

Research Paper

Effect of Proprioception Training on Pain and Knee Joint Position Sense of Athletes With Genuvalgum

Mohammad Rahim Amiri¹, Masoud Golpayegani², Fariba Moradi Vastgani², *Mohammad Mirghasemi³

1. Department of Sport Medicine and Health, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

2. Department of Sport Pathology and Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Arak University, Arak, Iran.

3. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Borujerd Branch, Azad University, Lorestan, Iran.



Citation: Amiri MR, Golpayegani M, Moradi Vastgani F, Mirghasemi M. [Effect of Proprioception Training on Pain and Knee Joint Position Sense of Athletes With Genuvalgum (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2020; 6(3):170-179. <https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.6.3.170>



Article Info:

Received: 13 Sep 2020

Accepted: 04 Nov 2020

Available Online: 01 Dec 2020

Keywords:

Genuvalgum, Proprioception, Knee joint

ABSTRACT

Objective The purpose of this study, the effect of strengthening exercises on proprioception athletes with knee joint position sense in Genuvalgum.

Methods A total of 30 athletes with an age range between 20-30 years voluntarily participated in this study and were randomly divided into two groups (experimental and control) groups. Proprioceptive training program for experimental group for 8 weeks (3 sessions per week, 3 times daily, 20 minutes). The pre-test and post-test to detect the joint position (PFPPS) and the knee proprioception were measured via digital pictures using Auto-CAD software. Data analysis software SPSS V. 16 using paired t-test and one-way analysis of variance.

Results Knee joint proprioception exercises can reduce the reconstruction error.

Conclusion These exercises improve proprioception in athletes with Genuvalgum.

Extended Abstract

1. Introduction

Proprioception is the ability to feel or perceive spatial position and body movements without using the eyes. The joint position's sensory receptors include the muscular spindle's receptors, the Golgi tendon organ, and the articular receptors, which transmit information about this sense to the central nervous system [1]. These receptors are responsible for creating awareness of the state of motion and coordination of different body parts relative to each other [2]. In other words, proprioception is a broad term for the sensation of movement, which receives sensory input from the receptors of the muscular spindle, tendon, and joints, and determines the position and motion of the

joint, and regulates the direction, intensity, and velocity of the joints [3].

It should be noted that knee disorders, such as knock-knees, reduce the knee joint's proprioception, increasing the possibility of injury and pain [1]. This study aimed to evaluate the effect of proprioception exercises on knee joint reconstruction and alleviation of knee pain in athletes with genu valgum.

2. Materials and Methods

In this quasi-experimental study, 30 female athletes (referred to a medical clinic in Arak city) in the age range of 20-30 years were randomly divided into "experimental" and "control" groups. In the pre-test and post-test, the standard knee pain questionnaire was used to measure

* Corresponding Author:

Mohammad Mirghasemi

Address: Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Borujerd Branch, Azad University, Lorestan, Iran.

Tel: +98 (918) 0696694

E-mail: mirghasemi99@yahoo.com

Table 1. Statistical information related to knee angle reconstruction error in the control and experimental groups

Variable	Groups	Pre-test	Post-test	Intra-group Score Difference	T	P
Knee proprioception	Control	2.94±1.85	3.51±2.90	-0.57±2.88	-0.76	0.45
	Experimental	2.25±1.59	1.31±1.23	0.50±1.94	2.40	0.03

Journal of
Sport Biomechanics

the subjects' pain. Then the joint diagnosis test was used to assess the knee's proprioception with digital images (by AutoCAD software). In the experimental group, athletes performed proprioception reinforcement exercises for 8 weeks (three sessions per week, 20 minutes per session). The Kolmogorov-Smirnov test and paired t-test were used to check the data normality and analyze it, respectively. Data were calculated using SPSS software V. 16 and a 95 ($P \leq 0.05$) confidence level.

3. Results

The results of this study indicated that a period of proprioception exercises reduced joint reconstruction error and knee pain in female athletes with genu valgum (Table 1).

4. Discussion and Conclusion

This study aimed to investigate the effect of proprioception exercises on knee joint reconstruction and alleviation of knee pain in female athletes with genu valgum. In the functional test of knee condition diagnosis, which was performed to check the knee's proprioception, the pre-test and post-test information were compared, and the differences were significant. This significance indicated a reduction in angle reconstruction error compared to the pre-test. This information confirms that the training program significantly improves knee proprioception in athletes with knock-knees.

According to the mean in the pre-test and post-test, the results revealed that in the control group, there was no change in the situation of the subjects at the end of the study compared to the beginning. Based on the comparison of the two groups, we concluded that the exercises performed improved knee proprioception in female athletes with painful genu valgum. This study was consistent with the research conducted by Ghaffarinejad (2007), Hakan et al. (2005), and De Bolt (2004) and was not consistent with the study of Larsen et al. (2005) [2-5].

The cause of knock-knee deformity cannot be definitively limited to one factor. Still, it seems that among athletes, repetitive movements that are performed to a large extent can cause the joint to deviate from the average direction and

be inclined to be in a specific position [6]. Being in this particular position is a kind of adaptation to the pressures that put the joint under repetitive force. Of course, it should be noted that genetic factors or the presence of underlying diseases such as osteoporosis can also cause the joint to deviate from its average direction [5].

No different results were obtained from what others have already mentioned, but we looked at these exercises' effect on people with a knock-knee in this study. No research has been done in this field. Simultaneously, as mentioned earlier, in these subjects, we noticed a decrease in proprioception of the knee due to deviation from the average direction [6]. The advantage of our research over other studies was its preventive aspect.

