ژنوالگوم طی دودین

فرشاد قربانلو<sup>۱</sup>، \*امیرعلی جعفرنژادگرو<sup>۲</sup>، امیر فتح‌الهی<sup>۳</sup>

۱. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.  
۲. گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

## چکیده

تاریخ دریافت: ۱۳ اردیبهشت ۱۳۹۹  
تاریخ پذیرش: ۲۷ تیر ۱۳۹۹  
تاریخ انتشار: ۰۱ آذر ۱۴۰۰

**مقدمه و اهداف:** زانوی ضربدری یکی از شایع‌ترین عارضه‌های اندام تحتانی می‌باشد که عملکرد افراد را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثرات یک دوره برنامه تمرین با ترابند بر فعالیت الکتریکی عضلات در افراد دارای عارضه زانوی ضربدری طی دودین بود.

**مواد و روش‌ها:** پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و کارآزمایی بود. ۲۴ دانشجوی پسر دارای زانوی ضربدری (۲۰-۳۰ سال) به‌صورت تصادفی در دو گروه کنترل و آزمایش قرار گرفتند. تمرینات اصلاحی به مدت ۸ هفته با استفاده از ترابند برای گروه آزمایش انجام شد. فعالیت الکتریکی عضلات منتخب بوسیله دستگاه الکترومایوگرافی ثبت شد. برای تحلیل‌های آماری از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج پژوهش حاضر نشان داد فعالیت الکتریکی عضله دوسر رانی کاهش معناداری را در فاز اتکای دودین به اندازه ۶۹/۹۸ درصد طی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون دارد ( $P=0/002$ ;  $d=1/88$ ). فعالیت الکتریکی عضله نیمه وتری در فاز اتکای دودین طی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش معناداری را به اندازه ۳۳/۷۷ درصد نشان داد ( $P=0/024$ ;  $d=0/86$ ). فعالیت الکتریکی سایر عضلات در گروه آزمایش، هیچ‌گونه اختلاف معناداری را طی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون نشان نداد ( $P>0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** کاهش فعالیت عضله دوسر رانی در افراد دارای زانوی ضربدری، نشان‌دهنده تأثیر مثبت تمرینات اصلاحی با استفاده از ترابند و بهبود عملکرد در فعالیت‌های روزمره در این افراد می‌باشد.

## کلیدواژه‌ها:

تمرینات اصلاحی،  
فعالیت الکتریکی  
عضلات، زانوی  
ضربدری، دودین

## مقدمه

مفصل زانو مانند مفاصل دیگر بدن تحت‌تأثیر نقص‌ها، آسیب‌ها و بیماری‌ها قرار می‌گیرد. عوامل زیادی مفصل زانو را منحصر به فرد ساخته است که از جمله آن‌ها می‌توان به حفظ و تحمل وزن بدن در زمان حرکات ایستا و پویا اشاره کرد [۱]. از آنجا که پا محل اتصال بدن با زمین است، انحرافات ساختاری به‌ویژه در زانو احتمال بروز آسیب در افراد را افزایش می‌دهد و ممکن است مانع مشارکت آن‌ها در فعالیت‌ها شود [۲]. ناهنجاری در اندام تحتانی می‌تواند بر بیومکانیک<sup>۱</sup> حرکات انسان مانند دودین

اثر منفی بگذارد و به علائم ناپایداری منجر شود [۳]. عواملی همچون تغییرات در راستای مکانیکی اندام تحتانی باعث تغییراتی در فعالیت عضلات اطراف مفاصل و در مکانیک راه رفتن و دودین می‌شود که مهم‌ترین تغییر در این محور افزایش والگوس<sup>۲</sup> زانو می‌باشد. چاقی، راشیتیس (بیماری نرمی استخوان)، ضربه، پارگی رباط‌های زانو می‌توانند از علل بوجود آمدن زانوی ضربدری باشند [۴]. والگوس غیر طبیعی زانو در هنگام دودین به‌ویژه در مرحله اتکا و یا در موقع فرود در اجرای ورزش‌های مختلف با برخی از آسیب‌های شایع زانو نظیر آسیب لیگامنت<sup>۳</sup>

2. Valgus  
3. Ligament

1. Biomechanic

\* نویسنده مسئول:

امیرعلی جعفرنژادگرو

نشانی: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی.

تلفن: ۰۵۱۴۶۲۱۴ (۹۱۰) ۹۸+

رایانامه: amiralijafarnezhad@gmail.com

ماهرانه برای رهایی از درد، شل‌سازی عضلاتی، تسهیل حرکت در ساختمان‌های مختلف بدن، کاهش تورم و افزایش دامنه حرکتی در بیماران مختلف می‌باشد [۲۱]. همچنین تکنیک‌های ریلکسیشن، ماساژ و ورزش‌های کششی نیز برای کاهش درد و تنش عضله به کار برده می‌شود [۲۲]. مطالعات قبلی اثرات مثبتی از برنامه‌های تمرین اصلاحی با مقدار مناسب برای بهبود اختلالات عضلانی اسکلتی را نشان داده‌اند [۲۳، ۲۴]. یکی از ابزار تمرینی جدید و در دسترس برای استفاده در تمرینات اصلاحی تراباند (باند الاستیکی) می‌باشند [۲۵]. تراباند ابزاری ارزان قیمت، قابل حمل و مفید در افزایش قدرت عضلاتی بوده و مشکلات استفاده از کارهای مقاومتی با وزنه به‌ویژه در افراد دارای عارضه را ندارد [۲۶]. مداخلات تمرینی از جمله تمرینات مناسب مقاومتی با باند الاستیک برای بهبود قدرت و توانایی حفظ تعادل اندام تحتانی مثبت گزارش شده است و می‌تواند فشار بیش از حد به قسمت داخلی زانو و خطر پیشرفت آسیب ساختاری را کاهش دهد [۲۷]. آکتوک و زایت برگ<sup>۶</sup> [۲۸] پژوهش خود را با این سؤال آغاز کردند که آیا تمرینات انجام‌شده با ترابند در تعادل قدرت عضله زانو تأثیر دارد؟ آن‌ها ۲۷ مرد فوتبالیست حرفه‌ای را تحت تمرینات مقاومتی با استفاده از ترابند قرار دادند که ۱۳ فوتبالیست در گروه تمرین و ۱۴ فوتبالیست در گروه کنترل قرار گرفتند. تمرینات به مدت ۱۰ هفته و بر هر دو پای قالب و غیر قالب اعمال شد و نتایج مثبت و اثرگذاری بر هر دو پا در گروه تمرین مشاهده شد. حال اینگونه موارد در مطالعات بنیادی انجام شده است، اما پاسخ الکترومایوگرافی<sup>۷</sup> عضلات زانو بعد از انجام تمرینات درمانی مورد بررسی قرار نگرفته است تا مشخص شود آیا تمرین باعث تغییر و بهبود در پاسخ فعالیت الکترومایوگرافی عضلات متعاقب یک دوره تمرین اصلاحی با استفاده از ترابند می‌شود؟ روش‌های مختلفی برای بررسی تأثیرگذاری تکنیک‌های درمانی پیشنهاد شده است که به علت تأثیر این تکنیک‌ها بر روی عضلات، بررسی فعالیت الکتریکی عضلات به‌عنوان یک روش مناسب به‌نظر می‌رسد.

