Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

November and December 2023. Volume 12. Num 5

Research Paper

Comparing the Balance, Strength, and Range of Motion of Hip and Ankle Joints in Volleyball Players With and Without Dynamic Knee Valgus

Hojjat Gassab Dehkhavargani[1], *Narmin Ghani Zadeh Hesar[1], Mehri Mohammedi Danghralo[1], Ebrahim Mohammad Ali Nasab Firouzjah[1]

1. Department of Exercise Physiology and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Gassab Dehkhavargani H, Ghani Zadeh Hesar N, Mohammedi Danghralo M,Mohammad Ali Nasab Firouzjah E. [Comparing the Balance, Strength, and Range of Motion of Hip and Ankle Joints in Volleyball Players With and Without Dynamic Knee Valgus (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 12(5):906-917. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.5.7

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.5.7

ABSTRACT

Background and Aims Dynamic knee valgus (DKV) is an abnormal pattern of movement or abnormal alignment of the lower limb that causes changes in lower limb function in the frontal plane and absorption of excessive reaction force by the knee ligaments during sports activities, which can increase the risk of anterior cruciate ligament injury. This study aims to compare the balance, strength, and range of motion (ROM) of hip and ankle joints in volleyball players with and without DKV.

Methods This is a quasi-experimental and causal-comparative study. Participants were 60 volleyball players (30 with DKV and 30 without DKV). The tuck jump test was used to evaluate their DKV. The ROM of knee and ankle joints was measured using a goniometer, while the isometric strength of the hip and ankle muscles was determined using a hand dynamometer. Then static and dynamic balances were evaluated by the Stork test and the Y balance test, respectively. Independent t-test was used to compare the means of variables between the two groups in SPSS software, version 24.

Results The results showed a significant difference in static balance (P=0.005), dynamic balance (P≤0.05), hip abduction strength (P=0.03), hip external rotation strength (P=0.01), and ROM of ankle dorsiflexion (P=0.03) between the two groups, where those without DKV performed better. The difference in other variables was not significant between the two groups.

Conclusion The results indicate the importance of improving hip abduction and hip external rotation strength as well as the ROM of ankle dorsiflexion for reducing the DKV, which should be considered in designing training protocols.

Keywords Balance, Range of motion, Strength, Dynamic knee valgus

Received: 15 Nov 2021
Accepted: 20 Nov 2023
Available Online: 23 Nov 2023

Corresponding Author:
Narmin Ghani Zadeh Hesar, Assistant Professor.
Address: Department of Exercise Physiology and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.
Tel: +98 (914) 3412193
E-Mail: n_hesar@yahoo.com

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Extended Abstract

Introduction

Knee valgus is a combination of hip adduction and internal rotation, knee abduction, and external tibial rotation. Dynamic knee valgus (DKV) is an abnormal pattern of movement or abnormal alignment of the lower limb that causes changes in lower limb function in the frontal plane and the absorption of excessive reaction force by the knee ligaments during exercise, which increases the risk of anterior cruciate ligament injury. The hip joint provides bone stability in the lower limbs, but it depends on complex muscle interaction to create dynamic stability during movement. To our knowledge, most studies on the relationship of muscle strength and range of motion (ROM) of the joints with DKV have focused on the muscles and ROM of the hip joint, and fewer have considered the muscles and ROM of the ankle joint. Therefore, this study aims to compare the balance, strength, and ROM of the hip and ankle joints in athletes with and without DKV.

Materials and Methods

This is a causal-comparative field study. Participants were 30 volleyball players with DKV (who had no injuries or history of surgery in the trunk and lower limbs and had at least 3 years of experience in volleyball) and 30 volleyball players without DKV in Urmia, Iran. They were selected using a purposive sampling method. All assessments for each sample were performed in one session of 30 minutes. The tuck jump test was used to estimate the DKV. Then, the ROM of the hip and ankle joints was assessed using a goniometer, while the isometric strength of the hip and ankle muscles was determined using a dynamometer. The static and dynamic balances were evaluated by the Stork test and the Y balance test, respectively. After collecting data, the Shapiro-Wilk test was used to examine the normality of data distribution, and independent t-test was used to compare the means of variables in the two groups. Data were analyzed in SPSS software, version 24.

Results

The results of independent t-test showed no significant difference in demographic characteristics between the two groups. Due to the normality of the data distribution, parametric tests were used for data analysis. The results of independent t-test showed significant differences in static balance (P=0.005), dynamic balance (P≤0.05), hip abduction strength (P=0.03) and hip external rotation strength (P=0.01), and ROM of ankle dorsiflexion (P=0.03) between the two groups with and without DKV, such that those without DKV performed better. The difference in other variables was not significant between the two groups.

Conclusion

The results indicates the importance of improving hip abduction and hip external rotation strength as well as the ROM of ankle dorsiflexion for reducing the DKV, which should be considered in designing the training protocols.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles, such as obtaining informed consent from the participants, protecting their confidentiality, and giving them the right to leave the study, were considered in this study. Ethical approval was obtained from the ethics committee of the Sports Sciences Research Institute of Iran (Code: IR.SSRI.REC.1400.1250).

Funding

This article was extracted from the thesis of the first author, registered by the Department of Exercise Physiology and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Urmia University. This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

The authors contributed equally to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank all participants for their cooperation in this study.

This Page Intentionally Left Blank

مقاله پژوهشی

مقایسه تعادل، قدرت و دامنه حرکتی ران و مچ پا در والیبالیست‌های با و بدون نقص والگوس داینامیک زانو

حجت قصاب دهخوارقانی[۱]، *نرمین غنی‌زاده حصار[۱]، مهری محمدی دانقرالو[۱]، ابراهیم محمد علی نسب فیروزجاه[۱]

۱.گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، آذربایجان غربی، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Gassab Dehkhavargani H, Ghani Zadeh Hesar N, Mohammedi Danghralo M,Mohammad Ali Nasab Firouzjah E. [Comparing the Balance, Strength, and Range of Motion of Hip and Ankle Joints in Volleyball Players With and Without Dynamic Knee Valgus (Persian)] Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 12(5):906-917. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.5.7

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.5.7

چکیده

مقدمه و اهداف والگوس دینامیک زانو، الگوی تغییریافته حرکت یا تغییر در ترازبندی اندام تحتانی است که به تغییر عملکرد اندام تحتانی در صفحه فرونتال و جذب نیروی عکس‌العمل زیاد توسط لیگامان‌های زانو در طول فعالیت‌های ورزشی منجر شده که به افزایش آسیب رباط صلیبی‌قدامی منجر می‌شود. مطالعه حاضر باهدف مقایسه تعادل، قدرت و دامنه حرکتی ران و مچ پا در ورزشکاران (والیبالیست‌ها) با و بدون نقص والگوس دینامیک زانو انجام شد.