This study confirmed that proprioception reinforcement exercises could increase the sense of diagnosis in the knee joint. Based on the above explanations, it can be concluded that if performed by athletes with a knock-knee, these exercises can strengthen their proprioception, save them from complications that may occur in the future, or at least reduce the possibility of joint problems in the knee.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article. The participants were informed of the purpose of the research and its implementation stages. They were also assured about the confidentiality of their information and were free to leave the study whenever they wished, and if desired, the research results would be available to them.

Funding

This article is extracted from the MSc. thesis of Mohammad Mirghasemi at the Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Borujerd Branch, Azad University, Lorestan.

Authors' contributions

Conceptualization: Mohammad Mirghasemi; Supervisor: Masoud Golpayegani; Methodological assistance: Mohammad Rahim Amiri; Resources and writing – review & editing: Fariba Moradi Vestagani.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

بررسی اثر تمرینات حس عمقی بر بازسازی وضعیت مفصل و درد زانوی ورزشکاران مبتلا به ژنوالگوم

محمد رحیم امیری^۱، مسعود گلپایگانی^۲، فریبا مرادی وستگانی^۳، محمد میرقاسمی^۴

۱. گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی (بهداشت و طب ورزشی)، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲. گروه آسیب‌شناسی و فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران.

۳. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، لرستان، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۳ شهریور ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۱۴ آبان ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۱۱ آذر ۱۳۹۹

هدف: هدف از این مطالعه بررسی تأثیر تمرینات حس عمقی بر بازسازی وضعیت مفصل و درد زانوی ورزشکاران مبتلا به ژنوالگوم بود. **روش‌ها:** در این پژوهش نیمه تجربی، تعداد سی ورزشکار زن که به زانوی ضربداری و همچنین درد زانو مبتلا بودند، در دامنه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال و در دو گروه آزمایش و کنترل به صورت تصادفی قرار گرفتند. در پیش‌آزمون و پس‌آزمون از پرسش‌نامه استاندارد درد زانو، برای سنجش میزان درد آزمودنی‌ها و سپس از تست تشخیص وضعیت مفصل، برای ارزیابی حس عمقی زانو با کمک تصاویر دیجیتالی بهره گرفته شد. ورزشکاران گروه آزمایش به مدت هشت هفته (هر هفته سه جلسه، هر جلسه ۲۰ دقیقه)، به انجام تمرینات تقویت حس عمقی پرداختند. برای بررسی نرمال بودن و تجزیه و تحلیل داده‌ها به ترتیب از آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف و آزمون تی زوجی استفاده شد. محاسبه داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و سطح معنی‌داری ($P \leq 0.05$) صورت گرفت.

یافته‌ها: یک دوره تمرینات حس عمقی موجب کاهش خطای بازسازی وضعیت مفصل و درد زانوی ورزشکاران زن مبتلا به ژنوالگوم شد ($P=0.03$).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان اظهار کرد احتمالاً تمرینات مذکور بتواند اثر مثبتی بر حس عمقی و درد زانوی این ورزشکاران داشته باشد.

کلیدواژه‌ها:

حس عمقی، درد، مفصل زانو، ژنوالگوم

مقدمه

حس وضعیت مفصل یکی از زیرمجموعه‌های حس عمقی است. در واقع حس وضعیت مفصل به معنای آگاهی از وضعیت مفصل و توانایی بازسازی این زاویه پس از حرکت اکتیو و پسیو مفصل است [۵]. به طور طبیعی محور مکانیکی زانو از وسط مفصل لگن شروع شده و از زانو می‌گذرد و پس از عبور از مچ، نیروی وزن بدن را به زمین منتقل می‌کند [۶]. اختلال در توزیع مناسب نیرو در زانو ممکن است باعث ایجاد زانوی ضربداری در افراد شود. اگر مکانیک و محور توزیع نیرو در زانو به هم بخورد و به جای گذر از وسط مفصل زانو از خارج آن رد شود، زانو بیشتر تحت فشار قرار می‌گیرد و در نتیجه زانوی ضربداری با درجات متفاوت به وجود می‌آید [۷]. درجات خفیف زانوی ضربداری ممکن است مشکل خاصی ایجاد نکند اما نوع شدید آن به مرور زمان باعث ساییدگی زانو شده و مشکل زیادی را به وجود می‌آورد. نوع خفیف آن هم به رسیدگی و معاینه نیاز دارد؛ چراکه امکان ایجاد و تشدید مشکلات بعدی وجود دارد. علاوه بر این زانوی ضربداری سبب به وجود آمدن مشکلاتی مانند درد و کاهش حس عمقی در افراد مبتلا به این عارضه می‌شود [۸]. انحراف از راستای طبیعی

حس عمقی توانایی احساس یا درک موقعیت فضایی و حرکات بدن، بدون استفاده از چشم است و در واقع گیرنده‌های حس وضعیت مفصل شامل گیرنده‌های دوک عضلانی، اندام وتری گلژی و گیرنده‌های مفصلی هستند که اطلاعات مربوط به این حس را به سیستم عصبی مرکزی انتقال می‌دهند [۱]. این گیرنده‌ها وظیفه ایجاد آگاهی از وضعیت حرکت و هماهنگی قسمت‌های مختلف بدن را نسبت به یکدیگر بر عهده دارند [۲]. به عبارت دیگر، حس عمقی واژه‌ای جامع از احساس حرکت است که ورودی حسی را از گیرنده‌های دوک عضلانی، تاندون و مفاصل دریافت و موقعیت و حرکت مفصل را تعیین و جهت، شدت و سرعت مفاصل را به خوبی مشخص می‌کند [۳]. حس عمقی مفصل زانو، متشکل از مجموع پیام‌های دریافتی از گیرنده‌های عضلات، تاندون‌ها، کپسول مفصلی، لیگامان‌ها، اتصالات مینیسکی و پوست است. درحقیقت گیرنده‌های عضله و مفصل عمده‌ترین منابع تأمین‌کننده حس عمقی مفصل هستند [۴].