الکترومایوگرافی سطحی یکی از روش‌های غیر تهاجمی برای ارزیابی فعالیت و یا مدت زمان فعالیت‌های عضلات است که به‌طور گسترده در شاخه‌های متفاوت بیومکانیک اسکلتی عضلانی از جمله در مطالعات توان‌بخشی، علم ارگونومی و علوم حرکتی استفاده می‌شود. از مزایای مهم الکترومایوگرافی می‌توان به غیر تهاجمی و اقتصادی بودن آن اشاره کرد [۲۹]. در کلیه این کاربردها، سیگنال‌های ای‌ای‌ام‌جی<sup>۸</sup> در دو فضای کلی فرکانسی و دامنه‌ای تحلیل می‌شود. از این رو، می‌توان از الکترومایوگرافی به‌عنوان روشی مناسب برای بررسی تأثیر تمرینات اصلاحی ذکر کرد.

مقاطع قدامی و نیز آسیب و درد سندرم پتلوفمورال<sup>۴</sup> مرتبط است [۵]. افراد دارای عارضه زانوی ضربدری میزان بیشتری از خطر پیشرفت بیماری و همچنین ریسک افزایش استئوآرتریت<sup>۵</sup> زانو در قسمت خارجی را نسبت به افراد سالم یا بیماران دارای عارضه زانوی پرانتری نشان داده‌اند [۶-۸]. پژوهش‌های انجام شده بر روی بیماران میان‌سال و سالخورده دارای عارضه زانوی ضربدری و استئوآرتریت زانو در بخش خارجی نشان داده است این عارضه باعث کاهش گشتاور اداکتوری زانو، کاهش چرخش اداکتوری زانو و کاهش فلکشن زانو می‌شود در مقایسه با گروه سالم و بیمارانی که این عارضه را در بخش داخلی زانو داشته‌اند [۹-۱۱]. گشتاور اداکتوری داخلی زانو، یک نشانگر معتبر برای بارگذاری مکانیکی مفصل زانو طی دویدن [۱۲، ۱۳]، تنها یک ارتباط ضعیف را با عارضه زانوی ضربدری توسط رادیوگرافی استاتیک نشان داد [۱۴، ۱۵]. همچنین نشان داده شده است افراد مبتلا به زانوی ضربدری و استئوآرتریت خارجی زانو اوج گشتاور اداکتوری زانوی کمتر، اداکشن کمتر در حالت چرخش و کاهش فلکشن مفصل زانو را در مقایسه با افراد دارای زانوی پرانتری یا گروه سالم داشته‌اند [۹، ۱۰]. برخی مطالعات رابطه مستقیمی بین فعالیت عضلات ران با والگوس زانو نشان داده‌اند، به این ترتیب که افزایش فعالیت عضلات ران به افزایش والگوس زانو منجر شده بود [۱۶، ۱۷]. برخی مطالعات به بررسی میزان شیوع این عارضه بین دانش‌آموزان و افراد جامعه پرداخته است که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعه بابایی لاهیجانی پرداخت که میزان شیوع اختلالات اندام تحتانی را بین دانش‌آموزان ۷-۱۱ سال شهرستان رشت ۶۰ درصد گزارش کرد [۱۸]. همچنین شجاع‌الدین در مطالعه‌ای که به بررسی اختلالات اندام تحتانی دانش‌آموزان دماوندی پرداخته بود میزان شیوع این اختلالات را حدود ۶۹/۷۳ درصد اعلام کرد که از بین این افراد، حدود ۲۰/۹۱ درصد دانش‌آموزان زانوی ضربدری بودند [۱۹]. با توجه به میزان گسترش و شیوع عارضه زانوی ضربدری، پیدا کردن روش مناسب برای پیشگیری از آسیب‌های ثانویه این عارضه و بهبود کارایی عضلات ناحیه زانو از اهمیت بالایی برخوردار است.

امروزه روش‌های مختلفی برای اصلاح عارضه زانوی ضربدری به کار می‌رود که هدف تمامی آن‌ها پیشگیری از افزایش خطرات آسیب و بهبود این عارضه می‌باشد. رویکرد جدید طب ورزش در به حرکت درآوردن زود هنگام بیمار با استفاده از درمان عملکردی است و بی‌حرکتی مطلق با استفاده از آتل‌های گچی در حال منسوخ شدن است. تیپینگ یک عضو یا بخشی از بدن مشابه کاربرد یک آتل انعطاف‌پذیر است که به کاهش فشار بر ناحیه آسیب‌دیده و پیشگیری از بروز ضایعات بیشتر کمک می‌کند [۲۰]. درمان‌های دستی نوعی از درمان‌های فیزیوتراپی است که مبنای آن استفاده از دست و اجرای تکنیک‌های خاص و

6. Aktug & Zightborg  
7. Electromyography  
8. EMG

4. Patellofemoral  
5. Osteoarthritis



گمان می‌رود تمرینات با استفاده از ترابند می‌تواند فعالیت الکتریکی عضلات مرتبط با زانوآلگوم را در افراد زانوی ضربدری بهبود بخشد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثرات یک دوره برنامه تمرین با ترابند بر فعالیت الکتریکی عضلات در افراد دارای عارضه زانوی ضربدری طی دویدن است.

## روش کار

پژوهش حاضر از نوع کارآزمایی بود. جامعه آماری پژوهش حاضر افراد دارای زانوی ضربدری شهرستان اردبیل بودند. نرم‌افزار جی‌پاور<sup>۱</sup> نشان داد برای اندازه اثر برابر با ۰/۷، سطح معناداری برابر با ۰/۰۵ و توان آماری برابر با ۰/۸ هنگام استفاده از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری با طرح تعاملی درون و بین گروهی تعداد حداقل ۱۲ نمونه در هر گروه مورد نظر می‌باشد. بنابراین تعداد ۲۴ پسر دارای زانوی ضربدری از دانشجویان دانشگاه محقق اردبیلی به صورت تصادفی در دو گروه تمرین (۲۰-۳۰ سال) (قد=۱۷۶±۰/۰۶، وزن=۸۳/۳۵±۱/۱۰) و شاخص توده بدنی=۳۰/۲۳±۳/۴۵ و گروه کنترل (۲۰-۳۰ سال) (قد=۱۷۸/۱۲±۰/۱، وزن=۸۰/۱۵±۱/۵۰ و شاخص توده بدنی=۲۵/۳۶±۳/۲۰) قرار گرفتند. برای ارزیابی میزان والگوس افزایش یافته زانو از کولیس استفاده شد. به این صورت که از آزمودنی‌ها خواسته شد در وضعیت آناتومیکی بایستند، سپس فاصله دو قوزک داخلی پاها با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. افراد دارای زانوی ضربدری درجه یک (فاصله بین قوزک‌های داخلی کمتر از ۲/۵ سانتی‌متر) وارد پژوهش شدند [۳۰].

معیارهای خروج از پژوهش شامل سابقه شکستگی، مشکلات عصبی عضلانی، اختلاف طول اندام بیشتر از ۵ میلی‌متر، عدم وجود عارضه زانوی ضربدری و یا دارا بودن فعالیت فیزیکی سنگین طی دو روز قبل از آزمون بود. برای حذف اثرات فیزیولوژیکی ناشی از فعالیت فیزیکی سنگین و خستگی بر نتایج پژوهش آزمودنی‌ها از فعالیت سنگین دو روز قبل از آزمون منع شدند. پای برتر همه آزمودنی‌ها سمت راست شناسایی شد [۱۶]. ضمناً در تمامی مراحل، اخلاق پژوهشی رعایت شد و از شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه شرکت در پژوهش اخذ شد. تمام موارد اجرای پژوهش مطابق با اعلامیه هلسینکی بود [۳۱].

پژوهش حاضر در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون برگزار شد. آزمودنی‌ها کوشش دویدن را در مسیر ۱۰ متری آزمایشگاه پس از قرارگیری الکترودها روی عضلات انجام دادند. هر مرحله با سه کوشش صحیح ثبت شد. تلاش شده است تا سیگنال الکترومایوگرافی تمامی عضلات به صورت صحیح ثبت شده باشد. آزمودنی‌ها در ابتدای هر دو مرحله آزمون به مدت ۱۰ دقیقه مشغول گرم کردن به صورت حرکات کششی و جهشی شدند. پس از اتمام آزمون سرد کردن انجام شد.