مواد و روش‌ها روش تحقیق حاضر نیمه‌تجربی و از نوع علّی‌مقایسه‌ای بود. جهت انجام این مطالعه ۶۰ ورزشکار (والیبالیست) انتخاب و در ۲ گروه ۳۰ نفری بدون نقص والگوس داینامیک زانو و با نقص والگوس داینامیک زانو قرار گرفتند. در این مطالعه برای تشخیص نقص والگوس داینامیک زانو از آزمون پرش تاک استفاده شد. دامنه حرکتی مفصل ران و مفصل مچ پا با استفاده از گونیامتر یونیورسال و قدرت ایزومتریک عضلات ران و مچ پا با بهره‌گیری از قدرت‌سنج دستی تعیین شد. علاوه‌براین تعادل ایستا و پویا به‌ترتیب با آزمون‌های لک‌لک و وای ارزیابی شدند. برای مقایسه میانگین متغیرها در ۲ گروه از آزمون تی مستقل در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد.

یافته‌ها نتایج مربوط به یافته‌های تحقیق نشان داد بین تعادل ایستا ($P=۰/۰۰۵$)، تعادل پویا ($P\leq۰/۰۵$)، قدرت ابداکشن ($P=۰/۰۳$) و چرخش خارجی ران ($P=۰/۰۱$) و دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا ($P=۰/۰۳$) بین ۲ گروه با و بدون نقص والگوس داینامیک زانو تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به‌صورتی‌که افراد بدون والگوس داینامیک زانو عملکرد بهتری در مقایسه با افراد با والگوس داینامیک زانو داشتند. اما این تفاوت در سایر متغیرها بین ۲ گروه معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری نتایج نشان‌دهنده اهمیت قدرت و دامنه حرکتی در کاهش نقص والگوس داینامیک زانو است و در طراحی تمرینات باید به این موارد توجه شود.

کلیدواژه‌ها تعادل، دامنه حرکتی، قدرت، والگوس داینامیک زانو

تاریخ دریافت: ۲۴ آبان ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۲۹ آبان ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۱۰ آبان ۱۴۰۲

* **نویسنده مسئول:**

دکتر نرمین غنی‌زاده حصار

نشانی: آذربایجان غربی، ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی.

تلفن: ۳۴۱۲۱۹۳ (۹۱۴) ۹۸+

رایانامه: n_hesar@yahoo.com

مقدمه

والگوس اندام تحتانی که در ادبیات تحقیقی به آن والگوس زانو نیز گفته می‌شود، ترکیبی از اداکشن مفصل ران و چرخش داخلی، ابداکشن زانو و چرخش داخلی استخوان درشت‌نی است [۱]. والگوس اندام تحتانی بیش‌ازحد در طی فعالیت‌های پویا (به‌عنوان مثال فرود و دویدن) با ایجاد آسیب‌های اندام تحتانی، مانند درد کشکک [۲] و آسیب‌های رباط صلیبی‌قدامی[1] مرتبط است [۳]. تخمین زده شده است که سالانه ۳۵۰۰۰ بازسازی رباط صلیبی‌قدامی در ایالت متحده آمریکا انجام می‌شود که اغلب این آسیب‌ها حین شرکت در ورزش در افراد بین ۱۵ تا ۲۵ ساله رخ می‌دهند [۴]. شناسایی عوامل قابل‌تعدیل که در حرکت زانو در صفحه فرونتال مؤثرند، می‌تواند هدفی برای برنامه‌های پیشگیری از آسیب یا توان‌بخشی باشد [۵]. ازجمله عوامل مؤثر در والگوس دینامیک زانو قدرت عضلانی و دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی است [۶]. تأثیر قدرت عضلات ران، زانو و مچ پا بر روی کینماتیک اندام تحتانی، حین فعالیت‌های دینامیک و متحمل وزن کاربردهای فراوانی برای کنترل حرکت دارد [۷].

محققان ارتباط برخی از این عوامل و والگوس دینامیک را بررسی کرده‌اند، اما نتایج آن‌ها با یکدیگر متناقض است. برخی محققان معتقدند کاهش قدرت اکستنشن یا ابداکشن ران با افزایش والگوس دینامیک زانو در ارتباط است [۵، ۸]، درحالی‌که گروهی دیگر معتقدند این ارتباط وجود ندارد [۹، ۱۰]. به‌طور مثال نتایج تحقیق ساکی بین قدرت ابداکتورهای ران و زاویه والگوس زانو در لحظه تماس اولیه پا با زمین حین فرودپرش همبستگی معناداری نشان دادند. جهت این همبستگی نشان داد ضعف ابداکتورهای ران به مقادیر بزرگ‌تر والگوس زانو حین فرودپرش منجر می‌شود. بااین‌حال نتایج مطالعه بل و همکاران نشان داد تفاوت معناداری در قدرت ایزومتریک ابداکشن ران بین افراد با و بدون والگوس دینامیک زانو وجود ندارد [۱۱].

همچنین نتایج تحقیق کرونین و همکاران نشان داد درحالی‌که گشتاور ابداکشن ران با کینماتیک ران و زانو در صفحه فرونتال ارتباطی ندارد، زنان با قدرت انفجاری بیشتر اکستنشن ران، حرکت کمتر اداکشن ران و ولگوس زانو را حین اجرای مانور برشی نشان دادند [۵]. درحالی‌که نتایج بل و همکاران نشان داد قدرت ایزومتریک اکستنشن ران در افراد دارای والگوس دینامیک زانو به‌طور معناداری از افراد گروه کنترل (بدون ولگوس دینامیک زانو) بیشتر است [۱۱]. برخی دیگر استدلال کرده‌اند که ضعف عضله لگن بیشتر از آنکه به آسیب منجر شود، ممکن است به دنبال آسیب ایجاد شود [۱۲]. همچنین ممکن است کاهش قدرت عضله لگن یک فاکتور خطر برای آسیب اندام تحتانی مستقل از حرکت باشد [۱۳].

یک بررسی نظام‌مند قبلی توسط کاشمان و همکاران رابطه بین قدرت عضله ران و والگوس اندام تحتانی پویا را بررسی کرده است. نویسندگان شواهد محدودی درمورد ارتباط بین ضعف قدرت مفصل ران و والگوس اندام تحتانی پویا گزارش کردند [۱۴].

برخی محققان علاوه‌بر قدرت عضلات، به بررسی ارتباط دامنه حرکتی مفاصل با حرکت زانو در صفحه فرونتال نیز پرداخته‌اند، اما در این زمینه نیز نتایج متناقضی گزارش شده است. به‌طور مثال سیگوارد و همکاران نشان دادند ارتباط منفی و معناداری بین دامنه حرکتی اکسترنال روتیشن ران و حرکت زانو در صفحه فرونتال وجود دارد [۱۵]، درحالی‌که در تحقیق دیگری ارتباط مثبت و معنادار بین دامنه حرکتی اکسترنال روتیشن ران و حرکت زانو به سمت داخل در صفحه فرونتال گزارش شده است [۱۱]. علاوه‌براین تفاوت معناداری بین دامنه حرکتی اکسترنال روتیشن ران در بین ۲ گروه از زنان سالم با کیفیت‌های مختلف الگوهای حرکتی اندام تحتانی مشاهده نشد [۱۶].