* نویسنده مسئول:

محمد میرقاسمی

نشانی: لرستان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی.

تلفن: ۰۶۹۶۶۹۴ (۹۱۸) ۹۸+

پست الکترونیکی: mirghasemi99@yahoo.com

در این پژوهش با توجه به خلأ احساس شده در مطالعات پیشین و اهمیت کاربرد تمرینات تخصصی به منظور بهبود این حس در ورزشکاران زن با زانو ضربدری، درصدد پاسخ گویی به این سؤال برآمده که تمرینات حس عمقی تا چه اندازه بر حس وضعیت مفصل و درد زانو ورزشکاران زن مبتلا به ژنوالگوم تأثیر دارد؟

روش شناسی

این پژوهش نیمه تجربی بوده و با هدف بررسی تأثیر یک دوره تمرینات حس عمقی بر بازسازی حس وضعیت مفصل و درد زانوی ورزشکاران زن مبتلا به ژنوالگوم انجام گرفت. از بین ورزشکاران زن مراجعه کننده به کلینیک های درمانی ارتوپدی و فیزیوتراپی شهر اراک، سی ورزشکار زن که به زانوی ضربدری و همچنین درد زانو مبتلا بودند، انتخاب شدند و سپس به صورت تصادفی در دو گروه پانزده نفری آزمایش و کنترل قرار گرفتند. همه نمونه ها به صورت داوطلبانه و پس از تکمیل فرم رضایت نامه در مطالعه شرکت کردند. معیار شرکت کردن افراد در این پژوهش، شامل دامنه سنی بین ۲۰ تا ۳۰ سال، داشتن حداقل سه جلسه تمرین در هفته، ابتلا به زانوی ژنوالگوم، نداشتن هرگونه جراحی زانو و آسیب های رایج دیگر مانند بیماری مفصلی، پارگی مینیسک و آسیب رباط صلیبی بود. ابتدا خصوصیات نمونه ها شامل قد، وزن و سن ثبت شد و اندازه گیری فاصله بین مائلول های داخلی (در حالی که کندیل های زانو به هم چسبیده و عضلات ریلکس بودند) به وسیله کولیس انجام شد. در حقیقت فاصله ثبت شده از مائلول های داخلی به وسیله کولیس را به عنوان معیاری برای ژنوالگوم بودن افراد در نظر گرفتیم.

در مرحله پیش آزمون، پس از اندازه گیری قد، وزن و سن آزمودنی ها، ابتدا پرسش نامه استاندارد درد زانو (جهت ارزیابی میزان درد) توسط بیماران تکمیل شد. پس از آن، تست تشخیص وضعیت زانو در هر دو گروه در پای غالب انجام شد و کمترین اختلاف زاویه بین زاویه اولیه و سه مرتبه تکرار آن توسط آزمودنی به منزله زاویه نهایی ما در نظر گرفته شد. هر بار از زانوی ورزشکار به وسیله دوربینی که به فاصله ۲ متری از فرد و ۷۰ سانتی متری از سطح زمین قرار داشت، عکس گرفته می شد. سپس عکس ها به رایانه منتقل شد و با استفاده از نرم افزار اتوکد بهترین زاویه که کمترین اختلاف زاویه را با زاویه اولیه داشت به عنوان نتیجه نهایی در نظر گرفته شد. با کسر مقدار زاویه تست شده از مقدار زاویه بازسازی شده یا زاویه پاسخ در هر تکرار تست زاویه، میزان خطای مطلق بدون دارا بودن علامت $\pm$ محاسبه می شد [۱۵].

برنامه تمرین شامل انواع تمرینات تقویت حس عمقی و شامل پنج تمرین کششی و قدرتی متفاوت برای عضلات دوقلو، چهار سر رانی، همسترینگ، عضلات سرینی و عضلات نزدیک کننده دو پا بوده که به مدت هشت هفته، هر هفته سه جلسه و هر جلسه سه بار در روز (صبح، ظهر و شب) توسط آزمودنی ها انجام گرفت.