9. G\*power

نوارهای ترابند<sup>۱۰</sup> از مقاومت پایین تا مقاومت بالا به ترتیب (زرد، قرمز، سبز، آبی، سیاه و نقره‌ای) برای اجرای تمرینات مقاومتی مورد استفاده قرار گرفت [۳۲]. در این پژوهش به علت عدم توان اجرای حرکات توسط آزمودنی‌ها فقط از سه رنگ زرد، قرمز و آبی استفاده شد. دو هفته اول تمرینات کششی برای گروه عضلات اداکتور ران، عضله دو سر رانی و کشنده پهن انجام شد. مدت زمان کشش شامل چهار نوبت ۳۰ ثانیه‌ای برای هر حرکت بود [۳۳]. بعد از دوره دو هفته‌ای پروتکل تمرینات کششی، آزمودنی‌ها تمرینات مقاومتی با ترابند را برای مدت ۶ هفته و سه جلسه در هفته اجرا کردند. آزمودنی‌ها قبل از اجرای تمرینات با شیوه تمرینات آشنا شده بودند.

هر جلسه تمرینی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی، به دنبال آن تمرینات مقاومتی ۳۵ تا ۴۰ دقیقه و در پایان تمرینات سرد کردن انجام می‌شود. به دنبال مرحله سازگاری دو هفته‌ای با مقاومت خارجی با شدت پایین نوار ترابند زرد رنگ، یک ست شامل ۱۴ تکرار در هر حرکت بود و مقاومت بیشتر تنها زمانی اعمال می‌شد که آزمودنی قادر بود حرکت را به طور کامل و بدون هیچ چالشی اجرا کند. شدت تمرین به طور پیش‌رونده‌ای با توجه به میزان مقاومت هر نوار (بر اساس جدول طول نیرو ترابند) از رنگ زرد به قرمز و بالاتر افزایش پیدا کرد [۳۴]. همچنین، حجم تمرین نیز با افزایش تعداد ست‌ها از یک به دو توسعه پیدا کرد. نرخ افزایش بر اساس بهبود در هر فرد بود و رنگ نوار زمانی تغییر می‌کرد که شرکت‌کننده قادر به اجرای دو یا تعداد تکرار بیشتری در ست دوم باشد [۳۵].

تمرینات کششی و مقاومتی در هر دو پا به صورت همزمان انجام می‌شد. نمونه‌ای از تمرینات مقاومتی با استفاده از ترابند در تصویر شماره ۱ قابل مشاهده است. از آزمودنی‌ها خواسته شد طی جلسات تمرین اصلاحی در هیچ تمرینی شرکت نکنند. پس از اتمام دوره تمرینات اصلاحی، پس‌آزمون مشابه پیش‌آزمون از آزمودنی‌ها گرفته شد. برای حذف اثرات فیزیولوژیکی آنی آخرین جلسه تمرینی، پس‌آزمون ۶ روز پس از آخرین جلسه تمرینی انجام شد [۳۶]. همچنین در جدول شماره ۱، نمونه‌ای از حرکات کششی و تقویتی مورد استفاده در پژوهش نشان داده شده است.

میزان فعالیت عضلات درشت نئی قدامی<sup>۱۱</sup>، دوقلوی داخلی<sup>۱۲</sup>، پهن داخلی<sup>۱۳</sup>، پهن خارجی<sup>۱۴</sup>، راست رانی<sup>۱۵</sup>، دوسر رانی<sup>۱۶</sup>، نیمه وتری<sup>۱۷</sup> و عضله سیرینی میانی<sup>۱۸</sup> سمت راست طی دویدن ثبت شد. برای

10. Thera-Band, Akron, Ohio, US
11. Tibialis Anterior (TA)
12. Gastrocnemius Muscle (GM)
13. Vastus Medialis (VM)
14. Vastus Lateralis Muscle (VL)
15. Rectus Femoris Muscle (RF)
16. Biceps Femoris Muscle (BF)
17. Semitendinosus Muscle (ST)
18. Gluteus medius (Gut M)

روی یک پا (پای سمت راست که الکتروود بر روی آن قرار دارد) ایستاده و به مدت ۵ ثانیه بر روی پنجه خود قرار گیرد. همچنین برای ثبت اوج فعالیت عضله درشتنی قدامی آزمودنی پای خود را در زیر یک صفحه ثابت قرار داد و حرکت دورسی فلکشن را انجام داد (پاشنه روی زمین ثابت بود و پنجه رو به بالا حرکت کرده و انقباض ایزومتریک را ایجاد کرد) و اوج فعالیت ایزومتریک این عضله ثبت شد.

با استفاده از نرم افزار Biometrics ltd<sup>۲۶</sup> و متلب<sup>۲۷</sup> تمامی داده های الکترومایوگرافی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و اطلاعات حاصله در محیط اکسل ثبت شد.

نرمال بودن توزیع خطاها، ناخودهمبسته بودن خطاهای مدل و ثابت بودن واریانس خطاها مورد تأیید قرار گرفت. آزمون آماری آنالیز واریانس با اندازه های تکراری<sup>۲۸</sup> برای مقایسه داده ها بین پیش آزمون و پس آزمون دو گروه استفاده شد. از نسخه ۲۱ نرم افزار SPSS و در سطح معناداری برابر با  $P < 0.05$  استفاده شد. از تست بنفرنی<sup>۲۹</sup> به عنوان تست تعقیبی استفاده شد.

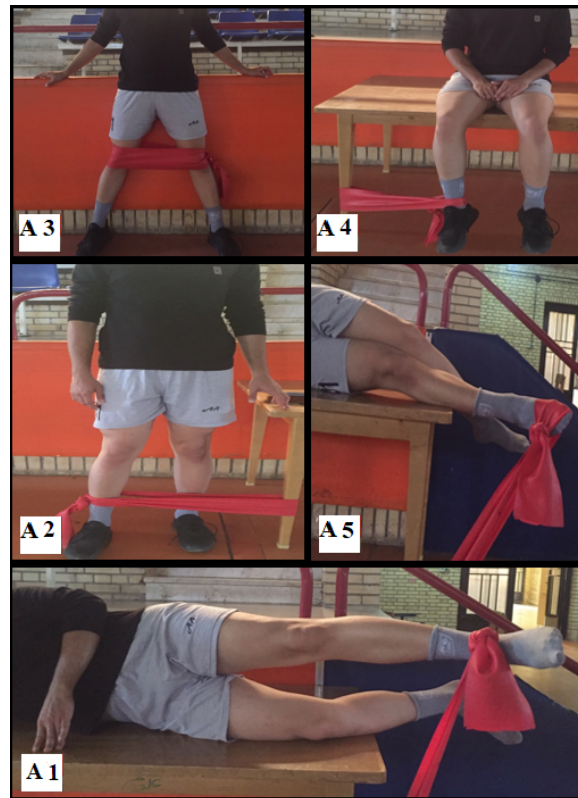
میزان اندازه اثر در این پژوهش با استفاده از رابطه دی کوهن<sup>۳۰</sup> و به ترتیب زیر محاسبه شد [۴۱] (فرمول شماره ۱):

$$1. D = (mean1 - mean2) / \left( \frac{SD1 + SD2}{2} \right)$$

## نتایج

**جدول شماره ۲** نشان دهنده میانگین و انحراف استاندارد پیش آزمون های دو گروه کنترل و آزمایش می باشد. طی مقایسه پیش آزمون های دو گروه آزمایش و کنترل، نتایج هیچ گونه اختلاف معناداری را در عضلات منتخب اندام تحتانی نشان نداد ( $P > 0.05$ ) (جدول شماره ۲).