همچنین نتایج تحقیق مالی و همکاران نشان داد زنان ورزشکار دارای دامنه حرکتی کمتر دورسی فلکشن مچ پا، گشتاورهای ابداکشن بزرگ‌تر زانو و زوایای حداکثر فلکشن کمتر زانو را حین فرود دارند [۱۷]. این محققان دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پای آزمودنی‌ها را در وضعیت نشسته روی میز با اکستنشن زانو و بدون تحمل وزن ارزیابی کردند، درحالی‌که دیل و همکاران گزارش کردند میزان دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا در وضعیت بدون تحمل وزن ارتباطی با تغییرات کینماتیکی زانو و مچ پا حین اجرای حرکت اسکات روی هر ۲ پا، اسکات روی ۱ پا و آزمون پرش‌فرود ندارد، اما ارتباط مثبت و معناداری بین دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا در وضعیت لانج و متحمل وزن با حرکت زانو و مچ در صفحه ساجیتال حین اسکات وجود دارد [۴].

باتوجه‌به یافته‌های محقق، در بیشتر تحقیقات انجام‌شده درزمینه بررسی رابطه قدرت عضلانی و دامنه حرکتی مفاصل با والگوس دینامیک زانو، گذشته از نتایج متناقض، تمرکز بر روی عضلات و دامنه حرکتی ران بوده [۵، ۷، ۱۸، ۱۹] و کمتر به مفصل مچ پا و عدم تعادل عضلانی آن توجه شده است [۱۱، ۲۰]. اگرچه اغلب این تناقض‌ها احتمالاً ناشی از تفاوت در نوع و نحوه اجرای آزمون‌های حرکتی و انتخاب افراد آزمودنی است، همچنان خلأ تحقیقاتی در این زمینه وجود دارد. براین‌اساس مطالعه حاضر باهدف مقایسه تعادل، قدرت و دامنه حرکتی ران و مچ پا در ورزشکاران با و بدون نقص والگوس دینامیک زانو انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر نیمه‌آزمایشی و از نوع علّی‌مقایسه‌ای بود که به‌صورت میدانی اجرا شد و دارای کد اخلاق از کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی است. در تحقیق

1. Anterior Cruciate Ligament (ACL)

علّی‌مقایسه‌ای حاضر، ۶۰ ورزشکار والیبالیست با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۳ سال و حداقل ۳ سال سابقه ورزشی در شهرستان ارومیه براساس معیارهای تحقیق به‌صورت هدفمند انتخاب شدند و در ۲ گروه ۳۰ نفری دارای نقص والگوس دینامیک زانو (فاقد هرگونه آسیب یا سابقه جراحی در تنه و اندام تحتانی و دارای حداقل ۳ سال سابقه ورزشی در رشته ورزشی که با استفاده از تست پرش تاک ارزیابی و مشخص شدند) و گروه بدون نقص والگوس دینامیک زانو قرار گرفتند. پس از شرح هدف تحقیق و تکمیل کردن فرم رضایت‌نامه، مؤلفه نقص والگوس دینامیک زانو توسط پرش تاک صورت گرفت. در این آزمون که در آن از ۲ دوربین فیلم‌برداری کاسیو ساخت کشور ژاپن با فرکانس تصویربرداری ۳۰۰ فریم در ثانیه بهره گرفته شد، آزمونگر با پاهای باز به اندازه عرض شانه ایستاده و به‌صورت عمودی شروع به پرش کرد و زانوهای خود را تا جایی که امکان داشت، بالا می‌آورد. در بالاترین نقطه پرش، ران‌ها موازی با زمین قرار گرفتند. بلافاصله بعد از فرود، ورزشکار باید پرش‌های بعدی را شروع می‌کرد. این آزمون ۱۰ ثانیه اجرا شد. فردی که دارای والگوس اندام تحتانی در هنگام فرود بود و پاهایش به اندازه عرض شانه باز نمی‌شد، به‌عنوان فرد مبتلا به نقص والگوس دینامیک زانو در نظر گرفته شد [۲۱].

قدرت ایزومتریک در این پژوهش توسط دینامومتر دستی ارزیابی شد که در ارزیابی قدرت ایزومتریک ابداکشن ران آزمودنی به پهلو روی تخت درمان خوابیده و دینامومتر روی قسمت جانبی ران، نقطه ۵ سانتی‌متری پروگزیمال، نسبت به خط مفصلی جانبی زانو قرار گرفت. دینامومتر با استفاده از استرپ به پای آزمودنی بسته شد. از آزمودنی خواسته شد تا پای خود را با حداکثر تلاش، به سمت بالا حرکت دهد. روایی آزمون بازآزمون برای اندازه‌گیری نیرو به این روش ۰/۹۵ تعیین شده است [۲۱].

جهت ارزیابی قدرت ایزومتریک چرخش‌دهنده‌های خارجی ران، آزمودنی روی تخت درمان طوری می‌نشست که ران‌ها و زانوهای او در وضعیت ۹۰ درجه خم شدن قرار گرفته و دینامومتر مستقیماً روی نقطه ۵ سانتی‌متری بالا قوزک داخلی پای آزمودنی ثابت می‌شود. از فرد خواسته شد تا پای خود را با حداکثر تلاش به سمت دینامومتر بچرخاند. روایی آزمون بازآزمون اندازه‌گیری نیرو با این روش ۰/۸۳ تعیین شد [۲۱].

برای ارزیابی قدرت ایزومتریک دورسی فلکشن و پلانتار مچ پا آزمودنی در حالت نشسته به نحوی قرار گرفت که مفصل زانو در اکستنشن و مچ پا در وضعیت صفر درجه بود. به‌منظور اندازه‌گیری قدرت پلانتار، دینامومتر در پروگزیمال متاتارسوفالانژیال بر روی سطح پلانتار قرار گرفته و از فرد خواسته شد مچ پا را به سمت پایین ببرد و برای اندازه‌گیری قدرت دورسی فلکسورها دینامومتر در پروگزیمال مفاصل متاتارسوفالانژیال بر روی سطح دورسال قرار گرفته و از فرد خواسته شد مچ پا را به سمت بالا ببرد [۲۲].

