Sport Medicine Studies, 2026, 18(48): 106-121. DOI: 10.22089/smj.2026.19280.1856

Sport Medicine Studies

Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

Original Article

The immediate effect of facilitatory hamstring kinesio taping on the electromyography activity pattern of knee muscles during single leg landing in female athletes

Seyede Zahra Seyedselahi [1] Rose Fouladi*[1], Seyed Esmaeil Hosseininejad[1]

1. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Received: 8-May-2026 | **Accepted:** 8-Sep-2026 | **Available Online:** 12-Sep-2026

*Corresponding Author: **Rose Fouladi**, E-mail: ro.fouladi@umz.ac.ir

How to Cite: Seyedselahi S. Z., Fouladi R., Hosseininejad S. E. The immediate effect of facilitatory hamstring kinesio taping on the electromyography activity pattern of knee muscles during single leg landing in female athletes. Studies in Sport Medicine. 2026;18(48):106–121 (In Persian). https://doi.org/10.22089/smj.2026.19280.1856

Extended Abstract

Background and Purpose

Anterior cruciate ligament (ACL) injuries commonly occur during sports activities that involve running, jumping, and rapid changes in direction. To reduce the risk of ACL injury, the knee joint must be stabilized by muscles and ligaments. However, excessive quadriceps activation during knee flexion produces anterior shear forces that increase the risk of ACL injury.Kinesio taping (KT) is a non-invasive therapeutic technique that enhances muscle function during training, supports weakened muscles, and improves active range of motion. To evaluate muscle activation patterns, surface electromyography (EMG) is widely used, as it provides valuable insights into activation timing and muscle characteristics.

Materials and Methods

The present study was a quasi-experimental, intra-subject study with a pretest-posttest design, in which a convenience sampling method was used. The study population consisted of female athletes aged 18–25 years with at least three years of sports experience and a minimum of two training sessions per week. Based on an a priori power analysis using G*Power (effect size = 0.5, $\alpha = 0.05$, power = 0.95), 15 female athletes from the University of Mazandaran were selected. Participants were screened according to the inclusion criteria, including the absence of hamstring shortening assessed by the straight leg raise (SLR) test. Based on the intra-trial nature of the study, each participant was assessed before and after the intervention, and given the limited number of participants

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

and the inherent variability of EMG data, there was a possibility of power limitations in the study.Surface EMG electrodes were placed parallel to the muscle fibers in accordance with the SENIAM protocol using hypoallergenic double-sided adhesive tape and further secured with cohesive bandage tape to minimize motion artifacts. Maximum voluntary isometric contraction (MVIC) tests were conducted to normalize EMG signals.Participants performed single-leg landings with the dominant leg from a 30-cm platform, with four valid trials recorded, with a 2-minute rest between each landing.Following hamstring kinesio taping, four additional valid landings were recorded. Taping was applied with approximately 70% stretch from the muscle's origin to insertion. Tape length was determined by measuring the distance from the ischial tuberosity to the posterior knee and cutting the tape to two-thirds of this length. To avoid interference with electrode placement, the tape was split longitudinally, allowing electrodes to be positioned within the split area.Data were summarized using mean, standard deviation, and variance. Normality was assessed using the Shapiro–Wilk test, and pre- and post-taping comparisons were performed using the Wilcoxon signed-rank test. Statistical analyses were conducted in SPSS (version 27), with significance set at $P \leq 0.05$.

Results

The results of the Shapiro–Wilk test used to assess the normality of the variables indicated that the study variables did not follow a normal distribution. The obtained significance levels for most variables were lower than the alpha level of 0.05. Accordingly, the Wilcoxon test was employed to analyze the indices examined in the present study. The findings showed that there were no significant differences in the electromyographic activity of the vastus medialis, vastus lateralis, rectus femoris, semitendinosus, biceps femoris, gluteus medius, and lateral gastrocnemius muscles before and after facilitative hamstring taping.

Conclusion

The present study aimed to investigate the immediate effects of facilitative hamstring kinesio taping on the electromyographic activity patterns of knee muscles during a single-leg landing maneuver in female athletes. The results indicated that the application of immediate hamstring facilitation kinesiology tape did not significantly change the EMG activity of selected knee muscles during single-leg landing in healthy female athletes. Therefore, these findings alone are not sufficient to conclude about the effectiveness of KT in preventing ACL injury.A possible explanation for this finding is that KT was applied only to the hamstring muscles, whereas other muscles and joints, such as the hip and ankle, also contribute to single-leg landing. Therefore, applying KT to a single muscle group may not provide a sufficient stimulus to alter the EMG activity of knee muscles in healthy women. Although some theories suggest that kinesio taping can activate cutaneous receptors and enhance neuromuscular facilitation, based on previous study results, it appears that the cutaneous stimulation provided by KT may be insufficient to increase muscle activation in healthy individuals.Future studies with greater sample size, suitable study control, and general assessment of neuromuscular indexes are suggested to prepare precise documentation for landing control.

Key Words: Electromyography, Landing, Kinesiotype, Knee Joint, ACL Injury

Article Message

Overall, facilitative hamstring kinesio taping did not have a significant effect on the electromyographic activity patterns of knee muscles during single-leg landing in female athletes. Considering the results of the present study and the inconsistent findings reported in previous research, further studies with greater sample size and evaluating the chronic effect of kinesio taping are recommended..

Ethical Considerations

The ethical considerations followed in this study included obtaining informed consent from all participants, allowing participants to withdraw from the study at any time, and ensuring the confidentiality of their information. Ethical procedures were conducted in accordance with the guidelines of the Ethics Committee of the University of Mazandaran, and the study was approved under ethics code IR.UMZ.REC.1404.017.

Authors' Contributions

This study is derived from the master's thesis of the student who is introduced as the first author of the article and who wrote the study. The second and third authors of this study were responsible for the first and second supervision of the thesis, respectively, and were responsible for the scientific and technical editing of the present study, supervision of data analysis, and review of the study output.

Conflict of Interest

There is no conflict of interest in this thesis.

Acknowledgments

The authors would like to express their sincere gratitude to all participants who voluntarily contributed to this study.