**جدول شماره ۳** نشان دهنده میانگین و انحراف استاندارد گروه آزمایش و کنترل طی پیش آزمون و پس آزمون دویدن می باشد. مطابق نتایج، فعالیت الکتریکی عضله دوسر رانی کاهش معناداری را در فاز اتکای دویدن به اندازه  $69/98$  درصد طی پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون نشان داده است ( $P = 0.002$ ;  $d = 1/88$ ) (جدول شماره ۳). همچنین در یافته های تحقیق فعالیت الکتریکی عضله نیمه وتری در فاز اتکای دویدن طی پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون کاهش معناداری به اندازه  $33/77$  درصد نشان داده شد ( $P = 0.024$ ;  $d = 0/86$ ) (جدول شماره ۳). فعالیت الکتریکی در سایر عضلات هیچ گونه اختلاف معناداری را پس از دوره تمرینی نشان نداد ( $P > 0.05$ ) (جدول شماره ۳).



تصویر ۱. نمونه ای از تمرینات تقویتی با استفاده از تراباند

ثبت فعالیت الکتریکی عضلات از دستگاه الکترومایوگرافی<sup>۱۹</sup> ۸ کاناله بی سیم و الکترودهای سطحی مدل دو قطبی (ساخت کشور انگلستان) جفت الکتروود مرجع نقره/کلرید نقره<sup>۲۰</sup> دو قطبی (شکل دایره ای با قطر ۱۱ میلی متر؛ فاصله ۲۵ میلی متر از مرکز تا مرکز؛ امپدانس ورودی  $10.0 M\Omega$ ؛ نسبت رد شایع حالت ۱۱۰ دسی بل<sup>۲۱</sup> در ۵۰ تا ۶۰ هرتز<sup>۲۲</sup>) استفاده شد. فیلترهای پایین گذر ۵۰۰ هرتز و بالاگذر ۱۰ هرتز و همچنین ناچ فیلتر<sup>۲۳</sup> (برای حذف نویز برق شهری) ۶۰ هرتز برای فیلترینگ داده های خام الکترومایوگرافی انتخاب شد [۳۹]. همچنین نرخ نمونه برداری در فعالیت الکتریکی عضلات برابر ۱۰۰۰ هرتز قرار گرفت. محل عضلات منتخب و اعمالی مانند تراشیدن محل الکتروودگذاری و تمیز کردن با الکل (۷۰ درصد اتانول- $C_2H_5OH$ ) طبق توصیه نامه اروپایی جهت سنجش غیرتهاجمی فعالیت الکتریکی عضلات سطحی<sup>۲۴</sup> انجام شد [۴۰].

اوج فعالیت عضلات ذکر شده به صورت بیشترین انقباض ایزومتریک ارادی<sup>۲۵</sup> ثبت شد. برای نمونه اموی آیی سی فعالیت عضله دوقلوی داخلی بدین صورت ثبت شد که از آزمودنی خواسته شد

19. Biometrics ltd, UK
20. Silver-silver chloride (Ag/AgCl)
21. Decibel (db)
22. Hz
23. Notch Filters (NF)
24. Surface EMG for A Non Invasive Assessment of Muscles (SENIAM)
25. Maximum voluntary isometric contraction (MVIC)

26. Biometrics DataLINK Interface Library (Biometrics Ltd)
27. MATrix LABoratory (MATLAB)
28. Repeated measure ANOVA
29. Bonferroni
30. Cohen's d

جدول ۱. نمونه‌ای از حرکات کششی و تقویتی مورد استفاده در پژوهش

| حرکات                                     | شرح                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کشش اداکتورهای ران                        | در وضعیت نشسته هر دو زانو را خم کرده کف پاها را به یکدیگر می‌چسباند. زانوها را به سمت زمین پایین برده تا میزان کشش افزایش یابد.                                                                                                                                                                                                                                                |
| کشش عضله کشنده پهن نیام                   | در وضعیت نشسته اندام تحتانی را بالا آورده و به سمت داخل بدن حرکت داده می‌شد [۳۷].<br>برای کشش آسانتر کشنده پهن نیام، حرکت از وضعیت ایستاده شروع شده و اندام تحتانی یک سمت به صورت قیچی‌وار از پشت اندام تحتانی سمت دیگر تا حداکثر دامنه حرکتی حرکت کرده و بعد از عبور از آن بر روی زمین قرار داده می‌شد. سپس بدون ایجاد تیلت در مفصل ران، وزن تنه به سمت پای مقابل برده می‌شد. |
| کشش عضله دوسر رانی                        | در یک وضعیت سوپاین فرد زانوی خود را ابتدا به حالت اکستنشن برده و سپس چرخش داخلی در آن ایجاد می‌کرد [۳۷].                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| تمرین تقویتی عضلات اداکتور ران            | عضلات اداکتور با سه تمرین تقویت می‌شدند:<br>در وضعیت درازکشیده به پهلو در حالیکه اندام بالایی برای اجرای حرکت اداکتشن در برابر مقاومت استفاده می‌شد در وضعیت ایستاده و در حرکت گامبرداری به پهلو درحالی‌که تراباند به قسمت پایین ران متصل بود [۳۸].                                                                                                                            |
| تمرینات تقویتی عضلات چرخش‌دهنده خارجی ران | این تمرین بر روی عضلات چرخش‌دهنده خارجی ران در حالی‌که آزمودنی بر روی میز با زاویه فلکشن ران ۹۰ درجه نشسته بود، انجام شد.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| تمرینات تقویتی عضلات اینورتور پا          | عضلات اینورتور در وضعیت درازکشیده به پهلو (با استفاده از نوار مقاومتی) تراباند طی حرکت اینورتورن تقویت شد [۳۸].                                                                                                                                                                                                                                                                |

## طب توانبخش

## بحث

اندام تحتانی نیروهای وارده بر کمپارتمان‌های داخلی و خارجی را منجر می‌شود که این امر تمایل به رشد و پیشرفت به یک سمت مفصل زانو را نشان می‌دهد، زیرا بیشتر بارهای وارده بر زانو در یک بخش یا کمپارتمان وارد می‌شود [۱۳]. ناکارآمدی عضلات در اندام تحتانی عارضه‌های مختلفی به دنبال دارد [۴۳] که از عارضه‌های شایع آن می‌توان به زانو ضربدری<sup>۳۱</sup> و زانو پرانتری<sup>۳۲</sup> اشاره کرد که هر دو، نوعی اختلال در راستای طبیعی ساق پا هستند [۴۴، ۴۵].

والگوس یا ضربدری شدن زانو با ایجاد تغییراتی در راستای طبیعی وضعیت بدنی در اندام تحتانی، به نوبه خود ممکن است تغییراتی در راستای مرکز ثقل بدن نسبت به سطح اتکا ایجاد و

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثرات یک دوره تمرین با تراباند بر فعالیت الکتریکی عضلات در افراد دارای عارضه زانوی ضربدری طی دویدن بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد فعالیت الکتریکی عضله دوسر رانی در گروه آزمایش طی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش معناداری داشت. همچنین فعالیت الکتریکی عضله نیمه وتری نیز کاهش معناداری را در گروه آزمایش پس از تمرینات اصلاحی با استفاده از تراباند از خود نشان داد. سایر عضلات هیچ‌گونه اختلاف معناداری نشان ندادند.

