

Research Paper

Short and Medium-term Effects of Kinesio Taping on Proprioception After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction



Tayebeh Roghani¹, *Hoda Niknam², Mehdi Rezaei², Narges Jahantigh Akbari², Ali Asghar Jame Bozorgi³

1. Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
2. Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Department of Occupational Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.



Citation Roghani T, Niknam H, Rezaei M, Jahantigh Akbari N, Jame Bozorgi AA. [Short and Medium-term Effects of Kinesio Taping on Proprioception After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 13(3):676-687. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.3.3257>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.3.3257>

ABSTRACT

Background and Aims Proprioception deficit is one of the problems that arises after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. This sensation is essential in the normal weight distribution on the lower limbs and walking. The present study investigated the short- and medium-term effects of kinesio taping on proprioception in individuals undergoing ACL reconstruction.

Methods In this quasi-experimental study, 20 male athletes (with an average age of 27±5.2 years) participated. Also, 4 to 6 months had passed from their ruptured ACL and its reconstruction. Patients were randomly divided into two groups of 10 people with kinesio taping (intervention group) and without it (control group). Proprioception was evaluated as active and passive angle reconstruction error at 45° flexion by digital goniometer. This evaluation was repeated before and after kinesio taping application, after walking on a treadmill and after a 10 day treatment period with kinesio taping. The data were analyzed using the independent t-test and repeated measures multivariate analyses of variance at a significance level of <0.05.

Results The kinesio tape group showed a significant reduction of joint angle reconstruction error in both active and inactive angle reconstruction conditions. Also, the 10 day use of the kinesio tape improved proprioception in active angle reconstruction conditions.

Conclusion The results of the present study suggest that kinesio taping application can improve knee joint proprioception due to the recruitment of more sensory inputs.

Keywords Anterior cruciate ligament reconstruction, Kinesio tape, Rehabilitation, Proprioception, Joint position sense

Received: 25 Mar 2024

Accepted: 16 Apr 2024

Available Online: 22 Jul 2024

* Corresponding Author:

Hoda Niknam

Address: Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Tel: +98 (912) 6126544

E-Mail: hodaniknam@gmail.com



Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

The knee's anterior cruciate ligament (ACL) is one of the most essential mechanical and neuromuscular stabilizing components. Following the damage of the ACL, significant problems arise, which can be mentioned as passive articular and mechanical defects and a decrease in proprioception (joint position sense), thereby leading to poor balance and postural stability. Using the ACL reconstruction, the anatomical position of the knee and its movement function in the ACL injury return to normal. However, the sensory function defect, including the proprioceptive defect, remains, followed by decreased sensory-motor control of balance. Rehabilitation methods complement surgical methods, which aim to maintain normal muscular control; reduce inflammation; relieve pain and maintain flexibility, strength, endurance, and sensory-motor interaction. Kinesio taping has been used in many cases, including improving proprioception, reducing pain, increasing strength, preventing damage, creating mechanical limitations, and establishing stability. Among the effects of kinesio tape is its impact on increasing knee joint proprioception. However, there are not enough controlled studies to show that kinesio taping can help in the recovery process of patients after ACL reconstruction. Moreover, it is unclear which kinesio tape has the most effect and under what conditions this modality is more effective. The present study investigated the short and medium-term effects of kinesio taping on proprioception in individuals undergoing ACL reconstruction.

Materials and Methods

In this quasi-experimental study, 20 male athletes with an average age of 27 ± 5.2 years after ACL reconstruction participated. The inclusion criteria were isolated ACL tear without tearing the surrounding elements such as posterior cruciate ligament meniscus and medial-external lateral ligament, absence of injury on the opposite leg, 4 to 6 months passed after ruptured ACL, presence of full range of motion of the knee joint, having normal function in other joints of the lower limb and having instability in the affected knee before the surgery. Patients were randomly divided into two groups of 10 people with kinesio taping (intervention group) and without it (control group). Proprioception was evaluated as active (with opened eyes) and passive (with closed eyes) angle reconstruction error at 45 degree flexion by a digital goniometer. This evaluation was repeated before and after the kinesio taping application, after walking on a treadmill and after a 10 day

treatment period with kinesio taping. For the intervention, waterproof and hypoallergenic kinesio tape with a width of 5 cm was used, which could be stretched by 40%. The kinesio tape was applied from the tuberosity of the tibia up to the lower 1/3 of the length of the thigh in an anterior-medial-anterior-external manner at 30 degrees of knee flexion. The amount of stretching was equal to 60% of the maximum possible stretching of the kinesio tape. During the study, the patients did not undergo therapeutic exercises or injections. No kinesio-taping intervention was applied to the control group. The Kolmogorov-Smirnov test was used to check the normal distribution of the data. The data were analyzed using the independent t-test and repeated measures analysis of variance by SPSS software, version 18 at a significance level of <0.05 .

Results

The results showed that the group's interaction effect on the angle reconstruction error was significant. The kinesio tape group significantly reduced joint angle reconstruction error in both active and passive angle reconstruction conditions. Also, 10 days of use of kinesio tape improved proprioception in active angle reconstruction conditions.

Conclusion

The results of the present study suggest that kinesio taping application can improve knee joint proprioception due to the recruitment of more sensory inputs. Therefore, by increasing the proprioceptive activity of the skin, kinesio tape provides additional awareness of the joint position, which we observed in the results of joint angle reconstruction in the present study. In future studies, it is suggested that kinesio tape be applied to the muscles around the knee joint, such as the hamstrings and the medial and lateral oblique muscles.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The ethical principles were observed in the article, such as obtaining the informed consent of the participants, ensuring the confidentiality of information, and permitting the participants to cancel their participation in the research. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of the [Shahid Beheshti University of Medical Sciences](#) (IR.SBMU.RETECH.REC.1403.510).

Funding

This study was extracted from the master thesis of Hoda Niknam, approved by Department of Physiotherapy, [Tarbiat Modares University](#).

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank the participants and the Department of Physiotherapy, [Tarbiat Modares University](#) and Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid [Beheshti University of Medical Sciences](#) for their cooperation.