سبب کاهش حس عمقی شده و این کاهش در حس عمقی ممکن است به مفصل آسیب بزند و درد را افزایش می دهد. حس عمقی یکی از اساسی ترین عوامل ثبات دینامیک مفصل است و یکی از حواس پیکری مهم محسوب می شود [۹]. تغییرات بیومکانیکی ناشی از بر هم خوردن راستای آناتومیکی طبیعی (مانند زانوی ضربدری) بر بازخورد مفصل یا گیرنده های حس عمقی عضلاتی یا هر دو در مفاصل ران و زانو تأثیر می گذارد و سبب تغییر در رفتارهای بازتابی و ثبات مفاصل مذکور می شود [۱۰]. در حقیقت کپسول و لیگامان های اطراف مفاصل علاوه بر اینکه به عنوان یک عامل محافظتی مکانیکی عمل می کنند، دارای فیدبک حسی نیز هستند که این فیدبک حسی با ایجاد رفلکس عضلاتی باعث کنترل اجزای دینامیک ثبات مفصلی می شود [۱۱]. آسیب حس عمقی بر اثر ناراستایی مانند زانو ضربدری، اختلالات متعددی در مفاصل ایجاد می کند و ورودی های این حس را با آسیب درگیر می کند [۱۲] که اثرات نامطلوبی بر وضعیت مفصل، درد و هماهنگی عصبی عضلاتی در کل بدن می گذارد. با وجود این حس، سیستم عصبی قادر است به اطلاعات وارد شده پاسخ سریعی به شکل انقباض عضلاتی بدهد. به علاوه این حس فشارهای تحمیل شده به مفاصل و لیگامان ها را تعدیل و اصلاح می کند. در نتیجه ایجاد ثبات کافی در بدن فقط مستلزم قدرت و تحمل عضلاتی صرف نیست، بلکه به عوامل دیگری مثل هماهنگی، راستای صحیح، درک موقعیت و مرکزیت مفصلی درست نیز نیازمند بوده که از طریق حس عمقی تأمین می شود [۱۳].

در مطالعات صورت گرفته، گزارش شده است که راستای نادرست زانو به ویژه زانوی ضربدری می تواند بر روی درک وضعیت مفصل زانو، درد و شکل گیری آسیب در ورزشکاران اثر معناداری داشته باشد. این مسئله نشان دهنده اهمیت اجرای تمریناتی با هدف بهبود حس عمقی و درد مفصل است که می توانند با افزایش ثبات دینامیک مفصل زانو مشکلات به وجود آمده دیگر را کاهش دهند [۱۴]. در همین راستا پژوهشگرانی مانند فرناندو ریبریو و همکاران به بررسی اثر تمرین منظم و سن بر روی حس عمقی زانو پرداختند. در این مطالعه ۶۹ فرد مسن و ۶۰ جوان شرکت کردند. این افراد به چهار گروه: ورزشکار مسن، ورزشکار جوان، غیرورزشکار مسن و غیرورزشکار جوان تقسیم شدند. نتایج حاکی از آن بود که گروه ورزشکار نسبت به غیرورزشکاران از حس عمقی قوی تری برخوردار بودند. همچنین آن ها مشاهده کردند که میزان حس عمقی با افزایش سن کاهش یافته است [۲]. علی رغم جایگاه مهم حس وضعیت مفصل زانو در شکل گیری درد و آسیب، متأسفانه تاکنون این مهم در حالت کلی بررسی شده، در حالی که ناراستایی هایی مانند زانوی ضربدری می تواند در کاهش این حس و در نتیجه به وجود آمدن مشکلات متعاقب آن نقش بسزایی داشته باشد. از طرفی بیشتر تمرینات کاربردی در زمینه تقویت این حس، تمریناتی تخصصی نبوده و همچنین در افراد ورزشکار زن که ناراستایی زانوی ضربدری از شیوع بیشتری برخوردار است صورت نگرفته است؛ بنابراین پژوهشگر

جدول ۱. مشخصات جمعیت شناختی آزمودنی‌های گروه کنترل و آزمایش

ویژگی	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	
	آزمایش	کنترل
سن (سال)	۲۵/۲ $\pm$ ۲/۵	۲۴/۸ $\pm$ ۳/۳
قد (سانتی‌متر)	۱۶۳/۲ $\pm$ ۳/۶	۱۶۱/۷ $\pm$ ۳/۸
وزن (کیلوگرم)	۶۲/۱ $\pm$ ۲/۵	۶۱/۹ $\pm$ ۳/۲

مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد میزان درد آزمودنی‌های گروه کنترل

گروه	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	
	درد هنگام استراحت	درد پس از فعالیت
پیش‌آزمون	۶/۷ $\pm$ ۰/۶	۳/۴ $\pm$ ۲
پس‌آزمون	۸/۲ $\pm$ ۱/۵	۳/۹ $\pm$ ۲/۸
Sig.	۰/۲۲۱	۰/۱۱۶

مجله بیومکانیک ورزشی

بین میزان درد ورزشکاران (زانوی ضربدری) دارای درد زانو در گروه کنترل طی فعالیت‌های گوناگون در پیش‌آزمون و پس‌آزمون ($Sig \geq 0.05$) مشاهده نشد. با مشاهده میانگین نمرات دیده می‌شود که میزان درد افراد دارای درد در گروه کنترل در پایان پژوهش نسبت به ابتدای تحقیق کاهش پیدا نکرده است. با توجه به داده‌های **جدول شماره ۳** که به بررسی اثر درد در گروه آزمایش پرداخته است، میزان درد در زانوی ورزشکارانی که انجام پروتکل تمرینی پرداخته‌اند کاهش معنی‌داری یافته است ($Sig \leq 0.05$).

