Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

May and June 2023. Volume 12. Num 2

Research Paper

The Relationship Between Kinematical Parameters of Trunk and Knee Injuries in Male Judo Players

Alireza Moradi[1], ***Abdolrasoul Daneshjoo**[2], **Seyed Kazem Mousavi Sadati**[3]

1. Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, East Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Moradi A, Daneshjoo A, Mousavi Sadati SK. [The Relationship Between Kinematical Parameters of Trunk and Knee Injuries in Male Judo Players (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 12(2):336-347. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.2.9

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.2.9

CC BY NC

ABSTRACT

Background and Aims The knee joint injury in judokas mostly occurs in the standing position. This study aims to investigate the relationship between kinematic variables of trunk and the occurrence of knee injuries in male judokas.

Methods In this study, 15 male judokas aged 20-30 years (7 with a history of knee joint injury and 8 controls) were selected based on the inclusion and exclusion criteria. Then, after installing markers on their body, they were asked to stand on a 30-cm box and, after a jump upwards, land on the ground on one foot (the support foot). Cameras were used to measure the angles of the knee and trunk joints during the jump landing task. Shapiro-Wilk test was used to examine the normality of data distribution. ANCOVA was used to compare the groups. The ssignificance level was set at 0.05.

Results Healthy judokas had lower knee flexion angle and higher knee valgus angle. Moreover, they had lower trunk flexion angle, higher internal knee rotation, and higher relative rotation speed between femur and tibia compared to the injured group ($P<0.05$).

Conclusion Male Judo players with a history of knee injury have lower knee flexion and greater knee valgus, lower trunk flexion, higher internal knee rotation, and higher relative rotation between femur and tibia compared to their healthy peers. Professionals and coaches need to design injury prevention exercises for this group of athletes.

Keywords Knee kinematics, Trunk kinematics, Knee injury, Judo

Received: 05 Nov 2020
Accepted: 06 May 2021
Available Online: 21 May 2023

**** Corresponding Author:***
Abdolrasoul Daneshjoo, PhD.
Address: Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, East Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Tel: +98 (21) 33594335
E-Mail: phdanesh@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

In Judo sport, the knee joint injury occurs more than any injuries. Among knee joint injuries in judo, anterior cruciate ligament (ACL) injury is more common [2]. Studies have shown that the ACL injury is multi-level, and biomechanical indicators in all three anatomical levels are related to this type of injury [4]. According to previous reports, there is a difference between individuals with healthy ACL and those with ACL reconstruction in the amount of anterior translation and internal-external rotation of the tibia [7]. More anterior translation and rotation of the tibia were reported in people with ACL reconstruction compared to healthy people [8]. To our knowledge, the mechanism of knee joint injury, especially ACL injuries in judo has not been comprehensively addressed and more studies are needed in this field. Obviously, determining the biomechanical differences between healthy and injured judokas in rotation and landing skills can help in designing movement patterns that reduce the possibility of ACL re-injury.

Materials and Methods

This is a quasi-experimental causal-comparative study. Participants were 15 male judokas who were the members of Iran's national team in 2017-2018 including 8 healthy judo players and 7 judo players with a history of knee joint injury. They were selected using a purposive sampling method and based on the entry and exit criteria. To determine the kinematic parameters including the angles of the knee and trunk joints, 14 passive (reflective) markers were first installed on the anatomical points in the upper and lower limbs based on the plug-in-gate model. Shapiro-Wilk test was used to check the normality of the collected data, whose results showed their normal distribution in the two groups ($P<0.05$).

Results

The results of analysis of covariance (Table 1) showed a significant difference in all study variables between the two groups, where healthy judokas had lower knee flexion angle (range of motion) and higher knee valgus, as well as lower trunk flexion, higher internal knee rotation, and higher relative rotation between femur and tibia compared to the injured judokas ($P<0.05$).

Conclusion

The results of the present study showed a significant difference in the trunk flexion angle and knee valgus angle in the sagittal and frontal planes respectively between the two groups male judo players with and without knee injury. Healthy judokas had lower knee flexion angle and more knee valgus angle. Anterior tibial shear force is considered as a potential risk factor of non-contact ACL injuries. Cortes et al. showed that a small increase in the internal rotation of the femur increases the knee valgus and has no effect on other kinematic variables of the lower

Table 1. The results of analysis of covariance to compare the study variables

Variables	Group	Mean±SD*	F	df	P	Eta Squared
Knee flexion angle (degree)	Healthy	15.63±1.63	8.56	1	0.04	0.50
	Injured	10.98±2.14				
Knee valgus angle (degree)	Healthy	5.04±0.75	14.66	1	0.001	0.74
	Injured	10.01±1.12				
Trunk flexion angle (degree)	Healthy	24.50±8.41	12.71	1	0.001	0.67
	Injured	19.32±9.69				
Knee internal rotation angle (degree)	Healthy	15.23±4.36	17.64	1	0.02	0.87
	Injured	16.30±3.60				
Relative rotation between femur and tibia (degree/second)	Healthy	62.3±8.1	13.20	1	0.001	0.60
	Injured	118.3±10.3				

*SD= Standard deviation

limbs such as knee flexion and knee valgus, as well as the kinetics of the femur and knee [8], which is not consistent with our results. This difference can be explained by the fact that the medial gluteal muscles are effective on the movement of the limb in the frontal and horizontal planes. Therefore, it seems logical that they have no effect in the sagittal plane.

Our study also showed a higher relative rotation speed between the femur and tibia in the healthy group compared to the injured group. Due to ACL injury, it is expected that during the execution of difficult and complex tasks such as landing, the movement patterns of the joints in the lower limb undergo changes such as increased ankle dorsiflexion and decreased hip flexion. These changes are compensatory and adaptive mechanisms after the ACL reconstruction.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles such as obtaining informed consent from the participants, their confidentiality of information and ability to leave the research were considered in this study. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of the East Tehran Branch, Islamic Azad University (Code: IR.IAUETB.96014).