توزیع غیر طبیعی نیروهای وارده بر اندام تحتانی باعث تحمیل بار اضافه بر مفاصل اندام تحتانی و متعاقب آن حرکات غیر طبیعی و ناکارآمدی عضلات می‌شود [۴۲]. برهم خوردن حالت طبیعی

31.Genu valgum  
32.Genu varum

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار پیش‌آزمون‌های دو گروه کنترل و آزمایش طی دویدن

| عضله           | میانگین ± انحراف معیار |            | P     |
|----------------|------------------------|------------|-------|
|                | کنترل                  | آزمایش     |       |
| درشت‌تنی قدامی | ۲۶/۳۷±۸/۱۴             | ۲۵/۳۵±۴/۰۸ | ۰/۸۹۰ |
| دوقلوی داخلی   | ۴۳/۵۸±۲/۱۶             | ۵۶/۹۸±۸/۰۵ | ۰/۱۵۶ |
| پهن خارجی      | ۳۸/۱۵±۹/۸۴             | ۳۱/۱۹±۳/۰۳ | ۰/۶۱۶ |
| پهن داخلی      | ۲۸/۰۷±۷/۸۶             | ۲۵/۴۶±۹/۷۲ | ۰/۶۸۹ |
| راست رانی      | ۲۱/۷۱±۲/۱۴             | ۱۷/۳۴±۱/۵۹ | ۰/۵۷۴ |
| دوسر رانی      | ۱۱/۵۱±۴/۳۷             | ۱۳/۶۹±۳/۶۲ | ۰/۳۴۲ |
| نیمه وتری      | ۱۱/۰۷±۵/۱۵             | ۱۴/۵۸±۵/۰۱ | ۰/۱۴۰ |
| سرینی میانی    | ۴۲/۸۰±۳/۳۷             | ۳۰/۴۳±۸/۷۵ | ۰/۲۶۶ |

## طب توانبخش

P<۰/۰۵\*



جدول ۳. میانگین و انحراف استاندارد دو گروه کنترل و آزمایش در دو زمان پیش‌آزمون و پس‌آزمون طی دوییدن

| عضله          | میانگین ± انحراف استاندارد |             | درصد تغییر | میانگین ± انحراف استاندارد |             | درصد تغییر | P | اثر زمان | اثر گروه | اثر زمان * گروه |
|---------------|----------------------------|-------------|------------|----------------------------|-------------|------------|---|----------|----------|-----------------|
|               | گروه کنترل                 |             |            | گروه آزمایش                |             |            |   |          |          |                 |
|               | پیش آزمون                  | پس آزمون    |            | پیش آزمون                  | پس آزمون    |            |   |          |          |                 |
| درشتننی قدامی | ۲۶/۳۷±۸/۱۴                 | ۲۸/۲۵±۱۰/۱۴ | ۲۴/۳۴      | ۲۵/۳۵±۴/۰۸                 | ۲۷/۴۱±۱۱/۷۵ | ۷/۵۲       |   | ۰/۱۲۵    | ۰/۷۱۴    | ۰/۳۹۸           |
| دوقلوی داخلی  | ۴۳/۵۸±۲/۱۶                 | ۴۱/۸۷±۳/۵۵  | ۴/۰۹       | ۵۶/۹۸±۸/۰۵                 | ۵۷/۹۶±۸/۵۰  | ۱/۶۸       |   | ۰/۹۳۷    | ۰/۰۶۳    | ۰/۸۱۰           |
| پهن خارجی     | ۳۸/۱۵±۹/۸۴                 | ۴۸/۷۱±۳/۸۱  | ۲۱/۶۷      | ۳۱/۱۹±۳/۰۳                 | ۳۵/۸۹±۶/۰۶  | ۱۳/۰۹      |   | ۰/۲۸۷    | ۰/۳۹۶    | ۰/۶۷۸           |
| پهن داخلی     | ۲۸/۰۷±۷/۸۶                 | ۳۴/۱۳±۲/۳۳  | ۱۷/۷۴      | ۲۵/۴۶±۹/۷۲                 | ۳۷/۹۱±۳/۱۳  | ۳۲/۸۴      |   | ۰/۰۳۰    | ۰/۹۳۸    | ۰/۴۲۵           |
| راست رانی     | ۲۱/۷۱±۲/۱۴                 | ۳۶/۵۱±۴/۴۶  | ۴۰/۵۴      | ۱۷/۳۴±۱/۵۹                 | ۱۹/۷۷±۶/۹۱  | ۱۰/۴۷      |   | ۰/۱۳۰    | ۰/۱۹۱    | ۰/۳۴۴           |
| دوسر رانی     | ۱۱/۵۱±۴/۳۷                 | ۱۰/۷۹±۲/۸۶  | ۶/۶۷       | ۱۳/۶۹±۳/۶۲                 | ۸/۰۵±۲/۳۶   | ۶۹/۹۸      |   | ۰/۰۰۲    | ۰/۸۲۰    | ۰/۰۱۳*          |
| نیمه وتری     | ۱۱/۰۷±۵/۱۵                 | ۱۱/۴۷±۶/۳۳  | ۳/۵۰       | ۱۴/۵۸±۵/۰۱                 | ۱۰/۹۰±۳/۴۶  | ۳۳/۷۷      |   | ۰/۰۹۴    | ۰/۴۸۹    | ۰/۰۴۱*          |
| سرینی میانی   | ۴۲/۸۰±۳/۳۷                 | ۴۲/۸۰±۳/۳۷  | ۲۶/۰۸      | ۳۰/۴۳±۸/۷۵                 | ۳۰/۴۳±۸/۷۵  | ۴۴/۱۳      |   | ۰/۳۴۱    | ۰/۰۸۴    | ۰/۹۷۶           |

سطح معناداری  $P < ۰/۰۵$ 

## طبتوانبخش

افراد دارای آسیب رباط صلیبی قدامی و زانوی ضربدری انجام دادند، پاسخ عصبی عضلانی به بریس زانو در ارتباط با حرکت قدامی درشت‌نهی به هنگام فرود پس از پرش افقی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد به هنگام پوشیدن بریس فعالیت دو عضله نیم وتری و دوسر رانی به‌طور معناداری کاهش یافت. فعالیت عضله راست رانی به‌طور معناداری با افزایش روبه‌رو بود. هیچ کاهش ثابتی در حرکت قدامی درشت‌نهی دیده نشد. یافته‌های اولیه این تحقیق با توجه به تعداد آزمودنی محدود، نشان داد ثبات مفصلی ممکن است نتیجه بازخورد حس عمقی باشد تا اینکه تأثیر ثبات‌دهندگی مکانیکی بریس.

نتایج این مطالعه با یافته‌های پژوهش حاضر همسویی دارد. البته باید بیان کرد نوع مداخله در پژوهش حاضر از نوع اکتیو است و مداخلاتی مانند استفاده از بریس از نوع مداخلات پسیو می‌باشد. بریس زانو از جمله مداخلاتی است که در درمان عارضه‌های راستای اندام تحتانی استفاده می‌شود. همچنین در افرادی که رباط صلیبی قدامی آن‌ها مورد جراحی قرار گرفته است برای افزایش حمایت در مفصل زانو استفاده از بریس زانو توصیه می‌شود [۴۹]. تحقیقات پیشین نشان داده‌اند استفاده از بریس زانو در افراد دارای درد زانو و آسیب‌دیدگان رباط صلیبی قدامی منجر به افزایش حفظ تعادل و ثبات مفصل زانو می‌شود و عملکرد عضلات چهارسر ران را بهبود می‌بخشد [۵۰].

