MEJDS. 2023; 13:109.

Published online 2023 Nov. **Original Article**

Comparing Dynamic Postural Control and Static Balance Between Athletes with Anterior Cruciate Ligament Injuries and Healthy Athletes

Ahmadi Barati A[1], *Ahmadi Barati S[2], Akbari M[3], Farhadi L[4]

Author Address
1. PhD in Sports Injury and Corrective Exercises, University of Tehran, Tehran, Iran;
2. Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran;
3. Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Razi University of Kermanshah, Kermanshah, Iran;
4. PhD in Marketing and Sports Media, Department of Physical Education and Sports Science, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran.
***Corresponding Author Email:** a.ahmadi9260@yahoo.com

Received: 2022 August 6; **Accepted:** 2022 October 14

Abstract

Background & Objective: Controlling balance and maintaining posture is the foundation of all voluntary motor skills, complex performance, and perceptual processes. In other words, maintaining balance depends on the integrated coordination of sensory messages. Sensory receptors in muscles, joints, ligaments, and skin send information about the sense of position and movement to the central nervous system. Sensory data are processed to determine direction and movement, and finally, appropriate movement responses are delivered to maintain balance. Balance is a multi-sensory activity composed of properly functioning the bodily, vestibular, and visual sensory systems. The knee's anterior cruciate ligament is rich in mechanoreceptors and is a crucial sensorimotor component in postural control. The anterior cruciate ligament is the most important knee ligament and is the main factor controlling the forward movement of the knee. Considering the sensory role of the anterior cruciate ligament and its rich source of proprioception and position in controlling balance from the point of view of movement control, one of the important measures after the injury of the anterior cruciate ligament of the knee is the evaluation of neuromuscular function. One of the most important aspects of neuromuscular assessment is balance control. This study determines the importance of the amount and significance of pasteurization control.

Methods: The present study was a case-control study. The study population includes athletes with unilateral anterior cruciate ligament injuries and healthy athletes living in Kermanshah City, Iran. The statistical sample consisted of 30 people with and without unilateral anterior cruciate ligament injury. They were divided into two groups: 15 in the control group and 15 in the experimental group, aged 20 to 30. According to the study's inclusion and exclusion criteria, the athletes referred to orthopedic centers, physiotherapy, and sports teams with anterior cruciate ligament injury for at least 6 months and at most 2 years were identified and selected. By choosing an athlete with anterior cruciate ligament injury, a healthy athlete matched with the injured athlete in age, height, weight, and type and level of sports experience was selected as a healthy athlete to participate in the research. A range was considered for each matching criterion to match healthy and injured athletes. The acceptable range for height was 5 cm, weight 3 kg, and age 3 years. Also, the participants were matched in terms of sports field and sports background. To match the activity level of the subjects, the Persian version of the Tegner physical activity level scale was used. It should be noted that the goal of the researchers in determining the range was to form two identical groups, and this range was chosen due to the limited number of available samples. At first, written consent was taken from them to participate in the research. The subjects were assessed for dynamic and static test control in the first step. The Y test was used for dynamic evaluation, and the Bess test was used for static analysis. To analyze the data, the independent *t* test was used to compare the between groups at a significant level of 0.05. The Shapiro-Wilk test was used to investigate the normal distribution of data.

Results: The results showed a difference between dynamic balance ($p<0.001$) and static ($p=0.05$) in athletes with anterior cruciate ligament injury and healthy counterparts in the dominant leg.

Conclusion: According to the results of the present study, athletes who underwent anterior cruciate ligament surgery in the knee after surgery had recovered from postural control disorder in the affected limb (lack of resistance to the balancing factor). Perhaps with the benefit of advanced rehabilitation principles, it is possible to enhance the sense of proprioception further, recover your balance acceptably, and return to patterns similar to those of healthy people.

Keywords: Anterior cruciate ligament, Dynamic balance, Static balance, Athletes with reconstruction anterior cruciate ligament, Healthy athletes.

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-06-16]

Copyright © 2023, MEJDS. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

مجله مطالعات ناتوانی ۱۴۰۲؛ (۱۳):۱۰۹.

انتشار برخط آبان ۱۴۰۲ مقاله پژوهشی اصیل

مقایسهٔ کنترل پاسچر پویا و تعادل ایستا بین ورزشکاران مبتلا به آسیب لیگامان صلیبی قدامی و ورزشکاران سالم

اکرم احمدی براتی[۱]، *سعید احمدی براتی[۲]، مصطفی اکبری[۳]، لیلا فرهادی[۴]

توضیحات نویسندگان

۱. دکتری آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه تهران، تهران، ایران؛

۲. دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران؛

۳. دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران؛

۴. دکتری مدیریت بازاریابی و رسانهٔ ورزشی، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران.

***رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول:** a.ahmadi9260@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۵ مرداد ۱۴۰۱؛ **تاریخ پذیرش:** ۲۲ مهر ۱۴۰۱

چکیده

زمینه و هدف: رباط متقاطع قدامی زانو، مهم‌ترین رباط زانو است و به‌عنوان عامل اصلی کنترل‌کنندهٔ حرکت رو به جلوی زانو عمل می‌کند. پژوهش حاضر با هدف مقایسهٔ کنترل وضعیت بدنی پویا و تعادل ایستا بین ورزشکاران مبتلا به آسیب لیگامان صلیبی قدامی و ورزشکاران سالم انجام شد.

روش‌بررسی: پژوهش حاضر از نوع مورد_شاهدی بود. جامعهٔ آماری را ورزشکاران با جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی و ورزشکاران سالم تشکیل دادند. نمونهٔ آماری سی نفر از افراد داوطلب واجد شرایط (پانزده ورزشکار با جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی و پانزده ورزشکار سالم) در دامنهٔ سنی ۲۰ تا ۳۰ سال بودند. آزمودنی‌ها در یک مرحله برای میزان کنترل وضعیت بدنی پویا و تعادل ایستا ارزیابی شدند. به‌منظور ارزیابی وضعیت بدنی پویا، آزمون وای به‌کار رفت. این آزمون برگرفته از آزمون تعادل ستاره است که گری در سال ۱۹۹۵ آن را آزمونی معتبر برای ارزیابی تعادل پویا دانست. به‌منظور سنجش تعادل ایستا از آزمون بس (ریمان، ۱۹۹۹) استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تی مستقل برای مقایسهٔ بین‌گروهی در سطح معناداری ۰/۰۵ و آزمون شاپیرو_ویلک، برای بررسی نرمال‌بودن توزیع داده‌ها صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، بین زیرمقیاس‌های وای قدامی، خلفی داخلی، خلفی خارجی و ترکیبی کنترل وضعیت بدنی پویا در پای ورزشکاران با جراحی بازسازی لیگامان صلیبی قدامی و ورزشکاران سالم تفاوت معناداری وجود دارد ($p<۰/۰۰۱$)؛ اما تعداد خطاهای تعادل ایستا بین دو گروه در مرز معناداری است ($p=۰/۰۵۰$).

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر مشخص کرد، پس از جراحی اختلال کنترل پاسچر پویا و تعادل ایستا در اندام درگیر وجود دارد؛ بنابراین برای پیشگیری از تکرار آسیب‌های لیگامان صلیبی قدامی ورزشکاران در آینده، شاید انجام اصول توان‌بخشی پیشرفته درجهت تقویت بیشتر حس عمقی مؤثر باشد.