Funding

This study was extracted from the master's thesis of Alireza Moradi approved by Department of Sport Sciences, East Tehran Branch, Islamic Azad University.

Authors' contributions

The authors contributed equally to preparing this paper.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors are thankfull to all participants in this research.

طب توانبخشی

مقاله پژوهشی

بررسی ارتباط پارامترهای کینماتیکی آسیب‌های تنه و زانو در جودوکاران مرد

علیرضا مرادی[۱]، *عبدالرسول دانشجو[۱]، سید کاظم موسوی ساداتی[۱]

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Moradi A, Daneshjoo A, Mousavi Sadati SK. [The Relationship Between Kinematical Parameters of Trunk and Knee Injuries in Male Judo Players (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 12(2):336-347. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.2.9

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.2.9

CC BY

چکیده

مقدمه و اهداف امروزه شایع‌ترین مکانیسم آسیب مفصل زانو برای جودوکاران درشرایط ایستاده رخ می‌دهد. هدف از تحقیق حاضر، بررسی ارتباط متغیرهای کینماتیکی با وقوع آسیب‌های زانو در جودوکاران مرد بود.

مواد و روش‌ها بدین منظور تعداد ۱۵ نفر از جودوکاران مرد با دامنه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال براساس معیارهای ورود وخروج انتخاب و به ۲ گروه ۷ نفره دارای سابقه آسیب مفصل زانو و ۸ نفر بدون سابقه آسیب تقسیم شدند. بعد از مارکرگذاری روی بدن آزمودنی‌ها از آن‌ها خواسته شد بر روی جعبه ۳۰ سانتی‌متری قرار گرفته و پس ازیک پرش روبه بالاروی یک پا (پای تکیه‌گاه) روی سطح زمین فرودآیند. برای اندازه‌گیری زوایای مفاصل زانو و تنه هنگام پرش و فرود نیز از دوربین‌هایی که در ۴ طرف قرار گرفته بودند، استفاده شد. از آزمون شاپیرو ویلک برای نرمال بودن داده‌ها، از آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی ارتباط بین متغیرهای تحقیق استفاده شد. سطح معناداری نیز $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها یافته‌ها نشان داد جودوکاران سالم نسبت به جودوکاران با سابقه آسیب دارای زاویه فلکشن زانوی کمتر و والگوس زانوی بیشتری بودند. همچنین فلکشن تنه کمتر، چرخش داخلی زانو بیشتر و نهایتاً سرعت چرخش نسبی بین ران و درشت نی بیشتری در گروه سالم نسبت به گروه آسیب دیده مشاهده شد ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری باتوجه‌به نتایج تحقیق حاضر به نظر می‌رسد ورزشکاران دارای سابقه آسیب اندام تحتانی، دارای میزان فلکشن کمتر و والگوس بیشتر در زانو، فلکشن تنه کمتر، چرخش داخلی زانوی بیشتر و نهایتاً سرعت چرخش نسبی بین ران و درشت نی بیشتری نسبت به ورزشکاران بدون سابقه آسیب زانو هستند. بنابراین متخصصان و مربیان باید تمرینات پیشگیری از آسیب دوباره را برای این گروه از ورزشکاران طراحی کنند.

کلیدواژه‌ها کینماتیک، آسیب زانو، والگوس زانو، جودو

تاریخ دریافت: ۱۵ آبان ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۱۶ اردیبهشت ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۱۱ اردیبهشت ۱۴۰۲

* **نویسنده مسئول:**

دکتر عبدالرسول دانشجو

نشانی: تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شرق، دانشکده علوم انسانی، گروه علوم ورزشی.

تلفن: ۳۳۵۹۴۳۳۵ (۲۱) ۹۸+

رایانامه: phdanesh@yahoo.com

مقدمه

آسیب مفصل زانو در بین ورزشکاران حرفه‌ای متداول است و معمولاً در طول فعالیت‌های ورزشی اتفاق می‌افتد. همچنین وقوع آسیب زانو در رشته جودو به تکرار گزارش شده است [۱]. در ورزش جودو آسیب مفصل زانو بیشتر از هر ساختارآناتومیکی دیگری اتفاق می‌افتد. در میان آسیب‌های مفصل زانو برای جودوکاران، آسیب رباط صلیبی قدامی[1]معمول است [۲]. مطالعات نشان می‌دهند که به احتمال زیاد آسیب‌های رباط صلیبی قدامی چند سطحی می‌باشند و شاخص‌های بیومکانیکی در هر ۳ سطح آناتومیکی با آسیب رباط صلیبی قدامی مرتبط‌اند [۳]. به‌عبارت‌دیگر احتمال آسیب‌های رباط صلیبی قدامی هنگام حرکات ترکیبی زانو در سطوح سهمی یا ساجیتال، عرضی یا فرونتال و افقی یا هوریزنتال وجود دارد. اجرای حرکاتی که به‌طور هم‌زمان در سطوح ساجیتال و هوریزنتال انجام می‌شود، در مقایسه با حرکاتی که فقط در سطح ساجیتال انجام می‌شوند، نیروهای برشی بزرگتری را تولید می‌کند که این نیروها نقش مهمی در پارگی رباط صلیبی قدامی خواهند داشت [۴، ۵].

حرکاتی که به‌طور هم‌زمان در چند سطح حرکتی اجرا می‌شوند مانند تکنیک‌های فرود و چرخش، مستلزم به‌کارگیری نیروی برشی قدامی همراه با نیروی انقباض عضلات درگیر در سطوح افقی و یا فرونتال می‌باشند. نیروی برشی قدامی مستقیماً با نیروی عضلات چهارسران مرتبط است که در سطح ساجیتال اعمال می‌شود. درنتیجه ترکیب این نیروهای انقباضی نیروی قابل توجهی تولید می‌شود که فشار بالاتری را به رباط صلیبی قدامی وارد می‌کند [۶].