طبق نتایج مطالعات گذشته، هنگامی که فردی فعالیت رو به جلو مانند راه رفتن و دوییدن داشته باشد و همچنین شک در جهت جلو به وی وارد شود، گروه عضلات چهارسر ران نقش مهمی را برای جلوگیری از حرکت بدن به سمت عقب ایفا می‌کنند که در افراد بدون هیچ‌گونه عارضه، میزان فعالیت عضله پهن داخلی

کنترل تعادل بدن را محدود کند [۴۶]. یک مطالعه مدل‌سازی محدود بر روی یک آزمودنی سالم با عارضه زانوی ضربدری در مقایسه با افراد سالم و یا دارای عارضه زانوی پرانتری طی راه رفتن نشان داد بیشترین فشار در این فرد در قسمت کمپارتمان خارجی زانو ایجاد می‌شود [۴۷]. همچنین جعفرنژادگرو و همکاران [۳۷]

در پژوهشی که طی آن به بررسی تأثیر تمرینات اصلاحی بر مولفه‌های نیروهای عکس‌العمل زمین و همچنین ویژگی‌های کینماتیکی سالمندان مبتلا به زانوی ضربدری طی حرکت فرود پرداختند، ۲۶ مرد سالمند مبتلا به زانوی ضربدری را مورد مطالعه قرار دادند. طبق نتایج آن‌ها، تمرینات اصلاحی منتخب باعث بهبود در ویژگی‌های کینماتیکی بین افراد مبتلا به زانوی ضربدری شده و مؤلفه‌های نیروهای عکس‌العمل زمین را نیز بهبود بخشیده است. این بهبود منجر به کاهش آسیب‌های ثانویه و همچنین پیشگیری از خطرات ناشی از افزایش زاویه والگوس زانو شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد فعالیت الکتریکی عضله دوسر رانی و نیم وتری در گروه آزمایش پس از یک دوره تمرین اصلاحی با تراباند کاهش معناداری داشت. برخی مطالعات رابطه مستقیمی بین فعالیت عضلات ران با والگوس زانو نشان داده‌اند. به این ترتیب که افزایش فعالیت عضلات هیپ به افزایش والگوس زانو منجر شده بود [۱۶، ۱۷].

عضله دوسر رانی که در افراد دارای زانوی ضربدری کوتاه شده و نیاز به کشش برای بهبود عملکرد در حرکاتی مانند راه رفتن و دوییدن دارد، طبق نتایج به‌دست آمده کاهش فعالیت را داشته است که این یک نتیجه مطلوب از اثر دوره تمرین اصلاحی است. طی پژوهشی که رامسی و همکاران [۴۸] روی اثر بریس زانو بر بیومکانیک و فعالیت الکترومایوگرافی عضلات ناحیه زانو در

### مشارکت نویسندگان

مفهوم‌پردازی و نظارت: امیرعلی جعفرنژادگرو؛ روش‌شناسی: فرشاد قربانلو؛ تحقیق، نگارش، پیش‌نویس اصلی، و نگارش، بررسی و ویرایش: همه نویسندگان؛ گردآوری اطلاعات: فرشاد قربانلو و امیر فتح‌اللهی؛ تجزیه و تحلیل داده‌ها: فرشاد قربانلو و امیر فتح‌اللهی؛ تأمین مالی و منابع: امیرعلی جعفرنژادگرو، فرشاد قربانلو و امیر فتح‌اللهی.

### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

هنگام مواجه شدن با حرکات ناگهانی نسبت به عضله پهن خارجی بیشتر می‌باشد [۵۱]. این در حالی است که این موضوع در افراد دارای زانوی ضربدری صدق نمی‌کند [۵۱]. نتایج پژوهش حاضر هیچ‌گونه تفاوت معناداری در گروه آزمایش پس از تمرینات اصلاحی در گروه عضلات چهارسر ران نشان نداد. همچنین برغم‌دی و همکاران [۵۲] طی پژوهشی که بر روی افراد سالمند دارای زانوی ضربدری انجام دادند، اثرات یک دوره تمرین اصلاحی با استفاده از ترابند را بر شاخص تقارن اندام تحتانی و ضربه در این افراد را بررسی کردند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، آن‌ها بیان کردند تمرینات مورد استفاده، هیچ‌گونه تأثیری بر شاخص تقارن اندام تحتانی در سالمندان دارای زانوی ضربدری نداشت. به‌طور کلی مطالعات بیشتر در ارتباط با اثرات ترکیبی تمرینات اصلاحی، استفاده از کفش‌های ورزشی و ارتوزها مورد نیاز می‌باشد تا نتایج کاملی در این زمینه به دست آورد [۶۰-۵۳].

پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی بود که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به عدم حضور جنس مؤنث و بررسی اثرات تمرینات اصلاحی بر روی آن‌ها اشاره کرد. ثبت نکردن نیروهای عکس‌العمل زمین یکی دیگر از محدودیت‌های پژوهش حاضر بود.

### نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان از کاهش معناداری فعالیت الکتریکی عضله دوسر رانی داشت. کاهش فعالیت این عضله که در افراد دارای زانوی ضربدری کوتاه شده است، نشان‌دهنده تأثیر مثبت تمرینات اصلاحی با استفاده از ترابند می‌باشد و بهبود عملکرد و کارایی را در فعالیت‌های روزمره و ورزشی این افراد را افزایش می‌دهد. فعالیت الکتریکی سایر عضلات کمپارتمان داخلی که در این افراد از خود ضعف نشان می‌دهند، هیچ‌گونه تغییری نشان نداد که احتمالاً به علت کمبودن زمان دوره تمرینات تقویتی در این افراد می‌باشد.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اردبیل در نظر گرفته شده است و کد اخلاق IR-ARUMS-REC-1397-091 دریافت شده است. پژوهش حاضر با کد کار آزمایشی بالینی IRCT20181223042082N1 به ثبت رسیده است.

### حامی مالی

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی آقای امیرعلی جعفرنژادگرو در گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل می‌باشد.