بررسی و ارزیابی اطلاعات حس وضعیت مفصل زانو

پس از انجام تست تشخیص وضعیت زانو، در هر دو گروه داده‌های به‌دست‌آمده از تست پیش و پس‌آزمون (شامل کمترین اختلاف زاویه‌های به‌دست‌آمده، بین زاویه اولیه و سه‌مرتب‌تکرار آن توسط آزمودنی) معیار ما در نظر گرفته شد. اطلاعات

مایکلا گوستونتر و همکاران اثر بخشی این تمرینات را مطالعه کرده و به نتایج مطلوبی دست پیدا کرده‌اند [۱۶]. پس از انجام دوره تمرینی، مرحله پس‌آزمون مانند پیش‌آزمون مجدداً اجرا شد. هر دو مرحله در هر دو گروه (کنترل و آزمایش) برای تعیین نتایج دوره تمرینی بر حس عمقی و درد زانو مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در ابتدا برای بررسی طبیعی بودن پراکنش داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنف استفاده شد. در مرحله بعدی برای مقایسه میانگین داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه، آزمون آماری تی زوجی به کار گرفته شد.

نتایج

در **جدول شماره ۱** مشخصات جمعیت شناختی آزمودنی‌ها که شامل سن، قد و وزن آن‌ها بوده، به صورت میانگین و انحراف استاندارد آورده شده است.

با توجه به نتایج تحقیق (**جدول شماره ۲**)، اختلاف معناداری **جدول ۳**. میانگین و انحراف استاندارد میزان درد آزمودنی‌های گروه آزمایش

گروه آزمایش	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	
	درد هنگام استراحت	درد پس از فعالیت
پیش‌آزمون	۳/۸ $\pm$ ۱/۹	۵/۵ $\pm$ ۱/۹
پس‌آزمون	۴/۹ $\pm$ ۱/۷	۰/۵ $\pm$ ۰/۷
Sig.	۰/۰۱	۰/۰۰

مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۴. اطلاعات آماری مربوط به خطای بازسازی زاویه زانو در آزمودنی‌های گروه کنترل و آزمایش

متغیر	گروه	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد			t	P
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اختلاف امتیاز درون گروهی		
حس عمقی زانو	کنترل	۲/۹۴ $\pm$ ۱/۸۵	۳/۵۱ $\pm$ ۲/۹۰	-۰/۵۷ $\pm$ ۲/۸۸	-۰/۷۶	۰/۴۵
	آزمایش	۲/۲۵ $\pm$ ۱/۵۹	۱/۳۱ $\pm$ ۱/۲۳	۱/۵۰ $\pm$ ۰/۹۴	۲/۴۰	۰/۰۳

مجله بیومکانیک ورزشی

۰/۰۵ است، نتیجه می‌گیریم که بین میانگین داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون اختلاف معنی‌دار وجود دارد. این نشان می‌دهد که تمرینات تقویت حس عمقی بر کاهش درد مفصل زانو تأثیر مثبت دارد. در گروه کنترل با توجه به اینکه معنی‌داری به دست آمده برای پرسش‌های مختلف (جدول شماره ۲) بیشتر از ۰/۰۵ است، نتیجه می‌گیریم که بین میانگین داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه کنترل اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

بحث

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تمرینات حس عمقی بر بازسازی وضعیت مفصل و درد زانوی ورزشکاران زن مبتلا به ژنوالگوم بود. در تست عملکردی تشخیص وضعیت زانو، که برای بررسی حس عمقی زانو انجام می‌گرفت، اطلاعات در پیش و پس‌آزمون با یکدیگر مقایسه شدند و تفاوت‌ها معنی‌دار بود. این معنی‌داری نشان‌دهنده کاهش خطای بازسازی زاویه نسبت به پیش‌آزمون بود. این اطلاعات مؤید آن است که برنامه تمرینی بر بهبود حس عمقی زانو در ورزشکاران دارای زانوی ضربدری تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشته است. در گروه کنترل با توجه به میانگین در پیش‌آزمون و پس‌آزمون نتایج نشان داد که در این افراد در انتهای پژوهش نسبت به آغاز، تفاوتی به وجود نیامده است. با توجه به مقایسه دو گروه به این نتیجه رسیدیم که تمرینات انجام‌شده باعث بهبود حس عمقی زانو در ورزشکاران زن دارای ژنوالگوم دردناک شده است. این تحقیق با پژوهش‌های صورت‌گرفته توسط غفاری‌نژاد، هاکن و همکاران و دی بولت هم‌راستا بوده و با تحقیق لارسن و همکاران هم‌خوانی ندارد [۱۶-۲۰].

به‌دست‌آمده در جداول شماره ۴ و ۵ آورده شده است. همان‌طور که در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود در گروه کنترل خطای بازسازی زاویه در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون پیشرفت نداشته است ($P \geq 0/05$). نتایج آزمون آماری تی زوجی اختلاف معناداری بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان نمی‌دهد.

از داده‌های جدول شماره ۴ این‌گونه برداشت می‌شود که خطای بازسازی زاویه زانو در آزمونی‌های گروه آزمایش در پس‌آزمون پیشرفت قابل ملاحظه‌ای نسبت به پیش‌آزمون داشته است ($P \leq 0/05$) و نتایج آزمون آماری تی زوجی اختلاف معناداری بین نمرات پس‌آزمون و پیش‌آزمون نشان می‌دهد.

از آنجایی که میزان خطای بازسازی زاویه زانو در پس‌آزمون به طور معنی‌داری کمتر از پیش‌آزمون بود ($P \geq 0/05$)؛ بنابراین نتیجه می‌گیریم که بین میانگین داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون اختلاف معنی‌داری وجود دارد و تمرینات تقویت حس عمقی بر حس تشخیص وضعیت زانو که بیانگر حس عمقی مفصل است، اثر مثبت دارد ولی از آنجا که در گروه کنترل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P \leq 0/05$)، نتیجه می‌گیریم که در گروه کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تغییری مشاهده نشده است.