مقاله پژوهشی

تأثیر کوتاه مدت و میان مدت کینزیوتیپ بر حس عمقی پس از بازسازی لیگامان متقاطع قدامی

طیبه روغنی^۱، هدا نیکنام^۲، مهدی رضایی^۲، نرگس جهانتیغ اکبری^۲، علی اصغر جامه بزرگی^۳

۱. گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳. گروه کاردرمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.



Citation Roghani T, Niknam H, Rezaei M, Jahantigh Akbari N, Jame Bozorgi AA. [Short and Medium-term Effects of Kinesio Taping on Proprioception After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 13(3):676-687. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.3.3257>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.3.3257>

چکیده

مقدمه و اهداف: از عوارض پس از بازسازی لیگامان متقاطع قدامی کاهش حس عمقی این افراد است. این فاکتورها در وزن اندازی متعادل بر زانوها و راه رفتن نرمال نقش دارند. هدف از این مطالعه، مقایسه تأثیر کوتاه مدت و میان مدت کینزیوتیپ بر حس عمقی بیمارانی است که تحت بازسازی لیگامان متقاطع قدامی قرار گرفته‌اند.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه شبه تجربی، ۲۰ مرد ورزشکار با میانگین سنی ۲۷±۵/۲ سال، ۴-۶ ماه بعد از پارگی رباط متقاطع قدامی و پس از بازسازی لیگامان شرکت کردند. بیماران به صورت تصادفی به دو گروه ۱۰ نفره دارای کینزیوتیپ (گروه مداخله) و بدون کینزیوتیپ (گروه کنترل) تقسیم شدند. حس عمقی به عنوان خطای بازسازی زاویه فعال و غیرفعال در ۴۵ درجه فلکشن توسط گونیامتر دیجیتال مورد ارزیابی قرار گرفت. این روند، قبل و بعد از چسباندن کینزیوتیپ، پس از راه رفتن روی تردمیل و همچنین پس از یک دوره درمان ۱۰ روزه با کینزیوتیپ تکرار شد. داده‌ها با کمک آزمون تی مستقل و آنالیز واریانس چند عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ تحلیل شدند.

یافته‌ها: گروه دارای کینزیوتیپ در میزان خطای بازسازی زاویه مفصل در هر دو حالت بازسازی زاویه فعال و غیرفعال کاهش معنی‌داری نشان داد. همچنین استفاده ۱۰ روزه از کینزیوتیپ موجب بهبود حس عمقی در حالت بازسازی زاویه فعال شد.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر پیشنهاد می‌کند که به کارگیری کینزیوتیپ احتمالاً به دلیل به کارگیری ورودی‌های حسی بیشتر می‌تواند سبب بهبود حس عمقی مفصل زانو شود.

کلیدواژه‌ها: بازسازی لیگامان متقاطع قدامی، کینزیوتیپ، توانبخشی، حس عمقی، حس وضعیت مفصل

تاریخ دریافت: ۰۶ فروردین ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۲۸ فروردین ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۰۱ مرداد ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:

هدا نیکنام

نشانی: تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده توانبخشی، گروه فیزیوتراپی.

تلفن: ۰۲۶۵۴۴۶۱۲۲ (۹۱۲) ۹۸+

رایانامه: hodaniknam@gmail.com



Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه

متدهای جراحی بنا شدند که از اهداف آن سعی در حفظ کنترل نوروماسکولار، التهاب، تخفیف درد، حفظ انعطاف پذیری، قدرت، استقامت و بازآموزی حسی - حرکتی، با استفاده از تمرینات و ابزار متعدد مانند بريس، زانوبند، تمرینات حسی و تعادلی و ویرایش است [۱۰]. از اهداف مشترک بسیاری از این روش‌ها مهیا کردن فیدبک آورانی و افزایش بستر ورودی آورانی قوی و به دنبال آن بهبود کنترل حسی- حرکتی است. از آنجاکه تحریکات حسی باعث بهبود وضعیت حس عمقی در بسیاری از مفاصل شده‌اند، فراهم آوردن بستر آورانی در این نوع ضایعات می‌تواند در جهت جبران نقص حسی ایجادشده مؤثر واقع شود بنابراین ابزارهایی مانند کینزیوتیپ و بريس‌های توانبخشی در ضایعات مفصلی کاربرد بسیاری دارند [۱۱، ۱۲].

کینزیوتیپ در موارد متعددی از جمله بهبود حس عمقی، کاهش درد، افزایش قدرت، پیشگیری از ضایعه، ایجاد محدودیت مکانیکی و برقراری ثبات و موارد دیگر به کار گرفته شده است [۱۳]. از جمله تأثیرات کینزیوتیپ تأثیر آن بر افزایش دقت حس عمقی مفصل است [۱۴]. مطالعات قبلی نشان داده‌اند کینزیوتیپ می‌تواند به سبب فراهم آوردن فیدبک آورانی پوستی سبب افزایش حس عمقی در بی‌ثباتی عملکردی می‌شود [۱۵، ۱۶]. مطالعه دیگری گزارش کرد که کینزیوتیپ اثر فوری در بهبود بازسازی زاویه مفص زانو (حس موقعیت مفصل) در ۳۰ درجه اکستنشن زانو دارد [۱۷].

بنابراین روشن است که کینزیوتیپ توانایی تأثیرگذاری بر سیستم نوروماسکولار از طریق تحریک مسیرهای حسی را دارد. وجود چنین پتانسیل عملکردی در کینزیوتیپ ممکن است بتواند به جبران برخی نقایص نوروماسکولار مانند آنچه در مورد پارگی لیگامان متقاطع قدامی اتفاق می‌افتد، کمک کند. با وجود این، مطالعات کنترل‌شده‌ای که نشان دهد کینزیوتیپ می‌تواند در سیر بهبود بیمار پس از بازسازی لیگامان متقاطع قدامی کمک کند، صورت نگرفته است. به علاوه، مشخص نیست کینزیوتیپ در کدام فعالیت بیشترین تأثیر را دارد و در چه شرایطی می‌توان روی اثرگذاری این مدالیتی حساب کرد.