## References

- [1] Shahidi Zandi Z, Amir-Seifoddini MR, Amiri-Khorasani MT. [Evaluation of lower extremity kinematic characteristics during single-leg landing from different heights in patients with knee valgus deformity (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2017; 6(1):122-31. [DOI:10.22037/JRM.2017.1100299]
- [2] Williams III DS, McClay IS, Hamill J, Buchanan TS. Lower extremity kinematic and kinetic differences in runners with high and low arches. *Journal of Applied Biomechanics*. 2001; 17(2):153-63. [DOI:10.1123/jab.17.2.153]
- [3] Van Gheluwe B, Kirby KA, Hagman F. Effects of simulated genu valgum and genu varum on ground reaction forces and subtalar joint function during gait. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2005; 95(6):531-41. [DOI:10.7547/0950531] [PMID]
- [4] Namavarian N, Rezasoltani A, Rekabizadeh M. [A study on the function of the knee muscles in genu varum and genu valgum (Persian)]. *Journal of Modern Rehabilitation*. 2014; 8 (3):1-9. <http://mrj.tums.ac.ir/article-1-5141-en.html>
- [5] Hunt MA, Birmingham TB, Giffin JR, Jenkyn TR. Associations among knee adduction moment, frontal plane ground reaction force, and lever arm during walking in patients with knee osteoarthritis. *Journal of Biomechanics*. 2006; 39(12):2213-20. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2005.07.002] [PMID]
- [6] Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, Belo JN, Bernsen RM, Reijman M, et al. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis & Rheumatism*. 2007; 56(4):1204-11. [DOI:10.1002/art.22515] [PMID]
- [7] Eckstein F, Wirth W, Hudelmaier M, Stein V, Lengfelder V, Cahue S, et al. Patterns of femorotibial cartilage loss in knees with neutral, varus, and valgus alignment. *Arthritis and Rheumatism*. 2008; 59(11):1563-70. [DOI:10.1002/art.24208] [PMID]
- [8] Felson DT, Niu J, Gross KD, Englund M, Sharma L, Cooke TD, et al. Valgus malalignment is a risk factor for lateral knee osteoarthritis incidence and progression: Findings from the Multicenter Osteoarthritis Study and the Osteoarthritis Initiative. *Arthritis & Rheumatism*. 2013; 65(2):355-62. [DOI:10.1002/art.37726] [PMID] [PMCID]
- [9] Butler RJ, Barrios JA, Royer T, Davis IS. Frontal-plane gait mechanics in people with medial knee osteoarthritis are different from those in people with lateral knee osteoarthritis. *Physical Therapy*. 2011; 91(8):1235-43. [DOI:10.2522/ptj.20100324] [PMID] [PMCID]
- [10] Leitch KM, Birmingham TB, Dunning CE, Giffin JR. Changes in valgus and varus alignment neutralize aberrant frontal plane knee moments in patients with unicompartmental knee osteoarthritis. *Journal of Biomechanics*. 2013; 46(7):1408-12. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2013.01.024] [PMID]
- [11] Weidow J, Tranberg R, Saari T, Kärrholm J. Hip and knee joint rotations differ between patients with medial and lateral knee osteoarthritis: Gait analysis of 30 patients and 15 controls. *Journal of Orthopaedic Research*. 2006; 24(9):1890-9. [DOI:10.1002/jor.20194] [PMID]
- [12] Andriacchi TP, Mündermann A, Smith RL, Alexander EJ, Dyrby CO, Koo S. A framework for the in vivo pathomechanics of osteoarthritis at the knee. *Annals of Biomedical Engineering*. 2004; 32(3):447-57. [PMID]
- [13] Hayashi D, Englund M, Roemer FW, Niu J, Sharma L, Felson DT, et al. Knee malalignment is associated with an increased risk for incident and enlarging bone marrow lesions in the more loaded compartments: The MOST study. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2012; 20(11):1227-33. [DOI:10.1016/j.joca.2012.07.020] [PMID] [PMCID]
- [14] Farr S, Kranzl A, Pablik E, Kaipel M, Ganger R. Functional and radiographic consideration of lower limb malalignment in children and adolescents with idiopathic genu valgum. *Journal of Orthopaedic Research*. 2014; 32(10):1362-70. [DOI:10.1002/jor.22684] [PMID]
- [15] Stief F, Böhm H, Schwirtz A, Dussa CU, Döderlein L. Dynamic loading of the knee and hip joint and compensatory strategies in children and adolescents with varus malalignment. *Gait & Posture*. 2011; 33(3):490-5. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2011.01.001] [PMID]
- [16] Nguyen AD, Shultz SJ, Schmitz RJ, Luecht RM, Perrin DH. A preliminary multifactorial approach describing the relationships among lower extremity alignment, hip muscle activation, and lower extremity joint excursion. *Journal of Athletic Training*. 2011; 46(3):246-56. [DOI:10.4085/1062-6050-46.3.246] [PMID] [PMCID]
- [17] Dix J, Marsh S, Dingenen B, Malliaras P. The relationship between hip muscle strength and dynamic knee valgus in asymptomatic females: A systematic review. *Physical Therapy in Sport*. 2019; 37:197-209. [DOI:10.1016/j.ptsp.2018.05.015] [PMID]
- [18] Babaie Lahijani F. [An investigation of prevalence of lower limb deformities in Rasht District students aged 7-11 years old (Persian)] [MSc. thesis]. Tehran: Tarbiat Modares University; 1994. <https://elmnet.ir/Article/>
- [19] Shojaaeddin S. [The Study of Skeletal Deformity and Relationships with Selected Individual Characteristics in Boys Students of Damavand Secondary Schools (Persian)]. *Journal of Movement Science & Sports*. 2004; 1(3):31-41. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=24572>
- [20] Macdonald R. *Taping techniques: Principles and practice*. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2004. [https://www.google.com/books/edition/Taping\\_Techniques/dFVsAAAAMAAJ?hl=en](https://www.google.com/books/edition/Taping_Techniques/dFVsAAAAMAAJ?hl=en)
- [21] Aure OF, Nilsen JH, Vasseljen O. Manual therapy and exercise therapy in patients with chronic low back pain: a randomized, controlled trial with 1-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003; 28(6):525-31. [DOI:10.1097/01.BRS.0000049921.04200.A6] [PMID]
- [22] Denniston HD. The value of exercise in the control of posture. *The Journal of Health and Physical Education*. 1938 ;9(9):556-81. [DOI:10.1080/23267240.1938.10619905]
- [23] Mohammadi V, Letafatkar A, Sadeghi H, Jafarnezhadgero A, Hilfiker R. The effect of motor control training on kinetics variables of patients with non-specific low back pain and movement control impairment: Prospective observational