براساس گزارشات قبلی بین افراد با رباط صلیبی قدامی سالم و آسیب‌دیده بازسازی‌شده رباط[2] (بازسازی رباط صلیبی قدامی) در میزان انتقال قدامی درشت‌نی و چرخش داخلی–خارجی درشت‌نی تفاوت وجود دارد [۷]. انتقال قدامی[3]درشت‌نی بیشتری را در افراد رباط صلیبی قدامی R مشاهده کردند. به‌علاوه میزان چرخش بیشتری در گروه رباط صلیبی قدامی R نسبت به افراد سالم گزارش شده است [۸]. از طرفی در بعضی از تحقیقات، تفاوت کینماتیکی بین زانوی آسیب‌دیده و سالم گزارش شده است [۸، ۹]. البته تفاوت‌های گزارش‌شده کینماتیکی مفصل زانو بین ورزشکاران سالم و رباط صلیبی قدامی R در مطالعات پیشین همراه با ضد و نقیض است. این تفاوت‌ها گواه این مطلب است که این دو گروه در زوایای مختلف حرکتی نیز الگوی حرکتی یکسانی را اجرا نمی‌کنند، به‌طوری‌که دامنه حرکتی مناسب برای این دو گروه نیز مشخص نشده است و احتمالاً شاخص‌های کینماتیکی آن‌ها نیز متفاوت خواهد بود.

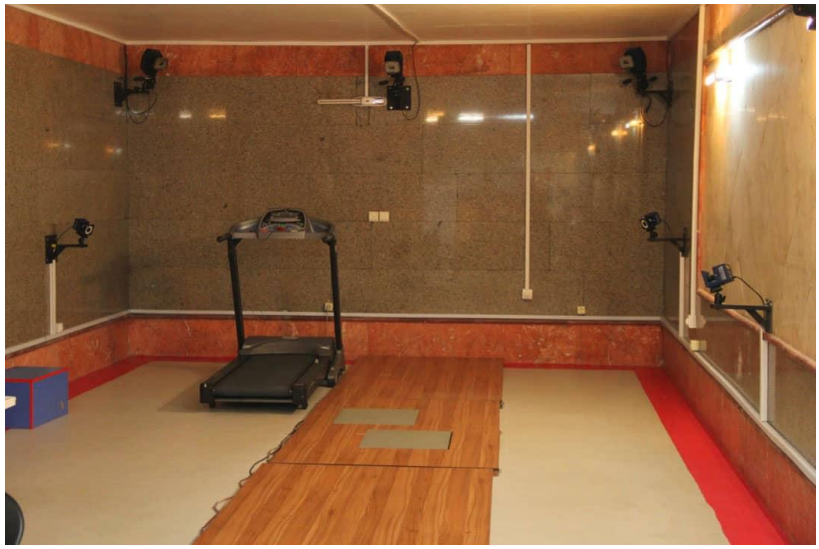
با وجود مطالعات انجام‌شده و برنامه‌های ارائه‌شده برای پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی، میزان ایجاد این آسیب در دهه‌های گذشته همچنان بالا است [۱۰]. یکی از نکاتی که می‌تواند منجر به نتایج متناقض در تحقیقات پیشین شده باشد، روش‌های به‌کار برده‌شده در این مطالعات است، تاجایی‌که برای تعیین ارتباط بین عوامل خطرزای بیومکانیکی و احتمال افزایش آسیب، ارزیابی دقیقی از اثرات نوع تکلیف حرکتی در ایجاد آسیب صورت نگرفته است. هرچند تحقیقاتی انجام شده است، اما تمرکز تحقیقات در سطح ساجیتال بوده وکیفیت ارتباط سطح هوریزنتال در حرکاتی مانند چرخش در این سطح بررسی نشده است [۱۱]. همچنین درباره علت اصلی این صدمات میان محققین توافق کلی وجود ندارد [۱۲]. تعدادی از محققان عوامل کینماتیکی و کینتیکی سطح ساجیتال را به‌عنوان عامل اولیه آسیب رباط صلیبی قدامی در نظر می‌گیرند، درحالی‌که برخی دیگر ادعا می‌کنند که عوامل بیومکانیکی سطح ساجیتال نمی‌تواند علت اصلی آسیب مذکور باشد [۱۰، ۱۳]. برای مثال، نقش رباط صلیبی قدامی در محدودیت چرخش درشت‌نی بحث‌برانگیز باقی مانده است. به‌علاوه هرچند کینماتیک فعالیت‌های چرخشی در شرایط تحمل وزن با آسیب مذکور رابطه مستقیمی دارند، اما مطالعات کمی در این زمینه انجام شده است [۱۱].

مطابق بررسی ما، تاکنون به مکانیسم آسیب مفصل زانو و به‌ویژه صدمات رباط صلیبی قدامی به‌عنوان مهم‌ترین عامل ایجاد آسیب زانو در ورزش جودو به‌طور جامعی پرداخته نشده و نیاز به بررسی‌های بیشتری در این زمینه است. بدیهی است تعیین تفاوت‌های بیومکانیکی بین افراد سالم و آسیب‌دیده در اجرای مهارت‌های چرخش و فرود می‌تواند ما را در طراحی الگوهای حرکتی که احتمال بروز آسیب مجددرباط صلیبی قدامی را کاهش می‌دهد، یاری کند.

