

Research Paper



The Neuromuscular Parameters Affecting Static and Dynamic Balance in Adolescent Male Soccer Players with Dynamic Knee Valgus

*Hamed Babagoltabar Samakoush¹ , Ali Aghar Norasteh²

1. Department of Sports Biomechanics and Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.
2. Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Medicine, University of Guilan, Rasht, Iran.



Citation Babagoltabar Samakoush H, Norasteh AA. [The Neuromuscular Parameters Affecting Static and Dynamic Balance in Adolescent Male Soccer Players with Dynamic Knee Valgus (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 12(6):1012-1025. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.6.2811>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.6.2811>

ABSTRACT

Background and Aims The anterior cruciate ligament injury in athletes is associated with disorders related to balance and postural control. Poor balance is a predictor of lower limb injury in athletes. This study aims to investigate the different neuromuscular parameters that affect the static and dynamic balance in adolescent male football players with Dynamic Knee Valgus (DKV).

Methods This is a correlational study. Participants were 83 adolescent male football players with DKV (age: 12.63 ± 0.72 years, height: 1.69 ± 0.07 meters, weight: 23.23 ± 7.74 58 kg, BMI: 20.32 ± 2.38 kg/m²), who were selected using a purposive sampling method. The presence of DKV was assessed by the squat test. The strength of the trunk and hip muscles was assessed by manual muscle testing (MMT), trunk endurance by the McGill test, and range of motion (ROM) of hip and ankle joints by a goniometer. Moreover, the static and dynamic balances were evaluated by the Bass Stick test and Y balance test, respectively. The Pearson correlation test was used to examine the relationships at a significance level of 0.05. All statistical operations were performed by SPSS software, version 24.

Results The results of the present study showed a significant relationship between static balance and the study parameters ($P \leq 0.05$) except for trunk flexion strength ($P=0.16$) and ROM ($P < 0.05$), hip flexion ROM ($P=0.83$), hip extension ROM ($P=0.96$), hip abduction ROM ($P=0.77$) and ankle dorsiflexion ROM ($P=0.94$). The dynamic balance at anterior-posterior direction had a significant relationship with trunk endurance and left-side plank ($P=0.07$) and strength ($P=0.05$), but not with plank test score ($P=0.45$). The dynamic Y balance at posteromedial direction had a significant relationship with all variables except for 60° flexion ($P=0.40$), plank ($P=0.53$), left-side plank ($P=0.09$), and trunk extension strength ($P=0.23$). The results of the study also showed the significant relationship of dynamic balance at posterolateral direction and the total score of Y balance test with total trunk endurance test score ($P=0.03$, $P=0.003$) and right-side plank ($P=0.005$, $P=0.001$). Moreover, trunk extension strength and hip strength variables had a significant relationship with posterolateral dynamic balance and total Y balance test score ($P \leq 0.05$). Furthermore, the ROM of ankle dorsiflexion had a significant relationship with balance at the posteromedial ($P=0.03$), posterolateral ($P=0.02$) directions and the total Y balance score ($P=0.02$).

Conclusion Static balance of adolescent male soccer players with DKV has a significant relationship with trunk endurance, trunk strength and thigh strength. There is a significant relationship between dynamic balance and trunk endurance, trunk strength, hip strength, and ankle dorsiflexion ROM.

Keywords Dynamic valgus defects, Strength, ROM, Balance, Endurance

Received: 26 Jun 2021

Accepted: 13 Nov 2021

Available Online: 21 Jan 2024

* Corresponding Author:

Hamed Babagoltabar Samakoush, Assistant Professor.

Address: Department of Sports Biomechanics and Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

Tel: +98 (911) 5871408

E-Mail: hb.sama@yahoo.com



Copyright © 2024 The Author(s);

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

Extended Abstract

Introduction

Dynamic balance refers to an individual's ability to maintain the center of mass over the base of support during movement on one leg. Dynamic balance may be considered an essential component of performance in football, where players are required to perform repetitive and explosive movements such as acceleration and sudden deceleration, sudden change in direction, shooting, jumping, and landing. The Y balance test is one of the most popular tests to measure dynamic balance. Poor performance on this test may be associated with an increased risk of non-contact lower limb injuries. Since the anterior cruciate ligament injury in athletes is associated with balance disorders, and poor balance is a predictor of lower limb injury in athletes. It seems that conducting a study to determine the various neuromuscular parameters affecting the balance of adolescent football players with dynamic knee valgus (DKV) to select training parameters for designing injury prevention training programs. Therefore, the present study aims to investigate the relationship between neuromuscular risks and balance in football players with DKV.

Materials and Methods

This is a correlational study. Participants were 83 football players aged 12-13 years from Shahin Mazandaran

Football Club in Amol, Iran who had DKV. One of the exclusion criteria was the a previous injury in the trunk or lower limbs in the past 6 months. Measurements were performed in 20 days in Shahin Mazandaran Club. Before the tests, the parents of subjects declared their consent to participate in the study. Before the measurements, none of the subjects did any strenuous exercise. In this study, the squat test was used to evaluate DKV, and static and dynamic balances were evaluated by the Bass Stick test and Y balance test, respectively. The strength and range of motion (ROM) of selected muscles was assessed with the manual muscle testing (MMT) and a goniometer, respectively. Trunk endurance was assessed by the McGill test. Data analysis was performed using SPSS software, version 24. Kolmogorov-Smirnov test was used to assess the normality of data distribution; Due to the normality of data distribution, Pearson correlation test was used to investigate the relationship between predictor variables and criterion variable. The significance level was set at 0.05.

Results

Descriptive information about the demographic characteristics of the subjects and the study variables are given in [Table 1](#).

The results of the present study showed a significant relationship between static balance and the study parameters ($P \leq 0.05$) except for trunk flexion strength ($P=0.16$), hip flexion ROM ($P=0.83$), hip extension ROM ($P=0.96$),

Table 1. Demographic characteristics of subjects and the mean scores of study variables

Variables	Mean $\pm$ SD	Variables	Mean $\pm$ SD
Age (y)	12.63 $\pm$ 0.72	Hight (m)	1.69 $\pm$ 0.07
Wight	58.23 $\pm$ 7.74	BMI	20.32 $\pm$ 2.38
Static balance	11.42 $\pm$ 6.40	History of sports (year)	5.01 $\pm$ 1.29
Anterior Y	63.5 $\pm$ 13.43	60° flexion	73.54 $\pm$ 23.68
Posteromedial Y	84.08 $\pm$ 11.37	Biering-Sorensen test	49.92 $\pm$ 13.15
Posterolateral Y	82.80 $\pm$ 10.44	Plank	79.83 $\pm$ 19.13
Y balance test- total	76.79 $\pm$ 10.44	Right-side plank	66.67 $\pm$ 15.45
Trunk flexion strength	31.88 $\pm$ 7.57	Left-side plank	58.67 $\pm$ 15.45
Trunk extension strength	25.22 $\pm$ 8.12	McGill test-total	65.75 $\pm$ 10.96
Hip abduction strength	23.82 $\pm$ 9.25	Hip external rotation strength	12.25 $\pm$ 4.41
Hip flexion ROM	115.07 $\pm$ 6.21	Hip abduction ROM	45.96 $\pm$ 5.69

hip abduction ROM ($P=0.77$) and ankle dorsiflexion ROM ($P=0.94$). The dynamic Y balance at anterior direction had a significant relationship with trunk endurance ($P\leq 0.05$) and trunk strength ($P\leq 0.05$), except for plank ($P=0.45$) and left-side plank ($P=0.07$). The dynamic Y balance at posteromedial direction had a significant relationship with all variables except for 60° flexion ($P=0.40$), plank ($P=0.53$), left-side plank ($P=0.09$), and trunk extension strength ($P=0.23$).

The results of the study also showed the significant relationship of dynamic balance at posterolateral direction and the total score of Y balance test with total trunk endurance test score ($P=0.03$, $P=0.003$) and right-side plank ($P=0.005$, $P=0.001$). Other trunk endurance test parameters had no significant relationship with posterolateral dynamic balance and total score of Y balance test ($P<0.05$). Moreover, trunk extension strength and hip strength variables had a significant relationship with posterolateral dynamic balance and total Y balance test score ($P\leq 0.05$). The trunk flexion strength had no significant relationship with posterolateral dynamic balance ($P=0.06$). Furthermore, the ROM of ankle dorsiflexion had a significant relationship with balance at the posteromedial ($P=0.03$), posterolateral ($P=0.02$) directions and the total Y balance score ($P=0.02$).