به‌منظور ارزیابی دامنه حرکتی از گونیامتر استفاده شد و برای ارزیابی دامنه حرکتی ابداکشن ران از آزمودنی خواسته شد که در وضعیت سوپاین روی میز معاینه دراز بکشد. لگن در وضعیت خنثی و پاها در وضعیت آناتومیکی قرار گرفت. مرکز گونیامتر بر روی خار خاصره‌ای قدامی فوقانی[۲]، بازوی ثابت در راستای خطی که خار خاصره‌ای قدامی فوقانی راست و چپ را به یکدیگر متصل می‌کرد و بازوی متحرک موازی با محور طولی ران به طرف خط میانی کشکک قرار گرفت. برای ارزیابی دامنه حرکتی چرخش خارجی ران نیز آزمودنی در لبه میز معاینه نشست، به‌طوری‌که پشت زانو با میز تماس نداشته باشد و زانو در وضعیت ۹۰ درجه فلکشن و ران در ابداکشن و اداکشن صفر درجه قرار بگیرد. سپس به‌صورت اکتیو چرخش داخلی و خارجی ران را انجام داد. در این ارزیابی مرکز گونیامتر روی بخش قدامی پتلا قرار می‌گرفت [۲۳]. برای ارزیابی دامنه حرکتی دورسی فلکشن و پلانتار فلکشن مچ پا در وضعیت اکستنشن زانو، آزمودنی در وضعیت سوپاین روی تخت معاینه دراز کشید. آزمونگر بازوی ثابت گونیامتر را در راستای فیبولا و بازوی متحرک را در امتداد متاتارس پنجم و محور آن را روی دیستال قوزک خارجی قرار داد [۲۴].

تعادل ایستا توسط آزمون لک‌لک به این شکل ارزیابی شد که آزمودنی روی پای برتر می‌ایستاد و درحالی‌که دست‌ها روی کمر بود، انگشتان پای دیگر را روی زانو پای برتر قرار می‌داد. آزمون ۳ بار اجرا شد و بهترین زمان به‌عنوان امتیاز ثبت می‌شد. به‌منظور ارزیابی تعادل پویا در این پژوهش از آزمون تعادلی وای استفاده شد. در این آزمون، آزمودنی در مرکز جهات می‌ایستاد و سپس بر روی ۱ پا (پای برتر) قرار می‌گرفت و با پای دیگر عمل دست‌یابی را انجام داده و به حالت طبیعی روی ۲ پا بازمی‌گشت و پیش از انجام کوشش بعدی به‌مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه در این حالت می‌ماند [۲۲].

در بخش آمار توصیفی از میانگین و انحراف‌معیار به‌منظور توصیف داده‌های تحقیق استفاده شد. در بخش آمار استنباطی نیز به‌منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌های پژوهش از آزمون شاپیروویلک[۳] و از آزمون تی مستقل[۴] برای بررسی تفاوت میانگین مؤلفه‌های تحقیق در ۲ گروه استفاده شد.

یافته‌ها

اطلاعات جمعیت‌شناختی نمونه‌های تحقیق شامل سن، قد و وزن در جدول شماره ۱ ارائه شده است. همچنین پس از بررسی توزیع طبیعی داده‌های پژوهش توسط آزمون شاپیروویلک با استفاده از آزمون تی مستقل به بررسی تفاوت میانگین مؤلفه‌های تحقیق حاضر در ۲ گروه پرداخته شد (جدول شماره ۲). نتایج آزمون تی مستقل در مقایسه متغیرهای مربوط به ویژگی‌های فردی در ۲ گروه نشان داد در این زمینه تفاوت معناداری بین ۲

2. Anterior Superior Iliac Spine (ASIS)
3. Shapiro-Wilk Test
4. Independent Samples T-Test

جدول ۱. مشخصات جمعیت‌شناختی نمونه‌های تحقیق

شاخص	گروه	میانگین±انحراف‌معیار	P
سن (سال)	بدون نقص والگوس	۲۰/۳۶±۱/۶۰	۰/۶۹
	با نقص والگوس	۲۰/۲۰±۱/۶۴	
قد (متر)	بدون نقص والگوس	۱/۷۱±۰/۰۷	۰/۶۷
	با نقص والگوس	۱/۷۲±۰/۰۴	
وزن (کیلوگرم)	بدون نقص والگوس	۶۵/۹۰±۸/۷۳	۰/۹۶
	با نقص والگوس	۶۶/۰۰±۷/۹۴	

طب توانبخشی

گروه وجود ندارد.

براساس جدول شماره ۲، نتایج آزمون تی مستقل نشان می‌دهد که بین تعادل ایستا، تعادل پویا، قدرت ابداکشن، قدرت چرخش خارجی ران و قدرت دورسی فلکشن مچ پا در ۲ گروه با و بدون نقص والگوس داینامیک زانو تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به‌صورتی‌که میانگین این مؤلفه‌ها در گروه بدون نقص والگوس داینامیک زانو بیشتر از گروه با نقص والگوس داینامیک زانو است. بین قدرت دورسی فلکشن و پلانتار فلکشن و دامنه حرکتی پلانتار فلکشن مچ پا و دامنه حرکتی ابداکشن و چرخش خارجی ۲ گروه با و بدون نقص والگوس داینامیک زانو تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

بحث

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد بین تعادل ۲ گروه با و بدون نقص والگوس داینامیک زانو تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه هوتچینسون و همکاران که به ضعف در تعادل ایستای نوجوانان با ریسک بیشتر آسیب رباط صلیبی‌قدامی در مقایسه با افراد با ریسک کمتر اشاره کردند [۲۵] و همچنین هریسمالیس و همکاران که به وجود ارتباط بین تعادل و ریسک آسیب زانو و مچ پا اشاره کردند [۲۶] هم‌راستاست.

تعادل پویا به‌عنوان توانایی یک فرد در حفظ مرکز جرم در محدوده سطح اتکا در وضعیت انجام حرکت روی یک پا تعریف شده است [۲۷] و توانایی اساسی در انجام ایمن و دقیق چندین عمل ورزشی است که روی یک پا انجام می‌شود [۲۸]. تعادل پویا به همراه تعادل ایستا توانایی پیچیده‌ای هستند که از هماهنگی و هم‌افزایی بین سیستم دهلیزی، بینایی و حس عمقی حاصل می‌شوند [۲۹] و ازاین‌رو، ممکن است تحت تأثیر برخی از متغیرهای عملکرد عصبی‌عضلانی (به‌عنوان مثال قدرت مفصل ران و زانو، دامنه حرکتی مفصل اندام تحتانی و ثبات ناحیه مرکزی) قرار گیرند. درزمینه چگونگی وجود ارتباط بین تعادل با نقص والگوس داینامیک و ضعف تعادل در افراد با نقص والگوس داینامیک زانو می‌توان به نقش قدرت و دامنه حرکتی در افراد با والگوس داینامیک و اثرات این متغیرها بر تعادل اشاره کرد. در همین راستا همبستگی بین قدرت ابداکشن ایزومتریک مفصل ران و فواصل به‌دست‌آمده در آزمون تعادل وای (Y) توسط آمبگانکار و همکاران نشان داده شده است [۳۰].