مواد و روش‌ها

باتوجه‌به اهداف و محتوای تحقیق حاضر، این تحقیق یک مطالعه شبه‌تجربی از نوع علی‌مقایسه‌ای است. مطالعه حاضر بر مبنای اصول اخلاقی دانشگاه آزاد اسلامی تهران شرق انجام شد. نمونه پژوهش در این مطالعه را ۱۵ جودوکار مرد که در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۸ عضو تیم ملی جمهوری اسلامی ایران بودند، تشکیل دادند. از این میان تعداد ۸ جودوکار سالم و ۷ جودوکار با سابقه آسیب مفصل زانو بودند. روش نمونه‌گیری در این تحقیق هدفمند بود و آزمودنی‌ها باتوجه‌به معیارهای ورود و خروج وارد تحقیق شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل ورزشکار ملی‌پوش بودن، داشتن تمرین در طول ۳ سال گذشته به‌طور مرتب و حداقل ۳ جلسه در هفته، قرار داشتن در محدوده سنی ۲۰ الی ۳۰ سال، نداشتن اختلالات عصبی‌عضلانی و بیماری‌های درگیرکننده سیستم اعصاب مرکزی، عدم انجام فعالیت ورزشی خسته‌کننده در ۴۸ ساعت پیش از انجام آزمون، رضایت داوطلبانه آزمودنی‌ها برای شرکت در تحقیق و ازجمله معیارهای خروج از تحقیق، ایجاد درد در هر قسمت از بدن در حین انجام آزمون به‌صورتی که فرد قادر به همکاری نباشد، بود [۱۴].

1. Anterior cruciate ligament (ACL)
2. Anterior cruciate ligament reconstruction
3.Tibia



تصویر ۱. نحوه قرارگیری دوربین‌های وایکن ۴۶۰

طب توانبخشی

یافته‌ها

در زمان حضور آزمودنی‌ها در آزمایشگاه، ابتدا کلیه مراحل آزمون برای آن‌ها توضیح داده شد و آزمودنی‌ها با امضاء فرم رضایت‌نامه کتبی، رضایت خود را برای شرکت در پژوهش اعلام کردند. سپس آزمودنی‌ها فرم اطلاعات فردی که شامل وضعیت مفصل زانو (سالم و یا آسیب‌دیده) بود را تکمیل کردند. پای تکیه‌گاه آزمودنی‌ها براساس خوداظهاری آن‌ها مشخص شد. سپس مشخصات پیکرسنجی[۴] آن‌ها شامل قد، وزن، سن، شاخص توده بدنی و میزان فعالیت آزمودنی‌ها جمع‌آوری شد. در ادامه آزمودنی‌ها با نحوه اجرای حرکات چرخش و فرود آشنا شدند. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه به گرم کردن عمومی بدن پرداختند.

درآزمایشگاه‌بیومکانیک

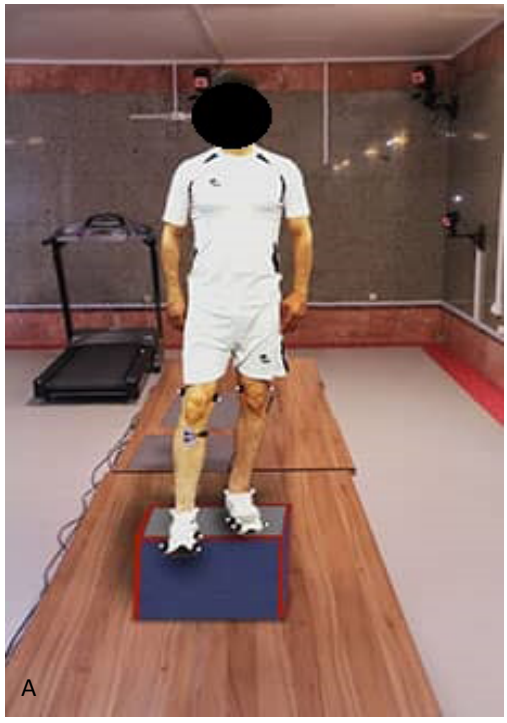
جهت تعیین پارامترهای کینماتیکی شامل زوایای مفصل زانو و تنه، ابتدا تعداد ۱۴ عدد مارکر غیرفعال (انعکاسی) براساس چیدمان مدل (پلاگ-این-گیت[۵]) بر روی نقاط آناتونیکی اندام تحتانی و فوقانی عضو برتر نصب شد. این نقاط عبارت بودنداز: زایده آخرمی[۶]، زایده خاری مهره هفتم گردنی، ساکروم[۷]، خارخاصره‌ای قدامی فوقانی[۸]، برجستگی فوقانی استخوان‌های ران[۹]، وسط ران در نقطه‌ای هم‌راستا با سطح سهمی، کندیل‌های داخلی و خارجی ران، برجستگی قدامی درشت‌نئی، قوزک داخلی[۱۰]، قوزک خارجی[۱۱]، برجستگی پاشنه[۱۲] و مفصل استخوان دوم کف پایی با بند اول انگشت دوم[۱۳] [۱۵]. سپس آزمودنی در فضای بین دوربین‌ها (۶ دوربین نصب‌شده و کالیبره‌شده در محیط آزمایشگاه) در وضعیت ایستا به‌مدت ۵ ثانیه قرار گرفت و مختصات مارکرها ضبط شد (تصاویر شماره ۱ و ۲).