Conclusion

Conclusion In general, the results of the present study showed a significant relationship of variables such as trunk endurance and strength and hip abduction and external rotation with static balance in adolescent soccer players with DKV. On the other hand, there was a significant relationship between Dynamic balance with total score of trunk endurance test and trunk strength and the ROM of ankle dorsiflexion in these athletes. There is a need to pay attention to these variables to improve the balance in football players with DKV. In future, a similar study should be conducted on female athletes using other parameters.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The ethical principles, such as obtaining informed consent from the participants, the confidentiality of their information, giving them the right to leave the study, were observed in this research. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of the [Sport Sciences Research Institute](#) of Iran (Code: IR.SSRI.REC.1399.880)

Funding

This study was extracted from the PhD thesis of the first author approved by the Department of Sport Injuries & Corrective Exercises, [Guilan University](#). This research did not receive any specific grant from funding agencies 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 soccer players from the Shahin Amol Club and the coaches of this team for their cooperation in this research.



مقاله پژوهشی

بررسی ارتباط ریسک‌های عصبی عضلانی با تعادل در فوتبالیست‌های مبتلابه نقص ولگوس داینامیک زانو

* حامد باباگل تبار سماکوش^۱، علی اصغر نورسته^۲

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

۲. گروه فیزیوتراپی، دانشکده پزشکی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Babagoltabar Samakoush H, Norasteh AA. [The Neuromuscular Parameters Affecting Static and Dynamic Balance in Adolescent Male Soccer Players with Dynamic Knee Valgus (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 12(6):1012-1025. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.6.2811>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.6.2811>

چکیده

مقدمه و اهداف: آسیب رباط متقاطع قدامی در ورزشکاران با اختلالات مرتبط با تعادل و کنترل وضعیتی همراه است و تعادل ضعیف به عنوان پیش‌بینی کننده آسیب اندام تحتانی در ورزشکاران توصیف شده است. این مطالعه با هدف بررسی پارامترهای عصبی عضلانی متفاوتی که بر تعادل ایستا و پویا در فوتبالیست‌های پسر نوجوان مبتلابه والگوس پویا زانو تأثیر می‌گذارد، انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع همبستگی است. شرکت کنندگان ۸۳ فوتبالیست پسر نوجوان با والگوس پویا زانو (سن: $12/63 \pm 0/72$ سال، قد: $1/69 \pm 0/07$ متر، وزن: $58/23 \pm 7/74$ کیلوگرم، شاخص توده بدنی: $20/32 \pm 2/28$ کیلوگرم بر متر مربع) بودند که به روش نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شدند. وجود والگوس پویا زانو با آزمون اسکات ارزیابی شد. قدرت عضلات تنه و ران با دینامومتر دستی، استقامت تنه با تست مک گیل و دامنه حرکتی مفاصل ران و مچ پا توسط گونیامتر ارزیابی شد. علاوه بر این، تعادل ایستا و پویا به ترتیب با آزمون بس استیک و آزمون تعادل Y مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای بررسی روابط در سطح معناداری $0/05$ از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. عملیات آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این مطالعه ارتباط معنی‌داری بین تعادل ایستا با متغیرهای تحقیق ($PS < 0/05$) به غیر از قدرت فلکشن تنه ($P = 0/16$) و دامنه حرکتی فلکشن ران ($P = 0/83$)، دامنه حرکتی اکستنشن ران ($P = 0/96$)، دامنه حرکتی ابدکشن ران ($P = 0/77$) و دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا ($P = 0/94$) نشان دادند. تعادل پویا در جهت قدامی با استقامت تنه ($PS < 0/05$) (به غیر از آزمون پلانک ($P = 0/45$)) و پلانک از چپ ($P = 0/07$)) و قدرت ($PS < 0/05$) ارتباط معنی‌داری داشت. تعادل پویا در جهت خلفی داخلی با تمام متغیرها به غیر از فلکشن ۶۰ درجه ($P = 0/40$)، پلانک ($P = 0/53$)، پلانک از چپ ($P = 0/09$) و قدرت اکستنشن تنه ($P = 0/23$) رابطه معنی‌داری داشت. همچنین نتایج مطالعه ارتباط معنی‌داری بین جهت خلفی خارجی و نمره کل آزمون Y و نمره کل آزمون استقامتی ($P = 0/03$)، $P = 0/03$ و آزمون پلانک از راست ($P = 0/005$)، $P = 0/001$) نشان داد. همچنین متغیرهای قدرت اکستنشن تنه و قدرت ران با جهت خلفی خارجی و نمره آزمون تعادل Y کل رابطه معنی‌داری داشتند ($PS < 0/05$). علاوه بر این، دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا با تعادل در جهت خلفی داخلی ($P = 0/03$)، خلفی خارجی ($P = 0/02$) و نمره کل تعادل Y ($P = 0/02$) رابطه معنی‌داری داشت.

نتیجه‌گیری: تعادل ایستا فوتبالیست‌های پسر نوجوان مبتلابه والگوس پویا زانو ارتباط معنی‌داری با استقامت تنه، قدرت تنه و ران داشت. همچنین نتایج نشان داد ارتباط معنی‌داری بین تعادل پویا و استقامت تنه، قدرت تنه و ران و نیز دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا دارد.

کلیدواژه‌ها: نقص والگوس داینامیک، قدرت، دامنه حرکتی، تعادل، استقامت

تاریخ دریافت: ۰۴ مرداد ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۲۲ آبان ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۱۰ بهمن ۱۴۰۲

* نویسنده مسئول:

دکتر حامد باباگل تبار سماکوش

نشانی: بابلسر، دانشگاه مازندران، دانشکده علوم ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی و رفتار حرکتی.

تلفن: +۹۸ (۹۱۱) ۵۸۷۱۴۰۸

رایانامه: hb.sama@yahoo.com



Copyright © 2024 The Author(s);

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

مقدمه

زانو [۱۵] و مفصل ران [۱۶]، توانایی پرش [۱۷، ۱۸]، ثبات ناحیه مرکزی [۱۷]، دامنه حرکتی مچ پا [۱۸] و خم شدن مفصل ران [۱۹] بررسی کرده‌اند اما مطالعه‌ای یافت نشد تا به تعیین ارتباط این متغیرها با تعادل ایستا و پویا در فوتبالیست‌های با نقص والگوس دینامیک زانو بپردازد.

والگوس دینامیک زانو^۱ الگوی تغییر یافته حرکت یا تغییر در ترازبندی اندام تحتانی است [۲۰] که به تغییر عملکرد اندام تحتانی در صفحه فرونتال [۲۱] و جذب نیروی عکس‌العمل زیاد توسط لیگامان‌های زانو در طول فعالیت‌های ورزشی منجر شده که عاملی در قرارگیری زانو در وضعیت والگوس است و به افزایش آسیب رباط متقاطع قدامی^۲ منجر می‌شود [۲۲]. باتوجه به اینکه آسیب رباط متقاطع قدامی در ورزشکاران با اختلالات مرتبط با تعادل و کنترل پاسچر همراه است [۲۳] و تعادل ضعیف به عنوان پیش‌بینی کننده آسیب اندام تحتانی ورزشکاران توصیف شده است و فوتبالیست‌های با تعادل ضعیف‌تر تقریباً ۲ برابر بیشتر در معرض آسیب اندام تحتانی قرار دارند [۲۴]. به نظر می‌رسد انجام مطالعه‌ای در زمینه تعیین پارامترهای مختلف عصبی-عضلانی اثرگذار بر تعادل فوتبالیست‌های نوجوان مبتلا به نقص والگوس دینامیک زانو در جهت انتخاب پارامترهای تمرینی جهت طراحی برنامه‌های تمرینی پیشگیری از آسیب، دارای اهمیت باشد. بنابراین هدف از مطالعه حاضر، بررسی ارتباط بین ریسک‌های عصبی-عضلانی با تعادل در فوتبالیست‌های مبتلا به نقص والگوس دینامیک زانو بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع مطالعات ارتباط‌سنجی بود. جامعه آماری این تحقیق کلیه فوتبالیست‌های دامنه سنی ۱۲ تا ۱۳ سال مجموعه مدارس فوتبال شاهین مازندران بودند که حداقل ۳ سال سابقه فعالیت در این رشته ورزشی را داشتند و تعداد ۸۳ نفر از آن‌ها که مبتلا به نقص والگوس دینامیک زانو بودند انتخاب شدند. معیارهای خروج از مطالعه وجود آسیب قبلی در ۶ ماه گذشته در تنه و اندام تحتانی بود که با پرسش از آزمودنی مورد بررسی و تأیید قرار گرفت. اندازه‌گیری‌ها در بازه زمانی ۲۰ روزه در باشگاه شاهین مازندران (آمل) انجام شد. قبل از انجام آزمون‌ها، توضیحات لازم در مورد ارزیابی‌ها به آزمودنی‌ها داده شد و تمامی آزمودنی‌ها با رضایت کامل والدین در تحقیق شرکت کردند. قبل از اندازه‌گیری‌ها، هیچ‌یک از آزمودنی‌ها تمرین سنگینی انجام ندادند. برای ارزیابی قد از متر نواری و برای سنجش وزن از ترازوی دیجیتال استفاده شد. شاخص توده بدنی نیز از طریق فرمول وزن برحسب کیلوگرم تقسیم بر مجذور قد برحسب متر محاسبه شد. در این مطالعه ملاحظات اخلاقی رعایت شد و کد