چنانچه کینزیوتیپ بتواند در حد قابل قبولی پارامترهای حس عمقی را بهبود بخشد، می‌تواند در مراحل مختلف و حساس توانبخشی و همچنین در دوران بازگشت بیمار به فعالیت‌های طبیعی از فواید آن بهره برد. از طرف دیگر، از آنجاکه کینزیوتیپ می‌تواند بدون از دست دادن خصوصیات خود برای مدتی روی پوست بماند و تحریکات پوستی مداومی ایجاد کند، ممکن است بتواند تغییراتی در سیستم عصبی مرکزی به وجود آورد که باعث افزایش توان عملکردی سیستم عصبی به‌طور ماندگار شود. بنابراین در این تحقیق به مطالعه تأثیر کوتاه‌مدت و میان‌مدت کینزیوتیپ پرداختیم. سؤالی که اینجا مطرح می‌شود این است که آیا استفاده از کینزیوتیپ می‌تواند بلافاصله باعث بهبود حس عمقی افراد شود و آیا ادامه استفاده از این مدخله می‌تواند این تأثیرات را تقویت کند؟

لیگامان متقاطع قدامی^۱ زانو، یکی از مهم‌ترین اجزای ثبات‌دهنده زانوست که به‌عنوان یکی از عوامل ثبات‌دهنده مکانیکال و نوروماسکولار زانو عمل می‌کند. این لیگامان متقاطع قدامی به دلیل دارا بودن شبکه عصبی بسیار وسیع و شکل خاص عصب‌گیری نقشی فراتر از محدودکننده مکانیکی صرف پیدا کرده و همچنین به‌خاطر عملکرد حس عمقی‌اش، در ثبات داینامیک و کنترل عصبی - عضلانی زانو نقش بسزایی دارد [۱]. بنابراین، لیگامان صلیبی نقش انتقال اطلاعات مربوط به حس وضعیت و حرکت مفصل را به‌علت دارا بودن گیرنده‌های مکانیکی فراوان به عهده دارد.

به دنبال آسیب لیگامان متقاطع قدامی مشکلات عمده‌ای ایجاد می‌شود که می‌توان به دو مشکل رایج نقایص غیرفعال مفصلی و مکانیکال و کاهش عملکرد حس عمقی (حس وضعیت مفصل) اشاره کرد [۲] که به دنبال آن کاهش تعادل و ثبات پوسچرال را شاهد خواهیم بود [۳، ۴]. در آسیب لیگامان متقاطع قدامی، لیگامان می‌تواند به‌خوبی بهبود یابد، اما نقص مکانورسپتورهای درون لیگامان که نقش مبدل مکانیکی دارند به کاهش توانایی شناخت تغییرات حس وضعیت مفصل منجر می‌شود. به دنبال آسیب گیرنده‌های حسی محیطی یا مکانورسپتورها، لیگامان متقاطع قدامی کنترل فیدبک و فیدفورارد دچار اغتشاش می‌شود [۵، ۶]. بنابراین، در زانوی بی‌ثبات رابطه بین حرکت و فعالیت عصبی، همچنین رابطه بین حرکت و فعالیت عضلانی به دلیل تأثیر طولانی‌مدت فقدان اطلاعات حسی از دست می‌رود [۵]. آسیب می‌تواند به محدودیت‌های عملکردی، کاهش کیفیت زندگی و در برخی موارد، کاهش توانایی انجام ورزش، به‌صورتی که پیش از آسیب انجام می‌شد، منجر شود [۷]. بنابراین، به دنبال آسیب و نقص رباط صلیبی قدامی، درمان‌ها به دنبال کسب دامنه حرکتی مطلوب، حفظ و ارتقای ثبات مفصل، تقویت عضلات زانو و کسب کنترل عصبی - عضلانی نرمال هستند [۸].

روش‌های متعددی برای درمان پارگی لیگامان متقاطع قدامی به کار گرفته می‌شود؛ از درمان‌های غیرجراحی و توانبخشی گرفته تا بازسازی^۲ لیگامان متقاطع قدامی [۹]. براساس مطالعات موجود، با استفاده از روش بازسازی لیگامان متقاطع قدامی وضعیت آناتومیک زانو و عملکرد حرکتی آن در آسیب لیگامان متقاطع قدامی به حالت نرمال باز می‌گردد، اما نقص عملکرد حسی و از آن جمله نقص حس عمقی باقی می‌ماند و به دنبال آن کم شدن کنترل حسی - حرکتی تعادل را شاهد خواهیم بود، در نتیجه درمان‌های جراحی به‌تنهایی نمی‌توانند مشکل ایجادشده در اثر ضایعه لیگامان متقاطع قدامی را حل کنند [۹]. بدین‌منظور روش‌های توانبخشی به‌عنوان تکمیل‌کننده

1. Anterior cruciate ligament
2. Reconstruction

مواد و روش‌ها

شرکت‌کنندگان

در این مطالعه شبه‌تجربی، ۲۰ مرد ورزشکار با میانگین سنی $27 \pm 5/2$ سال شرکت کردند. معیارهای ورود به مطالعه شامل پارگی ایزوله لیگامان متقاطع قدامی بدون پارگی عناصر اطراف مثل منیسک لیگامان متقاطع خلفی، لیگامان طرفی داخلی - خارجی و عدم آسیب دیدگی پای سمت مقابل، گذشتن ۴ تا ۶ ماه از آسیب، فعالیت ورزشی از نوع تماسی (ورزش‌هایی که پای آن‌ها درگیر است)، وجود دامنه کامل حرکتی مفصل، عملکرد نرمال در سایر مفاصل اندام تحتانی و بی‌ثباتی در زانوی آسیب‌دیده قبل از عمل بودند. معیارهای خروج نیز عدم توانایی فعالیت‌های سبک بعد از جراحی، وجود درد و تورم غیرطبیعی، سابقه جراحی در زانوی درگیر، شکستگی در زانو که توسط تصاویر رادیوگرافی و اظهارات بیمار تشخیص داده شود، داشتن مشکل قلبی - تنفسی شدید (براساس اظهار بیمار) و دیابت یا مصرف دارویی که روی تعادل اثر می‌گذارد (براساس اظهار بیمار)، در نظر گرفته شد. همه بیماران برای اندازه‌گیری و انجام آزمایشات ساعت ۸ صبح در محل آزمایشگاه بیومکانیک دانشگاه تربیت‌مدرس حاضر می‌شدند.

افراد بعد از انجام معاینات خاص و کسب شرایط ورود به مطالعه به‌صورت تصادفی براساس جدول اعداد تصادفی به دو گروه ۱۰ نفره دارای کینزیوتیپ و بدون کینزیوتیپ تقسیم شدند.

ابزارهای اندازه‌گیری

پارامترهای مربوط به حس عمقی در هر دو گروه قبل، بلافاصله بعد از چسباندن کینزیوتیپ و ۱۰ روز بعد از کاربرد کینزیوتیپ اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری پارامتر حس عمقی با استفاده از تست بازسازی زاویه غیرفعال و فعال توسط دستگاه گونیامتر دیجیتال (تصویر شماره ۱) با دقت ۰/۱ درجه (شرکت تحقیقات و توسعه صنعتی زینج؛ ایران) انجام شد که شامل سه قسمت بود: (۱) سیستم زاویه‌سنج که بر روی مفصل بیمار بسته می‌شود، (۲) سیستم قرائتگر دیجیتال که به‌صورت رومی‌زی بوده و مقدار زاویه را با دقت ۰/۱ درجه نمایش می‌دهد، و (۳) ابزار کالیبراسیون دستگاه برای تنظیم نقطه صفر دستگاه. این گونیامتر توسط دو عدد نوار پارچه‌ای چسب‌دار (ولکرو) که بر روی بازوهای ثابت و متحرک با پک پیچ نصب می‌شوند روی مفصل موردنظر بیمار فیکس می‌شد. جهت کالیبراسیون گونیامتر دیجیتال یا تنظیم پشتی صندلی در ۸۰ درجه و همچنین تنظیم زانوی فرد مورد آزمایش در نقطه شروع ۹۰ درجه از گونیامتر معمولی استفاده شد.

مداخله کینزیوتیپ

برای تیپینگ، از کینزیوتیپ ضدآب و ضدحساسیت با عرض ۵ سانتی‌متر استفاده شد که به میزان ۴۰ درجه امکان کشیده شدن داشت. در این مطالعه از کینزیوتیپ با مارک Temtex ساخت کشور کره که دارای استفاده فراگیر در مسابقات ورزشی بود، استفاده می‌شد. نحوه چسباندن کینزیوتیپ، از توبروزیته تیپا آغاز و به سمت بالا تا یک‌سوم تحتانی طول ران به‌صورت قدامی داخلی - قدامی خارجی در حالت ۳۰ درجه فلکشن زانو چسبانده می‌شد. میزان کشش برابر ۶۰ درجه، حداکثر کشیدگی ممکن کینزیوتیپ بود.

آزمون حس وضعیت زانو

در ابتدا درباره نحوه اجرای آزمایش‌ها به افراد توضیحات داده می‌شد. بعد از اعلام آمادگی فرد آزمایشات اصلی انجام می‌شد. تست حس وضعیت زانو، به دو صورت بازسازی زاویه فعال و غیرفعال انجام شد. زاویه مبدأ ۹۰ درجه فلکشن و زاویه هدف ۴۵ درجه فلکشن تعیین شد (تصویر شماره ۲).



تصویر ۲. تست بازسازی زاویه



تصویر ۱. گونیامتر الکترونیکی

تصویر ۱. گونیامتر الکترونیکی

جدول ۱. میزان خطای بازسازی زاویه در دو گروه و نتایج آزمون تی مستقل برای بررسی تأثیر متقابل گروه و دفعات ارزیابی بر بازسازی زاویه

P	t	تفاوت میانگین	میانگین \pm انحراف معیار		مراحل
			گروه کنترل	گروه کینزیوتیپ	
۰/۰۷	۰/۳۱	۰/۱۷۵	۳/۰۰۵ \pm ۰/۵۸	۲/۸۳ \pm ۰/۲۵	قبل از نوار
۰/۵۳	۱/۰۱	۰/۴۵	۲/۴۵ \pm ۰/۴	۲ \pm ۰/۲۳	بلافاصله پس از نوار
۰/۰۰۱	۸/۱۶	۰/۵۳	۱/۷۷ \pm ۰/۲۸	۱/۲۴ \pm ۰/۱۵	پس از راه رفتن
۰/۰۰۱	۰/۴۲	۲/۱۴	۲/۸۲ \pm ۰/۲۶	۰/۶۸ \pm ۰/۱۱	پس از ۱۰ روز استفاده از نوار

طب توانبخشی

داده می‌شد. ساق پای بیمار به مدت ۵ ثانیه در این زاویه نگه داشته می‌شد. سپس پای نمونه به وضعیت شروع ۹۰ درجه برگردانده می‌شد و در این وضعیت به مدت ۵ ثانیه نگه داشته می‌شد. بعد از این زمان از فرد خواسته می‌شد زاویه هدف را با انجام حرکت اکستنشن فعال زانو در زنجیره باز حرکتی بازسازی کند. میزان زاویه بازسازی شده ثبت و این آزمایش ۳ بار تکرار شد و میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه هدف محاسبه و ثبت شد. منظور از خطای مطلق، میزان انحراف از زاویه هدف بدون در نظر گرفتن جهت انحراف (+ یا -) است. به همین ترتیب براساس مراحل تست حس وضعیت در زاویه‌های دیگر با فاصله‌های زمانی ۳۰ ثانیه‌ای نیز مورد آزمایش قرار گرفت و میزان بازسازی زاویه با نرم‌افزار Digimizer محاسبه شد.

همه این مراحل بلافاصله پس از چسباندن کینزیوتیپ در همان جلسه اول تکرار می‌شد. بعد از این مرحله، پس از پایان تست‌ها در این وضعیت، بیمار تست راه رفتن روی تردمیل را به مدت ۱۰ دقیقه انجام می‌داد و پس از آن مجدداً تست حس وضعیت زانو مطابق روش توضیح داده شده اجرا می‌شد. این آزمایش ۱۰ روز بعد تکرار می‌شد.

در آزمون بازسازی زاویه غیرفعال، طبق مراحل آزمایش، قبل از استفاده از کینزیوتیپ، محل زاویه هدف که ۴۵ درجه تعیین

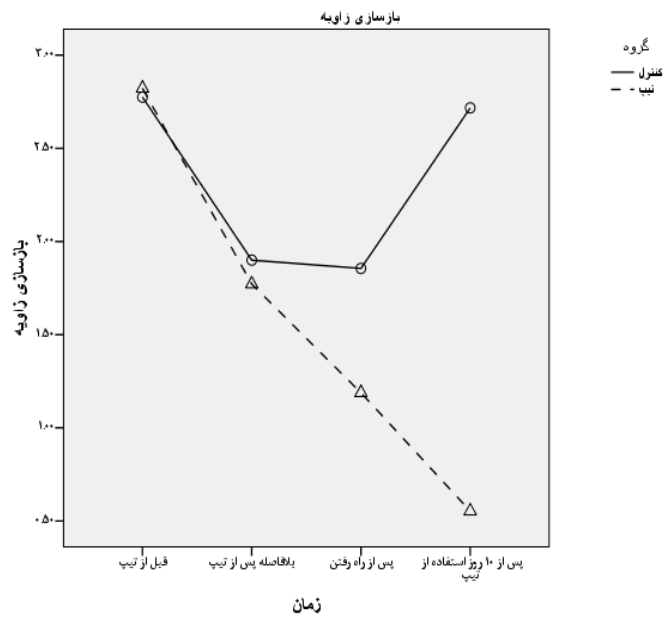
در آزمایش روز اول پس از مشخص شدن یکی از دو وضعیت مورد آزمایش، تست حس وضعیت در سه حالت قبل، بلافاصله بعد از کاربرد کینزیوتیپ و بعد از راه رفتن روی تردمیل گرفته می‌شد. در آزمایش دوم که ۱۰ روز بعد انجام می‌شد مجدداً تست حس وضعیت ارزیابی می‌شد.

نحوه انجام تست حس وضعیت فعال زانو به این صورت بود که اول بیمار روی تخت معاینه می‌نشست. جهت افقی تر کردن محور استخوان ران و ایجاد زاویه ۹۰ درجه، یک پد مخصوص در زیر ران پای تحت تست در نزدیکی زانو گذاشته می‌شد، طوری که ساق عمود بر سطح زمین قرار می‌گرفت و زاویه ۹۰ درجه را با ران تشکیل می‌داد. بعد از کالیبره کردن گونیامتر و تعریف زوایای صفر و ۹۰ درجه، بازوهای ثابت گونیامتر با استخوان ران و بازوی متحرک گونیامتر با استخوان ساق، همچنین محور چرخش آناٹومیک زانو با محور چرخش مکانیک گونیامتر تطبیق داده می‌شد. سپس با استفاده از نوار پارچه‌ای چسب‌دار بازوی ثابت گونیامتر فیکس می‌شد. جهت آگاهی هرچه بیشتر بیمار از نحوه اجرای تست، این تست ۲ یا ۳ بار به صورت آزمایشی با چشم‌های باز در یک زاویه دلخواه اجرا می‌شد. سپس طبق مراحل آزمایش قبل از استفاده از کینزیوتیپ، محل زاویه هدف که ۴۵ درجه تعیین شده بود، با چشم‌های بسته به بیمار نشان

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس چندعاملی مختلط برای بررسی تأثیر خالص و متقابل سه متغیر گروه، نحوه تست‌گیری و دفعات ارزیابی بر بازسازی زاویه

P	نسبت F	اثرات ارزیابی شده
۰/۰۴	۰/۷۶	اثر اصلی گروه
۰/۰۷	۳/۵۶	اثر اصلی نحوه تست‌گیری
۰/۰۰۱	۲۷/۷۶	اثر اصلی جلسات
۰/۱۴	۱۰/۹	اثر متقابل جلسات \times نحوه تست‌گیری
۰/۵۶	۰/۲۵	اثر متقابل نحوه تست‌گیری \times گروه
۰/۰۰۱	۲۰/۶۶	اثر متقابل جلسات \times گروه
۰/۵۲	۰/۷۶	اثر متقابل جلسات \times نحوه تست‌گیری \times گروه

طب توانبخشی



تصویر ۳. تأثیر متقابل دفعات ارزیابی و گروه بر بازسازی زاویه

طب توانبخشی

باید به این نکته اشاره کرد که در طول مطالعه، بیماران تحت تمرین درمانی یا تزریقی قرار نگرفتند.

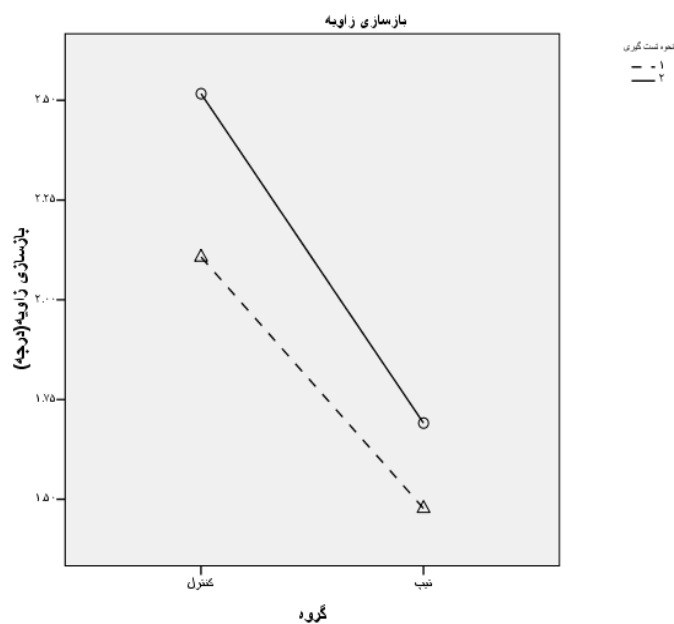
تمامی مراحل، برای گروه کنترل به همان صورت گروه کینزیوتیپ انجام شد و فقط تیپینگ بر روی آنها انجام نشد.

تحلیل آماری

برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف^۳

3. Kolmogorov-Smirnov

شده بود، با چشم‌های بسته توسط تراپیست به بیمار نشان داده می‌شد. ساق پای بیمار به مدت ۵ ثانیه در این زاویه نگه داشته می‌شد. سپس پای نمونه به وضعیت شروع ۹۰ درجه برگردانده می‌شد و در این وضعیت به مدت ۵ ثانیه نگه داشته می‌شد. بعد از این زمان از بیمار خواسته می‌شد چشمان خود را ببندد و پای فرد توسط تراپیست حرکت داده می‌شد و از بیمار خواسته می‌شد زمانی که زاویه بازسازی شده به زاویه هدف نزدیک شد را گزارش دهد. میزان زاویه بازسازی شده ثبت و این آزمایش ۳ بار تکرار شد و میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه هدف محاسبه و ثبت شد.



تصویر ۴. تأثیر متقابل نحوه تست‌گیری و گروه بر بازسازی زاویه

طب توانبخشی

اطراف مفصل انجام می‌شود. به‌طور کلی، در بازسازی زاویه فعال گیرنده‌های مفصلی و عضلانی هر دو تحریک می‌شوند و می‌توان ارزیابی عملکردی بهتری از حس تشخیص زاویه مفصل داشت [۱۸]. خطای بازسازی زاویه نشانگر میزان دقت حس عمقی است. حس عمقی اشاره به درک آگاهانه و ناآگاهانه از وضعیت مفصل دارد که این سیگنال از طریق آوران‌های حسی به سیستم عصبی مرکز منتقل می‌شود [۱۹]. طبق نظریات مختلف نقص حس عمقی، ثبات زانو را که مرتبط با توانایی عملکردی افراد است کاهش داده یا از بین می‌برد [۲۰].

مطابق یافته‌های مطالعه حاضر، گروه دارای کینزیوتیپ کاهش معنی‌داری در میزان خطای بازسازی زاویه مفصل نشان داد؛ بدین معنی که استفاده از کینزیوتیپ سبب بهبود حس تشخیص وضعیت مفصل در هر دو حالت بازسازی زاویه فعال و غیرفعال شد. همچنین ۱۰ روز پس از استفاده مداوم از کینزیوتیپ بهبود حس تشخیص وضعیت مفصل در حالت بازسازی زاویه فعال مشاهده شد.

از عوامل محرک مکانورسپتورها، تحریکات حسی از جمله تحریکات پوستی است. مکانورسپتورها در کپسول مفصلی، پوست و داخل عضله واقع می‌شوند. سه نوع اصلی گیرنده‌های محیطی می‌توانند وضعیت ثابت اندام، سرعت و جهت حرکت اندام را محاسبه کنند. نتایج ما هم‌راستا با مطالعه رفشاگ و همکاران است که بیان کردند کینزیوتیپ به‌علت تماس نزدیک با پوست پیام‌های حسی قوی را فراهم می‌آورد که سبب افزایش قدرت فعالیت گیرنده‌های عمقی پوست می‌شود [۱۶].

طبق نظر برون‌تی و همکاران، بعد از بازسازی لیگامان متقاطع قدامی، مکانورسپتورهای مفصلی متعدد و ارتباطات عصبی مرکزی به‌طور مداوم تغییر می‌کنند [۲۱]. شاید بتوان گفت باتوجه‌به نقایص حسی که در اثر آسیب لیگامان متقاطع قدامی ایجاد می‌شود، تحریک مکانورسپتورها با استفاده از کینزیوتیپ توانسته است با فراهم کردن آوران‌های ورودی حسی سبب جبران نقش آوران‌های لیگامانی شود و متعاقباً میزان خطای بازسازی زاویه کاهش یافته است. با اینکه دوک عضلانی یکی از عوامل اصلی حفظ و برقراری حس عمقی است، اما تحریکات ناشی از کینزیوتیپ بعید است مستقیماً بافت‌های عمقی را متأثر کند. از این جهت شاید گیرنده‌های دیگری غیر از دوک عضلانی به‌طور اولیه فعال می‌شوند که غالباً سطحی‌ترینشان گیرنده‌های نزدیک مفصل مثل پاچینی، گلژی تدون و گیرنده‌های III و IV هستند [۲۲]. باین‌حال، به‌کارگیری غیرمستقیم دوک‌ها را نمی‌توان نادیده گرفت، زیرا سیگنال‌های حسی از طریق ارتباطات نخاعی روی فعالیت گاما موتور نورون اثر می‌کنند و متعاقباً بر ورودی دوک که تنظیم‌کننده حساسیت آن است نیز تأثیرگذار هستند [۲۲، ۲۳].

استفاده شد. برای بررسی تأثیر کینزیوتیپ، دفعات ارزیابی و نحوه تست‌گیری بر روی حس وضعیت مفصل از آزمون آنالیز واریانس چندعاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. برای بررسی چگونگی تفاوت میان دو گروه کینزیوتیپ و کنترل از آزمون تی مستقل استفاده شد. خطای نوع اول آزمون در این تحقیق ۰/۰۵ در نظر گرفته شد، بنابراین مقادیر کمتر از آن از نظر آماری معنی‌دار تلقی شد. تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ صورت گرفت.

یافته‌ها

جدول شماره ۱ میانگین و انحراف معیار میزان خطای بازسازی زاویه و نتایج آزمون تی مستقل برای بررسی تأثیر متقابل گروه و دفعات ارزیابی بر بازسازی زاویه در دو گروه و **جدول شماره ۲** نتایج آزمون تحلیل واریانس چندعاملی برای بررسی تأثیر خالص و متقابل گروه، نحوه تست‌گیری و دفعات ارزیابی بر بازسازی زاویه را نشان می‌دهند.

اثر متقابل گروه و دفعات ارزیابی بر خطای بازسازی زاویه معنی‌دار بود (**تصویر شماره ۳**)؛ یعنی صرف نظر از نحوه تست‌گیری (فعال یا غیرفعال) میزان خطای بازسازی زاویه در گروه کینزیوتیپ به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود ($P < 0.01$). نتایج تحلیل واریانس چندعاملی و نیز آزمون تی مستقل به‌منظور بررسی و مقایسه گروه کینزیوتیپ و گروه کنترل در دفعات ارزیابی چهارگانه از نظر پارامترهای بازسازی زاویه نشان می‌دهد گروهی که از کینزیوتیپ استفاده کرده بودند به‌صورت معنی‌داری خطای بازسازی زاویه کمتری را نسبت به گروه کنترل پس از راه رفتن و پس از ۱۰ روز استفاده از نوار نشان دادند.

تصویر شماره ۴ نشان می‌دهد اثر متقابل نحوه تست‌گیری و گروه بر خطای بازسازی زاویه معنی‌دار نبود؛ یعنی تأثیر احتمالی نحوه تست‌گیری و گروه به یکدیگر ارتباطی ندارند. همچنین اثر اصلی نحوه تست‌گیری بر میزان خطای بازسازی زاویه معنی‌دار نبود؛ یعنی میزان خطای بازسازی زاویه در تست فعال و غیرفعال تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. اثر متقابل نحوه تست‌گیری و دفعات ارزیابی بر خطای بازسازی زاویه معنی‌دار نبود؛ یعنی تأثیر احتمالی نحوه تست‌گیری و دفعات ارزیابی به یکدیگر ربطی ندارند. اما اثر اصلی دفعات ارزیابی بر خطای بازسازی زاویه معنی‌دار بود؛ یعنی صرف نظر از نحوه تست‌گیری، طی دفعات ارزیابی تغییر معنی‌داری در خطای بازسازی زاویه مفصلی رخ داد.

بحث

در این مطالعه از هر دو نوع بازسازی زاویه فعال و غیرفعال استفاده شد. در بازسازی زاویه غیرفعال مفصلی فقط گیرنده‌های مفصلی فعال می‌شوند، در حالی که در آزمون بازسازی زاویه فعال این کار با استفاده از انقباضات عضلانی و گروه‌های عضلانی

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره (IR.SBMU.RETECH. REC.1403.510) دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد هدا نیکنام در گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه تربیت مدرس است

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از اساتید و همکاران گروه فیزیوتراپی در دانشگاه تربیت مدرس و دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی قدردانی می کنند.

اسپانوس و همکاران بیان کردند که کاربرد کینزیوتیپ از آسیب پیچ خوردگی مچ پا به وسیله افزایش فراخوان حس عمقی از طریق فعال کردن گیرنده های مکانیکی پوست مناطق اطراف مفصل جلوگیری می کند. طبق مطالعات قبلی، آن ها اظهار داشتند که فیبرهای عصبی آوران بر خاسته از گیرنده های مکانیکی، لیگامان، پوست و بافت عضلانی پاسخگوی حس عمقی مناسب هستند و تحریک این نواحی سبب تقویت گیرنده ها و مسیرهای حس عمقی می شود [۱۵]. در زمینه تأثیر کینزیوتیپ بر حس عمقی زانو، مطالعات قبلی گزارش کردند که بعد از بازسازی لیگامان متقاطع قدامی، کینزیوتیپ اثر فوری در بهبود بازسازی زاویه مفصل زانو (حس موقعیت مفصل) در ۳۰ درجه اکستنشن زانو داشته است [۱۷]. مطالعات دیگر نیز بیان کردند که در افرادی که تحت جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی قرار نگرفته بودند، کینزیوتیپ در بهبود حس عمقی مفصل زانو اثر مثبت داشته است [۲۴-۲۶]. در مطالعه حاضر نیز استفاده از کینزیوتیپ سبب بهبود فوری حس وضعیت مفصل و نیز ۱۰ روز پس از استفاده مداوم از آن شد که با نتایج مطالعات قبلی هم راستاست.

بنابراین، کینزیوتیپ با افزایش فعالیت حس عمقی پوست آگاهی اضافه ای از وضعیت مفصل فراهم می آورد که این پدیده را در نتایج مربوط به بازسازی زاویه مفصل در مطالعه حاضر مشاهده کردیم. عامل احتمالی دیگر، زمان انتخاب شده برای کینزیوتیپ بود، زیرا گفته می شود بیماران طی ماه ۴ تا ۶ بعد از بازسازی هنوز دچار نقص حس عمقی هستند و بیماران انتخابی ما در این دامنه زمانی قرار گرفته بودند. طبق مطالعات مختلف ماه ۴ تا ۶ زمان لازم برای تکمیل شکل گیری مجدد فیبرهای کلاژن و رگ سازی مجدد گرفت است [۲۷].

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر پیشنهاد می کند که به کارگیری کینزیوتیپ احتمالاً به دلیل به کارگیری ورودی های حسی بیشتر می تواند سبب بهبود حس عمقی مفصل زانو شود.

محدودیت مطالعه حاضر عدم پیگیری بعد از اتمام جلسات مداخله کینزیوتیپ بود. همچنین، بیماران در مراحل ابتدایی تری از عوارض بعد از بازسازی لیگامان متقاطع قدامی به دلیل ترس از آسیب، حاضر به شرکت در مطالعات تحقیقاتی نمی شوند. در مطالعات آینده، پیشنهاد می شود عضلات اطراف مفصل زانو مانند همسترینگ و عضلات مایل داخلی و خارجی را نیز کینزیوتیپ کرده و نتایج آن را مورد بررسی قرار دهند.

References

- [1] Georgoulis A, Ristanis S, Moraiti C, Paschos N, Zampeli F, Xergia S, et al. ACL injury and reconstruction: Clinical related in vivo biomechanics. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*. 2010; 96(8):S339-S48. [DOI:10.1016/j.rcot.2010.09.015]
- [2] Angoules AG, Mavrogenis AF, Dimitriou R, Karzis K, Drakoulakis E, Michos J, et al. Knee proprioception following ACL reconstruction; a prospective trial comparing hamstrings with bone-patellar tendon-bone autograft. *Knee*. 2011; 18(2):76-82. [DOI:10.1016/j.knee.2010.01.009] [PMID]
- [3] Oshima T, Nakase J, Kitaoka K, Shima Y, Numata H, Takata Y, et al. Poor static balance is a risk factor for non-contact anterior cruciate ligament injury. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2018; 138(12):1713-8. [DOI:10.1007/s00402-018-2984-z] [PMID]
- [4] Fernandes TL, Felix EC, Bessa F, Luna NM, Sugimoto D, Greve JM, et al. Evaluation of static and dynamic balance in athletes with anterior cruciate ligament injury-A controlled study. *Clinics*. 2016; 71(8):425-9. [DOI:10.6061/clinics/2016(08)03] [PMID]
- [5] Bonsfills N, Gómez-Barrena E, Raygoza JJ, Núñez A. Loss of neuromuscular control related to motion in the acutely ACL-injured knee: An experimental study. *European Journal of Applied Physiology*. 2008; 104(3):567-77. [DOI:10.1007/s00421-008-0729-3] [PMID]
- [6] 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. *The American Journal of Sports Medicine*. 1997; 25(3):336-40. [DOI:10.1177/036354659702500311] [PMID]
- [7] Costa-Paz M, Garcia-Mansilla I, Marciano S, Ayerza MA, Muscolo DL. Knee-related quality of life, functional results and osteoarthritis at a minimum of 20 years' follow-up after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee*. 2019; 26(3):666-72. [DOI:10.1016/j.knee.2019.04.010] [PMID]
- [8] Kohn L, Rembeck E, Rauch A. [Anterior cruciate ligament injury in adults : Diagnostics and treatment (German)]. *Orthopade*. 2020; 49(11):1013-28. [DOI:10.1007/s00132-020-03997-3] [PMID]
- [9] Rodriguez K, Soni M, Joshi PK, Patel SC, Shreya D, Zamora DI, et al. Anterior cruciate ligament injury: Conservative versus surgical treatment. *Cureus*. 2021; 13(12):e20206. [DOI:10.7759/cureus.20206]
- [10] Jenkins SM, Guzman A, Gardner BB, Bryant SA, Del Sol SR, McGahan P, et al. Rehabilitation after anterior cruciate ligament injury: Review of current literature and recommendations. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. 2022; 15(3):170-9. [DOI:10.1007/s12178-022-09752-9] [PMID]
- [11] Labianca L, Andreozzi V, Princi G, Princi AA, Calderaro C, Guzzini M, et al. The effectiveness of kinesio taping in improving pain and edema during early rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective, randomized, control study. *Acta Bio-Medica*. 2022; 92(6):e2021336. [DOI:10.23750/abm.v92i6.10875] [PMID]
- [12] Hanzlíková I, Richards J, Hébert-Losier K, Smékal D. The effect of proprioceptive knee bracing on knee stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Gait & Posture*. 2019; 67:242-7. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2018.10.026] [PMID]
- [13] Valladares JR, Carvalho LC, Yanagihara GR, Rocha CBJ, Maia PR, Marino LS, et al. Effect of kinesio-taping on the acute phase of the post-operative reconstruction of the anterior cruciate ligament: A randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2023; 35:320-5. [DOI:10.1016/j.jbmt.2023.04.052] [PMID]
- [14] Akbari M, Pahnabi G, Karimi H. Immediate effect of kinesio taping on knee joint position sense after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Clinical Physiotherapy Research*. 2017; 2(4):162-8. [DOI:10.22037/jcpr.v2i4.17854]
- [15] Spanos S, Brunswic M, Billis E. The effect of taping on the proprioception of the ankle in a non-weight bearing position, amongst injured athletes. *The foot*. 2008; 18(1):25-33. [DOI:10.1016/j.foot.2007.07.003]
- [16] Refshauge KM, Kilbreath SL, Raymond J. The effect of recurrent ankle inversion sprain and taping on proprioception at the ankle. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000; 32(1):10-5. [DOI:10.1097/00005768-200001000-00003] [PMID]
- [17] Rochmania A, Masduchi RH, Utomo DN. Immediate effect of kinesio taping on knee joint proprioception after anterior cruciate ligament reconstruction. *Indonesian Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2012; 1(1):2-10. [DOI:10.36803/ijpmr.v1i1.185]
- [18] Karasel S, Akpınar B, Gülbahar S, Baydar M, El O, Pinar H, et al. Clinical and functional outcomes and proprioception after a modified accelerated rehabilitation program following anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. 2010; 44(3):220-8. [DOI:10.3944/AOTT.2010.2293] [PMID]
- [19] Callaghan MJ, Selfe J, McHenry A, Oldham JA. Effects of patellar taping on knee joint proprioception in patients with patellofemoral pain syndrome. *Manual Therapy*. 2008; 13(3):192-9. [DOI:10.1016/j.math.2006.11.004] [PMID]
- [20] Fleming JD, Ritzmann R, Centner C. Effect of an anterior cruciate ligament rupture on knee proprioception within 2 years after conservative and operative treatment: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*. 2022; 52(5):1091-102. [DOI:10.1007/s40279-021-01600-z] [PMID]
- [21] Brunetti O, Filippi GM, Lorenzini M, Liti A, Panichi R, Roscini M, et al. Improvement of posture stability by vibratory stimulation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2006; 14(11):1180-7. [DOI:10.1007/s00167-006-0101-2] [PMID]
- [22] Zampieri N, de Nooij JC. Regulating muscle spindle and Golgi tendon organ proprioceptor phenotypes. *Current Opinion in Physiology*. 2021; 19:204-10. [DOI:10.1016/j.cophys.2020.11.001] [PMID]
- [23] Wilkinson KA. Methodological advances for studying gamma motor neurons. *Current Opinion in Physiology*. 2021; 19:135-40. [DOI:10.1016/j.cophys.2020.10.002] [PMID]

- [24] Bischoff L, Babisch C, Babisch J, Layher F, Sander K, Matziolis G, et al. Effects on proprioception by Kinesio taping of the knee after anterior cruciate ligament rupture. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2018; 28(6):1157-64. [DOI:10.1007/s00590-018-2167-1] [PMID]
- [25] Kielé D, Solianik R. Four-week application of kinesiotope improves proprioception, strength, and balance in individuals with complete anterior cruciate ligament rupture. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2023; 37(1):213-9. [DOI:10.1519/JSC.0000000000004245] [PMID]
- [26] Liu K, Qian J, Gao Q, Ruan B. Effects of kinesio taping of the knee on proprioception, balance, and functional performance in patients with anterior cruciate ligament rupture: A retrospective case series. *Medicine*. 2019; 98(48):e17956. [DOI:10.1097/MD.0000000000017956] [PMID]
- [27] Dendrinos P, Fassoi A, Tsekoura M, Angelopoulos P, Mylonas K, Mandalidis D, et al. Neuromuscular control of the lower extremities can be better enhanced by applying ankle taping and kinesiotope rather than elastic bandaging: A randomized control study in amateur soccer players. *Journal of Physical Therapy Science*. 2022; 34(11):741-4. [DOI:10.1589/jpts.34.741] [PMID]