همچنین ویلسون و همکاران به تأثیر قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران به‌عنوان عضلات مؤثر بر ناحیه مرکزی بر عملکرد افراد سالم در آزمون تعادلی وای اشاره کردند. در آزمون تعادلی وای نیاز است فرد بتواند بدن خود را درحالی‌که حالت یک پا را حفظ می‌کند، در وضعیت صحیح نگه دارد. به‌طور بالقوه، این امر به مقاومت کافی کمربند ران برای حفظ ثبات لگن و تنه در طول آزمون نیاز دارد که در نقص والگوس داینامیک زانو این ثبات به چالش کشیده می‌شود [۳۱]. در ورزشکاران رابطه مثبت و معنادار موجود در مطالعه حاضر بین قدرت ابداکشن مفصل ران و تعادل دینامیک ممکن است به نقشی که عضلات ابداکتور در حین حرکات تک‌پا بازی می‌کنند نسبت داده شود [۳۲]. این عضله در درجه اول به‌عنوان یک تثبیت‌کننده مفصل ران در صفحه فرونتال عمل کرده و درحالی‌که بازیکنان در حال انجام آزمون تعادلی وای هستند، می‌تواند به حفظ موقعیت پایدارتر، جلوگیری از والگوس زانو در حرکت و متعاقباً در دسترسی به رسش بیشتر به آن‌ها کمک کند [۳۳].

در همین راستا بیان شد عضلات سرینی میانی[5] و سرینی کوچک[6] که همراه با کمک سایر گروه‌های عضلانی، در ابداکشن مفصل ران کمک می‌کنند در یک وضعیت تک‌پا، با مقاومت در برابر نیروی جاذبه روی پا و لگن پشتیبانی‌نشده، باعث ایجاد ثبات در لگن می‌شوند. این گروه‌های عضلانی همچنین در هنگام قرار گرفتن در جلوی محور چرخش مفصل ران و مقاومت در برابر نیروی جاذبه روی تنه و همچنین بازگشت مفصل خم‌شده به خط وسط در صفحه ساژیتال عمل می‌کنند [۳۴].

5. Gluteus medius
6. Gluteus minimus

جدول ۲. تفاوت میانگین در آزمودنی‌های ۲ گروه با و بدون نقص والگوس داینامیک

متغیر	گروه	میانگین±انحراف معیار	T	P
تعادل ایستا (ثانیه)	بدون نقص والگوس	۱۴/۰۱±۶/۵۹	۲/۹۰	۰/۰۰۵**
	با نقص والگوس	۹/۷۵±۴/۶۱		
تعادل پویا جهت قدامی (سانتی‌متر)	بدون نقص والگوس	۶۸/۴۷±۱۱/۹۹	۳/۴۰	۰/۰۰۱**
	با نقص والگوس	۵۶/۶۵±۱۴/۴۷		
تعادل پویا جهت خلفی داخلی (سانتی‌متر)	بدون نقص والگوس	۸۸/۶۵±۱۰/۶۷	۳/۲۳	۰/۰۰۲**
	با نقص والگوس	۷۹/۸۰±۱۰/۵۰		
تعادل پویا جهت خلفی خارجی (سانتی‌متر)	بدون نقص والگوس	۸۷/۲۷±۸/۷۸	۲/۸۱	۰/۰۰۷**
	با نقص والگوس	۸۰/۲۱±۱۰/۶۰		
تعادل پویا نمره کل (سانتی‌متر)	بدون نقص والگوس	۸۱/۴۷±۹/۱۴	۳/۴۷	۰/۰۰۱**
	با نقص والگوس	۷۲/۴۹±۱۰/۷۸		
قدرت ابداکشن ران (کیلوگرم)	بدون نقص والگوس	۲۶/۳۶±۹/۱۰	۲/۱۷	۰/۰۳*
	با نقص والگوس	۲۱/۱۵±۹/۴۹		
قدرت چرخش خارجی ران (کیلوگرم)	بدون نقص والگوس	۱۴/۰۸±۴/۴۲	۲/۶۱	۰/۰۱**
	با نقص والگوس	۱۱/۱۵±۴/۲۳		
قدرت دورسی فلکشن (کیلوگرم)	بدون نقص والگوس	۱۷/۴۱±۵/۱۹	۱/۹۵	۰/۰۵
	با نقص والگوس	۱۴/۶۸±۵/۶۵		
قدرت پلانتار فلکشن (کیلوگرم)	بدون نقص والگوس	۹/۲۳±۱/۷۵	۱/۵۹	۰/۱۱
	با نقص والگوس	۸/۴۲±۲/۱۶		
دامنه حرکتی ابداکشن (درجه)	بدون نقص والگوس	۴۶/۲۶±۵/۱۱	۱/۱۴	۰/۲۵
	با نقص والگوس	۴۴/۶۰±۶/۱۵		
دامنه حرکتی چرخش خارجی (درجه)	بدون نقص والگوس	۴۴/۳۰±۶/۰۲	۰/۷۰	۰/۴۸
	با نقص والگوس	۴۳/۲۶±۵/۳۶		
دامنه حرکتی دورسی فلکشن (درجه)	بدون نقص والگوس	۱۲/۴۳±۲/۳۵	۲/۲۲	۰/۰۳*
	با نقص والگوس	۱۱/۰۶±۲/۳۹		
دامنه حرکتی پلانتار فلکشن (درجه)	بدون نقص والگوس	۴۵/۷۰±۴/۶۵	۰/۰۲	۰/۹۸
	با نقص والگوس	۴۵/۶۶±۵/۳۷		

*معناداری در سطح ۰/۰۵، **معناداری در سطح ۰/۰۱

طب توانبخشی

به‌صورت کلی به نظر می‌رسد علاوه‌بر تغییر در کنترل عصبی‌عضلانی در افراد با نقص والگوس داینامیک زانو، عدم تقارن در قدرت عضلانی نیز می‌تواند عاملی در ایجاد تفاوت در تعادل افراد با و بدون نقص والگوس داینامیک زانو شود. نتایج مطالعه حاضر درزمینه قدرت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در قدرت ابداکشن و چرخش خارجی ران در ۲ گروه بود. نتایج مطالعه حاضر در این زمینه با نتایج مطالعات محمدی و همکاران [۳۵] و ساکی و همکاران هم‌راستاست. بااین‌حال نتایج حاضر درزمینه قدرت دورسی فلکشن و پلانتار فلکشن با نتایج مطالعه شاه حیدری و همکاران در تناقض است که دلیل احتمالی آن می‌تواند نوع نمونه‌های موردمطالعه (در مطالعه شاه حیدری دختران نوجوان) و یا منشأ والگوس بوده باشد که در مطالعه شاه

حیدری منشأ والگوس زانو از ناحیه مچ پا بود، اما در این مطالعه بررسی‌ای در این زمینه انجام نشد.