تعادل پویا به عنوان توانایی یک فرد در حفظ مرکز جرم در محدوده سطح اتکا در وضعیت انجام حرکت روی یک پا تعریف شده است [۱] و توانایی اساسی در انجام ایمن و دقیق چندین عمل ورزشی است که روی یک پا انجام می‌شود [۲]. در نتیجه، تعادل پویا ممکن است یک مؤلفه اساسی عملکرد در ورزش فوتبال تلقی شود. جایی که بازیکنان ملزم به انجام حرکات یک‌طرفه تکراری و انفجاری، مانند افزایش شتاب و کاهش سرعت ناگهانی، تغییر جهت سریع، شوت زدن، پرش و فرود هستند [۳]. آزمون تعادلی ۷ یکی از محبوب‌ترین ابزارهایی است که برای اندازه‌گیری تعادل پویا استفاده می‌شود [۴، ۵]. آزمون تعادلی ۷ یک آزمون بالینی کارآمد در نظر گرفته شده است، زیرا اجرای آن ساده، نسبتاً ارزان و قابل حمل است و تعداد زیادی را می‌توان در مدت زمان کوتاهی با این آزمون بررسی کرد [۶]. علاوه بر این، نشان داده شد که آزمون ۷ حساسیت کافی برای تمایز بین سطوح مختلف رقابت [۷] و جمعیت ورزشی [۳] را دارد. به همین ترتیب، این آزمون برای تشخیص نقص تعادل دینامیکی در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا [۸]، سندرم درد پاتلوفمورال [۹] و پارگی رباط صلیبی قدامی [۱۰] استفاده شده است.

علاوه بر این، عملکرد ضعیف در آزمون ۷ ممکن است به افزایش خطر صدمات غیر تماسی اندام تحتانی مرتبط باشد [۱۱-۱۳]. این ویژگی‌ها ممکن است باعث شود که آزمون ۷ به یکی از ابزارهای پرکاربرد برای شناسایی ورزشکاران در معرض آسیب و نیز ابزاری برای هدایت برنامه‌های پیشگیری و توان‌بخشی تبدیل شود. به نظر می‌رسد این عوامل به افزایش محبوبیت آزمون ۷ در مقایسه با سایر ابزارهای پیچیده، پرهزینه و وقت‌گیر (به عنوان مثال صفحه نیرو، دستگاه‌های تجزیه و تحلیل حرکت سه‌بعدی) منجر شده باشد که برای اندازه‌گیری سایر عوامل ورزشی و عوامل خطر آسیب طراحی شده و اجرای آن‌ها در تمرینات بالینی روزانه یا در زمین‌های ورزشی دشوار است.

تعادل پویا همراه با تعادل ایستا توانایی پیچیده‌ای هستند که از هماهنگی و هم‌افزایی بین سیستم دهلیزی، بینایی و حس عمقی حاصل می‌شوند [۱۴]. از این رو، ممکن است تحت تأثیر برخی از متغیرهای عملکرد عصبی-عضلانی (به عنوان مثال قدرت مفصل ران و زانو، دامنه حرکتی مفصل اندام تحتانی و ثبات ناحیه مرکزی) قرار گیرد. بنابراین باتوجه به اهمیت آزمون تعادلی ایستا و پویا برای عملکرد ورزشی و پیشگیری از آسیب/توان‌بخشی، به نظر می‌رسد تعیین اینکه کدام یک از عوامل عصبی-عضلانی می‌تواند به عملکرد تعادل کمک کند و در طراحی مداخلات آموزشی هدفمند کمک کننده باشد، دارای اهمیت است. اگرچه برخی از مطالعات سهم فردی برخی از اقدامات قابل تغییر در عملکرد عصبی-عضلانی را در آزمون تعادل ۷ در فوتبال (قدرت

1. Dynamic knee valgus (DKV)

2. Anterior Cruciate Ligament (ACL)

اخلاق از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی دریافت شد.

ارزیابی قدرت

ارزیابی والگوس داینامیک زانو

در این مطالعه جهت تعیین وجود والگوس داینامیک زانو از آزمون اسکات بالای سر استفاده شد. هر آزمودنی ۵ آزمون اسکات روی هر ۲ پا در وضعیت استاندارد (پاها به اندازه عرض شانه باز می‌شوند، انگشتان مستقیم رو جلو قرار می‌گیرند، دست‌ها بالای سر قرار می‌گیرند با آرنج قفل شده در اکستنشن و زانوها تا ۹۰ درجه فلکشن می‌شوند) را اجرا کرد. درحالی‌که آزمونگر از روبه‌رو او را مشاهده می‌کرد. به آزمودنی اجازه داده شد پیش از آزمون اسکات، این آزمون را تمرین کند. اگر حین حرکت و اجرای ۳ آزمون اسکات از ۵ اسکات، آزمونگر به‌طور بصری از نمای قدامی مشاهده می‌کرد که نقطه میانی پاتلای پای برتر از بخش داخلی انگشت بزرگ پا عبور کند، فرد دارای والگوس داینامیک زانو بود [۲۵]. میزان روایی و پایایی این آزمون به ترتیب ۷۸ درصد و ۷۳ درصد گزارش شد (تصویر شماره ۱. الف) [۲۶].

ارزیابی تعادل ایستا

در این مطالعه از آزمون تعادل بس استیک جهت ارزیابی تعادل ایستا استفاده شد. در این آزمون فرد مدت زمانی که می‌توانست در مدت ۶۰ ثانیه بر روی پنجه پا بر روی یک قطعه الوار ۲/۵ سانتی‌متر بدون لمس زمین بایستد، ثبت شد. این آزمون ۳ بار روی پای برتر اجرا شد و بهترین نتیجه به‌عنوان نمره آزمون تعادل ایستا در نظر گرفته شد (تصویر شماره ۱. ب) [۲۷].

ارزیابی تعادل پویا

از آزمون تعادلی ۷ برای ارزیابی تعادل استفاده شد. برای انجام این آزمون، آزمودنی در مرکز جهت می‌ایستاد و سپس بر روی ۱ پا قرار می‌گرفت و با پای دیگر عمل رزش را انجام می‌داد و به حالت طبیعی روی ۲ پا برمی‌گشت. آزمودنی با پنجه پا دورترین نقطه ممکن را در هریک از جهات تعیین شده لمس می‌کرد. فاصله محل تماس تا مرکز، فاصله رزش بود که به سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. به‌منظور به حداقل رساندن اثرات یادگیری، هر آزمودنی ۶ بار این آزمون را در جهت‌های سه‌گانه تمرین کرد [۲۸]. آزمون بر روی پای برتر که با شوت توپ فوتبال تعیین می‌شد، انجام شد. طول اندام تحتانی نیز از خار خاصره قدامی فوقانی تا قوزک داخلی پا جهت نرمال کردن داده‌ها و مقایسه آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. جهت به دست آوردن نمره تعادل پویا در هر جهت به‌صورت جداگانه از فرمول شماره ۱ استفاده شد (تصویر شماره ۱. ت).

$$100 \times \frac{\text{فاصله دستیابی}}{\text{طول اندام}} = \text{امتیاز ۱۰}$$

در این مطالعه جهت ارزیابی قدرت از دینامومتر دستی^۳ که ساخت کشور انگلیس است استفاده شد. روایی دینامومتر در ارزیابی قدرت ۹۵ تا ۹۸ درصد گزارش شد [۲۹]. قدرت ایزومتریک ابداکتور، چرخاننده خارجی ران پای غالب، فلکسو و اکستنسور تنه فوتبالیست‌های نوجوان براساس روش‌های استاندارد ارزیابی شد. جهت کنترل میزان نیروی اعمال شده توسط آزمونگر از استرپ استفاده شد. حداکثر نیرو ۳ کوشش جداگانه ثبت شد که هریک ۵ ثانیه به طول انجامید و فاصله بین هر کوشش ۳۰ ثانیه بود (جهت رفع خستگی ناشی از کوشش‌ها). میانگین این ۳ کوشش برای هریک از عضلات ارزیابی شده ثبت و برای تجزیه و تحلیل استفاده شد. وضعیت قرارگیری در آزمون‌های قدرت براساس روش کندال و همکاران انجام شد [۳۰، ۳۱].