مطالعات طب ورزشی، تابستان ۱۴۰۵، دوره ۱۸، شماره ۴۸، صص ۱۲۱-۱۰۶ DOI: 10.22089/smj.2026.19280.1856

Sport Medicine Studies

Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

مقاله پژوهشی

بررسی اثر آنی کینزیوتیپ تسهیلی همسترینگ بر الگوی فعالیت الکترومایوگرافی عضلات زانو در زنان ورزشکار هنگام فرود تک‌پا

سیده زهرا سیدسلاحی[۱]، رز فولادی*[۱]، سید اسماعیل حسینی نژاد[۱]

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۱۸ | تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۱۷ | تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۶/۲۱

*نویسنده مسئول: رز فولادی، ایمیل: ro.fouladi@umz.ac.ir

نحوه ارجاع‌دهی: Author A, Author A, Title of article. *Name of Journal*, Year of publication; volume number(issue number), pages. https://doi.org/xx.xxx/yyyy. (1405). بررسی اثر آنی کینزیوتیپ تسهیلی همسترینگ بر الگوی فعالیت الکترومایوگرافی عضلات زانو در زنان ورزشکار هنگام فرود تک‌پا. مطالعات طب ورزشی، 18(48): ۱۰۶- **Error! Bookmark not defined.**

چکیده

هدف: با توجه به نقش رباط صلیبی قدامی (ACL) در پیشگیری از آسیب‌های زانو در مانورهای ورزشی ازجمله فرود و همچنین اهمیت فعال‌سازی مناسب عضلات اطراف آن در کنترل نیروهای وارده به مفصل به ویژه در زنان ورزشکار، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر آنی کینزیوتیپ تسهیلی همسترینگ بر الگوی فعالیت الکترومایوگرافی عضلات زانو هنگام فرود تک‌پا در زنان ورزشکار، انجام شد

مواد و روش‌ها: داده‌های الکترومایوگرافی عضلات اندام تحتانی از ۱۵ زن ورزشکار سالم هنگام فرود تک‌پا از پله‌ای به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر جمع‌آوری شدند و پس از انجام کینزیوتیپ تسهیلی همسترینگ، از ابتدا به انتهای عضله با کشش ۷۰ درصد دوباره تکرار شد. پارامترهای حاصل از خروجی دستگاه نیرو و الکترومایوگرافی، وارد نرم‌افزار MATLAB نسخه ۲۰۲۳ شدند و پس از بررسی صحت داده‌ها، پردازش اطلاعات انجام شد. مطالعه صرفاً براساس داده‌های EMG انجام شد. به‌منظور توصیف داده‌ها از میانگین، انحراف استاندارد و واریانس استفاده شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون شاپیرو-ویلک و سپس بررسی داده‌ها با استفاده از آزمون آماری ویلکاکسون انجام شد. همه داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ در سطح معناداری $p \leq ۰/۰۵$ تجزیه و تحلیل شدند

یافته‌ها: در نتایج آماری به‌دست‌آمده، اثر آنی کینزیوتیپ همسترینگ بر میزان فعالیت الکترومایوگرافی عضلات پهن داخلی، پهن خارجی، راست رانی، نیم وتری، دوسررانی، سرینی میانی و دوقلوی خارجی قبل و بعد از تیپینگ تفاوت معناداری نداشت؛

نتیجه‌گیری: بنابراین پژوهش حاضر نشان داد که کینزیوتیپ تسهیلی همسترینگ تأثیر معناداری بر فعالیت الکترومایوگرافی عضلات زانو ندارد و به‌تنهایی برای نتیجه‌گیری درباره اثربخشی KT در پیشگیری از آسیب ACL کافی نیست.

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

واژگان کلیدی: الکترومایوگرافی، فرود، کینزیوتیپ، مفصل زانو، آسیبACL.

مقدمه

آسیب لیگامنت صلیبی قدامی[1](ACL) معمولاً در فعالیت‌های ورزشی شامل دویدن، پرش، فرود، حرکات برشی و تغییر جهت، اتفاق می‌افتد (۱). پارگی ACL شایع‌ترین آسیب لیگامنتی زانو است (۲) و حدود ۷۰ درصد آن‌ها به صورت غیرتماسی روی می‌دهد. عضلات آگونیست و آنتاگونیست زانو باید به صورت هماهنگ فعالیت کنند و با زمان‌بندی مناسب و ترکیب مناسب نیروها، وارد عمل شوند تا خطر بروز آسیب کاهش یابد (۳). فعالیت مداوم مجموعه عضلانی چهارسران و همسترینگ در زنجیره حرکتی اندام تحتانی و در هنگام استراحت بدن، مفاصل زانو و لگن را ثبات می‌بخشد (۴). فعالیت زیاد عضلات چهارسران در هنگام فلکشن زانو، باعث ایجاد نیروی برشی قدامی می‌شود که خطر آسیب ACL را افزایش می‌دهد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که عضلات همسترینگ از ACL محافظت می‌کنند و ثبات دینامیک مفصل را از طریق مقاومت در برابر حرکت قدامی درشت‌نی، تأمین می‌کنند (۳).

در سال‌های اخیر در دنیای ورزش، روش‌هایی برای پیشگیری از آسیب ACL ابداع شده است که مبتنی بر ورزش و تمرین نیستند. کینزیوتیپ[2](KT) نوعی نوار الاستیک درمانی است که در دهه ۱۹۷۰ توسط دکتر کنزوکاسی[3] متخصص فیزیوتراپی و طب سوزنی از کشور ژاپن، طراحی و معرفی شده است. این نوار از الیاف پنبه‌ای تشکیل شده است و دارای چسب اکریلیک فعال‌شونده با حرارت بدن است. ویژگی بارز کینزیوتیپ، خاصیت کشسانی آن در امتداد طولی است؛ در حالی که در عرض قابلیت کشش ندارد. کینزیوتیپ توانایی کشش طولی معادل ۳۰ تا ۴۰ درصد طول اولیه خود را دارد؛ به طوری که می‌تواند تا حدود ۱۳۰ تا ۱۴۰ درصد طول اولیه افزایش یابد. وزن و ضخامت این نوار به‌گونه‌ای طراحی شده است که با ویژگی‌های بیومکانیکی پوست انسان، به‌ویژه لایه اپیدرم، همخوانی داشته باشد. این شباهت ساختاری موجب ایجاد حس طبیعی و راحتی در ناحیه مورداستفاده می‌شود و از نظر ادراک لمسی، تجربه خوشایندی را برای فرد فراهم می‌آورد (۵). کینزیوتیپ از طریق افزایش جریان خون موضعی، کنترل تورم، کاهش درد و کمک به ترمیم، باعث کاهش آسیب و پیشگیری از افزایش شدت آسیب می‌شود. کینزیوتیپ به دلیل کششی که روی پوست ایجاد می‌کند، می‌تواند به بهبود گردش خون ناحیه کمک کند، حرکت مایع لنفاوی را تسهیل کند و ورم ناشی از آسیب را کاهش دهد. کاهش خستگی عضله با حمایت از آن و تحریک عضلات ضعیف برای قوی‌تر شدن، از فواید دیگری است که برای این نوار الاستیک ادعا شده است (۶).