داده‌های پرسش‌نامه توسط آزمون تی زوجی در دو گروه آزمایش و کنترل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌های داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش از آزمون تی زوجی استفاده شد. از آنجایی که مقدار معنی‌داری به دست آمده برای پرسش‌های متفاوت (جدول شماره ۳) کمتر از

جدول ۵. آماره مربوط به مقایسه به خطای بازسازی زاویه زانو در آزمودنی‌های دو گروه کنترل و آزمایش

متغیر	گروه	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد		t	P
		درون گروهی	بین گروهی		
حس عمقی زانو	آزمایش	۰/۵۷ $\pm$ ۲/۸۸	-۱/۵۱ $\pm$ ۰/۸۴	-۱/۷۹	۰/۰۴
	کنترل	-۰/۹۴ $\pm$ ۱/۵۰	۰/۴۵ $\pm$ ۱/۲۹	۱/۳۷	۰/۲۶۵

مجله بیومکانیک ورزشی

نسبت به پیش‌آزمون دیده نشد. این اطلاعات مؤید آن است که برنامه تمرینی بر کاهش میزان درد افراد دارای زانوی ضربدری دردناک تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشته است. میزان درد در گروه آزمودنی‌ها در تمام فعالیت‌های پرسش‌شده در پژوهش در پس‌آزمون به صورت معنی‌داری کاهش یافت. افزایش درد هنگام استراحت ممکن است تحت تأثیر پارامترهای دیگری باشد. دلیل ایجاد درد در گروه ورزشکار را علاوه بر حرکات تکراری، می‌توان بر هم خوردن راستای خط جاذبه در مفصل و گرایش آن به سمت خارج زانو دانست. این جابه‌جایی سبب افزایش نیروهای فشاری در سمت خارج و همچنین بالا رفتن نیروی کششی در سمت داخل زانو می‌شود که این تغییر در نیرو در زمان طولانی می‌تواند سبب افزایش میزان درد شود [۲۸، ۲۹].

نتیجه‌گیری نهایی

در جمع‌بندی کلی می‌توان گفت ما نیز یافته‌های متفاوتی از آنچه دیگران اشاره کرده‌اند به دست نیاوردیم اما در این پژوهش اثر این تمرینات را در افرادی بررسی کردیم که دارای زانوی ضربدری بودند. در این زمینه تحقیقی صورت نگرفته بود، در حالی که همان طور که پیشتر اشاره شد در این افراد با کاهش حس عمقی در زانو به دلیل انحراف از راستای طبیعی مواجه هستیم [۳۰]. مزیت تحقیق ما نسبت به سایر پژوهش‌ها دید پیشگیرانه آن است. نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد که تمرینات تقویت حس عمقی سبب افزایش حس تشخیص وضعیت در مفصل زانو خواهد شد. بر اساس توضیحات بیان‌شده می‌توان نتیجه گرفت که این تمرینات در صورت اجرا توسط ورزشکاران می‌تواند با تقویت حس عمقی از عوارضی که در آینده ممکن است بر ورزشکاران دارای زانوی ضربدری تأثیر گذارد، نجات دهد و یا حداقل امکان مشکل مفصلی در زانو را کاهش دهد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

مقاله حاضر بر اساس اصول ذکرشده در بیانیه هلسینکی مربوط به پژوهش‌های صورت‌گرفته روی انسان است از جمله: شرکت آزمودنی‌ها در مطالعه داوطلبانه بوده و بعد از توضیح تمام مراحل کار پژوهشی و ذکر اختیاری بودن زمان ترک مطالعه و غیره از آن‌ها رضایت‌نامه کتبی گرفته شد و نویسنده خود را مکلف می‌داند تا اطلاعات آزمودنی‌ها به صورت محرمانه باشد.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای محمد میرقاسمی در گروه تربیت‌بدنی دانشگاه آزاد اراک است.

مشارکت نویسندگان

نمی‌توان به طور قطع دلیل ایجاد بدشکلی زانوی ضربدری را به یک عامل محدود کرد، اما به نظر می‌رسد که در میان ورزشکاران حرکات تکراری، که زیاد هم انجام می‌شود، می‌تواند سبب خارج شدن مفصل از راستای طبیعی و تمایل به قرارگیری در وضعیتی خاص شود. این قرارگیری درواقع نوعی سازش با فشارهای وارده است که مفصل را تحت نیروی تکراری قرار می‌دهند. البته بایستی توجه داشت عوامل مادرزادی و یا وجود بیماری‌های زمینه‌ای مانند نرمی استخوان نیز می‌تواند سبب خارج شدن مفصل از راستای طبیعی خود شود. هدف ما در این پژوهش اصلاح و یا کاهش زانوی ضربدری نبود، زیرا ورزشکاران گروه هدف ما همگی بالغ بوده و می‌توان گفت رشد اسکلتی در آن‌ها به پایان رسیده بود. با توجه به شدت فاصله بین دو قوزک داخلی در آزمودنی‌های ما به نظر نمی‌رسید که با تمرینات کوتاه‌مدت ورزشی بتوان این مشکل را برطرف کرد. از آنجایی که خارج شدن مفصل سبب کاهش حس عمقی زانو می‌شود و این کاهش می‌تواند میزان بروز آسیب‌های ورزشی و همچنین امکان ابتلا به بیماری‌های مفصلی مانند آرتروز را افزایش دهد، تصمیم گرفتیم که اثر تمرین بر حس عمقی را بررسی کنیم.