برای اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک فلکسورهای^۴ تنه، آزمودنی به پشت دراز کشید، درحالی‌که مفصل زانو در وضعیت ۹۰ درجه فلکشن قرار داشت. پاها به‌وسیله استرپ به میز معاینه محکم می‌شد. سر ابزار انجام دینامومتر دستی بر روی جناغ سینه و در مرکز قفسه سینه قرار داده شد و آزمودنی با حرکت فلکشن تنه، صورت ایزومتریک تنه را به ابزار فشار می‌داد و در این شرایط قدرت توسط دینامومتر ثبت می‌شد. برای هر فرد ۳ بار اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک انجام شد و میانگین این ۳ اندازه‌گیری به‌عنوان قدرت ایزومتریک فلکسور تنه ثبت شد. برای اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک اکستنسورهای^۵ تنه آزمودنی به شکل دراز کشیده، پاها به‌وسیله استرپ به میز معاینه محکم شد. سر دینامومتر در زاویه تحتانی کتف و در مرکز پشت بدن بین تیغه‌های شانه قرار گرفت و آزمودنی با حرکت اکستنشن، تنه را به‌صورت ایزومتریک به دینامومتر فشار می‌داد و در این شرایط قدرت توسط دینامومتر ثبت می‌شد. همانند اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک عضلات فلکسور، برای هر فرد ۳ بار اندازه‌گیری قدرت انجام شد و میانگین این ۳ اندازه‌گیری به‌عنوان قدرت ایزومتریک اکستنسور تنه ثبت شد [۳۲].

روایی ابزار دینامومتر در ارزیابی قدرت ۹۵ تا ۹۸ درصد گزارش شد [۲۹]. در ارزیابی قدرت ابداکتور ران، آزمودنی روی میز معاینه به پهلو خوابیده، به کمک استرپ پای موردآزمون در زاویه موردنظر (یک بالش بین ۲ پا قرار می‌گرفت تا ران ۱۰ درجه ابداکشن یابد و در وضعیت طبیعی قرار گیرد) ثابت می‌شد و تنه آزمودنی با استفاده از یک استرپ که بر بالای تاج خاصره و دور میز درمان بسته شده بود، ثابت شد. در ران پای موردآزمون، مرکز فشار نیروی دینامومتر بر روی نقطه‌ای که در ۵ سانتی‌متری پروگزیمال خط جانبی مفصل زانو بود، قرار گرفت [۲۷].

3. Manual Muscle Test (MMT)
4. Flexors
5. Extensors

برای اندازه‌گیری قدرت چرخش‌دهنده‌های خارجی ران، آزمودنی در وضعیت نشسته با ران و زانوهای ۹۰ درجه قرار گرفت. دینامومتر در ۵ سانتی‌متری پروگزیمال قوزک داخلی زیر استرپ قرار داده شد. برای کنترل حرکات اندام فوقانی از آزمودنی خواسته شد دست‌ها را به‌صورت ضربدری روی سینه قرار دهد. در این وضعیت آزمودنی چرخش خارجی ران را انجام داد و میزان قدرت در این حرکت ثبت می‌شد (تصویر شماره ۱، ت تا خ) [۳۳].

ارزیابی دامنه حرکتی

دامنه حرکتی غیرفعال ابداکشن و چرخش خارجی ران و دورسی فلکشن مچ پا در یک راستای مناسبت و متعادل با کمک گونیامتر و به روش ورکین و وایت^۶ ارزیابی شد [۳۴]. از هر حرکت موردآزمون ۳ کوشش انجام شد و میانگین آن‌ها برای تجزیه و تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفت. به‌عنوان مثال برای اندازه‌گیری دامنه حرکتی ابداکشن ران از آزمودنی خواسته شد به پشت روی میز معاینه دراز بکشد. لگن در وضعیت خنثی و پاها در وضعیت آناتومیک قرار گرفت. آزمونگر با یک دست لگن را در طرف موردآزمون تثبیت می‌کرد و با دست دیگر جانب داخلی دیستال استخوان را می‌گرفت و به ران حرکت ابداکشن می‌داد و نحوه ابداکشن ران را به آزمودنی آموزش می‌داد. سپس از آزمودنی خواسته شد به‌صورت فعال ابداکشن ران را انجام دهد. مرکز گونیامتر بر روی خار خاصه‌ای قدامی فوقانی در طرف مورد اندازه‌گیری، بازوی ثابت در راستای خطی که خار خاصه‌ای قدامی فوقانی راست و چپ را به یکدیگر متصل می‌کرد و بازوی متحرک موازی با محور طولی ران به طرف خط میانی کشکک قرار می‌گرفت. در وضعیت شروع گونیامتر ۹۰ درجه را نشان می‌داد که به‌عنوان صفر در نظر گرفته شد [۳۴].

جهت اندازه‌گیری دامنه حرکتی فلکشن ران از آزمودنی خواسته شد به‌صورت سوپاین دراز کشیده، زانو و ران پای غیرآزمون را در وضعیت اکستنشن بدون ابداکشن و اداکشن قرار دهد و با اندام موردآزمون حرکت فلکشن ران را با زانوی خم انجام دهد. مرکز گونیامتر بر روی تروکانتر بزرگ ران، بازوی ثابت موازی با نیمساز جانبی لگن و میز معاینه و بازوی متحرک موازی با نیمساز جانبی فمور به طرف اپی کندیل خارجی قرار گرفت [۳۴]. در اندازه‌گیری دامنه حرکتی اکستنشن ران، از آزمودنی خواسته شد در وضعیت خوابیده به شکم^۷ قرار گیرد و ران و زانوی ۲ پا را در وضعیت خنثی قرار دهد. آزمونگر با یک دست لگن را ثابت کرد و با دست دیگر قسمت قدامی دیستال ران پای موردآزمون را گرفت و آن را به‌صورت خلفی (زانو در وضعیت اکستنشن) تا حد ممکن اکستنشن داد و نحوه اکستنشن ران را

به آزمودنی آموزش داد. سپس از آزمودنی خواسته شد به‌صورت فعال اکستنشن ران را انجام دهد. مرکز گونیامتر بر روی تروکانتر بزرگ ران قرار گرفت. بازوی ثابت با خط زیر بغل تنه و بازوی متحرک موازی با محور طولی ران به طرف اپی کندیل خارجی ران قرار گرفت [۳۴]. همچنین دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا با زانوی خم، در وضعیت خوابیده به پشت با اعمال یک غلتک فومی زیر زانو و آویزان کردن پا از انتهای تخت معاینه ارزیابی شد. در این ارزیابی بازوی ثابت گونیامتر در راستای استخوان نازک نی و بازوی متحرک در راستای متاتارس پنجم قرار گرفت [۳۴] (تصویر شماره ۱، د تا ر).

ارزیابی استقامت ناحیه مرکزی

برای این کار از پروتکل معتبر مک‌گیل^۸ که به‌منظور تعیین استقامت عضلات پایدارکننده تنه طراحی شده است استفاده شد [۳۵]. این پروتکل شامل ۵ آزمون است که استقامت تمامی عضلات تنه را می‌سنجد: آزمون فلکسور تنه، آزمون اکستنسور تنه و آزمون‌های پلانک از جلو و به طرفین^۹. از یک زمان‌سنج دستی برای ثبت مدت‌زمان حفظ وضعیت ایزومتریک توسط آزمودنی‌ها استفاده شد. در بین هر آزمون، حداقل ۵ دقیقه استراحت تعیین می‌شد. توانایی عضلات خلفی ناحیه مرکزی بدن با استفاده از آزمون اصلاح‌شده بایرینگ-سورنسن^{۱۰} سنجیده شد. ورزشکار به حالت دمر قرار می‌گرفت، به‌طوری که لگن در لبه تخت درمانی قرار می‌گرفت. از فرد دیگری، برای تثبیت ورزشکار بر تخت در نواحی پا و لگن کمک گرفته شد. ورزشکار بالاتنه خود را با قرار دادن دست‌هایش بر روی نیمکت در مقابل تخت حمایت می‌کرد تا بتواند توانایی قرار دادن دست‌ها به‌صورت ضربدری و کسب یک موقعیت افقی را یاد بگیرد. ورزشکار باید این وضعیت را حفظ می‌کرد و زمان برای او ثبت می‌شد. ضریب همبستگی درون‌گروهی^{۱۱} آزمون استقامت اکستنسور تنه برابر با ۰/۹۷ گزارش شده است [۳۶].