- study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2017; 21(4):1009-16. [DOI:10.1016/j.jbmt.2016.12.009] [PMID]
- [24] Ruivo RM, Carita AI, Pezarat-Correia P. The effects of training and detraining after an 8 month resistance and stretching training program on forward head and protracted shoulder postures in adolescents: Randomised controlled study. *Manual Therapy*. 2016; 21:76-82. [DOI:10.1016/j.math.2015.05.001] [PMID]
- [25] Mikesky AE, Topp R, Wigglesworth JK, Harsha DM, Edwards JE. Efficacy of a home-based training program for older adults using elastic tubing. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1994; 69(4):316-20. [DOI:10.1007/BF00392037] [PMID]
- [26] McMaster DT, Cronin J, McGuigan M. Forms of variable resistance training. *Strength & Conditioning Journal*. 2009; 31(1):50-64. [DOI:10.1519/SSC.0b013e318195ad32]
- [27] Erfanian Zorofi F, Moazzami M, Mohammadi MR. [The effect of resistance training on static balance and pain in elderly women with varus knee and osteoarthritis by using elastic band (Persian)]. *Journal of Paramedical Sciences and Rehabilitation*. 2016; 5(2):14-24. [DOI:10.22038/JPSR.2016.6907]
- [28] Aktug ZB. Do the exercises performed with a theraband have an effect on knee muscle strength balances? *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2020; 33(1):65-71. [DOI:10.3233/BMR-181217] [PMID]
- [29] Konrad P. The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography. Noraxon U.S.A. Inc 2005; 1(2005):30-5. <http://www.noraxon.com/wp-content/uploads/2014/12/ABC-EMG-ISBN.pdf>
- [30] Alizade M, Gheytsi M. [Fundamental concepts of corrective exercises (Persian)]. Tehran: Research institute of physical education and sports science; 2013. [http://opac.nlai.ir/opac-prod/search/briefListSearch.do?command=FULL\\_VIEW&id=2879470&pageStatus=1&sortKeyValue1=sortkey\\_title&sortKeyValue2=sortkey\\_author](http://opac.nlai.ir/opac-prod/search/briefListSearch.do?command=FULL_VIEW&id=2879470&pageStatus=1&sortKeyValue1=sortkey_title&sortKeyValue2=sortkey_author)
- [31] World Medical Association. Ethical principles for medical research involving human subjects. Ferney-Voltaire: World Medical Association. [https://www.google.com/books/edition/World\\_Medical\\_Association\\_Declaration\\_of/sTj-jwEACAAJ?hl=en](https://www.google.com/books/edition/World_Medical_Association_Declaration_of/sTj-jwEACAAJ?hl=en)
- [32] Andersen LL, Andersen CH, Mortensen OS, Poulsen OM, Bjørnlund IB, Zebis MK. Muscle activation and perceived loading during rehabilitation exercises: Comparison of dumbbells and elastic resistance. *Physical Therapy*. 2010; 90(4):538-49. [DOI:10.2522/ptj.20090167] [PMID]
- [33] Becker J. Effectiveness of the Streetn Strider as an exercise modality for healthy adults [MS thesis]. La Crosse: University of Wisconsin-La Crosse; 2011. <http://digital.library.wisc.edu/1793/53491>
- [34] Page P, Ellenbecker TS. Strength band training. Champaign: Human Kinetics; 2019. [https://www.google.com/books/edition/Strength\\_Band\\_Training/HZ-fDwAAQBAJ?hl=en&gbpv=0](https://www.google.com/books/edition/Strength_Band_Training/HZ-fDwAAQBAJ?hl=en&gbpv=0)
- [35] Lagally KM, Robertson RJ. Construct validity of the OMNI resistance exercise scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2006; 20(2):252-6. [PMID]
- [36] Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2002; 81(11 Suppl):S52-69. [DOI:10.1097/00002060-200211001-00007] [PMID]
- [37] Jafarnejadgero A, Madadi-Shad M, McCrum C, Karamanidis K. Effects of corrective training on drop landing ground reaction force characteristics and lower limb kinematics in older adults with genu valgus: A randomized controlled trial. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2019; 27(1):9-17. [DOI:10.1123/japa.2017-0315] [PMID]
- [38] Kamonseki DH, Gonçalves GA, Yi LC, Júnior IL. Effect of stretching with and without muscle strengthening exercises for the foot and hip in patients with plantar fasciitis: A randomized controlled single-blind clinical trial. *Manual Therapy*. 2016; 23:76-82. [DOI:10.1016/j.math.2015.10.006] [PMID]
- [39] Farahpour N, Jafarnejadgero A, Allard P, Majlesi M. Muscle activity and kinetics of lower limbs during walking in pronated feet individuals with and without low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2018; 39:35-41. [DOI:10.1016/j.jelekin.2018.01.006] [PMID]
- [40] Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2000; 10(5):361-74. [DOI:10.1016/S1050-6411(00)00027-4]
- [41] Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. Oxfordshire: Taylor & Francis; 2013. [https://www.google.com/books/edition/Statistical\\_Power\\_Analysis\\_for\\_the\\_Behav/cIJH0IR33bgC?hl=en&gbpv=0](https://www.google.com/books/edition/Statistical_Power_Analysis_for_the_Behav/cIJH0IR33bgC?hl=en&gbpv=0)
- [42] Monteiro M, Gabriel R, Aranha J, Neves e Castro M, Sousa M, Moreira M. Influence of obesity and sarcopenic obesity on plantar pressure of postmenopausal women. *Clinical Biomechanics*. 2010; 25(5):461-7. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2010.01.017] [PMID]
- [43] Mongashti Joni Y, Fatahi F, Ghanizadeh Hasar N, Hosseinpour E. Effect of genu varum deformity on gluteus medius muscle activity and postural control during single-leg jump-landing. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*. 2017; 7(2):79-88. [DOI:10.32598/ptj.7.2.79]
- [44] Daneshmandi H, Alizadeh M, Gharakhanlou R. [Corrective action: Detect and prescribing practices (Persian)]. Tehran: SAMT; 2004. <https://lib1.ut.ac.ir:8443/site/catalogue/257296>
- [45] Samadi M, Rajabi R. [Laboratory manual motion correction (Persian)]. Tehran: University of Tehran Publishing Institute; 2009. [https://opac.nlai.ir/opac-prod/search/briefListSearch.do?command=FULL\\_VIEW&id=3267945&pageStatus=0&sortKeyValue1=sortkey\\_title&sortKeyValue2=sortkey\\_author](https://opac.nlai.ir/opac-prod/search/briefListSearch.do?command=FULL_VIEW&id=3267945&pageStatus=0&sortKeyValue1=sortkey_title&sortKeyValue2=sortkey_author)
- [46] Rabiei M, Jafarnejad-Gre T, Binabaji H, Hosseinienejad E, Anbarian M. [Assessment of postural response after sudden perturbation in subjects with genu valgum (Persian)]. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*. 2012; 14(2):90-100. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=158121>
- [47] Yang NH, Nayeab-Hashemi H, Canavan PK, Vaziri A. Effect of frontal plane tibiofemoral angle on the stress and strain at the knee cartilage during the stance phase of gait. *Journal of*

- Orthopedic Research. 2010, 28(12):1539-47. [DOI:10.1002/jor.21174] [PMID]
- [48] Ramsey DK, Wretenberg PF, Lamontagne M, Németh G. Electromyographic and biomechanic analysis of anterior cruciate ligament deficiency and functional knee bracing. *Clinical Biomechanics*. 2003; 18(1):28-34. [DOI:10.1016/S0268-0033(02)00138-9]
- [49] Gustavsson A, Neeter C, Thomeé P, Silbernagel KG, Augustsson J, Thomeé R, et al. A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2006; 14(8):778-88. [DOI:10.1007/s00167-006-0045-6] [PMID]
- [50] Ramsey DK, Briem K, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A mechanical hypothesis for the effectiveness of knee bracing for medial compartment knee osteoarthritis. *The Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*. 2007; 89(11):2398-2407. [PMCID]
- [51] Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS Jr, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*. 2005, 33(4):492-501. [DOI:10.1177/0363546504269591] [PMID]
- [52] Barghmadi M, Jafarnezhadgero A, Gomar M. [Effects of genu valgus corrective training on asymmetry index of ground reaction force characteristics during bilateral drop landing (Persian)]. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2018; 14(27):49-63. [DOI:10.22080/JAEP.2018.1794]
- [53] Jafarnezhadgero AA, Majlesi M, Etemadi H, Robertson DGE. Rehabilitation improves walking kinematics in children with a knee varus: Randomized controlled trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2018; 61(3):125-34. [DOI:10.1016/j.rehab.2018.01.007] [PMID]
- [54] Alavi-Mehr SM, Jafarnezhadgero A, Salari-Esker F, Zago M. Acute effect of foot orthoses on frequency domain of ground reaction forces in male children with flexible flat-feet during walking. *Foot*. 2018; 37:77-84. [DOI:10.1016/j.foot.2018.05.003] [PMID]
- [55] Jafarnezhadgero A, Madadi-Shad M, Alavi-Mehr SM, Granacher U. The long-term use of foot orthoses affects walking kinematics and kinetics of children with flexible flat feet: A randomized controlled trial. *PloS One*. 2018; 13(10):e0205187. [DOI:10.1371/journal.pone.0205187] [PMID] [PMCID]
- [56] Jafarnezhadgero A, Alavi-Mehr SM, Granacher U. Effects of anti-pronation shoes on lower limb kinematics and kinetics in female runners with pronated feet: The role of physical fatigue. *PloS One*. 2019; 14(5):e0216818. [DOI:10.1371/journal.pone.0216818] [PMID] [PMCID]
- [57] Jafarnezhadgero AA, Anvari M, Granacher U. Long-term effects of shoe mileage on ground reaction forces and lower limb muscle activities during walking in individuals with genu varus. *Clinical Biomechanics*. 2020; 73:55-62. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2020.01.006] [PMID]
- [58] Jafarnezhadgero AA, Sorkhe E, Oliveira AS. Motion-control shoes help maintaining low loading rate levels during fatiguing running in pronated female runners. *Gait & Posture*. 2019; 73:65-70. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2019.07.133] [PMID]
- [59] Jafarnezhadgero A, Sorkhe E, Meamarbashi A. Efficacy of motion control shoes for reducing the frequency response of ground reaction forces in fatigued runners. *Journal of Advanced Sport Technology*. 2019; 3(1):8-21. <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=756718>
- [60] Madadi-Shad M, Jafarnezhadgero AA, Sheikhalizade H, Dionisio VC. Effect of a corrective exercise program on gait kinetics and muscle activities in older adults with both low back pain and pronated feet: A double-blind, randomized controlled trial. *Gait & Posture*. 2020; 76:339-45. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2019.12.026] [PMID]



This Page Intentionally Left Blank