با توجه به تحقیقاتی که به آن‌ها اشاره شد و پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت تمرینات تقویت حس عمقی می‌تواند خطای بازسازی زاویه را که معیاری برای ارزیابی خطای حس عمقی است، حداقل در زانوی ضربدری ورزشکاران، کاهش دهد. با این حال آشتون میلر و همکاران معتقدند در صورت مشاهده این تغییرات از آنجا که هیچ دلیل اثبات‌شده‌ای وجود ندارد که تمرین درمانی تعداد گیرنده‌های محیطی را تغییر می‌دهد باید به دنبال سازوکارهای مرکزی احتمالی برای توضیح چگونگی تغییر حس عمقی در اثر تمرین بود [۲۱-۲۳]. یک مکانیسم احتمالی برای بهبود حس عمقی در اثر تمرین، افزایش توجه است. توجه یک روند روان‌شناسی عصبی^۱ است که سیستم عصبی مرکزی از این طریق بر اطلاعات دریافتی تأثیر می‌گذارد. احتمالاً تمرینات حس عمقی، توجه به علائم حس عمقی توسط مغز را ابتدا در سطح هوشیارانه و پس از تمرین در سطح اتوماتیک افزایش می‌دهد [۲۴، ۲۵]. به عقیده آن‌ها، سازوکار احتمالی دیگر برای توجیه بهبود حس عمقی در اثر تمرین، می‌تواند فعال شدن مسیرها، افزایش تعداد سیناپس‌ها و افزایش منطقه حسی مربوطه که در پلاستیسیته دیده می‌شود، باشد. البته مشخص نیست آیا این سازوکارها می‌توانند تغییرات دقت حس عمقی را در اثر تمرین توجیه کنند یا خیر. همچنین مطالعات نشان داده‌اند می‌توان خروجی دوک عضلانی را به طور ارادی افزایش داد که می‌تواند از طریق تغییر تون دقت عمل را افزایش دهد [۲۶، ۲۷].

همچنین نتایج تحقیق تفاوت معناداری بین میانگین میزان درد زانو قبل از اعمال برنامه تمرینی و بعد از آن نشان داد. این در حالی بود که در گروه کنترل اختلاف معناداری در پس‌آزمون

مفهوم سازی: محمد میرقاسمی، استاد راهنما: مسعود
گلپایگانی؛ روش شناسی: محمدرحیم امیری؛ منابع و ویراستاری
نهایی: فریبا مرادی وستگانی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