در ارزیابی استقامت، ورزشکار آزمون پل زدن به پهلو را همان‌طور که به‌وسیله مک‌گیل و همکاران توصیف شده است اجرا می‌کرد که به‌عنوان مقیاسی برای ارزیابی قدرت عضلات جانبی قسمت مرکزی بدن، به‌ویژه مربع کمری به‌کار می‌رود. ورزشکار در وضعیت جانبی درازکش به راست قرار می‌گرفت، به‌طوری که پای بالایی در جلوی پای پایینی قرار می‌گرفت و مفاصل ران ورزشکار هیچ‌گونه فلکشنی نداشت. سپس از ورزشکار خواسته شد تا ران‌ها را از تخت بلند کند؛ درحالی که تنها از پاها و آرنج راست خود برای حمایت استفاده می‌کرد. بازوی چپ فرد باید بر روی سینه قرار می‌گرفت، طوری که دست او بر روی شانه راست باشد. زمان کلی‌ای که ورزشکار قادر به بالا نگه داشتن

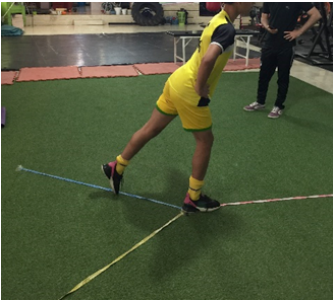
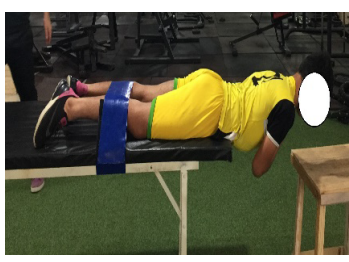
8. McGill

9. Plank and side plank

10. Intraclass Correlation Coefficient (ICC)

6. Norkin and White

7. Prone

		
الف) والگوس داینامیک زانو	ب) روش ارزیابی تعادل ایستا	ت) روش ارزیابی تعادل پویا
		
ث) روش ارزیابی قدرت فلکشن تنه	ج) روش ارزیابی قدرت اکستنشن تنه	ح) روش ارزیابی قدرت ابدکشن ران
		
خ) روش ارزیابی قدرت چرخش خارجی ران	د) روش ارزیابی دامنه حرکتی فلکشن ران	ذ) روش ارزیابی دامنه حرکتی اکستنشن ران
		
ر) روش ارزیابی دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا	ز) روش ارزیابی فلکشن ۶۰ درجه	س) روش ارزیابی آزمون سورنسن
		—
ش) روش ارزیابی پلانک از شکم	ص) روش ارزیابی پلانک از طرفین	

تصویر ۱. تصاویر مربوط به روش ارزیابی متغیرها

داخلی با تمامی متغیرها به غیر از فلکشن ۶۰ درجه ($P=0/40$)، پلانک ($P=0/53$)، پلانک از چپ ($P=0/09$) و قدرت اکستنشن تنه ($P=0/23$) معنی دار بود. نتایج مطالعه همچنین در زمینه ارتباط بین جهت خلفی خارجی و نمره کل آزمون ۷ و استقامت نشان دهنده وجود ارتباط معنی دار بین این متغیرها و آزمون پلانک از راست ($P=0/005$ ، $P=0/001$) و نیز نمره کل استقامت ($P=0/03$ ، $P=0/003$) بود، اما سایر متغیرهای استقامت ارتباط معنی داری با جهت خلفی خارجی و نمره کل آزمون ۷ نداشتند ($P>0/05$). همچنین ارتباط معنی داری بین متغیرهای قدرت تنه (به غیر از قدرت فلکشن تنه ($P=0/06$)) و ران با جهت خلفی خارجی و نمره کل آزمون ۷ وجود داشت ($P\leq 0/05$). در زمینه دامنه حرکتی نیز رابطه معنی داری بین دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا و جهت های خلفی داخلی ($P=0/03$)، خلفی خارجی ($P=0/02$) و نمره کل تعادل پویا ($P=0/02$) مشاهده شد.

بحث

به صورت کلی نتایج مطالعه حاضر نشان دهنده وجود ارتباط معنی دار بین تعادل ایستا با استقامت تنه (به غیر از فلکشن ۶۰ درجه) و قدرت تنه و ران بود. همچنین نمره کل تعادل پویا ارتباط معنی داری با دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا با زانو، خم، نمره کل استقامت، قدرت تنه و ران داشت.

هر ورزشی در هر سطح رقابتی به تفاوت در مهارت های فنی، حرکات خاص، بار تمرین و ظرفیت های جسمی نیاز دارد که همه موارد ورزشکاران را مستلزم سازگاری های عضلانی اسکلتی مزمن فردی می کند. بنابراین احتمالاً استراتژی های مختلفی برای کنترل عصبی عضلانی ایجاد می کند و امتیازات آزمون تعادل ایستا و پویا را تحت تأثیر قرار می دهد [۳]. نتایج به دست آمده در زمینه دامنه حرکتی مچ پا ممکن است از این فرضیه پشتیبانی کند که تغییر انعطاف پذیری مچ پا با زانو، خم ممکن است از طریق مکانیکی (به دلیل نارسایی رباط) و یا بی ثباتی عملکردی (تغییر کنترل عضلانی عصبی) بر تعادل پویا تأثیر بگذارد [۳۷]. عدم وجود همبستگی آماری معنادار در میان دامنه حرکتی مفصل ران و زانو و تعادل پویا قبلاً توسط اورمویر و همکاران پشتیبانی شده است [۱۸].

در زمینه استقامت ناحیه مرکزی اوزمین بین آزمون های فلکشن ۶۰ درجه، سورنسن و پلانک از طرفین و نمره تعادل پویای ۱۷ مرد فوتبالیست سالم که با آزمون ستاره ارزیابی شد، ارتباط معنی داری مشاهده نکرد [۱۷] که در زمینه آزمون های فلکشن ۶۰ درجه، سورنسن و پلانک از چپ با مطالعه حاضر هم راستاست. همچنین براتی و همکاران بین استقامت عضلات اکستنسور و عضلات جانبی با تعادل ایستا ارتباط معنی داری مشاهده کردند [۳۸] که با نتایج مطالعه شارما و همکاران [۳۹] و نیز مطالعه حاضر هم راستاست. رویکرد یکپارچه ثبات ناحیه

ران از تخت باشد، به وسیله کرنومتر ثبت می شد. برای سنجش پل زدن به بغل در سمت مخالف، روش مشابه که پیش تر گفته شد استفاده می شد؛ ضریب همبستگی درون گروهی آزمون های پلانک پل از طرفین برابر با ۰/۹۹ گزارش شده است [۳۶].

هدف آزمون فلکشن تنه در زاویه ۶۰ درجه ارزیابی ظرفیت استقامت عملکردی عضلات قدامی ناحیه مرکزی بدن (راست شکمی) بود. جهت سنجش استقامت عملکردی عضلات قدامی ناحیه مرکزی بدن، ابتدا از ورزشکار خواسته شد که در وضعیت تکیه، درحالی که پشت او بر روی تخته ۶۰ درجه قرار داشت، هر دو مفصل ران را از زاویه ۹۰ درجه خم کند و دست ها را به حالت ضربدری روی سینه قرار دهد. با استفاده از نواربندی بر روی مچ پا یا به وسیله ثابت کردن مچ پا به وسیله دست یک فرد کمکی، به ثبات بدن ورزشکار کمک شد. برای شروع آزمون درحالی که ورزشکار در وضعیت تکیه به تخته ۶۰ درجه قرار داشت، تخته را ۱۰ سانتی متر از قسمت پشت ورزشکار دور کرده و از ورزشکار خواسته می شد تا حد امکان این وضعیت را حفظ کند. مدت زمانی که ورزشکار قادر بود تا این وضعیت را حفظ کند، توسط کرنومتر ثبت می شد. زمانی که پشت آزمودنی با تخته تماس حاصل می کرد، آزمون متوقف می شد. ضریب همبستگی درون گروهی آزمون فلکسور تنه برابر با ۰/۹۷ بود (تصویر شماره ۱. ز تا ص) [۷].