رابطه بین قدرت و دامنه حرکتی هیپ و والگوس دینامیک زانو پیچیده‌تر از تصور ماست؛ زیرا الگوی حرکتی انسان بسیار پیچیده است. حرکت یک مفصل ازطریق دامنه حرکت بیومکانیکی‌اش، نشان‌دهنده عملکرد یکپارچه سیستم حرکتی است [۳۶، ۳۷]. اگر این سیستم به‌درستی عمل کند، راستای ساختاری مطلوب، هماهنگی و دامنه حرکتی مطلوب را در هر مفصل امکان‌پذیر می‌کند [۳۸]. این موضوع برای طول و قدرت مناسب هر عضله و همچنین دامنه حرکتی مفصلی مطلوب ضروری است [۳۷]. اگر مفصلی دامنه حرکتی مناسب نداشته باشد، مفصل و بافت‌های مجاور باید بیشتر حرکت کنند تا این نقص عملکردی را جبران کنند. به‌طورکلی هر مفصل برای انتقال کارآمد نیرو به‌منظور پایدار کردن مفاصل مرتبط بدن و تولید حرکات مطلوب انسان، باید دامنه حرکتی مناسبی از خود نشان دهد. ازاین‌رو می‌توان قدرت عضلات ران را به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار بر سیستم حرکتی نام برد. باتوجه‌به مطالعات انجام‌شده، والگوس دینامیک زانو می‌تواند به‌علت ضعف در عضلات اکستنسور، ابداکتور و اکسترنال روتیتور ران باشد که این موضوع مانع از مقابله با اداکشن و اینترنال روتیشن ران و درنتیجه والگوس دینامیک زانو طی انجام مانورهای ورزشی در زنان ورزشکار می‌شود [۳۹].

همچنین عضله همسترینگ به‌عنوان اکستنسور ران و فلکسور زانو در برابر نیروهای برشی قدامی و چرخش داخلی بیش از حد درشتنی توسط عضلات چهارسر رانی در اکستنشن کامل عمل متقابل را انجام می‌دهد [۴۰، ۴۱]. ازاین‌رو ضعف عضلات همسترینگ در افراد ورزشکار به‌عنوان یکی از عوامل آسیب رباط صلیبی‌قدامی شمرده می‌شود [۴۲، ۴۳]. نتایج مطالعه بل و همکاران نشان داد افراد دارای والگوس زانو قدرت اکسترنال روتیتوری ران کمتر، قدرت اکستنسور ران بیشتر و قدرت پلنتار فلکسوری کمتری نسبت به افراد بدون والگوس زانو دارند [۱۱]. نتایج مطالعه حاضر در قدرت اکسترنال روتیشن ران با مطالعه ذکرشده همسو است، اما در دامنه حرکتی ران با تحقیق حاضر همسو نیست. از علت‌های ناهمسویی نتایج پژوهش حاضر با این مطالعه می‌توان به همگن نبودن آزمودنی‌ها اشاره کرد؛ زیرا در تحقیق بل و همکاران از آزمودنی‌های زن و مرد غیرورزشکار استفاده شده است. در مطالعه‌ای رابطه بین قدرت ایزوکنتیک هیپ و زانو و والگوس دینامیک زانو بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد بین قدرت ایزوکنتیک هیپ و زانوی ورزشکاران پسر و والگوس دینامیک زانو طی اسکات تک‌پا تنها در پای غیربرتر این افراد همبستگی وجود داشت [۴۴].

قدرت عضلات هیپ عامل مهمی در محافظت از زانو است؛ زیرا عضلات هیپ می‌توانند به پایداری زانو در صفحه فرونتال کمک کنند و ضعف در قدرت عضلات هیپ می‌تواند آسیب رباط صلیبی‌قدامی را پیش‌بینی کند. در حمایت از اهمیت قدرت عضلات هیپ، لیتون و همکاران گزارش کردند زنانی که قدرت ابداکشن و اکسترنال روتیشن هیپ کمتری نسبت به همتایان خود دارند، بیشتر در معرض آسیب اندام تحتانی قرار دارند [۳۲].

نتایج مطالعه حاضر با نتایج این مطالعات مبنی بر اهمیت قدرت عضلات ابداکتور و اکسترنال روتیشن هیپ در جلوگیری از آسیب‌های زانو هم‌خوانی دارد. به‌صورت کلی به نظر می‌رسد تناسب قدرت عضلات ران عاملی مؤثر در جلوگیری از والگوس دینامیک زانو است. نتایج مطالعه حاضر درزمینه دامنه حرکتی نشان داد تفاوت معنی‌داری بین دامنه حرکتی دورسی فلکشن زانوی گروه‌های موردمطالعه وجود دارد. اما این تفاوت در سایر متغیرها معنی‌دار نبود. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه شاه حیدری و همکاران هم‌راستاست. هم‌راستا با نتایج بیان‌شده، دامنه حرکتی محدود دورسی فلکشن مچ پا می‌تواند به زاویه والگوس بیشتر زانو حین انجام فعالیت‌های دینامیک منجر شود. کاهش انعطاف‌پذیری عضله گاستروکنمیوس می‌تواند زاویه Q را افزایش دهد و درنتیجه برآیند نیروهای جانبی که منجر به افزایش فشار تماسی در بخش جانبی مفصل کشککی رانی می‌شود را افزایش دهد و به درد منجر شود [۶].

بل و همکاران گزارش کردند برخی شاخص‌های عصبی‌عضلانی عضلات ساق پا، مانند محدودیت دورسی فلکشن مچ پا، پرونیشن و اورژن می‌تواند موجب والگوس دینامیک زانو شود. به‌ویژه سفتی یا بیش‌فعالی عضلات گاستروکنمیوس و سولئوس که می‌تواند دورسی فلکشن مچ پا را محدود کند که به حرکات جبرانی اورژن پاشنه، پرونیشن پا و اینترنال روتیشن تیبیا منجر شده که می‌تواند حرکت بیش از حد زانو به سمت داخل در صفحه فرونتال را تسهیل کند [۲۴]. پادوا و همکاران، ۲۰ درصد کاهش در دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا در افراد با حرکت بیش‌ازحد زانو به سمت داخل در صفحه فرونتال، گزارش کردند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که این امکان وجود دارد که بین الگوهای فعالیت عضلانی مچ پا و دورسی فلکشن محدود مچ پا با حرکت بیش‌ازحد زانو به سمت داخل در صفحه فرونتال ارتباط وجود داشته باشد [۴۵].

سیگوارد و همکاران گزارش کردند زنان فوتبالیست جوان با دامنه حرکتی دورسی فلکشن کمتر، دارای حرکت بیشتر زانو در صفحه فرونتال حین فرود هستند [۱۵]. درحالی‌که دیل و همکاران معتقدند دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا در وضعیت عدم تحمل وزن با تغییرات کینماتیکی زانو و مچ پا حین اجرای اسکات روی هر ۲ پا، اسکات روی ۱ پا و پرش‌فرود ارتباطی ندارد، اما دامنه حرکتی بیشتر دورسی فلکشن مچ پا حین اجرای لانج با تحمل وزن به حرکت بیشتر زانو و مچ پا در صفحه ساجیتال حین انجام حرکات اسکات (و نه فرودپرش) منجر می‌شود [۴].