- [1] Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to the preinjury level of competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery: Two-thirds of patients have not returned by months after surgery. *Am J Sports Med.* 2011; 39(3):538-43. [DOI:10.1177/0363546510384798] [PMID]
- [2] Ruzik K, Waśniewska A, Olewnik Ł, Tubbs RS, Karauda P, Polguj M. Unusual case report of seven headed quadriceps femoris muscle. *Surg Radiol Anat.* 2018; 42(10):1225-9. [DOI: 10.1007/s00276-020-02472-0]
- [3] Bonfim TR, Paccola CAJ, Barela JA. Proprioceptive and behavior impairments in individuals with anterior cruciate ligament reconstructed knees. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003; 84(8):1217-23. [DOI:10.1016/S0003-9993(03)00147-3]
- [4] Zazulok BT, Hewett TE. The effects of core proprioception on knee injury, a prospective biomechanical-epidemiological study. *Am J Sports Med.* 2007; 26(3):321-36. [DOI: 10.1177/0363546506297909]
- [5] Risberg MA, Grindem H, Øiestad BE. We need to implement current evidence in early rehabilitation programs to improve long-term outcome after anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016; 46(9):710-13. [DOI:10.2519/jospt.2016.0608] [PMID]
- [6] Setuain I, Izquierdo M, Idoate F, Bikandi E, Gorostiaga EM, Aagaard P, et al. Differential effects of 2 rehabilitation programs following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sport Rehabil.* 2017; 26(6):544-55. [DOI:10.1123/jsr.2016-0065] [PMID]
- [7] Suarez T, Laudani L, Giombini A, Saraceni VM, Mariani PP, Pigozzi F, et al. Comparison in joint-position sense and muscle coactivation between anterior cruciate ligament-deficient and healthy individuals. *J Sport Rehabil.* 2016; 25(1):64-9. [DOI:10.1123/jsr.2014-0267] [PMID]
- [8] Furlanetto TS, Peyré-Tartaruga LA, Pinho ASd, Bernardes EdS, Zaro MA. Proprioception, body balance and functionality in individuals with ACL reconstruction. *Acta Ortop Bras.* 2016; 24(2):67-72. [DOI:10.1590/1413-785220162402108949] [PMID] [PMCID]
- [9] Gokeler A, Welling W, Zaffagnini S, Seil R, Padua D. Development of a test battery to enhance safe return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017; 25(1):192-9. [DOI:10.1007/s00167-016-4246-3] [PMID] [PMCID]
- [10] Ordahan B, Küçükşen S, Tuncay I, Sallı A, Uğurlu H. The effect of proprioception exercises on functional status in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2015; 28(3):531-7. [DOI:10.3233/BMR-140553] [PMID]
- [11] Zhang Y, Huang W, Yao Z, Ma L, Lin Z, Wang S, et al. Anterior cruciate ligament injuries alter the kinematics of knees with or without meniscal deficiency. *Am J Sports Med.* 2016; 44(12):3132-9. [DOI:10.1177/0363546516658026] [PMID]
- [12] Zhang Y, Yao Z, Wang S, Huang W, Ma L, Huang H, et al. Motion analysis of Chinese normal knees during gait based on a novel portable system. *Gait posture.* 2015; 41(3):763-8. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2015.01.020] [PMID]
- [13] van Meer BL, Meuffels DE, Reijman M. A comparison of the standardized rating forms for evaluation of anterior cruciate ligament injured or reconstructed patients. In: Prodromos CC, editor. *The anterior cruciate ligament.* 2th ed. Netherlands: Elsevier; 2018. [DOI:10.1016/B978-0-323-38962-4.00120-X]
- [14] Dhillon MS, Bali K, Prabhakar S. Proprioception in anterior cruciate ligament deficient knees and its relevance in anterior cruciate ligament reconstruction. *Indian J Orthop.* 2011; 45(4):294-300. [DOI:10.4103/0019-5413.80320] [PMID] [PMCID]
- [15] Gokeler A, Benjaminse A, Hewett TE, Lephart SM, Engebretsen L, Ageberg E, et al. Proprioceptive deficits after ACL injury: are they clinically relevant? *Br J Sports Med.* 2012; 46(3):180-92. [DOI:10.1136/bjism.2010.082578] [PMID]
- [16] Brindle TJ, Mizelle JC, Lebedowska MK, Miller JL, Stanhope SJ. Visual and proprioceptive feedback improves knee joint position sense. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009; 17(1):40-7. [DOI:10.1007/s00167-008-0638-3] [PMID] [PMCID]
- [17] Van der Harst JJ, Gokeler A, Hof AL. Leg kinematics and kinetics in landing from a single-leg hop for distance: A comparison between dominant and non-dominant leg. *Clin Biomech.* 2007; 22(6):674-80. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2007.02.007] [PMID]
- [18] Ross MD, Langford B, Whelan PJ. Test-retest reliability of 4 single-leg horizontal hop tests. *J Strength Cond Res.* 2002; 16(4):617-22. [DOI:10.1519/00124278-200211000-00021]
- [19] Nagai T, Sell TC, House AJ, Abt JP, Lephart SM. Knee proprioception and strength and landing kinematics during a single-leg stop-jump task. *J Athl Train.* 2013; 48(1):31-8. [DOI:10.4085/1062-6050-48.1.14] [PMID] [PMCID]
- [20] Lephart SM, Kocher MS, Fu FH, Borsa PA, Harner CD. Proprioception following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sport Rehabil.* 1992; 1(3):188-96. [DOI:10.1123/jsr.1.3.188]
- [21] Borsa PA, Lephart SM, Irrgang JJ, Safran MR, Fu FH. The effects of joint position and direction of joint motion on proprioceptive sensibility in anterior cruciate ligament deficient athletes. *Am J Sports Med.* 1997; 25(3):336-40. [DOI:10.1177/036354659702500311] [PMID]
- [22] Ristanis S, Stergiou N, Patras K, Vasiliadis HS, Giakas G, Georgoulis AD. Excessive tibial rotation during high-demand activities is not restored by anterior cruciate 14 ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2005; 21(11):1323-9. [DOI:10.1016/j.arthro.2005.08.032] [PMID]
- [23] Mir SM, Talebian S, Naseri N, Hadian M-R. Assessment of knee proprioception in the anterior cruciate ligament injury risk position in healthy subjects: a cross-sectional study. *J Phys Ther Sci.* 2014; 26(10):1515-8. [DOI:10.1589/jpts.26.1515] [PMID] [PMCID]
- [24] Riberio F, Oliveira J. Effect of physical exercise and age on knee joint position sense. *Arch Gerontol Geriatr.* 2009; 51(1):64-7. [DOI: 10.1016/j.archger.2009.07.006]
- [25] Ghaffarinejad F, Taghizadeh S, Mohammadi F. Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. *Br J Sports Med.* 2007; 41(10):684-7. [DOI:10.1136/bjism.2006.032425] [PMID] [PMCID]
- [26] Larsen R, Lund H, Christensen R, Røggind H, Danneskiold-Samsøe B, Bliddal H. Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense. *Br J Sports Med.* 2005; 39:43-6. [DOI:10.1136/bjism.2003.011056] [PMID] [PMCID]
- [27] Laskowski ER, Newcomer-Aney K, Smith J. Proprioception. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2000; 11(2):323-40. [DOI: 10.1016/S1047-9651(18)30132-3]
- [28] Gstoettner M, Raschner C, Dirnberger E, Leimser H, Krismer M. Preoperative proprioceptive training in patients with total knee arthroplasty. *Knee.* 2011; 18(2011):265-70. [DOI:10.1016/j.knee.2010.05.012] [PMID]
- [29] Levangie PK, Norkin CC. *Joint structure & function: A comprehensive analysis.* 4th ed. United States: F.A. Davis Company; 2005. https://books.google.com/books/about/Joint_Structure_and_Function.html?id=DW9vQgAACAAJ
- [30] Puckree T, Govender A, Govender K, Naldoo P. The quadriceps angle and the incidence of knee injury in Indian long-distance. *S Afr J Sports Med.* 2007; 19(1):9-11.