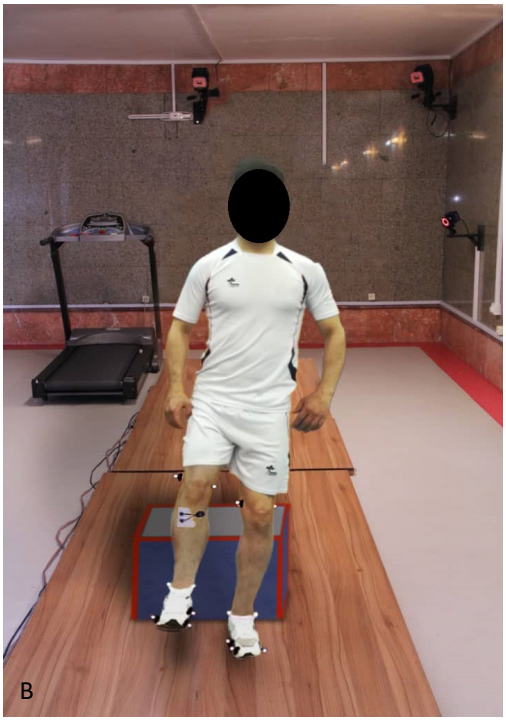
برای اجرای آزمون فرود، آزمودنی در وضعیتی متعادل روی سکویی با ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر نزدیک به لبه به طریقی می‌ایستاد که پای غالب در حالت معلق (پاشنه پا در تماس با لبه جلویی

4. Anthropometery
5. Plug-in-Gait
6. Acromion
7. Sucrum
8. Anterior-Superior iliac spine
9. greater trochanter
10. Medial malleolus
11. lateral malleolus
12. Hell
13. Second metatarsal

تصویر ۲. محل قرارگیری مارکرها

طب توانبخشی





تصویر ۳. A. نحوه پرش ، B. نحوه فرود

طب توانبخشی

سکو) قرار گرفته و به لبه جلویی سکو تکیه داشته باشد (تصویر شماره ۳-A). این وضعیت با کنترل مرکز ثقل، حرکات افقی بدن را محدود می‌کند. وزن آزمودنی به‌صورت کامل به‌وسیله پای غیرغالب تحمل می‌شد. برای انجام آزمون از آزمودنی خواسته شد تا به‌صورت کاملاً عمودی و متعادل، بدون خم کردن، پایین آوردن تنه و حالت پرشی، با فرمان آزمون‌گیرنده بر روی پای غالب فرود آید (تصویر شماره ۳-B). پس از فرود، از آزمودنی خواسته شد وضعیت را برای ۵ ثانیه حفظ کند و با اعلام آزمون‌گیرنده به اجرای خود خاتمه دهد. قبل از انجام آزمون، آزمودنی‌ها برای انجام صحیح آزمون، آموزش داده شدند. پس از یادگیری تکنیک در روز آزمون، هر آزمودنی ۳ بار فرود را تمرین کرد. هر آزمودنی ۳ کوشش صحیح را با فاصله ۳۰ ثانیه انجام داد (تکنیک فرود به‌وسیله آزمونگر چک شد و در صورت صحیح نبودن آزمون تکرار می‌شد).

درنهایت برای محاسبه زوایای تنه و زانو به کمک یک متخصص مهندسی پزشکی برنامه‌ای در محیط نرم‌افزار متلب[14] نوشته شد و متغیرهای (فلکشن زانو، والگوس زانو، فلکشن تنه، چرخش داخلی زانو و چرخش نسبی بین ران و درشت نی) ثبت شد.

14. MATLAB (R2020b)

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های مورد مطالعه

شاخص	گروه	میانگین ±انحراف‌معیار	P
سن (سال)	آسیب‌دیده	۱۸/۷۰±۱/۸۷	۰/۷۹۵
	سالم	۱۹/۴۱±۱/۴۲	
وزن (کیلوگرم)	آسیب‌دیده	۶۳/۲۳±۲/۱۳	۰/۴۸۲
	سالم	۶۵/۲۳±۲/۲۳	
قد (سانتی‌متر)	آسیب‌دیده	۱۷۶/۲۵±۱/۴۶	۰/۶۷۹
	سالم	۱۷۵/۶±۱/۱۰	
سابقه ورزشی (سال)	آسیب‌دیده	۴/۵۳±۰/۸۹	۰/۰۷۱
	گروه سالم	۴/۶±۱/۰۲	

طب توانبخشی

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس جهت مقایسه متغیرهای اندازه‌گیری‌شده فرود در جودوکاران سالم و دارای سابقه آسیب

متغیر	گروه	میانگین±انحراف معیار	F	Df	η^2	P
زاویه فلکشن زانو (درجه)	جودوکاران سالم	۱۵/۶۳±۱/۶۳	۸/۵۶	۱	۰/۵۰	۰/۰۴
	جودوکاران دارای سابقه آسیب	۱۰/۹۸±۲/۱۴				
زاویه والگوس زانو (درجه)	جودوکاران سالم	۵/۰۴±۰/۷۵	۱۴/۶۶	۱	۰/۷۴	۰/۰۰۱
	جودوکاران دارای سابقه آسیب	۱۰/۰۱±۱/۱۲				
زاویه فلکشن تنه (درجه)	جودوکاران سالم	۲۴/۵۰±۸/۴۱	۱۲/۷۱	۱	۰/۶۷	۰/۰۰۱
	جودوکاران دارای سابقه آسیب	۱۹/۳۲±۹/۶۹				
زاویه چرخش داخلی زانو (درجه)	جودوکاران سالم	۱۵/۲۳±۴/۳۶	۱۷/۶۴	۱	۰/۸۷	۰/۰۲
	جودوکاران دارای سابقه آسیب	۱۶/۳۰±۳/۶۰				
چرخش نسبی بین ران و درشت‌نی (درجه/ثانیه)	جودوکاران سالم	۶۲/۳±۸/۱	۱۳/۲۰	۱	۰/۶۰	۰/۰۰۱
	جودوکاران دارای سابقه آسیب	۱۱۸/۳±۱۰/۳				

طب توانبخشی

پس از جمع‌آوری اطلاعات تحقیق، داده‌های مربوط به ویژگی‌های آزمودنی‌ها از قبیل سن، قد و وزن به‌علاوه متغیرهای تحقیق در ۲ بخش آمار توصیفی و استنباطی در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ تجزیه‌وتحلیل شدند و از آزمون شاپیرو ویلک[15] برای نرمال‌سنجی داده‌ها، از آزمون تحلیل کوواریانس جهت بررسی ارتباط بین متغیرهای تحقیق استفاده شد. سطح معناداری در سطح ۹۵ درصد با آلفای کوچکتر و یا مساوی با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. میانگین و انحراف‌معیار مشخصات فردی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی در جدول شماره ۱ آورده شده است.