همچنین در برخی مطالعات گزارش شده است تفاوت معنی‌داری بین دامنه حرکتی اکسترنال روتیشن ران بین افراد با و بدون والگوس داینامیک زانو وجود ندارد [۶]. رابین و کزول نیز گزارش کردند تفاوت معنی‌داری در دامنه حرکتی اکسترنال روتیشن ران بین ۲ گروه زنان سالم با الگوهای حرکتی متفاوت حین اجرای آزمون پرش جانبی[۷] وجود ندارد [۱۶] که با نتایج مطالعه حاضر هم‌راستاست. به‌صورت کلی براساس نتایج به نظر می‌رسد کاهش دامنه حرکتی دورسی فلکشن بتواند عاملی مؤثر در افزایش والگوس داینامیک زانو باشد. از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم دسترسی به ابزار آزمایشگاهی پیشرفته همچون قدرت‌سنج ایزوکینتیک و ای‌ام‌جی جهت ارزیابی دقیق‌تر متغیرها و نیز عدم توانایی در کنترل میزان خواب، تغذیه و انگیزه آزمودنی‌ها در اجرای آزمون‌ها اشاره کرد. در مطالعات آتی این موضوع می‌تواند بر روی نمونه‌های خانم و با مؤلفه‌های دیگر بررسی شود.

نتیجه‌گیری

به‌صورت کلی نتایج حاصل از تحقیق نشان‌دهنده اهمیت قدرت ابداکشن و چرخش خارجی ران و نیز دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا در افزایش والگوس داینامیک زانو و نیز ارتباط این اختلال با تعادل ایستا و پویا است که نشان‌دهنده اهمیت توجه به بهبود قدرت و دامنه حرکتی در کاهش نقص والگوس داینامیک زانو است و در طراحی تمرینات باید به این موارد توجه شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

کلیه اصول اخلاقی ازجمله کسب رضایت آگاهانه از شرکت‌کنندگان، حفظ محرمانه بودن اطلاعات آن‌ها و اختیار ترک مطالعه (هر زمان که خواستند) به آن‌ها در این مطالعه در نظر گرفته شد.

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی در نظر گرفته شده است و کد اخلاق به شماره IR.SSRI.REC.1400.1250 دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه آقای حجت قصاب دهخوارقانی در گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه ارومیه است. مقاله حاضر هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان تأمین‌کننده مالی در بخش‌های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمام آزمودنی‌هایی که در تحقیق حاضر شرکت کردند، تشکر می‌شود.

7. Lateral Step-Down test (LSD)

References

[1] Krosshaug T, Nakamae A, Boden BP, Engebretsen L, Smith G, Slauterbeck JR, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: Video analysis of 39 cases. The American Journal of Sports Medicine. 2007; 35(3):359-67. [DOI:10.1177/0363546506293899] [PMID]

[2] Noehren B, Pohl MB, Sanchez Z, Cunningham T, Lattermann C. Proximal and distal kinematics in female runners with patellofemoral pain. Clinical Biomechanics (Bristol, Avon). 2012; 27(4):366-71. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2011.10.005] [PMID]

[3] Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS Jr, 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. The American Journal of Sports Medicine. 2005; 33(4):492-501. [DOI:10.1177/0363546504269591] [PMID]

[4] Dill KE, Begalle RL, Frank BS, Zinder SM, Padua DA. Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. Journal of Athletic Training. 2014; 49(6):723-32. [DOI:10.4085/1062-6050-49.3.29] [PMID]

[5] Cronin B, Johnson ST, Chang E, Pollard CD, Norcross MF. Greater hip extension but not hip abduction explosive strength is associated with lesser hip adduction and knee valgus motion during a single-leg jump-cut. Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2016; 4(4):2325967116639578. [DOI:10.1177/2325967116639578] [PMID]

[6] Goto S. The effects of an integrated exercise program on lower extremity biomechanics in females with medial knee displacement [PhD dissertation]. Chapel Hill: The University of North Carolina at Chapel Hill; 2015. [Link]

[7] Claiborne TL, Armstrong CW, Gandhi V, Pincivero DM. Relationship between hip and knee strength and knee valgus during a single leg squat. Journal of Applied Biomechanics. 2006; 22(1):41-50. [DOI:10.1123/jab.22.1.41] [PMID]

[8] Hollman JH, Hohl JM, Kraft JL, Strauss JD, Traver KJ. Modulation of frontal-plane knee kinematics by hip-extensor strength and gluteus maximus recruitment during a jump-landing task in healthy women. Journal of Sport Rehabilitation. 2013; 22(3):184-90. [DOI:10.1123/jsr.22.3.184] [PMID]

[9] Homan KJ, Norcross MF, Goerger BM, Prentice WE, Blackburn JT. The influence of hip strength on gluteal activity and lower extremity kinematics. Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology. 2013; 23(2):411-5. [DOI:10.1016/j.jelekin.2012.11.009] [PMID]

[10] Patrek MF, Kernozek TW, Willson JD, Wright GA, Doberstein ST. Hip-abductor fatigue and single-leg landing mechanics in women athletes. Journal of Athletic Training. 2011; 46(1):31-42. [DOI:10.4085/1062-6050-46.1.31] [PMID]

[11] Bell DR, Padua DA, Clark MA. Muscle strength and flexibility characteristics of people displaying excessive medial knee displacement. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2008; 89(7):1323-8. [DOI:10.1016/j.apmr.2007.11.048] [PMID]

[12] Khayambashi K, Ghoddosi N, Straub RK, Powers CM. Hip muscle strength predicts noncontact anterior cruciate ligament injury in male and female athletes: A prospective study. The American Journal of Sports Medicine. 2016; 44(2):355-61. [DOI:10.1177/0363546515616237] [PMID]

[13] Rathleff MS, Rathleff CR, Crossley KM, Barton CJ. Is hip strength a risk factor for patellofemoral pain? A systematic review and meta-analysis. British Journal of Sports Medicine. 2014; 48(14):1088. [DOI:10.1136/bjsports-2013-093305] [PMID]

[14] Cashman GE. The effect of weak hip abductors or external rotators on knee valgus kinematics in healthy subjects: A systematic review. Journal of Sport Rehabilitation. 2012; 21(3):273-84. [DOI:10.1123/jsr.21.3.273] [PMID]

[15] Sigward SM, Ota S, Powers CM. Predictors of frontal plane knee excursion during a drop land in young female soccer players. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2008; 38(11):661-7. [DOI:10.2519/jospt.2008.2695] [PMID]

[16] Rabin A, Kozol Z. Measures of range of motion and strength among healthy women with differing quality of lower extremity movement during the lateral step-down test. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2010; 40(12):792-800. [DOI:10.2519/jospt.2010.3424] [PMID]

[17] Malloy P, Morgan A, Meinerz C, Geiser C, Kipp K. The association of dorsiflexion flexibility on knee kinematics and kinetics during a drop vertical jump in healthy female athletes. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA. 2015; 23(12):3550-5. [DOI:10.1007/s00167-014-3222-z] [PMID]