تجزیه و تحلیل داده ها با نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد. از آنجایی که تعداد آزمودنی ها ۸۳ نفر بود، از آزمون کولموگروف اسمیرنوف^{۱۱} برای ارزیابی نرمال بودن توزیع داده ها استفاده شد. با توجه به اینکه نتایج این آزمون معنی دار نبود، در نتیجه توزیع داده ها نرمال بود و به منظور بررسی ارتباط بین متغیرهای پیش بین و متغیر ملاک از روش ضریب همبستگی پیرسون با تعیین سطح معنی داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته ها

اطلاعات توصیفی درمورد ویژگی های فردی آزمودنی ها و متغیرهای تحقیق در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

در جدول شماره ۲ نتایج مربوط به ارتباط بین متغیرهای تحقیق با تعادل ایستا و پویا ارائه شد.

نتایج مطالعه حاضر نشان دهنده وجود ارتباط معنی دار بین تعادل ایستا با متغیرهای تحقیق ($P\leq 0/05$) به غیر از قدرت فلکشن تنه ($P=0/16$) و دامنه حرکتی ($P>0/05$) بود که همه ارتباط های به دست آمده مثبت بودند و تنها با دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا رابطه منفی به دست آمد. بین استقامت تنه ($P\leq 0/05$) (به غیر از آزمون پلانک ($P=0/45$)) و پلانک از چپ ($P=0/07$) و قدرت ($P\leq 0/05$) با جهت قدامی تعادل پویا ارتباط معنی داری مشاهده شد که این ارتباط در جهت خلفی

11. Kolmogorov-Smirnov

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها و متغیرهای تحقیق

متغیر	میانگین $\pm$ انحراف معیار	متغیر	میانگین $\pm$ انحراف معیار
سن (سال)	۱۲/۶۳ $\pm$ ۰/۷۲	قد (متر)	۱/۶۹ $\pm$ ۰/۰۷
وزن (کیلوگرم)	۵۸/۲۳ $\pm$ ۷/۷۴	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۰/۲۲ $\pm$ ۲/۲۸
تعادل ایستا (ثانیه)	۱۱/۴۲ $\pm$ ۶/۴۰	سابقه ورزشی (سال)	۵/۰۱ $\pm$ ۱/۲۹
جهت قدامی تعادل پویا (سانتی‌متر بر درصد طول پا)	۶۳/۵۰ $\pm$ ۱۳/۴۳	فلکشن ۶۰ درجه	۷۳/۵۴ $\pm$ ۲۳/۶۸
جهت خلفی داخلی تعادل پویا (سانتی‌متر بر درصد طول پا)	۸۴/۰۸ $\pm$ ۱۱/۳۷	سورنسن	۳۹/۹۲ $\pm$ ۱۳/۱۵
جهت خلفی خارجی تعادل پویا (سانتی‌متر بر درصد طول پا)	۸۲/۸۰ $\pm$ ۱۰/۴۲	پلانک	۷۹/۸۳ $\pm$ ۱۹/۱۳
نمره کل تعادل پویا	۷۶/۷۹ $\pm$ ۱۰/۴۴	پلانک از راست	۶۶/۷۶ $\pm$ ۱۵/۴۵
قدرت فلکشن تنه (کیلوگرم بر درصد وزن بدن)	۳۱/۸۸ $\pm$ ۷/۵۷	پلانک از چپ	۵۸/۶۷ $\pm$ ۱۴/۱۸
قدرت اکستنشن تنه (کیلوگرم بر درصد وزن بدن)	۲۵/۲۲ $\pm$ ۸/۱۲	استقامت کل (ثانیه)	۶۵/۷۵ $\pm$ ۱۰/۹۶
قدرت ابداکشن ران (کیلوگرم بر درصد وزن بدن)	۲۳/۸۲ $\pm$ ۹/۲۵	قدرت چرخش خارجی ران (کیلوگرم بر درصد وزن بدن)	۱۲/۲۵ $\pm$ ۴/۴۱
دامنه حرکتی فلکشن ران (درجه)	۱۱۵/۰۷ $\pm$ ۶/۲۱	دامنه حرکتی ابداکشن ران (درجه)	۴۵/۹۶ $\pm$ ۵/۶۹
دامنه حرکتی اکستنشن ران (درجه)	۲۲/۹۷ $\pm$ ۲/۹۹	دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا (درجه)	۱۵/۷۲ $\pm$ ۲/۴۲

طب توانبخش

تثبیت‌کننده جانبی (مربع کمری^{۱۳}) تنه فعال می‌شوند [۴۱].

در این مطالعه، رابطه معنی‌داری بین آزمون تعادل ایستا و این آزمون پیدا شد. انقباض عضلات جانبی از عضلات عمقی نخاع پشتیبانی می‌کند و نیروی بیشتری برای کنترل حرکت ایجاد می‌کند و ثبات و تعادل ستون فقرات را حفظ می‌کند [۴۱]. یک ناحیه مرکزی پایدار به افزایش تعادل منجر می‌شود که در نهایت میزان آسیب‌دیدگی اندام تحتانی را کاهش می‌دهد. ویلسون و همکاران نشان دادند ارتباط مشخصی بین ثبات عضلات مرکزی و آسیب اندام تحتانی وجود دارد [۳۲]. عضلات مرکزی قوی‌تر، ثبات بیشتری را در تنه ایجاد می‌کنند که تحرک اندام تحتانی را تسهیل می‌کند. مجموعه عضلات شکم، شامل عضله عرضی شکم، عضلات مورب داخلی و خارجی و عضله راست شکمی، با انقباض خود باعث ایجاد ثبات در ستون فقرات می‌شود و پشتیبانی بیشتری از حرکات اندام تحتانی می‌کند [۴۲]. طبق یافته‌های کیبلر، فعال شدن عضلات مرکزی در الگوی حرکتی اندام تحتانی، کنترل وضعیت را بهبود می‌بخشد و بدن از عضلات ثبات‌دهنده مرکزی برای تولید گشتاور نیروی چرخشی در اطراف بدن و ایجاد حرکت اندام استفاده می‌کند و از این‌رو تعادل را حفظ می‌کند [۴۳].

مرکزی را می‌توان از طریق عملکرد ترکیبی تثبیت‌کننده‌های فعال ستون فقرات (عضلات)، تثبیت‌کننده‌های غیرفعال (ستون فقرات) و مکانیسم کنترل عصبی به دست آورد. برای به حداکثر رساندن تعادل و ارتقای بیومکانیک کارآمد، به انتقال پویا و کنترل‌شده نیروهای بزرگ از اندام فوقانی و تحتانی از طریق ناحیه مرکزی نیاز است [۴۰].

در طول آزمون لک‌لک، وزن بدن بر روی انگشتان پا تثبیت می‌شود. بیان شده است که وقتی مرکز ثقل^{۱۲} در موقعیت صحیح حفظ شود، می‌توان وضعیت صحیح ستون فقرات را حفظ کرد. این امر به عمل هماهنگ الگوی هم‌افزایی عضلانی برای مقابله با اغتشاشات و حفظ تعادل بدن و کنترل بهینه وضعیت منجر می‌شود. یک ناحیه مرکزی قوی‌تر به فرد امکان انقباض پایدار بهینه عضلات تثبیت‌کننده ستون فقرات عمقی را می‌دهد که مسئول کنترل حرکات صفحه ساژیتال هستند. تعادل، هماهنگی ترکیبی بین عضلات سطحی و عمقی نخاع را ارزیابی می‌کند. پس یک ناحیه مرکزی قوی‌تر، کنترل مؤثری بر ستون فقرات ایجاد می‌کند که مرکز ثقل را در موقعیت مطلوب حفظ می‌کند و در نهایت تعادل کلی را منجر می‌شود. این احتمالاً همبستگی بالاتر تست تعادل ایستادن لک‌لک و آزمون استقامت را توجیه می‌کند، زیرا هماهنگی بیشتر عضلات ستون فقرات به کنترل بیشتر تنه در جهت تثبیت وزن بدن هنگام انجام تست تعادل لک‌لک منجر می‌شود. در آزمون پلانک از طرفین، عضلات

13. Quadrates lumborum

12. Centre of gravity (COG)

جدول ۲. همبستگی بین متغیرهای پیش‌بین و ملاک ($P < 0.05$)