برای بررسی پیش فرض نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. نتایج نشان داد هیچ یک از داده‌ها برابر یا کمتر از سطح اطمینان ۰/۰۵ نبود که نشان‌دهنده توزیع نرمال آن‌ها در ۲ گروه بود.

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس در جدول شماره ۲ اختلاف معناداری را برای تمام متغیرهای مورد اندازه‌گیری نشان داد، به‌طوری‌که جودوکاران سالم نسبت به جودوکاران باسابقه آسیب دارای زوایه فلکشن(دامنه حرکتی) زانوی کمتر و والگوس زانوی بیشتری بودند. همچنین فلکشن تنه کمتر، چرخش داخلی زانوی بیشتر و سرعت چرخش نسبی بین ران و درشت‌نی بیشتری در گروه سالم نسبت به گروه آسیب‌دیده مشاهده شد ($P<0/05$).

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان‌دهنده وجود اختلاف معنادار در زاویه فلکشن تنه والگوس زانو به‌ترتیب در صفحات ساجیتال و فرونتال بین دو گروه با سابقه آسیب زانو و بدون سابقه آسیب زانو بود. چنان‌که جودوکاران سالم نسبت به جودوکاران با سابقه آسیب دارای زاویه فلکشن زانوی کمتر و والگوس زانوی بیشتری بودند. نیروی برشی قدامی تیبیا به‌عنوان یک عامل خطر بالقوه آسیب‌های غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی درنظر گرفته شده است. نشان داده شده است که نیروی برشی قدامی تیبیا، اصلی‌ترین مکانیسم بار واردشده بر رباط صلیبی قدامی به شمار می‌رود [۱۶]. بعد از تماس اولیه با زمین، عضلات چهارسر به‌صورت اکسنتریک برای مقابله با فلکشن زانوی ایجادشده توسط نیروهای عکس‌العمل زمین، منقبض می‌شوند وگشتاور خارجی فلکشن زانو به‌عنوان عملکردی از نیروهای فرود و نیروی چهارسر برای ایجاد گشتاور متقابل افزایش می‌یابد [۱۷]. پاسچر خم توانایی اندام تحتانی در جذب نیروهای فرود را افزایش می‌دهد. به‌دلیل آنکه سگمنت تنه بیشتر از ۳۵ درصد حجم بدن را تشکیل می‌دهد [۱۸]. در این رابطه تعدادی از محققین با ما همسو بودند، شیموکوچی و همکاران در تحقیق خود به ارزیابی اثر وضعیت‌های مختلف بدن درصفحه ساجیتال طی فرود تک‌پا بر پارامترهای بیومکانیکی و فعالسازی عضلانی اندام تحتانی پرداختند و افزایش چرخش داخلی زانو و چرخش نسبی بیشتر ران نسبت به درشت‌نی را برای افراد با آسیب رباط صلیبی قدامی گزارش کردند [۴]. ریستانیس و همکاران به بررسی کینماتیک و فعالیت عضلانی مرتبط با آسیب زانو در طی تکلیف پرش-فرود دوپا پرداختند و افزایش چرخش داخلی ران، کاهش زاویه فلکشن تنه، کاهش زاویه فلکشن زانو و کاهش والگوس زانو را گزارش کردند [۱۷]. در پژوهشی دیگر، مالینزاک و همکاران متغیرهای فلکشن تنه، فلکشن زانو و چرخش داخلی زانو را طی عمل فرود بین زنان و مردان مقایسه کردند که مردان سالم دارای فلکشن کمتر تنه و زانو و همچنین چرخش داخلی زانوی کمتری نسبت به زنان سالم

15. Shapiro wilk test

بودند. همچنین نتیجه‌گیری کردند که افزایش فلکشن تنه در مقایسه با یک وضعیت قائم، افزایش بیشتری در فلکشن زانو در مقایسه با یک وضعیت قائم طی عمل فرود را موجب می‌شود [۵]. کارسیا و گیسر علت تغییرات در کینماتیک را در ناتوانی عضلات ابداکتور در کنترل والگوس، پس از اعمال خستگی بیان کردند و نشان دادند خستگی عضلات دورکننده ران باعث تسهیل حرکت والگوس زانو می‌شود و خطر آسیب رباط صلیبی قدامی افزایش خواهد یافت [۱۶].

نتایج پژوهش کورتس و همکاران نشان داد افزایش اندک در چرخش داخلی ران، والگوس زانو را افزایش می‌دهد و در دیگر متغیرهای کینماتیکی اندام تحتانی مانند فلکشن و والگوس زانو و همچنین، کینتیک ران و زانو هیچ تأثیری ندارد [۸] که با نتایج پژوهش حاضر ناهمسو بود. این تفاوت را می‌توان اینگونه توجیه کرد که عضلات سرینی میانی بر حرکت اندام در صفحات فورونتال و افقی مؤثر هستند؛ بنابراین منطقی به نظر می‌رسد که در صفحه ساجیتال تأثیری نداشته باشند. همچنین، در توجیه نتایج مربوط به والگوس می‌توان به این نکته اشاره کرد که نیاز حرکتی در فعالیت فرود، حرکت در صفحه ساجیتال است. زاویه والگوس زانو هنگام فعالیت‌های ورزشی یکی از قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های آسیب رباط صلیبی قدامی است و میزان آن ارتباط مستقیمی با میزان گشتاور ابداکتوری وارد بر این مفصل دارد [۱۱]. باتوجه‌به مطالب بیان‌شده احتمالاً نتایج به‌دست‌آمده در تحقیق حاضر را می‌توان به‌وسیله دلایل یادشده در سطور قبل توجیه کرد.