در همین راستا و به‌منظور بررسی الگوی فعال‌سازی عضلات از الکترومایوگرافی[4](EMG) سطحی که یکی از ابزارهای بالینی در پزشکی و توان‌بخشی است، استفاده می‌شود. EMG سطحی نسبت به اقداماتی مانند لمس، مشاهده و تست‌های بالینی، ابزار مؤثرتری است و در مداخلات درمانی و پروتکل‌های توان‌بخشی، برای ثبت تفاوت‌های کنترل حرکتی از آن استفاده می‌شود (۷). همچنین به شناسایی تغییرات برای بهبود کنترل عصبی عضلانی نیز کمک می‌کند (۸) که با الگوی فعالیت عضلات در حین حرکت ارزیابی می‌شود و شامل اطلاعات زمان‌بندی عضلات و فرکانس است که از طریق EMG

1. Anterior Cruciate Ligament
2. Kinesiotape
3. Kenzo Kase
4. Electromyography

ارزیابی می‌شوند (۹).

براساس نتایج مطالعات گذشته، فرود[1]تک‌پا یکی از پرخطرترین مانورهای ورزشی است و احتمال زیادی در خطر پارگی ACL به همراه دارد. بیشترین میزان بروز آسیب‌های مفصل مچ پا و زانو در ورزش‌هایی نظیر والیبال، فوتبال و بسکتبال روی می‌دهد که در آن‌ها حرکات جهشی و تغییر مسیرهای ناگهانی نقش اساسی دارند و بخش درخورتوجهی از این آسیب‌ها ناشی از برخوردهای مستقیم است، اما ازجمله دلایل پارگی ACL، مکانیسم‌های غیربرخوردی به‌ویژه فرودهای نامناسب پس از پرش نیز به صورت مکرر گزارش شده‌اند (۱۰). در تأیید این مطلب می‌توان به مطالعه گری[2]و همکاران اشاره کرد. به گزارش آنان، ۵٪ درصد از کل آسیب‌های مشاهده‌شده در میان بازیکنان زن بسکتبال، به دنبال فرود ناشی از پرش رخ داده است (۱۱). همچنین در مطالعه‌ای دیگر، گربریچ[3]و همکاران اعلام کردند که ۶۳ درصد از آسیب‌های مربوط به مچ پا و زانو در مسابقات والیبال، به مانورهایی چون پرش و فرود نسبت داده می‌شود. فرود ایمن و موفق پس از پرش نیازمند سطح مناسبی از قدرت عضلانی، پایداری و تعادل است تا بتواند از مفاصل اندام تحتانی در برابر آسیب احتمالی محافظت کند (۱۲). با توجه به نقش و اهمیت فعالیت به‌موقع عضلات، مشاهده شده است که تأخیر در شروع فعالیت عضلانی، مانند عضله همسترینگ می‌تواند منجر به آسیب ACL شود (۹). همچنین الگوهای نامطلوب فعال‌سازی عضلات و کاهش فعال‌شدن توأم عضلات چهارسرران و همسترینگ در فعالیت‌های پرخطر مثل فرود تک‌پا، نیروهای برشی زانو را افزایش می‌دهند که آسیب ACL را در پی دارد (۱۳)؛ ازاین‌رو آگاه شدن از راهکارهای تأثیرگذار بر زمان فعال‌سازی و نسبت نیروهای عضلات در اندام تحتانی و در حرکاتی مانند فرود تک‌پا، برای پیشگیری از آسیب ACL به ورزشکار کمک می‌کند (۳).

بنابراین با توجه به نقش فعالیت به‌موقع عضله همسترینگ در حمایت از زانو، احتمال تأثیر کینزیوتیپ بر تسهیل عضله همسترینگ و البته ناکافی بودن مطالعات در این زمینه، این مطالعه قصد دارد تا الگوی فعالیت الکترومایوگرافی عضلات زانو را پس از کینزیوتیپ تسهیلی همسترینگ در مانور فرود تک پا بررسی کند تا از این طریق بتواند روش مناسب و کارآمدی را برای پیشگیری از آسیب ACL زنان ورزشکار ارائه دهد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر، یک مطالعه نیمه‌آزمایشی درون‌آزمودنی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. در این پژوهش از روش نمونه‌گیری در دسترس استفاده شد؛ به این صورت که شرکت‌کنندگان ب ه‌صورت داوطلبانه و پس از بررسی معیارهای ورود و خروج، تکمیل فرم رضایت‌نامه آگاهانه و پرسشنامه اطلاعات فردی، در مطالعه شرکت داده شدند.

جامعه آماری پژوهش حاضر، همه زنان ورزشکار با حداقل سابقه ورزشی سه سال و حداقل دو جلسه تمرین در هفته و بازه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال بودند. نمونه آماری پژوهش، ۱۵ نفر از زنان ورزشکار دانشگاه مازندران بودند که با استفاده از نرم‌افزار G*Power با ضریب خطای پیش‌بینی‌شده ۰/۵۰، آلفای ۰/۰۵ و قدرت ۰/۹۵ تعیین شد (۱۴). با توجه به

1. Landing
2. Gray
3. Gerberich

ماهیت درون‌آزمودنی مطالعه، هر شرکت‌کننده در شرایط قبل و بعد از مداخله ارزیابی شد؛ با این حال، با توجه به تعداد محدود شرکت‌کنندگان و تغییرپذیری ذاتی داده‌های EMG، احتمال محدودیت توان مطالعه وجود داشت و برای شناسایی اثرات کوچک در تفسیر یافته‌ها مدنظر قرار گرفت. برای انجام پژوهش، ابتدا در یک فراخوان عمومی از همه دانشجویان دختر دانشگاه مازندران که دارای شرایط ورود به پژوهش بودند، دعوت شد. همه داوطلبان براساس معیارهای پژوهش، مانند نداشتن آسیب و درد در اندام تحتانی در شش ماه گذشته، نداشتن اختلالات تعادلی و آسیب سیستم وستیبولار، نداشتن ناهنجاری در اندام تحتانی و نداشتن کوتاهی در عضله همسترینگ که با آزمون SLR[1] اندازه‌گیری شد، غربالگری و ۱۵ نفر انتخاب شدند. تمامی آزمودنی‌ها قبل از اجرای آزمون، فرم سلامت عمومی و فرم رضایت آگاهانه شرکت در پژوهش را تکمیل کردند و اجازه خروج از پژوهش در هر لحظه و به هر دلیلی به آن‌ها داده شد. به‌منظور آشنایی افراد با روند انجام آزمون، توضیحات کامل داده شد و سپس شیوه صحیح انجام حرکت فرود به صورت عملی ارائه شد و هر آزمودنی به صورت تمرینی چندین بار حرکت را اجرا کرد.