متغیرها	تبادل ایستا			جهت قدامی			جهت خلفی داخلی			جهت خلفی خارجی			نمره کل تبادل پویا		
	p	r	r ²	p	r	r ²	p	r	r ²	p	r	r ²	p	r	r ²
فلکشن ۶۰ درجه	۰/۰۱۷	۰/۱۳۳	۰/۱۶	۰/۰۵۹	۰/۲۶۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۶	۰/۰۷۸	۰/۴۰	۰/۰۰۵	۰/۰۷۲	۰/۴۴	۰/۰۲۴	۰/۱۵۷	۰/۰۰۹
سورنسن	۰/۰۶۹	۰/۲۶۳	۰/۰۰۵	۰/۰۳۷	۰/۱۹۴	۰/۰۰۴	۰/۰۴۲	۰/۲۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۵۷	۰/۰۵۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۱۷۶	۰/۰۰۶
پلانک	۰/۰۵۷	۰/۲۳۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۷۱	۰/۰۴۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۵۳	۰/۰۲۵	۰/۱۶۱	۰/۰۰۸	۰/۰۱۱	۰/۱۰۵	۰/۰۲۶
پلانک از راست	۰/۰۷۸	۰/۲۸۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۲۸۵	۰/۰۰۲	۰/۰۷۳	۰/۲۷۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۲۶۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۹	۰/۳۰۹	۰/۰۰۱
پلانک از چپ	۰/۰۶۴	۰/۲۵۷	۰/۰۰۶	۰/۰۲۸	۰/۱۶۹	۰/۰۰۷	۰/۰۲۴	۰/۱۵۶	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۳۱	۰/۰۰۹	۰/۰۲۵	۰/۱۶۱	۰/۰۰۸
نمره کل استقامت	۰/۱۲۲	۰/۳۵۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۳۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۴۸	۰/۲۲۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۲۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۷۶	۰/۲۷۶	۰/۰۰۳
قدرت فلکشن تنه	۰/۰۷۷	۰/۲۶۹	۰/۰۰۳	۰/۱۲۸	۰/۳۵۸	۰/۰۰۱	۰/۰۹۹	۰/۳۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۱۷۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۳۲۶	۰/۰۰۱
قدرت اکستنشن تنه	۰/۰۴۲	۰/۲۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۵۶	۰/۲۳۷	۰/۰۰۱	۰/۰۱۲	۰/۱۱۲	۰/۰۲۳	۰/۰۸۲	۰/۲۸۸	۰/۰۰۲	۰/۰۵۶	۰/۲۲۸	۰/۰۰۱
قدرت ابداکشن ران	۰/۱۶۱	۰/۴۰۲	۰/۰۰۱	۰/۲۶۳	۰/۵۱۳	۰/۰۰۱	۰/۲۴۸	۰/۴۹۸	۰/۰۰۱	۰/۲۷۱	۰/۵۲۱	۰/۰۰۱	۰/۳۲۷	۰/۵۷۲	۰/۰۰۱
قدرت چرخش خارجی ران	۰/۰۸۳	۰/۲۸۹	۰/۰۰۲	۰/۱۴۵	۰/۳۸۲	۰/۰۰۱	۰/۱۲۸	۰/۳۵۹	۰/۰۰۱	۰/۱۶۴	۰/۴۰۶	۰/۰۰۱	۰/۱۸۴	۰/۴۲۹	۰/۰۰۱
دامنه حرکتی فلکشن ران	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۹۱	۰/۰۳۳	۰/۰۳۲	۰/۱۸۰	۰/۰۰۵	۰/۰۱۱	۰/۱۰۶	۰/۰۲۶	۰/۰۱۹	۰/۱۴۰	۰/۰۱۴
دامنه حرکتی اکستنشن ران	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۱۳	۰/۱۱۶	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۵۴	۰/۰۵۶	۰/۰۰۵	۰/۰۷۲	۰/۰۴۴
دامنه حرکتی ابداکشن ران	۰/۰۰۰۷	۰/۰۲۷	۰/۰۷۷	۰/۰۱۳	۰/۱۱۶	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۸۹	۰/۰۳۴	۰/۰۰۶	۰/۰۷۹	۰/۰۴۰
دامنه حرکتی دورسی فلکشن میچ پا	۰/۰۰۰۰	-۰/۰۰۷	۰/۰۹۴	۰/۰۲۵	۰/۱۶۰	۰/۰۰۹	۰/۰۳۸	۰/۱۹۵	۰/۰۰۳	۰/۰۴۵	۰/۲۱۴	۰/۰۰۲	۰/۰۴۴	۰/۲۱۰	۰/۰۰۲

طب توانبخشی

این عضله در درجه اول به‌عنوان یک تثبیت‌کننده مفصل ران در صفحه فرونتال عمل کرده و درحالی‌که بازیکنان در حال انجام آزمون تعادلی ۷ هستند، می‌تواند به حفظ موقعیت پایدارتر، جلوگیری از والگوس زانو در حرکت و متعاقباً در دسترسی به ریش بیشتر به آن‌ها کمک کند [۲۵]. در همین راستا بیان شد عضلات سرینی میانی^{۱۴} و سرینی کوچک^{۱۵} 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 [۴۷]. 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 [۴۸].

نقص در پایداری ناحیه مرکزی، می‌تواند به جابه‌جایی کنترل‌نشده بالاتنه در حین حرکات تک‌پا منجر شود و مرکز جرم بدن را از پایه نگهدارنده دور کند که ممکن است ثبات دینامیکی اندام تحتانی را به خطر بیندازد [۴۴]. در همین راستا همبستگی بین قدرت ابداکشن ایزومتریک مفصل ران و فواصل به‌دست‌آمده در آزمون تعادل ۷ توسط آمبگانکار و همکاران نشان داده شده است [۱۶].

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 ۷ اشاره کردند [۴۵]. در آزمون تعادلی ۷ نیاز است فرد بتواند بدن خود را درحالی‌که حالت یک‌پا را حفظ می‌کند، در وضعیت صحیح نگه دارد. به‌طور بالقوه، این امر به مقاومت کافی کمریند ران برای حفظ ثبات لگن و تنه در طول آزمون نیاز دارد که در نقص والگوس دینامیک زانو این ثبات به چالش کشیده می‌شود [۴۵]. در بازیکنان فوتبال 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 [۴۶].

14. Gluteus medius
15. Gluteus minimus

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 تمامی فوتبالیست‌های نوجوان تیم شاهین آمل و مربیان این تیم که در این پژوهش محققین را یاری کردند، سپاسگزاری می‌شود.

به‌صورت کلی این یافته‌ها پیامدهای بالینی مهمی در پی دارند. با نشان دادن اینکه بین قدرت ایزومتریک ابداکشن و چرخش‌دهنده‌های خارجی مفصل ران و عملکرد تعادل در ورزشکاران با نقص والگوس داینامیک زانو ارتباط وجود دارد، انتظار می‌رود که برنامه‌های تقویت‌کننده باید علاوه بر بهبود استقامت تنه، قدرت عضلات ران و عملکرد آزمون تعادل Y را بهبود بخشند و به‌طور بالقوه خطر آسیب بعدی را کاهش دهند. براساس نتایج مطالعه این احتمال وجود دارد که حداقل بخشی از توانایی عملکرد تعادل با کمک دامنه حرکتی دورسی فلکشن میچ‌پا، آزمون‌های استقامتی تنه و قدرت عضلات ناحیه مرکزی قابل‌پیش‌بینی باشد و احتمالاً ۱ یا چند پارامتر دیگر مرتبط با عملکرد در آزمون تعادل Y وجود دارد که هنوز مشخص نشده‌اند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد ارتباط معنی‌داری بین متغیرهایی همچون استقامت و قدرت تنه، در ابداکشن و چرخش خارجی ران با تعادل ایستا در فوتبالیست‌های نوجوان با نقص والگوس داینامیک زانو وجود دارد. از طرف دیگر این ارتباط بین نمره کل استقامت و قدرت ناحیه مرکزی و نیز دامنه حرکتی دورسی فلکشن میچ‌پا در این ورزشکاران مشاهده شد که می‌تواند نشان‌دهنده اهمیت توجه به این متغیرها در جهت بهبود تعادل در فوتبالیست‌های با نقص والگوس داینامیک زانو باشد. در مطالعات آتی این موضوع می‌تواند بر روی نمونه‌های خانم و با مؤلفه‌های دیگر بررسی شود.