[18] Ford KR, Nguyen AD, Dischiavi SL, Hegedus EJ, Zuk EF, Taylor JB. An evidence-based review of hip-focused neuromuscular exercise interventions to address dynamic lower extremity valgus. Open Access Journal of Sports Medicine. 2015; 6:291-303. [DOI:10.2147/OAJSM.S72432] [PMID]

[19] Stickler L, Goehring M, Kinne B. The impact of hip strengthening and/or neuromuscular control on frontal plane knee kinematics and kinetics in females: A systematic review. Physical Therapy Reviews. 2016; 21(1):10-6. [DOI:10.1080/10833196.2016.1214357]

[20] Rabin A, Kozol Z, Finestone AS. Limited ankle dorsiflexion increases the risk for mid-portion Achilles tendinopathy in infantry recruits: A prospective cohort study. Journal of Foot and Ankle Research. 2014; 7(1):48. [DOI:10.1186/s13047-014-0048-3] [PMID]

[21] Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, Garrett WE Jr, Beutler AI. The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: The JUMP-ACL study. The American Journal of Sports Medicine. 2009; 37(10):1996-2002. [DOI:10.1177/0363546509343200] [PMID]

[22] Mohammadinia Samakosh H, Shojaedin SS, Hadadnezhad M. [Comparison of effect of hopping and combined balance - strength training on balance and lower extremity selected muscles strength of soccer men with chronic ankle instability (Persian)]. Journal of Gorgan University of Medical Sciences. 2019; 21(3):69-78. [Link]

[23] Nabavi N, Mohseni-Bandpei MA, Mosalla-nezhad Z, Rahgozar M. Reliability of measuring lumbar range of motion using modified-modified schober test in healthy subjects. Archives of Rehabilitation (Previously title "Journal of Rehabilitation"). 2011; 12(3):16-23. [Link]

[24] Bell DR, Oates DC, Clark MA, Padua DA. Two- and 3-dimensional knee valgus are reduced after an exercise intervention in young adults with demonstrable valgus during squatting. Journal of Athletic Training. 2013; 48(4):442-9. [DOI:10.4085/1062-6050-48.3.16] [PMID]

[25] Hutchinson AB, Yao P, Hutchinson MR. Single-leg balance and core motor control in children: When does the risk for ACL injury occurs? BMJ Open Sport & Exercise Medicine. 2016; 2(1):e000135. [DOI:10.1136/bmjsem-2016-000135] [PMID]

[26] Hrysomallis C. Relationship between balance ability, training and sports injury risk. Sports Medicine (Auckland, N.Z.). 2007; 37(6):547-56. [DOI:10.2165/00007256-200737060-00007] [PMID]

[27] Mohammad Ali Nasab Firouzjah E, Farnian L. [The effect of a fall proof training on balance and fear of falling in older women (Persian)]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 11(6):988-1001. [Link]

[28] Ramírez-Campillo R, Burgos CH, Henríquez-Olguín C, Andrade DC, Martínez C, Álvarez C, et al. Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research. 2015; 29(5):1317-28. [DOI:10.1519/JSC.0000000000000762] [PMID]

[29] López-Valenciano A, Ayala F, De Ste Croix M, Barbado D, Vera-Garcia FJ. Different neuromuscular parameters influence dynamic balance in male and female football players. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA. 2019; 27(3):962-70. [DOI:10.1007/s00167-018-5088-y] [PMID]

[30] Ambegaonkar JP, Mettinger LM, Caswell SV, Burtt A, Cortes N. Relationships between core endurance, hip strength, and balance in collegiate female athletes. International Journal of Sports Physical Therapy. 2014; 9(5):604-16. [PMID]

[31] Wilson BR, Robertson KE, Burnham JM, Yonz MC, Ireland ML, Noehren B. The relationship between hip strength and the Y balance test. Journal of Sport Rehabilitation. 2018; 27(5):445-50. [DOI:10.1123/jsr.2016-0187] [PMID]

[32] Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2004; 36(6):926-34. [DOI:10.1249/01.MSS.0000128145.75199.C3] [PMID]

[33] Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: A biomechanical perspective. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2010; 40(2):42-51. [DOI:10.2519/jospt.2010.3337] [PMID]

[34] Neumann DA. Kinesiology of the hip: A focus on muscular actions. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2010; 40(2):82-94. [DOI:10.2519/jospt.2010.3025] [PMID]

[35] Mohammadi H, Daneshmandi H, Alizadeh M, Shamsimajlan A. The effect of dynamic knee valgus during overhead squat on distal and proximal knee joints muscle strength and range of motion in basketball players (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2018; 3(4):17-27. [Link]

[36] Comerford MJ, Mottram SL. Movement and stability dysfunction--contemporary developments. Manual Therapy. 2001; 6(1):15-26. [DOI:10.1054/math.2000.0388] [PMID]

[37] Sahrmann S, Azevedo DC, Dillen LV. Diagnosis and treatment of movement system impairment syndromes. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2017; 21(6):391-9. [DOI:10.1016/j.bjpt.2017.08.001] [PMID]

[38] Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. Journal of Spinal Disorders. 1992; 5(4):383-9; discussion 397. [DOI:10.1097/00002517-199212000-00001] [PMID]

[39] Dix J, Marsh S, Dingenen B, Malliaras P. The relationship between hip muscle strength and dynamic knee valgus in asymptomatic females: A systematic review. Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine. 2019; 37:197-209. [DOI:10.1016/j.ptsp.2018.05.015] [PMID]

[40] Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson SP, Bojsen-Møller F, Dyhre-Poulsen P. Antagonist muscle coactivation during isokinetic knee extension. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2000; 10(2):58-67. [DOI:10.1034/j.1600-0838.2000.010002058.x] [PMID]

[41] Blackburn JT, Padua DA. Influence of trunk flexion on hip and knee joint kinematics during a controlled drop landing. Clinical Biomechanics (Bristol, Avon). 2008; 23(3):313-9. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2007.10.003] [PMID]

[42] Saki F, Ramezani F. [Comparison of range of motion and strength of hip muscles in female athletes with and without dynamic knee valgus (Persian)]. Avicenna Journal of Clinical Medicine. 2020; 27(2):100-9. [Link]

[43] Pfeifer CE, Beattie PF, Sacko RS, Hand A. Risk factors associated with non-contact anterior cruciate ligament injury: A systematic review. International Journal of Sports Physical Therapy. 2018; 13(4):575-87. [DOI:10.26603/ijspt20180575] [PMID]

[44] Mail MSZ, Mohd Azhar N, Affandi NF, Shaharudin S, Agrawal S, Chee LM, et al. Relationship between isokinetic leg strength and knee frontal plane projection angle during single leg squat among male junior athletes. Journal of Health and Translational Medicine. 2019; 22(2):43-8. [DOI:10.22452/jummec.vol22no2.7]

[45] Padua DA, Bell DR, Clark MA. Neuromuscular characteristics of individuals displaying excessive medial knee displacement. Journal of Athletic Training. 2012; 47(5):525-36. [DOI:10.4085/1062-6050-47.5.10] [PMID]