در این پژوهش، برای ثبت الگوی فعالیت الکترومایوگرافی عضلات، از دستگاه الکترومایوگرافی سطحی Biometrics ltd هشت کاناله بی‌سیم ساخت کشور انگلستان استفاده شد. این دستگاه از پیشرفته‌ترین سیستم‌های الکترومایوگرافی سطحی موجود است که به علت بی‌سیم بودن، هرگونه تجزیه و تحلیل حرکتی را بدون کمترین مداخله‌ای فراهم می‌کند. همچنین از صفحه نیروسنج Kistler ساخت کشور سوئیس با فرکانس نمونه‌گیری ۱۰۰۰ هرتز و ابعاد۶۰ در ۴۰ سانتی-متر، به‌منظور ثبت لحظه دقیق برخورد پا با زمین هنگام فرود استفاده شد. این دو سیستم توسط تریگر سینکرونایز شده بودند و با زدن دکمه تریگر دو دستگاه به صورت هم‌زمان شروع به فعالیت می‌کردند.

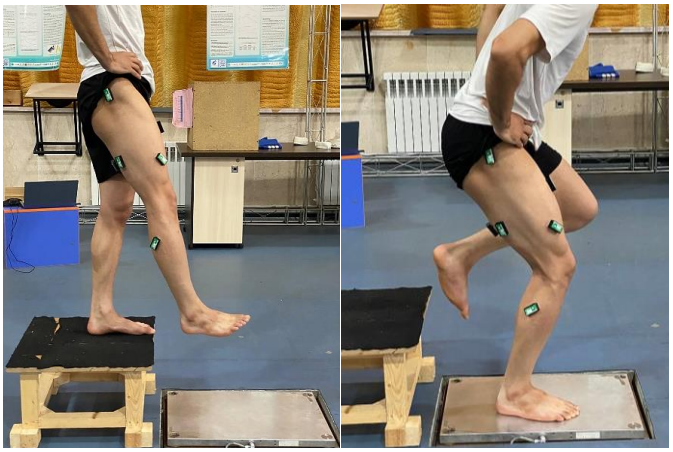
برای نصب الکترودها روی پوست، ابتدا محل الکترودگذاری با الکل تمیز شد و با استفاده از ژیلت یک‌بار مصرف، موهای زائد پاک‌سازی شد. سپس الکترودهای سطحی دستگاه به موازات فیبرهای عضله در محل‌های مدنظر براساس پروتکل SENIAM با استفاده از چسب‌های دوطرفه ضدحساسیت، نصب شدند. برای کاهش سیگنال ناخواسته ناشی از حرکت الکترودها، با استفاده از چسب حصیری پانسمان، الکترودها ثابت شدند.

تست حداکثر انقباض ایزومتریک عضلات برای نرمال‌سازی اطلاعات الکترومایوگرافی از آزمودنی‌ها گرفته شد. شایان ذکر است، قبل از اجرای آزمون، همه آزمودنی‌ها به مدت ۵ دقیقه، برای جلوگیری از آسیب‌دیدگی، تمرینات کششی و عمومی گرم‌کردن را انجام دادند. برای گرفتن حداکثر انقباض گروه عضلات چهارسران (پهن داخلی، پهن خارجی و راست رانی)، آزمودنی روی صندلی نشست و در حالی که زاویه زانو ۹۰ درجه بود، در برابر نیروی واردشده توسط طناب مقاومت می‌کرد. ثبت حداکثر انقباض گروه عضلات همسترینگ (دوسررانی و نیم وتری)، در شرایطی انجام شد که آزمودنی به صورت ایستاده با زانوی کمی زاویه‌دار، در برابر نیرویی که از روبه‌رو توسط طناب ایجاد شده بود، مقاومت می‌کرد و و پا را به سمت عقب می‌کشید. برای ثبت MVIC عضله سرینی میانی، آزمودنی به پهلو دراز می‌کشید؛ به نحوی که پای غالب به سمت بالا بود و بدن در یک راستا قرار گرفت. در این حالت مقاومتی برای جلوگیری از ابداکشن ران روی قسمت خارجی زانو اعمال می‌شد. برای ثبت حداکثر انقباض عضله دوقلوی خارجی، آزمودنی دو پا را داخل طناب قرار می‌داد و اندازه عرض شانه باز می‌کرد. سپس در برابر مقاومتی که از عقب توسط طناب اعمال می‌شد، روی پنجه پا بلند می‌شد.

1. Straight Leg Raising

برای هر عضله سه کوشش MVIC به مدت ۵ ثانیه ثبت شد که بین هر کوشش ۱ دقیقه استراحت بود. مقدار MVIC به‌عنوان مرجع نرمال‌سازی EMG استفاده شد و فقط قبل از اعمال کینزیوتیپ به ثبت رسید.

پس از گرفتن حداکثر انقباض عضلات، آزمودنی‌ها ابتدا حرکت فرود تک‌پا را با پای غالب از روی سکوی ۳۰ سانتی‌متری انجام می‌دادند (شکل ۱). برای هر آزمودنی ۴ فرود صحیح ثبت شد و بین هر فرود ۲ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. پس اتمام ۴ فرود صحیح و ۵ دقیقه استراحت، عضله همسترینگ آزمودنی‌ها تیپ شد و پس از اعمال کینزیوتیپ به مدت ۵ دقیقه روی عضله، مجدد ۴ فرود صحیح با فاصله زمانی دو دقیقه انجام دادند و به ثبت رسید. صحت فرود آزمودنی‌ها با استفاده از دوربین‌های سیستم آنالیز حرکت از نمای روبه‌رو و جانبی کنترل شد و تنها فرودهای معتبر وارد تحلیل EMG شدند.

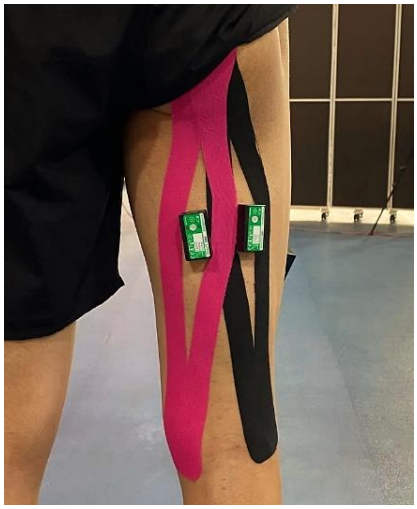


شکل ۱- فرود تک‌پا

Figure 1- Single-leg landing

نحوه تیپینگ همسترینگ

تیپ‌کردن عضله همسترینگ، به صورت کشش حدود ۷۰ درصد از ابتدا به انتهای عضله انجام شد. میزان کشش با ابزار اختصاصی اندازه‌گیری نشد و مطابق تکنیک کاربرد استفاده‌شده توسط آزمونگر و با نظارت یک فیزیوتراپیست ورزشی باتجربه در استفاده از کینزیوتیپ، اعمال شد. برای تعیین اندازه کینزیوتیپ، فاصله استخوان نشیمنگاه تا پشت زانو اندازه‌گیری شد و به نسبت دو سوم طول برش داده شد. سپس آزمودنی روی تخت به صورت دمر (روی شکم) دراز کشید و در حالی که یک پا از کنار تخت آویزان بود، عضله همسترینگ تیپ شد. برای جلوگیری از ایجاد مانع و مزاحمت توسط الکترودها در کشش تیپ، کینزیوتیپ از وسط برش طولی داده شد و هنگام چسباندن، الکترودها وسط برش قرار داده شدند (شکل ۲).



شکل ۲- روش تیپینگ همسترینگ
Figure 2- Hamstring taping method

پردازش داده‌ها

پس از ثبت داده‌ها، ابتدا چک‌کردن آن‌ها پس از اجرای آزمون انجام شد و کیفیت سیگنال‌های الکترومایوگرافی مدنظر قرار گرفت. همچنین صحت داده‌های دستگاه نیروسنج در نرم‌افزار Simi Motion دستگاه و داده‌های الکترومایوگرافی در نرم‌افزار Data Lite دستگاه به صورت پلات‌کردن بررسی و سپس خروجی گرفته شد. به‌منظور کاهش نویز، فیلترکردن داده‌های صفحه نیرو با استفاده از یک فیلتر باتروورث پایین‌گذر مرتبه ۴ با فرکانس قطع ۶۰ هرتز انجام شد و داده‌های EMG توسط فیلتر باتروورث میان‌گذر با فرکانس قطع ۴۵۰-۱۰ هرتز با مرتبه ۴ فیلتر شدند. سپس با هدف قابل‌مقایسه-شدن داده‌ها، نرمال‌کردن داده‌ها انجام شد. اوج فعالیت عضلات با استفاده از روش پوشه خطی (Linear Envelope) محاسبه شد. پارامترهای حاصل از فعالیت الکترومایوگرافی عضلات در هنگام فرود، وارد نرم‌افزار MATLAB نسخه ۲۰۲۳ شدند و پس از بررسی صحت داده‌ها، پردازش اطلاعات انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری

به‌منظور توصیف داده‌ها از میانگین، انحراف استاندارد و واریانس استفاده شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون شاپیرو-ویلک[1] و سپس بررسی داده‌های قبل و بعد از کینزیوتیپ در دو گروه، با استفاده از آزمون آماری ویلکاکسون[2] انجام شد. همه داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ در سطح معناداری $p\leq$ ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج

طبق جدول (۱)، نتایج آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی نرمال‌بودن متغیرها نشان می‌دهد که متغیرهای پژوهش از توزیع نرمال پیروی نکردند. مقادیر سطح معناداری به‌دست‌آمده برای اکثر متغیرها کوچک‌تر از سطح خطای ۰/۰۵ بود؛

1. Shapiro-Wilk
2. Wilcoxon

بر این اساس، برای تحلیل شاخص‌های بررسی‌شده در این پژوهش، از آزمون ویلکاکسون استفاده شد.

جدول ۱- نتایج آزمون شاپیرو-ویلک

Table 1- The results of Shapiro-Wilk test

متغیر Variable	زمان Time	Sig
عضله نیم وتری Semitendinosus muscle	قبل از تیپ Pre-tape	0.004
	بعد از تیپ Post-tape	0.001
عضله دوسررانی Biceps femoris muscle	قبل از تیپ Pre-tape	0.014
	بعد از تیپ Post-tape	0.138
عضله پهن داخلی Vastus medialis muscle	قبل از تیپ Pre-tape	0.015
	بعد از تیپ Post-tape	0.035
عضله پهن خارجی Vastus lateralis muscle	قبل از تیپ Pre-tape	0.046
	بعد از تیپ Post-tape	0.007
عضله راست رانی Rectus femoris muscle	قبل از تیپ Pre-tape	0.019
	بعد از تیپ Post-tape	0.014
عضله سرینی میانی Gluteus medius muscle	قبل از تیپ Pre-tape	0.033
	بعد از تیپ Post-tape	0.001
عضله دوقلوی خارجی Gastrocnemius muscle	قبل از تیپ Pre-tape	0.001
	بعد از تیپ Post-tape	0.001

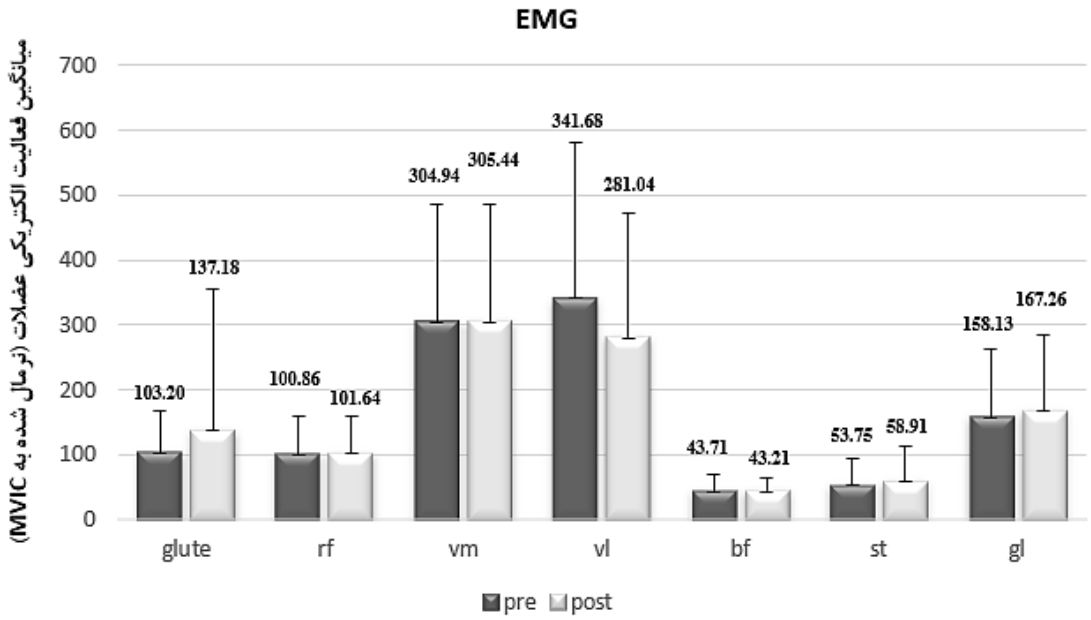
به‌منظور بررسی اثر آنی کینزیوتیپ تسهیلی همسترینگ بر میزان فعالیت الکترومایوگرافی عضلات زانو، از روش زوجی

نمونه وابسته آزمون ویلکاکسون استفاده شد. همان طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، در میزان فعالیت الکترومایوگرافی عضلات پهن داخلی، پهن خارجی، راست رانی، نیم وتری، دوسررانی، سرینی میانی و دوقلوی خارجی قبل و بعد از تیپینگ همسترینگ به روش تسهیلی، تفاوت معناداری وجود نداشت؛ بنابراین فرضیه صفر پذیرفته می‌شود.

جدول ۲- نتایج آزمون ویلکاکسون مبنی بر تأثیر کینزیوتیپ همسترینگ بر فعالیت الکترومایوگرافی عضلات زانو نرمال‌شده به MVIC

Table 2- Results of the Wilcoxon test in the effect of hamstring kinesio taping on knee muscle electromyographic activity normalized to MVIC

درصد تغییرات Percentage Change	میانگین تغییرات Mean Change	سطح معناداری اصلاح‌شده Multiple Comparison Correction	اندازه اثر Effect Size	معناداری P-Value	آماره آزمون استاندارد Standardized Test Statistic	آماره آزمون Test Statistic	متغیر Variable
+9.598	+5.16	0.067	0.192	0.470	0.722	64.000	عضله نیم وتری Semitendinosus muscle
-1.148	-0.502	0.132	0.025	0.925	0.094	54.000	عضله دوسررانی Biceps femoris muscle
+0.164	+0.503	0.104	0.092	0.730	0.345	58.000	عضله پهن داخلی Vastus medialis muscle
-17.745	-60.632	0.072	0.176	0.510	-0.659	42.000	عضله پهن خارجی Vastus lateralis muscle
+0.775	+0.782	0.104	0.092	0.730	0.345	58.000	عضله راست رانی Rectus femoris muscle
+32.914	+33.971	0.139	0.008	0.975	0.031	53.000	عضله سرینی میانی Gluteus medius muscle
+5.769	+9.124	0.042	0.276	0.300	1.036	69.000	عضله دوقلوی خارجی Gastrocnemius muscle



شکل ۳- میانگین فعالیت الکترومایوگرافی عضلات زانو قبل و بعد از تیپینگ همسترینگ، نرمال‌شده به MVIC

Table 3- Mean electromyographic activity of knee muscles before and after hamstring taping, normalized to MVIC

بحث و نتیجه‌گیری

هدف مطالعه حاضر، بررسی اثر آنی کینزیوتیپ تسهیلی همسترینگ بر الگوی فعالیت الکترومایوگرافی عضلات زانو در مانور فرود تک‌پا در زنان ورزشکار بود. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که کینزیوتیپ همسترینگ تأثیر آنی معناداری بر الگوی فعالیت الکترومایوگرافی این عضلات ندارد. توضیح احتمالی برای این نتیجه می‌تواند اعمال KT تنها روی عضله همسترینگ باشد؛ زیرا عضلات و مفاصل دیگری مانند مفصل ران و مچ پا نیز در این فرود تک‌پا نقش دارند؛ ازاین‌رو شاید اعمال کینزیوتیپ تنها بر یک گروه عضلانی نتوانسته است محرک کافی برای ایجاد تغییر در میزان فعالیت الکترومایوگرافی عضلات زانو در زنان ورزشکار سالم فراهم کند.

برخی از نظریه‌ها بیان می‌کنند که کینزیوتیپ می‌تواند گیرنده‌های پوستی را فعال کند و جذب عصبی عضلانی را بهبود ببخشد، اما لاینز[1] و همکاران در مطالعه خود به بررسی تأثیر کینزیوتیپ چهارسران بر عملکرد عصبی عضلانی زنان سالم پرداختند و تفاوت معناداری در تأثیر کینزیوتیپ یا زمان فعالیت عضلانی مشاهده نکردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که فعالیت عضلات پهن داخلی و پهن خارجی، نیم‌ساعت تا ۱ ساعت پس از انجام تیپینگ تغییری نکرد و پس از ۲۴ تا ۴۸ ساعت نیز تفاوت معناداری دیده نشد (۱۵). نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش حاضر همسوست؛ با این تفاوت که در پژوهش لاینز و همکاران، کینزیوتیپ روی عضله چهارسر، ولی در پژوهش حاضر روی همسترینگ اعمال شد. از طرفی دیگر، واتانابه[2] در پژوهشی اثر قابلیت کشسانی کینزیوتیپ بر فعالیت الکترومایوگرافی عضلات اکستنسور زانو هنگام اکستنشن

1. Lins
2. Watanabe

زانو در مردان سالم را بررسی کرد و یافته‌های متفاوتی به دست آورد. او نتیجه گرفت که دامنه فعالیت الکترومایوگرافی عضله پهن خارجی کاهش می‌یابد و کینزیوتیپ ممکن است فعال‌سازی عصبی‌عضلانی عضلات اکستنسور زانو در دوندگان سالم را کاهش دهد (۱۶). اولیویرا[1] و همکاران نیز در یک کارآزمایی بالینی اثر فوری کینزیوتیپ روی عملکرد عصبی عضلانی عضلات چهارسرانی در مردان پس از بازسازی ACL را بررسی کردند و دریافتند که کینزیوتیپ در دوره‌های کوتاه یا حتی ظرف ۲۴ ساعت، اثر مثبتی ایجاد نمی‌کند (۱۷)؛ بر این اساس می‌توان بیان کرد که شاید تحریک پوستی ایجادشده توسط KT برای افزایش فعال‌سازی عضلانی در افراد سالم کافی نباشد و ارائه چنین نتایجی در مطالعات مختلف، به این امر مرتبط باشد؛ البته باید در نظر داشت که تحریک گیرنده‌های پوستی به‌عنوان یکی از مکانیسم‌های احتمالی KT مطرح شده است؛ با این حال، مطالعه حاضر و بسیاری مطالعات دیگر، به صورت مستقیم فعالیت گیرنده‌های پوستی یا فرایندهای عصبی را اندازه‌گیری نکرده‌اند.

با توجه به وجود تکنیک‌های مختلف تیپینگ، مطالعاتی نیز در این راستا انجام شده‌اند؛ به صورتی که جعفرنژاد گرو و همکاران در مطالعه‌ای اثر آنی دو روش کینزیوتیپ مهاری و تسهیلی را بر تکواندوکاران زن بررسی کردند. آن‌ها بیان کردند که فرکانس فعالیت عضله دوسررانی در شرایط کینزیوتیپ تحریکی و مهاری نسبت به شرایط بدون کینزیوتیپ طی مرحله رفت حرکت دولیوچاگی بیشتر است (۱۸). در پژوهشی دیگر، سرائو[2] و همکاران به بررسی اثر کینزیوتیپ مهاری، تسهیلی و پلاسبو بر فعالیت الکترومایوگرافی عضلات چهارسرران و همسترینگ در مردان سالم پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که در فعال‌سازی عضله همسترینگ در شرایط مختلف کینزیوتیپ تحریکی، مهاری و بدون کینزیوتیپ تفاوت معناداری وجود ندارد و کینزیوتیپ نمی‌تواند فعالیت عضله را افزایش دهد (۱۹). با توجه به نتایج آن مطالعه، چنین به نظر می‌رسد که شاید نیروی کششی اعمال‌شده توسط کینزیوتیپ در جهت‌های مختلف نیز، قادر به تغییر دامنه فعالیت الکترومیوگرافی عضلانی نیست. همچنین استادنمن[3] و همکاران بیان کردند که ممکن است اثرات تسهیل‌کنندگی یا مهاری کینزیوتیپ نسبت به پیچیدگی سیستم عصبی‌عضلانی بسیار ساده باشد (۲۰). به نظر می‌رسد، کینزیوتیپ، فقط گیرنده‌های پوستی را تحریک می‌کند و نمی‌تواند بر فعالیت عضله تأثیر معناداری داشته باشد؛ اما در مطالعه‌ای دیگر، نخودچی و همکاران به بررسی تأثیر کینزیوتیپ به روش تسهیل همسترینگ و مهار چهارسرران به صورت هم‌زمان بر متغیرهای بیومکانیکی مؤثر بر آسیب ACL در زنان سالم پرداختند. آن‌ها بیان کردند که به دلیل نقش ضدجاذبه عضلات چهارسر و نقش فازیک عضلات همسترینگ، این روش می‌تواند فعالیت عصبی‌عضلانی در لحظه تماس اولیه را بهبود ببخشد. علاوه بر این، آن‌ها نتیجه گرفتند که این تکنیک کینزیوتیپ می‌تواند نیروی برشی قدامی زانو را کاهش دهد و خطر آسیب ACL را به حداقل برساند. همچنین این روش به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده می‌تواند عوامل مؤثر بر آسیب لیگامنت صلیبی قدامی در تماس اولیه را کاهش دهد که ناشی از اثرات کینزیوتیپ بر عوامل عصبی‌عضلانی در حین فرود است (۲۱). دهقان و همکاران نیز در مطالعه‌ای مروری به بررسی میزان اثربخشی کینزیوتیپ بر عملکرد عضلانی، قدرت و پیشگیری از آسیب پرداختند. آن‌ها بیان کردند که ۵۴ درصد تحقیقات، کینزیوتیپ را بی‌اثر نشان دادند و ۴۶ درصد مطالعات آن را تأثیرگذار دانستند (۲۲).

1. Oliveira
2. Serrao
3. Staudenmann

به طور کلی می‌توان نتیجه گیری کرد که اعمال آنی کینزیوتیپ تسهیلی همسترینگ تغییر معناداری در فعالیت EMG عضلات منتخب زانو طی فرود تک‌پا در زنان ورزشکار سالم ایجاد نکرد؛ لذا این یافته‌ها به‌تنهایی برای نتیجه‌گیری درباره اثربخشی KT در پیشگیری از آسیب ACL کافی نیست. مطالعات آینده با نمونه‌های بزرگ‌تر، شرایط کنترل مناسب و ارزیابی جامع‌تر شاخص‌های عصبی‌عضلانی می‌توانند شواهد دقیق‌تری درباره نقش KT در کنترل فرود فراهم کنند.

در ادامه محدودیت‌های پژوهش حاضر ذکر شده است:

-بررسی نشدن سایر شاخص‌های EMG: اگرچه دامنه فعالیت EMG اطلاعاتی درباره مقدار فعال‌سازی فراهم می‌کند، شاخص‌های زمانی مانند زمان شروع فعال‌سازی، زمان رسیدن به اوج و نسبت فعالیت همسترینگ به چهارسر می‌توانند اطلاعات تکمیلی درباره کنترل عصبی‌عضلانی فراهم کنند و بررسی آن‌ها در پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود.

-بررسی نشدن سایر عضلات: در این مطالعه، محدودیت پوشش عضلات وجود داشت و پیشنهاد می‌شود بررسی عضلات بیشتر و نسبت همسترینگ به چهارسر در مطالعات آینده انجام گیرد.

-حجم نمونه کم: از دیگر محدودیت‌های پژوهش حاضر، حجم نمونه نسبتاً محدود (n=۱۵) بود که ممکن است توان آماری مطالعه را برای شناسایی تغییرات کوچک در فعالیت عضلانی کاهش داده باشد؛ بنابراین مشاهده نشدن تفاوت آماری نباید به‌عنوان اثبات قطعی نبود هرگونه اثر KT تفسیر شود.

-نبود گروه کنترل و تعداد کم فرودها: نبود شرایط شم یا گروه کنترل، یکی دیگر از محدودیت‌های مطالعه بود. طراحی درون‌آزمودنی امکان کنترل بخشی از تفاوت‌های فردی را فراهم کرد، اما اثرات احتمالی یادگیری، تکرار آزمون و انتظار آزمودنی را نمی‌توان به طور کامل حذف کرد. همچنین تعداد محدود تکرارهای فرود ممکن است بر پایداری برآورد فعالیت EMG اثر گذاشته باشد.

-وجود متغیرهای مخدوش‌گر: عوامل هورمونی، خستگی، وضعیت روانی و سایر متغیرهای فردی به‌عنوان مخدوش‌گرهای بالقوه قابل‌کنترل نبودند.

-نتایج مطالعه به زنان ورزشکار سالم محدود است و تعمیم آن به ورزشکاران حرفه‌ای، افراد دارای سابقه آسیب ACL یا جمعیت‌های در معرض خطر، باید با احتیاط انجام شود.

پیام مقاله

به طور کلی، کینزیوتیپ تسهیلی همسترینگ به صورت آنی، بر الگوی فعالیت الکترومایوگرافی عضلات زانو هنگام فرود تک‌پا در زنان ورزشکار سالم تأثیر معناداری نداشت. با توجه به نتایج پژوهش حاضر و نتایج متفاوت مطالعات گذشته، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با نمونه‌های بزرگ‌تر، شرایط Sham، کنترل اثر یادگیری و خستگی و بررسی شاخص‌های زمانی و هماهنگی فعالیت EMG می‌توانند شواهد دقیق‌تری درباره اثر KT بر کنترل عصبی‌عضلانی فراهم کنند.

ملاحظات اخلاقی

اصول اخلاقی رعایت‌شده در این پژوهش شامل دریافت رضایت‌نامه آگاهانه از شرکت‌کنندگان، اجازه خروج از مطالعه و لغو مشارکت در مطالعه و محرمانه بودن اطلاعات آزمودنی‌ها بود. در پژوهش حاضر، ملاحظات اخلاقی براساس دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه مازندران انجام شد و کد اخلاق به شماره IR.UMZ.REC.1404.017 دریافت شد.

مشارکت نویسندگان

مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشجو به‌عنوان نویسنده اول مقاله است و نگارش مطالعه به همت ایشان انجام گرفته است. نویسندگان دوم و سوم این مطالعه به ترتیب مسئولیت راهنمایی اول و دوم پایان نامه را به عهده داشتند و ویرایش علمی و تکنیکی مطالعه حاضر، نظارت بر تحلیل داده‌ها و بررسی خروجی مطالعه توسط آنان انجام شد.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد..

تشکر و قدردانی

محققین این پژوهش بر خود لازم می‌دارند از تمامی آزمودنی‌هایی که در این مطالعه داوطلبانه همکاری نمودند تشکر و قدردانی نمایند. لازم به ذکر است که در مطالعه حاضر هیچگونه حمایت مالی از سازمان یا مجموعه‌ای دریافت نشده است.

منابع

1. Georgoulis JD, Melissaridou D, Patras K, Megaloikonomos PD, Trikoupis I, Savvidou OD, et al. Neuromuscular activity of the lower-extremities during running, landing and changing-of-direction movements in individuals with anterior cruciate ligament reconstruction: a review of electromyographic studies. J Exp Orthop. 2023;10(1):1–16. https://doi.org/10.1186/s40634-023-00603-1
2. Schagemann J, Koebrich T, Wendlandt R, Schulz AP, Gille J, Oheim R. Comparison of hamstring and quadriceps tendon autografts in anterior cruciate ligament reconstruction with gait analysis and surface electromyography. J Orthop Traumatol. 2021;22(1):20. https://doi.org/10.1186/s10195-021-00581-z
3. Dadgar S, Zarei M, Seyedi MR. Comparison of electromyographic activity of quadriceps and hamstrings of elite male and female soccer players during single-leg landing movement. 2023;15(36):17–37. https://doi.org/10.22089/smj.2022.12151.1572
4. Donaldson CT, Dreese JC. Hamstring and quadriceps injuries. Vol. 17, Current Opinion in Orthopaedics. 2006. 145–148. https://doi.org/10.1097/01.bco.0000192894.27510.f4
5. Kumbrink, Birgit. K-Taping. 2014.
6. Lee JH. The Kinesio Taping technique may affect therapeutic results. J Physiother. 2015;61(4):231. https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.03.006
7. McManus L, De Vito G, Lowery MM. Analysis and biophysics of surface EMG for physiotherapists and kinesiologists: toward a common language with rehabilitation engineers. Front Neurol. 2020;11(October):1–25 https://doi.org/10.3389/fneur.2020.576729
8. Einarsson E, Barbosa O, Gislason MK, Briem K, Kotsifaki A, Whiteley R. Quadriceps and hamstrings activation peaks earlier as athletes repeatedly hop, but there are differences depending on ACL reconstruction technique. Int J Sports Phys Ther. 2024;19(4):418–28 https://doi.org/10.26603/001c.94610
9. He X, Leong HT, Lau OY, Ong MTY, Yung PSH. Altered neuromuscular activity of the lower-extremities during landing tasks in patients with anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of electromyographic studies. J Sport Rehabil. 2020;29(8):1194–203. https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0393
10. Tillman MD, Hass CJ, Brunt D, Bennett GR. Jumping and landing techniques in elite women's

volleyball. J Sports Sci Med. 2004;3(1):30-36 https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24497818
11. Gray J, Taunton JE, McKenzie DC, Clement DB, McConkey JP, Davidson RG. A survey of injuries to the anterior cruciate ligament of the knee in female basketball players. Int J Sports Med. 1985;6(6):314-316 https://doi.org/10.1055/s-2008-1025861
12. Goodwin Gerberich S, Luhmann S, Finke C, Priest JD, Beard BJ. Analysis of severe injuries associated with volleyball activities. Physician and Sportsmedicine. 1987;15(8):75-79 https://doi.org/10.1080/00913847.1987.11702055
13. He X, Qiu J, Cao M, Ho YC, Leong HT, Fu SC, et al. Effects of deficits in the neuromuscular and mechanical properties of the quadriceps and hamstrings on single-leg hop performance and dynamic knee stability in patients after anterior cruciate ligament reconstruction. Orthop J Sport Med. 2021;10(1):1–9 https://doi.org/10.1177/23259671211063893
14. Otsuki R, Del Bel MJ, Benoit DL. Sex differences in muscle activation patterns associated with anterior cruciate ligament injury during landing and cutting tasks: a systematic review. J Electromyogr Kinesiol. 2021;60:102583. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2021.102583
15. Lins CA, Borges DT, Macedo LB, Costa KS, Brasileiro JS. Delayed effect of Kinesio Taping on neuromuscular performance, balance, and lower limb function in healthy individuals: a randomized controlled trial. Braz J Phys Ther. 2016;20(3):231-239 https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0161
16. Watanabe K. Effect of taping and its conditions on electromyographic responses of knee extensor muscles. Hum Mov Sci. 2019;63:148-155 https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.12.003
17. Oliveira AK, Borges DT, Lins CA, Cavalcanti RL, Macedo LB, Brasileiro JS. Immediate effects of Kinesio Taping(®) on neuromuscular performance of quadriceps and balance in individuals submitted to anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized clinical trial. J Sci Med Sport. 2016;19(1):2-6. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.12.002
18. Golnari Marrani M, F Babakhani F JA. A comparison of the immediate effect of inhibitory and excitatory kinesiotaping methods versus proprioceptive neuromuscular facilities (PNF) stretching exercise on frequency content of hamstring muscles. Stud Med Sci. 2024;35:71–83 http://dx.doi.org/10.61186/umj.35.1.71
19. Serrão JC, Mezêncio B, Claudino JG, et al. Effect of 3 different applications of kinesio taping denko® on electromyographic activity: inhibition or facilitation of the quadriceps of males during squat exercise. J Sports Sci Med. 2016;15(3):403-409 https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4974852
20. Staudenmann D, Roeleveld K, Stegeman DF, van Dieën JH. Methodological aspects of SEMG recordings for force estimation--a tutorial and review. J Electromyogr Kinesiol. 2010;20(3):375-387 https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2009.08.005
21. Nokhodchi N, Hosseini MS, Attaran Iraj Z, Rahimi AH. The effects of kinesio-tape through facilitation of hamstring and inhibition of quadriceps on biomechanical variables affecting anterior cruciate ligament injury when landing in active healthy young women. J Adv Sport Technol. 2020;4(2):104-13
22. Dehghan F, Fouladi R, Martin J. Kinesio taping in sports: a scoping review. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2023 https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.05.008