بخش دیگری از نتایج این پژوهش نشان داد سرعت چرخش نسبی بین ران و درشتنی بیشتری در گروه سالم نسبت به گروهآسیب دیده وجود دارد. به دنبال آسیب رباط صلیبی قدامی امکان دارد در زمان اجرای تکالیف دشوار و پیچیده‌تر مثل مانور فرود، الگوهای حرکتی مفاصل اندام تحتانی دستخوش تغییراتی مانند افزایش میزان دورسی فلکشن مچ پا و کاهش فلکشن هیپ شود. این تغییرات یک مکانیسم جبرانی و سازوکار تطبیقی بعد از بازسازی رباط صلیبی قدامی است. برخی از این سازگاری‌های بیومکانیکی، می‌توانند زمینه‌ساز آسیب مجدد رباط صلیبی قدامی در این افراد باشد [۱۹]. در افراد دارای آسیب رباط صلیبی قدامی، نقص عملکردی در زانوی این افراد به‌صورت جبرانی موجب افزایش در حرکت مفاصل مچ و یاران می‌شود. با بررسی بیومکانیک‌های فرود در بیمارانی که رباط صلیبی قدامی را ۶ ماه قبل بازسازی کرده بودند، گزارش کردند که این تطبیقات همچنان پابرجا است [۱۸].

همچنین تحقیق گوکلر و همکاران نشان داد در صفحه‌های فرونتال و افقی، دامنه حرکتی مفصل زانوی افراد دارای بازسازی رباط صلیبی نسبت به افراد سالم بیشتر بوده است، به‌طوری‌که یک بیش‌تحرکی جانبی و چرخشی در مفصل زانوی آن‌ها یافت شد. در این ارتباط، طبق یافته‌های علمی گزارش‌شده، افراد دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده تغییرات معناداری را در کینماتیک‌های صفحه‌های فرونتال و افقی زانو در طی تکالیف حرکتی و مانورهای پرش و فرود از خود نمایش می‌دهند [۱۹].

مکلاند و همکاران نیز افزایش دامنه حرکتی زانوی دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده در صفحه فرونتال هنگام فرود از یک پرش عمودی نسبت به زانو سالم را گزارش کردند. تحقیقی دیگر نشان داد افراد دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده هنگام اجرای تکالیف حرکتی نسبت به افراد سالم، دارای حرکت چرخشی بیشتری در درشتنی خود می‌باشند [۲۰]. به‌طورکلی وقتی دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی بیماران دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده را در هر صفحه در کنار هم بررسی می‌کنیم، این‌گونه به نظر می‌رسد که این افراد علاوه‌بر مدل جبرانی انتقال بین مفصلی کینماتیک‌های اندام تحتانی، یک مدل جبرانی انتقال بین صفحه‌ای نیز در کینماتیک‌های مفاصل اندام تحتانی هنگام اجرای تکالیف پیچیده مانند فرود، بروز می‌دهند که در تأیید آن، آلنتورن و همکاران نشان دادند که افراد دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده هنگام اجرای تکالیف حرکتی، یک جابه‌جایی در کنترل مکانیکی از صفحه ساجیتال به صفحه‌های فرونتال یا افقی را اجرا می‌کنند تا تغییر در مکانیک‌های زانو را جبران کنند [۲۱].

محدودیت‌هایی که در انجام این پژوهش وجود داشته است و باید مد نظر قرار گیرند، بدین شرح بود:

به‌علت انتخاب جودوکاران مرد ملی‌پوش به‌عنوان نمونه‌های تحقیق، باتوجه‌به تفاوت‌های بیومکانیکی میان مردان و زنان در تعمیم‌پذیری نتایج این تحقیق محدودیت وجود دارد. پیشنهاد می‌شود دیگر پژوهشگران در مطالعات آینده خود ارتباط پارامترهای کینماتیکی تنه با وقوع آسیب‌های زانو را در جودوکاران زن ملی‌پوش در رده های سنی نوجوانان تا بزرگسالان مورد بررسی قرار دهند.

پیشنهاد می‌شود کینماتیک اندام تحتانی در ورزشکاران جودو دارای سابقه آسیب زانو با سایر رشته‌های ورزشی مورد بررسی قرار گیرد.

پیشنهاد می‌شود ویژگی‌های کینماتیک تنه و اندام تحتانی رشته‌های برخوردی و غیربرخوردی مورد مقایسه قرار گیرد.

نتیجه گیری

باتوجه‌به نتایج تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که ورزشکاران دارای سابقه آسیب اندام تحتانی دارای میزان فلکشن کمتر و والگوس بیشتر در زانو، فلکشن تنه کمتر، چرخش داخلی زانوی بیشتر و نهایتاً سرعت چرخش نسبی بین ران و درشتنی بیشتری نسبت به ورزشکاران بدون سابقه آسیب زانو هستند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شرق در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره IR.IAUETB.9601 دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه علیرضا مرادی با راهنمایی دکتر سید کاظم موسوی ساداتی و مشاوره دکتر عبدالرسول در گروه علوم ورزشی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شرق می‌باشد.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

پژوهشگران از آزمودنی‌های تحقیق که در اجرای پروتکل این پژوهش همکاری کردند، قدردانی و تشکر می‌کنند.