محدودیت‌های این مطالعه عدم دسترسی به ابزار آزمایشگاهی پیشرفته همچون موشن، فورس پلیت وای ام جی جهت ارزیابی دقیق‌تر متغیرها و نیز عدم تعیین میزان تأثیر ژنتیک و انگیزه آزمودنی‌ها در اجرای آزمون‌ها بود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره IR.SSRI.REC.1399.880 دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه آقای حامد باباگل تبار سماکوش در گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه گیلان است. این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

References

- [1] Gibson JE, Pick AD. What infants learn about: locomotion and spatial layout. In: Gibson JE, Pick AD, editors. An ecological approach to perceptual learning and development. New York: Oxford University Press; 2000. [DOI:10.1093/oso/9780195118254.003.0007]
- [2] 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]
- [3] Bressel E, Yonker JC, Kras J, Heath EM. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of Athletic Training*. 2007; 42(1):42-6. [PMID]
- [4] Chimera NJ, Smith CA, Warren M. Injury history, sex, and performance on the functional movement screen and Y balance test. *Journal of Athletic Training*. 2015; 50(5):475-85. [DOI:10.4085/1062-6050-49.6.02] [PMID]
- [5] Sabin MJ, Ebersole KT, Martindale AR, Price JW, Broglio SP. Balance performance in male and female collegiate basketball athletes: influence of testing surface. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010; 24(8):2073-8. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181ddae13] [PMID]
- [6] Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. *Journal of Athletic Training*. 2012; 47(3):339-57. [DOI:10.4085/1062-6050-47.3.08] [PMID]
- [7] Butler RJ, Southers C, Gorman PP, Kiesel KB, Plisky PJ. Differences in soccer players' dynamic balance across levels of competition. *Journal of Athletic Training*. 2012; 47(6):616-20. [DOI:10.4085/1062-6050-47.5.14] [PMID]
- [8] Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, Shultz SJ. Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*. 2002; 37(4):501-6. [PMID]
- [9] Earl JE, Hertel J, Denegar CR. Patterns of dynamic malalignment, muscle activation, joint motion, and Patellofemoral-Pain syndrome. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2005; 14(3):216-33. [DOI:10.1123/jsr.14.3.216]
- [10] Herrington L, Hatcher J, Hatcher A, McNicholas M. A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. *The Knee*. 2009; 16(2):149-52. [DOI:10.1016/j.knee.2008.10.004] [PMID]
- [11] Attenborough AS, Sinclair PJ, Sharp T, Greene A, Stuelcken M, Smith RM, et al. The identification of risk factors for ankle sprains sustained during netball participation. *Physical therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*. 2017; 23:31-6. [DOI:10.1016/j.ptsp.2016.06.009] [PMID]
- [12] Butler RJ, Lehr ME, Fink ML, Kiesel KB, Plisky PJ. Dynamic balance performance and noncontact lower extremity injury in college football players: An initial study. *Sports Health*. 2013; 5(5):417-22. [DOI:10.1177/1941738113498703] [PMID]
- [13] de Noronha M, França LC, Haupenthal A, Nunes GS. Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: A prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2013; 23(5):541-7. [DOI:10.1111/j.1600-0838.2011.01434.x] [PMID]
- [14] López-Valenciano A, Ayala F, De Ste Croix M, Barbado D, Vera-García 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]
- [15] Booysen MJ, Gradidge PJ, Watson E. The relationships of eccentric strength and power with dynamic balance in male footballers. *Journal of Sports Sciences*. 2015; 33(20):2157-65. [DOI:10.1080/02640414.2015.1064152] [PMID]
- [16] Ambegaonkar JP, Mettinger LM, Caswell SV, Burt 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]
- [17] OZMEN T. Relationship between core stability, dynamic balance and jumping performance in soccer players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*. 2016; 1(8):110-13. [DOI:10.15314/tjse.93545]
- [18] Overmoyer GV, Reiser RF 2nd. Relationships between lower-extremity flexibility, asymmetries, and the Y balance test. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015; 29(5):1240-7. [DOI:10.1519/JSC.0000000000000693] [PMID]
- [19] Robinson R, Gribble P. Kinematic predictors of performance on the Star Excursion Balance Test. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2008; 17(4):347-57. [DOI:10.1123/jsr.17.4.347] [PMID]
- [20] Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2003; 35(10):1745-50. [DOI:10.1249/01.MSS.0000089346.85744.D9] [PMID]
- [21] Kianifar R, Lee A, Raina S, Kulic D. Automated assessment of dynamic knee valgus and risk of knee injury during the single leg squat. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*. 2017; 5:2100213. [DOI:10.1109/JTE-HM.2017.2736559] [PMID]
- [22] Myer GD, Brent JL, Ford KR, Hewett TE. Real-time assessment and neuromuscular training feedback techniques to prevent ACL injury in female athletes. *Strength and Conditioning Journal*. 2011; 33(3):21-35. [DOI:10.1519/SSC.0b013e318213afa8] [PMID]
- [23] Dai B, Layer JS, Bordelon NM, Critchley ML, LaCroix SE, George AC, et al. Longitudinal assessments of balance and jump-landing performance before and after anterior cruciate ligament injuries in collegiate athletes. *Research in Sports Medicine*. 2021; 29(2):129-40. [DOI:10.1080/15438627.2020.1721290] [PMID]

- [24] Gonell AC, Romero JA, Soler LM. Relationship between the Y Balance Test Scores and soft tissue injury incidence in a soccer team. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2015; 10(7):955-66. [PMID]
- [25] 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]
- [26] Chappell JD, Yu B, Kirkendall DT, Garrett WE. A comparison of knee kinetics between male and female recreational athletes in stop-jump tasks. *The American Journal of Sports Medicine*. 2002; 30(2):261-7. [DOI:10.1177/03635465020300021901] [PMID]
- [27] 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]
- [28] Shaffer SW, Teyhen DS, Lorensen CL, Warren RL, Koreerat CM, Straseske CA, et al. Y-balance test: a reliability study involving multiple raters. *Military Medicine*. 2013; 178(11):1264-70. [DOI:10.7205/MILMED-D-13-00222] [PMID]
- [29] Gamble P. *Strength and conditioning for team sports: Sport-specific physical preparation for high performance*. New York: Routledge; 2013. [Link]
- [30] Kendall FP. *Muscles: Testing and function, with posture and pain*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. [Link]
- [31] 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]
- [32] Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2005; 13(5):316-25. [DOI:10.5435/00124635-200509000-00005] [PMID]
- [33] Grood, ES, Noyes FR, Butler DL, Suntay WJ. Ligamentous and capsular restraints preventing straight medial and lateral laxity in intact human cadaver knees. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1981; 63(8):1257-69. [DOI:10.2106/00004623-198163080-00007]
- [34] Norkin CC, White DJ. *Measurement of joint motion: A guide to goniometry*. Philadelphia: FA Davis; 2016. [Link]
- [35] Nesser TW, Huxel KC, Tincher JL, Okada T. The relationship between core stability and performance in division I football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008; 22(6):1750-4. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181874564] [PMID]
- [36] Petrofsky JS, Cuneo M, Dial R, Pawley AK, Hill J. Core strengthening and balance in the geriatric population. *Journal of Applied Research*. 2005; 5(3):423-33. [Link]
- [37] Hiller CE, Kilbreath SL, Refshauge KM. Chronic ankle instability: evolution of the model. *Journal of Athletic Training*. 2011; 46(2):133-41. [DOI:10.4085/1062-6050-46.2.133] [PMID]
- [38] Barati A, Safarcherati A, Aghayari A, Azizi F, Abbasi H. Evaluation of relationship between trunk muscle endurance and static balance in male students. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2013; 4(4):289-94. [DOI:10.5812/asjsm.34250] [PMID]
- [39] Sharma L, Jamali ShN, Sharma J, Khanum Sh. Relationship between core stability and static balance in non-elite collegiate athletes. *Archives of Medicine and Health Sciences*. 2020; 8(2):236-9. [DOI:10.4103/amhs.amhs_96_20]
- [40] Silfies SP, Ebaugh D, Pontillo M, Butowicz CM. Critical review of the impact of core stability on upper extremity athletic injury and performance. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2015; 19(5):360-8. [DOI:10.1590/bjpt-rbf.2014.0108] [PMID]
- [41] Mandal S, Roy B, Saha GC. A relationship study between trunk muscle endurance with static and dynamic balance in female collegiate students. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*. 2017; 4(3):382-4. [Link]
- [42] Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-Kramer LC. Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2006; 36(3):131-7. [DOI:10.2519/jospt.2006.36.3.131] [PMID]
- [43] Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*. 2006; 36(3):189-98. [DOI:10.2165/00007256-200636030-00001] [PMID]
- [44] Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: A prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American Journal of Sports Medicine*. 2007; 35(7):1123-30. [DOI:10.1177/0363546507301585] [PMID]
- [45] 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]
- [46] 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]
- [47] 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]
- [48] Lederman E. The myth of core stability. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2010; 14(1):84-98. [DOI:10.1016/j.jbmt.2009.08.001] [PMID]