کلیدواژه‌ها: لیگامان متقاطع قدامی، تعادل پویا، تعادل ایستا، ورزشکاران با جراحی بازسازی لیگامان صلیبی قدامی، ورزشکاران سالم.

حق انتشار محفوظ است © ۱۴۰۲، مجله مطالعات ناتوانی. این یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت مجوز اختیار_غیرتجاری ۴/۰ بین‌المللی (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.fa) منتشر شده است که به شما اجازه می‌دهد که مواد منتشر شده در این مقاله را با شرط ارجاع مناسب به نسخهٔ اصلی، به‌طور غیرتجاری نسخه‌برداری و توزیع کنید.

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-06-16]

۱ مقدمه

تعادل[1] عبارت است از توانایی کنترل مرکز جرم بدن روی سطح تکیه‌گاه در محدوده‌ای که بدن ثبات دارد (۱). کنترل تعادل و حفظ وضعیت بدنی (پاسچر)[2]، پایه و اساس تمام مهارت‌های حرکتی ارادی، عملکردی پیچیده و فرایند ادراکی است که به هماهنگی یکپارچهٔ پیام‌های حسی بستگی دارد (۲). گیرنده‌های حسی[3] موجود در عضلات، مفاصل، رباط و پوست اطلاعاتی راجع به حس وضعیت و حرکت به‌سمت سیستم اعصاب مرکزی ارسال می‌کنند. اطلاعات حسی با هدف تعیین راستا و حرکت، پردازش می‌شود و درنهایت پاسخ‌های حرکتی مناسب، به‌منظور حفظ تعادل صادر می‌گردد (۳). کنترل وضعیت بدن و تعادل، فرایندی ادراکی‌ـ‌حرکتی[4] به‌شمار می‌رود که عبارت است از: ۱. حس‌کردن وضعیت و حرکت از سیستم‌های حسی‌ـ‌پیکری، بینایی و سیستم دهلیزی؛ ۲. پردازش اطلاعات حسی برای تعیین راستا و حرکت؛ ۳. انتخاب پاسخ‌های حرکتی مناسب برای حفظ تعادل. وجود ضایعه و اختلال در هرکدام از این سه مرحله می‌تواند کنترل وضعیت بدنی را با مشکل مواجه سازد و آن را سخت‌تر کند (۴). رباط متقاطع قدامی زانو[5] غنی از گیرنده‌های مکانیکی است و به‌عنوان یک جزء حسی‌حرکتی در کنترل وضعیت بدن شناخته می‌شود (۵). نقش حسی رباط متقاطع قدامی زانو برابر یا حتی بیشتر از نقش مکانیکی آن در حفظ ثبات مفصلی و تعدیل تنش عضلات اطراف زانو است (۵،۶). آسیب مفصل زانو، به‌خصوص رباط متقاطع قدامی، از آسیب‌های ورزشی بسیار شایع و ناتوان‌کننده است که درمجموع ۵۰درصد کل آسیب‌های لیگامانی زانو را شامل می‌شود. این آسیب از آسیب‌های مهم‌تر در ارتوپدی و توان‌بخشی است که بیشتر پژوهش شده است (۷). شیوع آسیب این رباط یک در هر ۳هزار نفر گزارش شده است (۸). سالیانه بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ هزار آسیب رباط متقاطع قدامی زانو در آمریکا رخ می‌دهد که تقریباً برای ۶۰هزار از آن‌ها، جراحی بازسازی انجام می‌گیرد. در تحقیقی دیگر سالیانه ۵۰هزار جراحی بازسازی رباط متقاطع قدامی زانو در سراسر جهان گزارش شد (۹). عوامل خطرزا در این آسیب به دو گروه درونی و بیرونی تقسیم می‌شود. عوامل بیرونی به عوامل انسانی (مانند حرکت ورزشی خطرناک بازیکنان)، شرایط محیطی (مانند سطح زمین)، تجهیزات ورزشی (مانند کفش) و تجهیزات حفاظتی (مانند ساق بند) بستگی دارد. عوامل درونی به تفاوت‌های آناتومیکی، هورمونی، عصبی‌عضلانی و بیومکانیکی مربوط است (۱۰). همچنین ۷۰درصد از آسیب‌های رباط متقاطع قدامی زانو به‌صورت غیرتماسی و در اثر انجام چرخش، تغییرجهت ناگهانی و پرش و فرود رخ می‌دهد (۱۱). در مطالعات بیومکانیکی دیگری والگوس زانو، کمی خم‌بودن زانو و چرخش خارجی یا داخلی زانو به‌عنوان عوامل خطرناک ایجاد آسیب به‌سبب اعمال گشتاور به زانو در نظر گرفته شد (۱۲). آسیب به رباط متقاطع قدامی زانو علائمی از بی‌ثباتی مفصلی[6] را در طول فعالیت‌ها نشان داد و می‌تواند باعث محدودیت عملکردی، کاهش کیفیت زندگی و توانایی انجام ورزش شود (۱۱). در افراد با آسیب و بازسازی رباط متقاطع قدامی زانو، اختلال کنترل وضعیت بدن و کاهش توانایی پردازش شناختی مشاهده شد (۱۳،۱۴). با هدف بازگرداندن ثبات مکانیکی زانو و باتوجه به سطح فعالیت شخص و علائم بی‌ثباتی همراه با اختلال در کنترل وضعیت بدن، جراحی کاربرد پیدا می‌کند (۱۵). مطالعات نشان داد، تأخیر در بازسازی رباط صلیبی قدامی منجربه افزایش درخورتوجه پارگی مینیسک و غضروف مفصلی می‌شود (۱۶) حدود یک‌سوم بیماران داوطلب درمان کانسرواتیو (بدون نیاز به جراحی) هستند (۱۷). به‌علت موفق‌نبودن درمان‌های کانسرواتیو در ورزشکاران دچار آسیب رباط صلیبی قدامی، جراحی اولین انتخاب درمانی شناخته می‌شود؛ اما متأسفانه به‌دلایلی، جراحی عموماً موفقیت‌آمیز نیست و شامل کشش جایگزین بافتی[7] تولیدنشدن دوبارهٔ عملکرد بیومکانیکی رباط صلیبی قدامی و گیرافتادن لیگامان در ناودان بین کندیلی است (۱۸). باوجود جراحی بازسازی رباط صلیبی قدامی ۱۵تا۲۵درصد بیماران از درد و بی‌ثباتی رنج می‌برند (۱۹).

نتایج متناقضی دربارهٔ به‌دست‌آوردن مجدد عملکرد حسی لیگامان صلیبی قدامی پس از جراحی بازسازی لیگامان صلیبی قدامی درحال افزایش است؛ اما به‌طورکلی میزان بازگشت و سازوکار بازگشت کنترل وضعیت بدنی ابهام زیادی دارد. بازگشت عملکرد رباط متقاطع قدامی زانو به‌حالت اولیه، باتوجه به مطالعات بافت‌شناسی مبنی‌بر بیان شواهدی از تولید مجدد آکسون همراه با رشد مجدد گیرنده‌های مکانیکی بعد از بازسازی رباط متقاطع قدامی زانو، محتمل است (۱۳)؛ بنابراین ترسیم چهارچوبی برای بازگشت کنترل وضعیت بدنی پس از جراحی بازسازی لیگامان صلیبی قدامی بسیار کار سختی است؛ شاید تعداد مطالعات در ارزیابی کنترل وضعیتی پس از جراحی بازسازی لیگامان صلیبی قدامی، محدود باشد (۲۰). دربارهٔ نقش این لیگامان در کنترل وضعیت بدنی، نظرات موافق و مخالفی وجود دارد؛ داوتی و همکاران به ارزیابی کنترل وضعیت بدنی در افراد دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده و سالم پرداختند. آن‌ها ۵۲ مرد (۲۶ نفر دچار رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده و ۲۶ نفر سالم) و ۱۸ زن (۹ نفر دچار رباط صلیبی بازسازی‌شده و ۹ نفر سالم) را در نظر گرفتند که به‌طور متوسط ۵/۸ ماه از جراحی ایشان گذشته بود. یافته‌ها نشان داد، تفاوت چشمگیری در کنترل وضعی افراد گروه رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده در شرایط ایستادن روی دو پا مشاهده می‌شود؛ اما بیشترین تفاوت در شرایط ایستادن روی یک پا با زانوی صاف و چشمان باز است (۲۱).

بن‌موسی و همکاران، کنترل وضعیت بدنی را در افراد دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده بررسی کردند. آن‌ها ۲۶ فرد دچار رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده و ۲۰ فرد سالم را در تحقیق خود در نظر گرفتند که به‌طور متوسط ۲۴ ماه از جراحی آن‌ها گذشته بود. آن‌ها دریافتند، اختلال درخورتوجهی در کنترل وضعیت بدنی افراد گروه رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده درمقایسه با گروه کنترل وجود دارد که

[1]. Balance
[2]. Posture
[3]. Sensory Receptors
[4]. Perceptual-Motor Process
[5]. Anterior Cruciate Ligament
[6]. Joint Instability
[7]. Graft Traction

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-06-16]

ممکن است مربوط به اختلال حس عمقی باشد (۲۲).
الونسو و همکاران به ارزیابی کنترل وضعیت بدنی در افراد دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده پرداختند. مطالعهٔ آن‌ها روی ۲۸ فرد دچار رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده و ۲۸ فرد سالم صورت گرفت که به‌طور متوسط ۲۹ ماه از جراحی ایشان گذشته بود. آن‌ها نتیجه گرفتند، اختلال چشمگیری در کنترل وضعیت بدنی افراد گروه رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده درمقایسه با گروه کنترل وجود دارد (۲۳).
بونفیم و همکاران، کنترل وضعیت بدنی را در افراد دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده بررسی کردند. آن‌ها ۲۸ فرد دچار رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده و ۲۸ فرد سالم را در تحقیق خود در نظر گرفتند که به‌طور متوسط شانزده ماه از جراحی ایشان گذشته بود. آن‌ها دریافتند، نوسان وضعیتی در گروه رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده بیشتر از گروه کنترل بوده و در اندام سالم کمتر از اندام درگیر است (۵).
هنریکسون و همکاران کنترل وضعیت بدنی را در افراد دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده بررسی کردند. مطالعهٔ آن‌ها بر ۲۷ مرد (۱۷ نفر دچار رباط صلیبی قدامی و ۱۰ نفر سالم) و ۱۸ زن (۸ نفر دچار رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده و ۱۰ نفر سالم) صورت گرفت که به‌طور متوسط ۳۶ ماه از جراحی ایشان گذشته بود. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که بهبود درخورتوجهی در کنترل پاسچر افراد گروه کنترل درمقایسه با گروه رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده در انحراف به‌سمت عقب[8] وجود دارد (۱۳).
دنتی و همکاران، کنترل وضعیت بدنی را در افراد دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده بررسی کردند. آن‌ها ۷۲ مرد (۴۳ نفر دچار رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده و ۲۹ نفر سالم) و ۲۹ زن (۷ نفر دچار رباط صلیبی قدامی و ۲۱ نفر سالم) را در تحقیق خود در نظر گرفتند که به‌طور متوسط ۷۳/۲ ماه از جراحی آنان گذشته بود. در پایان تحقیق مشخص شد، در کنترل وضعیت بدنی افراد گروه رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده در شرایط ایستادن روی سطح بی‌ثبات با چشمان باز، اختلاف چشمگیری وجود دارد (۲۴).
هافمن و همکاران به ارزیابی کنترل وضعیت بدنی در افراد دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده پرداختند. در تحقیق آن‌ها ۲۱ مرد (۸ نفر دچار رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده و ۱۳ نفر سالم) و ۱۹ زن (۱۲ نفر دچار رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده و ۷ نفر سالم) شرکت کردند که به‌طور متوسط ۱۶/۵ ماه از جراحی آن‌ها گذشته بود. نتایج نشان داد، بین گروه سالم و گروه آسیب‌دیده در حالت پویا، تفاوت مشاهده می‌شود؛ ولی در حالت ایستا چنین تفاوتی وجود ندارد (۲۵).
شیراشی و همکاران، کنترل وضعیت بدنی را در افراد دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده ارزیابی کردند. آن‌ها ۳۷ مرد (۲۲ نفر دچار صلیبی قدامی بازسازی‌شده و ۱۵ نفر سالم) و ۴۶ زن (۳۱ نفر دچار رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده و ۱۵ نفر سالم) را در تحقیق خود در نظر گرفتند که به‌طور متوسط بیش از دوسال از جراحی آن‌ها گذشته بود. آن‌ها دریافتند، تفاوت اندکی بین گروه سالم و گروه آسیب‌دیده وجود دارد؛ اما میزان تعادل افراد دچار رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده بسیار بهتر از افراد دچار پارگی رباط صلیبی قدامی بدون جراحی بازسازی است (۲۶).
ازآنجاکه کنترل تعادل از نیازهای اساسی بسیار مهم در انجام فعالیت‌های روزمره و مهارت‌های عملکردی است، نقص در این سیستم منجربه اختلال عملکردی فرد و درنتیجه بروز ناتوانی خواهد شد (۲۷). در طول فعالیت‌های روزانه، اغلب افراد درمعرض اغتشاشات بیرونی متعددی نظیر حرکت اندام‌ها، عبور از موانع، لیزخوردن روی سطوح لغزنده یا ناهموار یا برخورد حریفان در رقابت‌های ورزشی قرار دارند و برای حفظ تعادل وضعیت بدنی درمقابل این اغتشاشات باید پاسخ‌های مناسب و سریعی داشته باشند. این پاسخ‌ها جزء بسیار مهمی از ثبات در طول ایستادن یا راه‌رفتن است (۳). باتوجه به وابستگی وضعیت بدنی و اطلاعات حسی‌حرکتی و تأثیر این دو برهم، به‌نظر می‌رسد تحقیق درزمینهٔ توانایی‌های کنترل وضعی بدن و عوامل تأثیرگذار آن امری ضروری است و این سؤال مطرح می‌شود که آیا کنترل وضعیت بدنی و تعادل در ورزشکاران با و بدون آسیب‌های لیگامان صلیبی قدامی تفاوت دارد یا اینکه از نظر تعادل مشابه هستند. این موضوع می‌تواند در پیشگیری از تکرار آسیب‌های لیگامان صلیبی قدامی در آینده مؤثر باشد؛ بنابراین هدف پژوهش حاضر مقایسهٔ کنترل پاسچر پویا و تعادل ایستا بین ورزشکاران مبتلا به آسیب لیگامان صلیبی قدامی و ورزشکاران سالم بود.

۲ روش‌بررسی

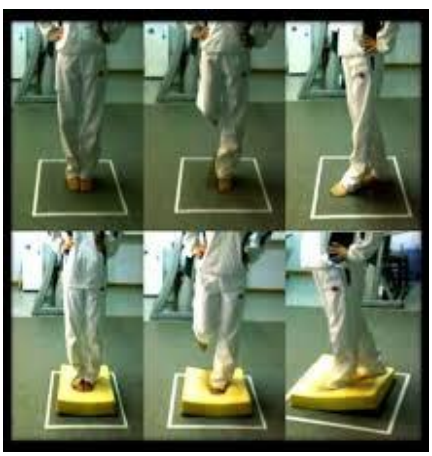
تحقیق حاضر از نوع مورد_شاهدی بود. جامعهٔ آماری هدف را ورزشکاران با جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی و ورزشکاران سالم تشکیل دادند و جامعهٔ دردسترس شامل افراد ورزشکار ۲۰تا۳۰ساله، با و بدون آسیب یک‌طرفهٔ لیگامان متقاطع قدامی بود. نمونهٔ آماری، سی نفر افراد داوطلب واجد شرایط با و بدون آسیب یک‌طرفهٔ لیگامان متقاطع قدامی بودند که به دو گروه شاهد و مورد (هر گروه پانزده نفر) تقسیم شدند: در گروه مورد (پای برتر ورزشکاران با جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی زانو)، حداقل شش ماه و حداکثر دو سال از آسیب آن‌ها براساس پروندهٔ پزشکی گذشته بود. گروه شاهد (پای برتر افراد سالم) از تیم‌های ورزشی براساس معیارهای ورود و خروج ورزشی انتخاب شدند. با انتخاب ورزشکاران با جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی زانو و انجام آزمون‌های مطالعه، ورزشکاران سالم همگن‌شده از لحاظ سن، قد، وزن، جنس و نوع و سطح سابقهٔ ورزشی با ورزشکاران آسیب‌دیده، برای شرکت در مطالعه به‌عنوان گروه سالم در نظر گرفته شدند. به‌منظور همگن‌شدن ورزشکاران سالم با ورزشکاران آسیب‌دیده برای هریک از معیارهای همگن‌کردن، یک دامنه مدنظر قرار گرفت. دامنهٔ پذیرفتنی برای سن ۲± سال، برای قد ۵± سانتی‌متر و برای وزن ۳± کیلوگرم بود. ورزشکاران سالم از نظر جنس و نوع فعالیت ورزشی کاملاً مشابه ورزشکاران آسیب‌دیده بودند. اگر خصوصیات ورزشکاران سالم در محدودهٔ دامنهٔ ورزشکاران دارای آسیب لیگامان متقاطع قدامی قرار داشت با درنظرگرفتن معیارهای خروج از مطالعه برای شرکت در آزمون‌های مطالعه انتخاب می‌شدند. بعد از اخذ رضایت کتبی آزمودنی‌ها و ضمن آموزش و توضیح مراحل آزمون برای ورود به پژوهش، در گروه مورد برای اندام برتر با جراحی بازسازی لیگامان و در گروه شاهد برای اندام

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-06-16]

برتر به‌طور ایستا و پویا، آزمون صورت گرفت. به‌منظور سنجش تعادل پویا از آزمون وای استفاده شد. این آزمون برگرفته از آزمون تعادل ستاره است که طهماسبی و عزتی روایی (r=۰/۷۴۶) و پایایی (ICC=۰/۹۶۱) را گزارش کردند (۲۸) و گری در سال ۱۹۹۵ آن را آزمونی معتبر برای ارزیابی تعادل پویا دانست (۲۹). ضریب پایایی درون‌آزمونگر و بین‌آزمونگر برای جهات مختلف به‌ترتیب بین ۰/۸۵تا۰/۹۱ و ۰/۹۹تا۱/۰۰ و ضریب پایایی درون‌آزمونگر و بین‌آزمونگر برای نمرهٔ کل به‌ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۹۹ توسط پلیسکی به‌دست آمد (۳۰). در این آزمون سه جهت (قدامی، خلفی‌داخلی، خلفی‌خارجی) به‌صورت Y و با زوایای ۱۳۵ و ۱۳۵ و ۹۰ درجه نسبت به‌هم قرار می‌گیرد. آزمودنی چهار بار آزمون را تمرین کرد تا روش اجرای آن را فرا گیرد. آزمودنی با پای برتر راست آزمون را درخلاف جهت عقربه‌های ساعت اجرا کرد و آزمودنی با پای برتر چپ آزمون را درجهت عقربه‌های ساعت انجام داد. برای اجرای آزمون، آزمودنی با پای برتر در مرکز دستگاه ایستاد و با پای دیگر قسمت متحرک را تاآنجاکه خطا نکند، به جلو راند و سپس به‌حالت طبیعی روی دو پا برگشت. خطاها شامل این بود که پا از مرکز دستگاه حرکت نداشته باشد، روی پایی که عمل دستیابی را انجام داده تکیه نکند یا آزمودنی نیفتد. فاصلهٔ قسمت متحرک تا مرکز دستگاه فاصلهٔ دستیابی است. آزمودنی سه‌بار آزمون را انجام داد و آزمونگر میانگین دستیابی در هریک از جهات را اندازه‌گیری کرد و بر طول پا (برحسب سانتی‌متر) تقسیم و در ۱۰۰ ضرب نمود تا فاصلهٔ دستیابی برحسب درصد اندازهٔ طول پا در هریک از سه جهت به‌دست آید. از جمع اعداد حاصل و تقسیم آن به عدد ۳، امتیاز ترکیبی آزمودنی محاسبه شد (۳۰) (شکل ۱).

شکل ۱.تست تعادل Y

تعادل ایستا ازطریق آزمون بس[1] انجام گرفت. این آزمون در سال ۱۹۹۹ توسط ریمان طراحی شد (۳۱). آزمون شامل سه موقعیت ایستادن است که هرکدام روی سطوح ثابت و بی‌ثبات برای اندام برتر و غیربرتر انجام می‌گیرد. در این مطالعه سطح بی‌ثبات شامل بالشتک فوم فشرده (ساخت ایران) به‌ابعاد ۴۱×۶×۵۰ سانتی‌متر و سطح باثبات، کف‌پوش از جنس موکت سفت و نازک بود. این سه موقعیت عبارت بود از: ایستادن روی هر دو پا؛ ایستادن روی پای آزمون‌شده درحالی‌که زانوی پای مخالف ۹۰ درجه خم است؛ ایستادن روی هردو پا به‌صورتی که کف پای آزمون‌شده در یک خط قدامی جلو قرار می‌گیرد و پاشنهٔ آن انگشت‌های پای عقبی را لمس می‌کند. در هر سه موقعیت، چشم‌ها بسته بود و دست‌ها روی کمر قرار داشت. هر موقعیت به‌مدت بیست ثانیه حفظ و نمره ازطریق ثبت تعداد خطاها تعیین شد و ضریب پایایی درون‌آزمونگر ۰/۷۸تا۰/۹۶ به‌دست آمد (۳۲،۳۳). خطاها شامل بازکردن چشم‌ها، برداشتن دست‌ها از روی کمر، لمس‌کردن زمین با پایی که در تماس با زمین نیست، لی‌زدن و گام‌برداشتن و هرگونه حرکت پای ایستاده، بلندشدن پاشنه یا پنجه از روی زمین، حرکت ران به داخل یا ابداکشن ران بیش از ۳۰ درجه و دورماندن از موقعیت بیش از پنج ثانیه بود (۳۲) (شکل ۲).



شکل ۲. وضعیت‌های آزمون بس

[1]. Bess Test

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-06-16]

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، روش‌های آمار توصیفی و آمار استنباطی به‌کار رفت. در سطح توصیفی از مشخصه‌های آماری نظیر میانگین، انحراف معیار و در سطح آمار استنباطی ابتدا از آزمون شاپیرو- ویلک، برای نشان‌دادن نرمال‌بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. سپس به‌منظور مقایسهٔ کنترل وضعیت بدنی پویا و تعادل ایستا بین ورزشکاران مبتلا به آسیب لیگامان صلیبی قدامی و همتایان سالم، آزمون تی مستقل برای مقایسهٔ بین‌گروهی با آلفای ۰/۰۵ به‌کار رفت. انجام آزمون‌های آماری در نرم‌افزار SPSS صورت گرفت.

۳ یافته‌ها

برای تحلیل داده‌ها در این پژوهش از آزمون تی مستقل و برای بررسی نرمال‌بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو- ویلک استفاده شد.

نتایج آزمون شاپیرو- ویلک برای بررسی نرمال‌بودن توزیع نمرات آزمون وای ترکیبی و آزمون بس برای هر دو گروه مورد و شاهد نشان داد، این متغیرها دارای توزیع نرمال است؛ لذا برای تعیین اثربخشی متغیر مستقل و بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی، از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار زیرمقیاس‌های متغیر کنترل وضعیت بدنی پویا در هر دو گروه

	گروه مورد			گروه شاهد	
	آزمون وای	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
تعادل پویا	وای قدامی	۶۲/۶۳	۲/۲۱	۷۳/۰۸	۳/۴۲
	وای خلفی داخلی	۶۳/۶۹	۳/۷۳	۷۱/۱۰	۱/۹۷
	وای خلفی خارجی	۶۴/۱۶	۴/۰۸	۶۸/۹۶	۳/۸۵
	وای ترکیبی	۶۳/۴۹	۳/۰۴	۷۱/۰۰	۱/۵۷

همان‌طورکه در جدول ۱ مشاهده می‌شود، مقایسهٔ میانگین و انحراف معیار کنترل وضعیت بدنی پویا در دو گروه مورد و شاهد، نشان‌دهندهٔ بیشتربودن میانگین کنترل وضعیت بدنی پویا در همهٔ زیرمقیاس‌های این متغیر در گروه شاهد است.

جدول ۲. نتایج آزمون مقایسهٔ میانگین کنترل پاسچر پویا بین دو گروه مورد و شاهد

تعادل پویا	آزمون لوین		T	مقدار p
	F	مقدار p		
وای قدامی	۰/۵۸۹	۰/۴۴۹	۹/۹۱۷	<۰/۰۰۱
وای خلفی داخلی	۳/۶۸	۰/۰۶۵	۶/۷۹	<۰/۰۰۱
وای خلفی خارجی	۰/۰۲۳	۰/۸۸۰	۳/۳۱۱	<۰/۰۰۱
وای ترکیبی	۲/۸۵	۰/۱۰۲	۸/۴۸۷	<۰/۰۰۱

در جدول ۲ نتیجهٔ آزمون لوین برای سنجش برابری واریانس‌ها نشان از برابری واریانس‌های کنترل پاسچر پویا در دو گروه مورد و شاهد دارد؛ بنابراین از آزمون تی مستقل، به‌منظور مقایسهٔ میانگین کنترل پاسچر پویا در دو گروه استفاده شد. نتایج آزمون تی مستقل در جدول ۲ نشان می‌دهد، زیرمقیاس‌های کنترل پاسچر پویا بین ورزشکاران مبتلا به آسیب لیگامان صلیبی قدامی و همتایان سالم در پای برتر تفاوت معناداری دارد (p<۰/۰۰۱).

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار تعداد خطاها در متغیر تعادل ایستا در هر دو گروه

	گروه مورد		گروه شاهد	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
آزمون بس	۶/۲۵	۳/۰۴	۴/۲۶	۲/۲۱

همان‌طورکه در جدول ۳ مشاهده می‌شود، مقایسهٔ میانگین و تعداد خطاها در متغیر تعادل ایستا، در گروه شاهد کمتر از گروه مورد است.

جدول ۴. نتایج آزمون مقایسهٔ میانگین تعادل ایستا در دو گروه مورد و شاهد

	آزمون لوین		T	مقدار p
	F	مقدار p		
تعادل ایستا	۳/۳۹	۰/۰۷۰	۲/۰۴۳	۰/۰۵۰

در جدول ۴ نتیجهٔ آزمون لوین برای سنجش برابری واریانس‌ها نشان از برابری واریانس‌های تعداد خطاهای تعادل ایستا در دو گروه مورد و شاهد دارد. نتایج مشخص کرد، تعداد خطاهای تعادل ایستا بین ورزشکاران مبتلا به آسیب لیگامان صلیبی قدامی و همتایان سالم در

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-06-16]

پای برتر در مرز معناداری است (p=۰/۰۵۰).

۴ بحث

هدف پژوهش حاضر مقایسهٔ کنترل وضعیت بدنی پویا و تعادل ایستا بین ورزشکاران مبتلا به آسیب لیگامان صلیبی قدامی و ورزشکاران سالم بود. نتایج تحقیق نشان داد، بین وضعیت بدنی پویا و تعادل ایستا در ورزشکاران مبتلا به آسیب لیگامان صلیبی قدامی و همتایان سالم تفاوت وجود دارد. نتایج مشخص کرد، اندام مبتلا پس از عمل بازسازی لیگامان صلیبی قدامی و برنامهٔ درمانی توان‌بخشی، دچار اختلال در کنترل پاسچر است؛ اما شاید بتوان دلایل اختلال کنترل وضعیت بدنی را در پژوهش حاضر پس از عمل بازسازی لیگامان صلیبی قدامی، چنین توضیح داد که نقش نوروفیزیولوژی رباط صلیبی قدامی به‌اندازهٔ نقش بیومکانیکی در حفظ ثبات زانو بسیار مهم است (۳۴). شیراشی و همکاران گزارش کردند، گیرنده‌های حس عمقی در رباط صلیبی قدامی نقش بسیار مهمی در حفظ ثبات دینامیک زانو ازطریق مسیر عکس‌العملی موجود بین زانو و سیستم عضلانی ران ایفا می‌کنند. پس از جراحی بازسازی اگرچه ثبات مکانیکی زانو بازگردانده می‌شود، تعداد گیرنده‌های حس عمقی در رباط صلیبی قدامی کاهش می‌یابد؛ درنتیجه چون از میزان ورودی‌های حسی برای درک وضعیت بدن و حرکت در مفصل به سیستم اعصاب مرکزی کاسته می‌شود، درنهایت ممکن است میزان نوسان وضعیتی افزایش یابد (۲۶).

دلیل دیگر امکان دارد طبق نظریهٔ عدم بازگشت سازوکار کنترل وضعیت بدن در اثر آسیب اولیه باشد که توسط انجمن ارتوپدی بیان شده است (۲۴). می‌توان به ناتوانی سیستم مرکزی در حفظ کنترل پاسچر حتی دو اندام با ورودی‌های حسی مختلف اشاره کرد که درنهایت منجربه کاهش کنترل وضعیت بدنی اندام غیردرگیر و اندام درگیر می‌شود (۵). دیگر دلایل برای آن عبارت است از: تغییر شیوهٔ زندگی پس از عمل جراحی و ایجاد تطابقات عضلانی‌عصبی که برای محافظت از اندام آسیب‌دیده توسط بیمار به‌کار می‌رود (۲۴). در گروه دارای بازسازی لیگامان صلیبی قدامی، بر اثر فشار بیش‌ازحد به اندام درگیر، خستگی و استرس بیش‌ازحدی ایجاد می‌شود که میزان نوسان وضعیتی را افزایش می‌دهد (۲۶).

به‌طورکلی کنترل وضعیت بدنی ازطریق دو سازوکار پس‌خورد (فیدبک) و پیش‌خورد (فیدفورواردی) انجام می‌پذیرد. کنترل پس‌خوردی (فیدبکی* به‌معنای پاسخ سیستم کنترل وضعیت بدنی به‌منظور بازیابی تعادل بعد از ایجاد بی‌تعادلی است؛ درحالی‌که کنترل پیش‌خوردی (فیدفوروارد) شامل فعالیت عضلانی پیش‌بینی‌شده است که در زمان تشخیص شروع یا اثر یک تحریک ایجاد می‌شود (۳۵). به‌نظر می‌رسد با ایجاد اختلال در حس عمقی، هر دو شیوه تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. باتوجه به مدل پاتوکینزیولوژیک، بیماری‌ها و صدمات از عوامل تغییردهندهٔ اجرای حرکت هستند و منجربه بروز اختلال حرکتی و درنهایت سبب محدودیت حرکتی و ناتوانی می‌شوند. براساس این نظریه، یک صدمه مثل پارگی رباط متقاطع قدامی زانو و جراحی بازسازی متعاقب آن، می‌تواند منجربه تغییر در حرکت مفصلی و درنهایت تغییر در عملکرد فرد ازجمله راه‌رفتن شود. این مدل پیشنهاد می‌کند، با بروز آسیب علاوه‌بر تغییراتی که در جزء اسکلتی‌عضلانی حرکت رخ می‌دهد، در اجزای عصبی، بیومکانیکی، قلبی‌عروقی و متابولیکی فرد نیز تغییراتی رخ خواهد داد. ازآنجاکه یک حرکت مناسب از تعامل بین همهٔ اجزاء به‌دست می‌آید، انتظار می‌رود اختلال در جزء اسکلتی‌عضلانی بر جزء عصبی که سیستم پردازشگر مرکزی برای کنترل حرکات محسوب می‌شود نیز تأثیر گذارد و موجب بروز تغییراتی در آن شود (۳۶) که یافته‌های پژوهش حاضر مؤید آن است.

نتایج پژوهش حاضر براساس مدل پاتوکینزیولوژیک توجیه‌پذیر است. این احتمال وجود دارد که بروز صدمه در رباط متقاطع قدامی زانو و جراحی بازسازی متعاقب آن سبب تخریب سازوکارهای فیدبک حسی و متعاقباً اختلال در کنترل حرکت مفصل زانو شده باشد (۳۵). در آسیب و بازسازی رباط متقاطع قدامی زانو تغییر الگوهای عصبی‌عضلانی (۲۵،۳۷) ممکن است باعث تغییر پردازش اطلاعات در قشر مغز و قطع سازوکار کنترل پاسچر مرکزی شود (۳۸،۳۹). ازسوی‌دیگر، آسیب یا بازسازی رباط متقاطع قدامی زانو تنها جزء حسی را تحت‌تأثیر قرار نمی‌دهد و محتمل است که نقش مکانیکی رباط نیز تحت‌تأثیر قرار گرفته باشد (۹،۴۰،۴۱).

ازطرف‌دیگر، باتوجه به دیدگاه کینزیوپاتولوژیک حرکات تکراری و پاسچر ثابت می‌تواند بر بافت‌های اسکلتی‌عضلانی تأثیر گذارد و موجب بروز نقص در آن‌ها شود. تکالیف روزمره، همچنین فعالیت‌های ورزشی مکرر ازجملهٔ این شرایط هستند. ازآنجاکه تعامل بین اجزای حرکتی برای انجام یک حرکت سالم ضروری است، چنین رویدادی بر کل اجزا ازجمله بخش تعدیل‌کننده یا بخش عصبی مرکزی تأثیر می‌گذارد. این احتمال وجود دارد که افراد با جراحی بازسازی رباط متقاطع قدامی زانو در اثر حرکات تکراری مثل افزایش یا کاهش مکرر شتاب در طول تمرین و رقابت به‌ویژه در ورزشکاران، دچار اختلال در اجزای مختلف سیستم کنترل پاسچرال شده و مستعد آسیب شده باشند (۳۶). یعنی آسیب اولیه از یک نقص حرکتی رخ داده است که علت آن می‌تواند در هریک از اجزای سیستم کنترل حرکتی باشد. هافمن و همکاران برای بررسی تعادل پویا در افراد جراحی‌شدهٔ بازسازی لیگامان متقاطع قدامی، با تحریک الکتریکی عصب تیبیا، تعادل آن‌ها را درحالی‌که با یک اندام روی صفحهٔ نیرو ایستاده بودند، درمعرض اغتشاش قرار دادند و زمان بازیابی تعادل بعد از اغتشاش را اندازه‌گیری کردند. آن‌ها دریافتند، گروه جراحی‌شدهٔ لیگامان متقاطع قدامی زمان بیشتری را برای بازیابی تعادل درمقایسه با گروه شاهد لازم دارند (۲۵). بونفیم و همکاران نوسانات مرکز فشار پای مبتلا و پای سالم را روی صفحهٔ نیرو در ده فرد پس از هیجده ماه از جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی، با گروه گواه ده‌نفره مقایسه کردند. نتایج، میزان نوسانات پاسچرال را در پای جراحی‌شده بیشتر از پای سالم همان فرد نشان داد (۵). بن‌موسی و همکاران با ارزیابی ثبات وضعیتی و نتیجهٔ عملکرد زانو دو سال بعد از بازسازی رباط صلیبی قدامی، پس از مقایسهٔ کنترل وضعیت بدنی اندام درگیر گروه دارای بازسازی لیگامان صلیبی قدامی و گروه شاهد به این نتیجه رسیدند که تفاوت معناداری بین دو گروه وجود دارد (۲۲). نتایج این تحقیقات در راستای نتایج پژوهش حاضر است. هنریکسون و همکاران، افراد با جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی را به‌کمک سیستم EquiTest در دو صفحهٔ

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-06-16]

فرونتال و ساژیتال در حالت‌های ایستاده روی یک اندام و دو اندام درمعرض اغتشاش قرار دارند و میزان نوسانات اندازه‌گیری شد. در انتها نتایج کنترل پاسچر نشان داد، بین اندام آسیب‌دیده با اندام سالم اختلافی وجود ندارد (۱۳). الونسو و همکاران جابه‌جایی مرکز ثقل و تعادل پاسچرال را در بازیکنان فوتبال (غیرمهاجم و تفریحی) با و بدون بازسازی رباط متقاطع قدامی زانو همراه با آزمون‌های ثبات عملکردی توسط سیستم تعادلی بایودکس بررسی کردند. در این پژوهش ۶۴ بازیکن در سه گروه قرار گرفتند: بعد از جراحی بازسازی رباط متقاطع قدامی زانو؛ بدون آسیب رباط متقاطع قدامی زانو؛ افراد غیرمهاجم و کم‌تحرک. جابه‌جایی مرکز ثقل و تعادل پاسچرال توسط سیستم بایودکس در گروه کم‌تحرک و در گروه جراحی بر عضو جراحی‌شده، درمقایسه با گروه غیرجراحی و گروه جراحی بر عضو سالم، به‌طور قابل‌توجهی کمتر بود. همچنین جابه‌جایی مرکز ثقل و تعادل پاسچرال در اندام جراحی‌شده در فوتبالیست‌ها درمقایسه با عضو سالم، کمتر بود (۲۳). نتایج این تحقیقات در تضاد با یافته‌های پژوهش حاضر است. از دلایل این تضاد آن است که ارزیابی در مطالعهٔ حاضر پس از هفت ماه از جراحی صورت گرفت؛ ولی هنریکسون و همکاران پس از ۳۶ ماه و الونسو و همکاران پس از ۲۹ ماه ارزیابی را انجام دادند که پس از گذشت این زمان‌ها با افزایش قدرت عضلانی و بهبود مسیر رفلکس عصبی بین سیستم عضلانی و مفصل زانو ممکن است میزان کنترل پاسچر اندام درگیر بهبود پیدا کند. وضعیتی که در این پژوهش ارزیابی صورت گرفت با وضعیتی که در آن مطالعات صرفاً ایستادن روی یک اندام یا دو اندام بود، تفاوت داشت و باعث افزایش استرس بر لیگامان صلیبی قدامی شد. در پژوهش حاضر زنان حضور نداشتند؛ ولی در آن مطالعات هر دو جنسیت شرکت داشتند که این عامل می‌تواند در نتیجهٔ ارزیابی تأثیرگذار باشد.

۵ نتیجه‌گیری

براساس نتایج این پژوهش چنین برداشت می‌شود که پس از جراحی بازسازی لیگامان صلیبی قدامی، اگرچه ثبات مکانیکی زانو بازمی‌گردد، تعداد گیرنده‌های حس عمقی در رباط صلیبی قدامی کاهش می‌یابد؛ درنتیجه چون از میزان ورودی‌های حسی برای درک وضعیت بدنی و حرکت در مفصل به سیستم اعصاب مرکزی کاسته می‌شود، درنهایت میزان نوسان وضعیتی افزایش می‌یابد؛ ازاین‌رو این ورزشکاران ممکن است اختلال کنترل وضعیت بدنی و تکرار آسیب لیگامان صلیبی قدامی را پس از جراحی در اندام درگیر داشته باشند؛ بنابراین شاید با بهره‌مندی از اصول توان‌بخشی پیشرفته درجهت تقویت بیشتر حس عمقی، آن‌ها بتوانند به‌نحو پذیرفتنی تعادل خود را بازیابی کنند و به الگوهای تقریباً مشابه افراد سالم بازگردند.

۶ تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله مراتب سپاس و قدردانی پژوهشگران از ورزشکاران عزیز شرکت‌کننده در این پژوهش، به‌سبب زحمات و همکاری ایشان اعلام می‌شود.

۷ بیانیه‌ها

تأییدیهٔ اخلاقی و رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان

پژوهش حاضر مستخرج از طرح پژوهشی در دانشگاه علوم‌پزشکی کرمانشاه است. در اجرای پژوهش، ملاحظات اخلاقی ازجمله رضایت مشارکت‌کنندگان و محرمانه‌بودن اطلاعات آنان در نظر گرفته شد. شرکت‌کنندگان در پژوهش، قبل از تحقیق در ارتباط با موضوع و کلیات طرح پژوهشی توجیه شدند؛ همچنین در هنگام جمع‌آوری داده‌ها از جامعهٔ آماری، نام و مشخصات فردی آن‌ها ذکر نشد.

رضایت برای انتشار

ازآنجاکه جمع‌آوری داده‌ها از جامعهٔ آماری بدون نام و مشخصات فردی شرکت‌کنندگان بود، این امر غیرقابل اجرا است.

دردسترس‌بودن داده‌ها و مواد

در این مقاله تمامی داده‌ها و اطلاعات آماری حاصل از تجزیه‌وتحلیل آماری، در قالب فایل ورد و فایل‌های مربوط دردسترس است.

تزاحم منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافعی ندارند.

منابع مالی

مطالعهٔ حاضر مستخرج از طرح پژوهشی در دانشگاه علوم‌پزشکی کرمانشاه است.

مشارکت نویسندگان

نویسندهٔ اول عهده‌دار اجرای پژوهش، جمع‌آوری داده‌ها، مصاحبه، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و جمع‌بندی بود. نویسندهٔ دوم درزمینهٔ انجام پژوهش در ارتباط با روش‌های تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و دسته‌بندی آن‌ها مشارکت داشت. نویسندگان سوم و چهارم در تدوین و نگارش و جمع‌بندی مقاله کمک کردند.

References

1. Hijmans JM, Geertzen JHB, Dijkstra PU, Postema K. A systematic review of the effects of shoes and other ankle or foot appliances on balance in older people and people with peripheral nervous system disorders. Gait Posture. 2007;25(2):316–23. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.03.010
2. Horak FB, Henry SM, Shumway–Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. Phys Ther. 1997;77(5):517–33. https://doi.org/10.1093/ptj/77.5.517
3. Jacobs JV, Horak FB. Cortical control of postural responses. J Neural Transm (Vienna). 2007;114(10):1339–48. https://doi.org/10.1007/s00702-007-0657-0
4. Bisson EJ, McEwen D, Lajoie Y, Bilodeau M. Effects of ankle and hip muscle fatigue on postural sway and attentional demands during unipedal stance. Gait Posture. 2011;33(1):83–7. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.10.001

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-06-16]

5. Bonfim TR, Grossi DB, Paccola CAJ, Barela JA. Additional sensory information reduces body sway of individuals with anterior cruciate ligament injury. Neurosci Lett. 2008;441(3):257–60. https://doi.org/10.1016/j.neulet.2008.06.039
6. Okuda K, Abe N, Katayama Y, Senda M, Kuroda T, Inoue H. Effect of vision on postural sway in anterior cruciate ligament injured knees. J Orthop Sci. 2005;10(3):277–83. https://doi.org/10.1007/s00776-005-0893-9
7. Park WH, Kim DK, Yoo JC, Lee YS, Hwang JH, Chang MJ, et al. Correlation between dynamic postural stability and muscle strength, anterior instability, and knee scale in anterior cruciate ligament deficient knees. Arch Orthop Trauma Surg. 2010;130(8):1013–8. https://doi.org/10.1007/s00402-010-1080-9
8. Gianotti SM, Marshall SW, Hume PA, Bunt L. Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population–based study. J Sci Med Sport. 2009;12(6):622–7. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.07.005
9. Chmielewski TL, Hurd WJ, Rudolph KS, Axe MJ, Snyder–Mackler L. Perturbation training improves knee kinematics and reduces muscle co–contraction after complete unilateral anterior cruciate ligament rupture. Phys Ther. 2005;85(8):740–9.
10. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. Am J Sports Med. 2005;33(4):492–501. https://doi.org/10.1177/0363546504269591
11. Clancy WG, Ray JM, Zoltan DJ. Acute tears of the anterior cruciate ligament. Surgical versus conservative treatment. J Bone Joint Surg Am. 1988;70(10):1483–8.
12. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. Am J Sports Med. 2004;32(4):1002–12. https://doi.org/10.1177/0363546503261724
13. Henriksson M, Ledin T, Good L. Postural control after anterior cruciate ligament reconstruction and functional rehabilitation. Am J Sports Med. 2001;29(3):359–66. https://doi.org/10.1177/03635465010290031801
14. Bieryla KA. An investigation of perturbation–based balance training as a fall prevention intervention for older adults [Ph.D. dissertation in Mechanical Engineering]. [Virginia, US]: Virginia Polytechnic Institute; 2009.
15. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph K, Buchanan TS, Snyder-Mackler L. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. J Orthop Sports Phys Ther. 2001;31(10):546–66. https://doi.org/10.2519/jospt.2001.31.10.546
16. Noyes FR, Barber SD, Mooar LA. A rationale for assessing sports activity levels and limitations in knee disorders. Clin Orthop Relat Res. 1989;(246):238–49.
17. Barrack RL, Bruckner JD, Kneisl J, Inman WS, Alexander AH. The outcome of nonoperatively treated complete tears of the anterior cruciate ligament in active young adults. Clin Orthop Relat Res. 1990;(259):192–9.
18. Li G, DeFrate LE, Sun H, Gill TJ. In vivo elongation of the anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament during knee flexion. Am J Sports Med. 2004;32(6):1415–20. https://doi.org/10.1177/0363546503262175
19. Gabriel MT, Wong EK, Woo SLY, Yagi M, Debski RE. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. J Orthop Res. 2004;22(1):85–9. https://doi.org/10.1016/s0736-0266(03)00133-5
20. Howells BE, Ardern CL, Webster KE. Is postural control restored following anterior cruciate ligament reconstruction? a systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2011;19(7):1168–77. https://doi.org/10.1007/s00167-011-1444-x
21. Dauty M, Collon S, Dubois C. Change in posture control after recent knee anterior cruciate ligament reconstruction? Clin Physiol Funct Imaging. 2010;30(3):187–91. https://doi.org/10.1111/j.1475-097x.2010.00926.x
22. Zouita Ben Moussa A, Zouita S, Dziri C, Ben Salah FZ. Single–leg assessment of postural stability and knee functional outcome two years after anterior cruciate ligament reconstruction. Ann Phys Rehabil Med. 2009;52(6):475–84. https://doi.org/10.1016/j.rehab.2009.02.006
23. Alonso AC, Greve JMD, Camanho GL. Evaluating the center of gravity of dislocations in soccer players with and without reconstruction of the anterior cruciate ligament using a balance platform. Clinics (Sao Paulo). 2009;64(3):163–70. https://doi.org/10.1590/s1807-59322009000300003
24. Denti M, Randelli P, Lo Vetere D, Moioli M, Bagnoli I, Cawley PW. Motor control performance in the lower extremity: normals vs. anterior cruciate ligament reconstructed knees 5–8 years from the index surgery. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2000;8(5):296–300. https://doi.org/10.1007/s001670000136
25. Hoffman M, Schrader J, Koceja D. An investigation of postural control in postoperative anterior cruciate ligament reconstruction patients. J Athl Train. 1999;34(2):130–6.

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-06-16]

26. Shiraishi M, Mizuta H, Kubota K, Otsuka Y, Nagamoto N, Takagi K. Stabilometric assessment in the anterior cruciate ligament–reconstructed knee. Clin J Sport Med. 1996;6(1):32–9. https://doi.org/10.1097/00042752-199601000-00008
27. Katayama M, Higuchi H, Kimura M, Kobayashi A, Hatayama K, Terauchi M, et al. Proprioception and performance after anterior cruciate ligament rupture. Int Orthop. 2004;28(5):278–81. https://doi.org/10.1007/s00264-004-0583-9
28. Tahmasebi S, Ezati R. Designing and making a star balance system and determine the validity and reliability. Journal for Research in Sport Rehabilitation. 2017;5(9):85–94. [Persian] https://doi.org/10.22084/rsr.2017.12610.1295
29. Gray GW. Lower extremity functional profile. Wynn Marketing, Inc; 1995, pp:109–10.
30. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. N Am J Sports Phys Ther. 2009;4(2):92–9.
31. Riemann BL, Guskiewicz KM, Shields EW. Relationship between clinical and forceplate measures of postural stability. Journal of Sport Rehabilitation. 1999;8(2):71–82. https://doi.org/10.1123/jsr.8.2.71
32. Hunt TN, Ferrara MS, Bornstein RA, Baumgartner TA. The reliability of the modified balance error scoring system. Clin J Sport Med. 2009;19(6):471–5. https://doi.org/10.1097/jsm.0b013e3181c12c7b
33. McGuine TA, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. Am J Sports Med. 2006;34(7):1103–11. https://doi.org/10.1177/0363546505284191
34. Ghaderi M, Letafatkar A, Thomas AC, Keyhani S. Effects of a neuromuscular training program using external focus attention cues in male athletes with anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2021;13(1):49. https://doi.org/10.1186/s13102-021-00275-3
35. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part ii: the role of proprioception in motor control and functional joint stability. J Athl Train. 2002;37(1):80–4.
36. Sahrmann S, Azevedo DC, Dillen LV. Diagnosis and treatment of movement system impairment syndromes. Braz J Phys Ther. 2017;21(6):391–9. https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.08.001
37. Courtney CA, Rine RM. Central somatosensory changes associated with improved dynamic balance in subjects with anterior cruciate ligament deficiency. Gait Posture. 2006;24(2):190–5. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2005.08.006
38. Ochi M, Iwasa J, Uchio Y, Adachi N, Kawasaki K. Induction of somatosensory evoked potentials by mechanical stimulation in reconstructed anterior cruciate ligaments. J Bone Joint Surg Br. 2002;84(5):761–6. https://doi.org/10.1302/0301-620x.84b5.12584
39. Baumeister J, Reinecke K, Weiss M. Changed cortical activity after anterior cruciate ligament reconstruction in a joint position paradigm: an EEG study. Scand J Med Sci Sports. 2008;18(4):473–84. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2007.00702.x
40. Lysholm M, Ledin T, Odkvist LM, Good L. Postural control–a comparison between patients with chronic anterior cruciate ligament insufficiency and healthy individuals. Scand J Med Sci Sports. 1998;8(6):432–8. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1998.tb00464.x
41. 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. Eur J Appl Physiol. 2008;104(3):567–77. https://doi.org/10.1007/s00421-008-0729-3

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-06-16]