References

[1] Agel J, Rockwood T, Klossner D. Collegiate ACL injury rates across 15 sports: National collegiate athletic association injury surveillance system data update (2004-2005 through 2012-2013). Clinical Journal of Sport Medicine. 2016; 26(6):518-23. [DOI:10.1097/JSM.0000000000000290] [PMID]

[2] Koshida S, Deguchi T, Miyashita K, Iwai K, Urabe Y. The common mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in judo: A retrospective analysis. British Journal of Sports Medicine. 2010; 44(12):856-61. [DOI:10.1136/bjsm.2008.051425] [PMID]

[3] Pocecco E, Ruedl G, Stankovic N, Sterkowicz S, Del Vecchio FB, Gutiérrez-García C, et al. Injuries in judo: A systematic literature review including suggestions for prevention. British Journal of Sports Medicine. 2013; 47(18):1139-43. [DOI:10.1136/bjsports-2013-092886] [PMID]

[4] Shimokochi Y, Ambegaonkar JP, Meyer EG, Lee SY, Shultz SJ. Changing sagittal plane body position during single-leg landings influences the risk of non-contact anterior cruciate ligament injury. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2013; 21(4):888-97. [DOI:10.1007/s00167-012-2011-9] [PMID]

[5] Malinzak RA, Colby SM, Kirkendall DT, Yu B, Garrett WE. A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. Clinical Biomechanics. 2001; 16(5):438-45. [DOI:10.1016/S0268-0033(01)00019-5] [PMID]

[6] Bryant AL, Creaby MW, Newton RU, Steele JR. Hamstring antagonist torque generated in vivo following ACL rupture and ACL reconstruction. The Knee. 2010; 17(4):287-90. [DOI:10.1016/j.knee.2010.02.004] [PMID]

[7] Swärd P, Kostogiannis I, Roos H. Risk factors for a contralateral anterior cruciate ligament injury. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2010; 18(3):277-91. [DOI:10.1007/s00167-009-1026-3] [PMID]

[8] Cortes N, Onate J, Van Lunen B. Pivot task increases knee frontal plane loading compared with sidestep and drop-jump. Journal of Sports Sciences. 2011; 29(1):83-92. [DOI:10.1080/02640414.2010.523087] [PMID] [PMCID]

[9] Yamaguchi S, Gamada K, Sasho T, Kato H, Sonoda M, Banks SA. In vivo kinematics of anterior cruciate ligament deficient knees during pivot and squat activities. Clinical Biomechanics. 2009; 24(1):71-6. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2008.08.007] [PMID]

[10] Hashemi J, Breighner R, Jang TH, Chandrashekar N, Ekwaro-Osire S, Slauterbeck JR. Increasing pre-activation of the quadriceps muscle protects the anterior cruciate ligament during the landing phase of a jump: An in vitro simulation. The Knee. 2010; 17(3):235-41. [DOI:10.1016/j.knee.2009.09.010] [PMID]

[11] McLean SG, Huang X, van den Bogert AJ. Association between lower extremity posture at contact and peak knee valgus moment during sidestepping: Implications for ACL injury. Clinical Biomechanics. 2005; 20(8):863-70. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2005.05.007] [PMID]

[12] Wassinger CA, McKinney H, Roane S, Davenport MJ, Owens B, Breese U, et al. The influence of upper body fatigue on dynamic standing balance. International Journal of Sports Physical Therapy. 2014; 9(1):40-6. [PMID] [PMCID]

[13] Silva BARS, Martinez FG, Pacheco AM, Pacheco I. (2006). [Effects of the exercise-induced muscular fatigue on the time of muscular reaction of the fibularis in healthy individuals (Portuguese)]. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. 12(2):85-9. [DOI:10.1590/S1517-86922006000200006]

[14] Markolf KL, Burchfield DM, Shapiro MM, Shepard MF, Finerman GA, Slauterbeck JL. Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. Journal of Orthopaedic Research. 1995; 13(6):930-5. [DOI:10.1002/jor.1100130618] [PMID]

[15] Nunley RM, Wright D, Renner JB, Yu B, Garrett Jr WE. Gender comparison of patellar tendon tibial shaft angle with weight bearing. Research in Sports Medicine. 2003; 11(3):173-85. [DOI:10.1080/15438620390231193]

[16] Yu B, Lin CF, Garrett WE. Lower extremity biomechanics during the landing of a stop-jump task. Clinical Biomechanics. 2006; 21(3):297-305. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2005.11.003] [PMID]

[17] Ristanis S, Stergiou N, Patras K, Tsepis E, Moraiti C, Georgoulis AD. Follow-up evaluation 2 years after ACL reconstruction with bone-patellar tendon-bone graft shows that excessive tibial rotation persists. Clinical Journal of Sport Medicine. 2006; 16(2):111-6. [DOI:10.1097/00042752-200603000-00005] [PMID]

[18] Huang P, Lin CF. Effects of balance training combined with plyometric exercise in postural control: Application in individuals with functional ankle instability. Paper presented at: 6th World Congress of Biomechanics (WCB 2010). 6 August 2010, Singapore, Republic of Singapore. [DOI:10.1007/978-3-642-14515-5_60]

[19] Gokeler A, Hof AL, Arnold MP, Dijkstra PU, Postema K, Otten E. Abnormal landing strategies after ACL reconstruction. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2010; 20(1):e12-9. [DOI:10.1111/j.1600-0838.2008.00873.x] [PMID]

[20] McClelland JA, Feller JA, Menz HB, Webster KE. Patterns in the knee flexion-extension moment profile during stair ascent and descent in patients with total knee arthroplasty. Journal of Biomechanics. 2014; 47(8):1816-21. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2014.03.026] [PMID]

[21] Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2009; 17(7):705-29. [DOI:10.1007/s00167-009-0813-1] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank