

Research Paper

Effect of Six Weeks of Progressive Jump-Landing Training on Jump Shooting Accuracy and Knee Valgus Angle in Male Basketball Players with Dynamic Knee Valgus

*Saeed Ghobadi Nezhad¹ , Seyyed Hosein Hoseini² , Ali Asghar Norasteh¹

1. Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran.

2. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran.



Citation: Ghobadi Nezhad S, Hoseini SH, Norasteh AA. [Effect of Six Weeks of Progressive Jump-Landing Training on Jump Shooting Accuracy and Knee Valgus Angle in Male Basketball Players with Dynamic Knee Valgus (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2021; 7(1):148-163. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.7.2.6>

<https://doi.org/10.32598/biomechanics.7.2.6>



Article Info:

Received: 13 May 2021

Accepted: 21 Jul 2021

Available Online: 01 Sep 2021

Keywords:

Progressive jump-landing training, Jump shooting, Dynamic knee valgus, basketball players

ABSTRACT

Objective Dynamic Knee Valgus (DKV) causes many acute and chronic knee injuries during deceleration and landing in sports activities and can affect the athletes' specific skills. This study aims to investigate the effect of 6 weeks of progressive jump-landing training on jump shooting accuracy and knee valgus angle in male basketball players with DKV.

Methods This is a quasi-experimental study conducted on 24 male basketball players with DKV in Mazandaran, who were selected purposefully. They were randomly divided into training and control groups. Their jump shooting accuracy was assessed by Boddington's Basketball Jump Shooting Accuracy Test, and their DKV angle was measured by a two-dimensional evaluation method in Quinoa software. In addition to their routine exercises, the training group performed the jump-landing training for 6 weeks at 3 sessions per week, while the control group performed their usual exercises only. In order to compare the two study groups, ANCOVA was used.

Results The progressive jump-landing program had a significant effect on jump shooting accuracy ($P=0.001$) and DKV angle ($P=0.001$).

Conclusion Six weeks of progressive jump-landing training can improve the jump shooting accuracy and knee valgus angle in basketball players with DKV. Therefore, jump landing exercises are recommended for improving the jump shooting skill and knee alignment in these athletes.

Extended Abstract

1. Introduction

A

nterior cruciate ligament (ACL) injury is the most common knee ligament injury, the mechanism of which is often in non-collision events such as jump-landing, cutting, and deceleration [1]. Basketball

is inherently a vertical sport and requires 35-46 jump and landing activities per game. The multidirectional nature of basketball requires constant acceleration and deceleration, forcing athletes to change direction every 2-3 seconds. When landing, the lower limbs are in certain position where the trunk has anterior flexion, hip adduction and internal rotation, 20-30 degree knee flexion, knee valgus, tibia external rotation and pronation of the anterior aspect of the foot, which can lead to complete rupture of the ACL [3].

* Corresponding Author:

Saeed Ghobadi Nezhad

Address: Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran.

Tel: +98 (938) 7889494

E-mail: saeedqobadii@gmail.com

If the basketball player's lower limbs be in good condition while shooting, the player has the ability to control the body and balance after successive attacks so that s/he can use the opponent's defensive gaps to shoot. Moreover, improper alignment after the shot, especially in rebounds, is a risk factor for lower limb injuries, especially the ACL [5, 6]. In most studies, the athletes that are at risk for non-collision ACL injury have not been investigated, and have mostly used expensive biomechanical tools. This study aims to investigate the effect of 6 weeks of progressive jump-landing training on jump shoot accuracy and knee valgus angle of basketball players with Dynamic Knee Valgus (DKV).

2. Methods

This is a quasi-experimental and interventional study with a pre-test/post-test design. The study population consists of all male basketball players with DKV aged 16-20 year in Mazandaran, Iran who had at least 4 years of regular exercise, three times per week. The number of samples was estimated 24 using G power software, considering $r^2=0.50$, test power=0.80 and alpha=0.05 according to previous studies [10, 11]. Subjects were randomly divided into two training and control groups. The training group, in addition to their usual exercises, performed the jump-landing training for 6 weeks, 3 sessions per week, while the control group performed their routine exercises only. After obtaining a written informed consent from the participants, their height and weight were measured using a tape measure and a scale. In order to identify people with DKV, the double-leg Squat test was used. Subjects' shooting skills were assessed using Boddington's Basketball Jump Shooting Accuracy Test, and DKV angle was measured using a camera (Nikon D3300, Thailand) and Quinoa software at two sessions.

3. Results

Table 1 shows the demographic characteristics of the two groups. The results showed that in the post-test phase,

Table 1. Demographic characteristics of the participants

Variable	Mean±SD		P
	Training (n=12)	Control (n=12)	
Age (year)	17.58±1.17	17.92±1.5	7.0
Height (cm)	191.33±5.08	192.67±4.49	0.5
Weight (kg)	86.92±3.42	87.33±5.29	0.22
Body Mass Index	23.75±0.81	23.5±0.69	0.57

the jump shooting accuracy of the training group was significantly higher compared to the control group ($P=0.001$) while the DKV angle of the training group was significantly lower compared to the control group ($P=0.001$). Therefore, it can be said that jump-landing training had a significant effect on these variables.

4. Discussion and Conclusion

The purpose of the present study was to evaluate the effectiveness of 6 weeks of progressive jump-landing training on jump shooting accuracy and knee valgus angle of basketball players with DKV. The results showed that after the training protocol, significant changes were made in the accuracy of jump shooting accuracy and DKV angle. One of the possible reasons for the effectiveness of the program is that the subjects received the necessary instructions and verbal feedback to improve the kinematics of the lower limb, especially the correction of the knee alignment in the frontal plane. Hence, the subjects performed the landing task with better skill after completing the training period. In terms of jump shooting accuracy, the program improved the player's ability to stop dribbling and change dynamic horizontal displacement into vertical displacement for shooting, in addition to transferring the force from the lower limbs to the trunk and upper limbs. This causes the player to be at the highest point and away from the opponent's defenders while jumping to shoot, leading to be more successful in scoring. On the other hand, it is believed that plyometric exercises increase the ability to use maximum force in the shortest possible time, stimulate the rapid change of eccentric contraction to concentric contraction, and allow more work to be done in less time. By using the elastic properties of the muscle-tendon unit, these exercises increase the power and, as a result, performance during functional activities [28].

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study obtained its ethical approval from the Sport Sciences Research Institute of Iran (Code: IR.SSRI.REC.1399.899).

Funding

This study was extracted from the MA. thesis of first author at the Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht.

Authors' contributions

All authors contributed equally in preparing this article

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

اثر شش هفته تمرینات پرش فرود پیش‌رونده بر دقت پرش شوت و زاویه والگوس پویای زانو در مردان بسکتبالیست با نقص والگوس زانو

*سعید قبادی‌نژاد^۱، سید حسین حسینی^۲، علی اصغر نورسته^۱

۱. گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران.
 ۲. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران.

حکیده

هدف: والگوس پویای زانو هنگام کاهش شتاب و فرود در فعالیت‌های ورزشی عامل بسیاری از آسیب‌های حاد و مزمن زانو است و می‌تواند بر مهارت‌های ویژه ورزشکار تأثیرگذار باشد؛ بنابراین هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر شش هفته تمرینات پرش فرود پیش‌رونده بر دقت پرش شوت بسکتبال و زاویه والگوس زانو در بسکتبالیست‌های دارای والگوس پویای زانو بود.

روش‌ها: این پژوهش نیمه‌تجربی بود. جامعه آماری پژوهش حاضر را مردان بسکتبالیست با نقص والگوس پویای زانوی استان مازندران در دامنه سنی شانزده تا بیست سال تشکیل دادند. ۲۴ نفر به صورت هدف‌دار از بین بازیکنان بسکتبال دارای والگوس پویای زانو، به عنوان نمونه‌های پژوهش انتخاب شدند. آزمودنی‌ها از نظر دقت پرش شوت بسکتبال با آزمون دقت پرش شوت بودینگتون و برای زاویه والگوس پویای زانو با استفاده از روش ارزیابی دوبعدی و نرم‌افزار کینوا ارزیابی شدند. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند. گروه آزمایش علاوه بر تمرینات مرسوم خود، برنامه تمرینی پرش فرود را به مدت شش هفته و سه جلسه در هفته انجام دادند، اما گروه کنترل صرفاً به تمرینات معمول خود پرداختند. به منظور مقایسه دو گروه آزمایش و کنترل در صورت نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کوواریانس با عامل پیش‌آزمون به عنوان کووریت استفاده شده است.

یافته‌ها: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات پرش فرود اثر معناداری بر بهبود مهارت دقت پرش شوت بسکتبال ($P=0/001$) و زاویه والگوس پویای زانو ($P=0/001$) در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون دارد.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج پژوهش حاضر، اجرای شش هفته تمرینات، منجر به بهبود مهارت دقت پرش شوت بسکتبال و زاویه والگوس پویای زانو شده است؛ بنابراین می‌توان تمرینات پرش فرود پیش‌رونده را جهت بهبود مهارت پرش شوت و راستای زانو در بسکتبالیست‌های دارای والگوس پویای زانو توصیه کرد.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۲ اردیبهشت ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۳۰ تیر ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۱۰ شهریور ۱۴۰۰

کلیدواژه‌ها:

تمرینات پرش فرود
 پیش‌رونده، دقت پرش
 شوت، زاویه والگوس
 پویا زانو، بازیکنان
 بسکتبال

مقدمه

در مطالعات اخیر گزارش شده که فشارهای وارده در مفصل زانو به صورت مجموعه‌ای عمل می‌کنند، به این صورت که آسیب‌های غیربرخوردی لیگامان متقاطع قدامی به صورت چندسطحی در سطوح ساجیتال، فرونتال و هوریزنتال بر اثر افزایش حرکت و فشار اتفاق می‌افتد [۱].

از طرف دیگر، بسکتبال ذاتاً یک ورزش عمودی است و نیاز به ۳۵ تا ۴۶ فعالیت پرش فرود در هر بازی دارد که دو تا چهار برابر بیشتر از فوتبال و والیبال است. ماهیت چندجانبه بسکتبال نیاز به شتاب و کاهش دائمی دارد و ورزشکاران را مجبور می‌کند هر دو تا سه ثانیه تغییر جهت بدهند.

آسیب لیگامان متقاطع قدامی شایع‌ترین آسیب لیگامانی زانو است که سازوکار آن اغلب در شرایط غیربرخوردی مانند فرود از پرش، کاهش شتاب و حرکات برشی است [۱]. این آسیب علاوه بر هزینه درمان زیاد (سالانه ۶۲۵ میلیون دلار)، موجب آسیب‌های ثانویه مانند استئوآرتریت (افزایش بیش از ده برابر)، پارگی مینیسک، مشکلات و مسائل روحی و روانی، از دست دادن مشارکت ورزشی و حتی از دست دادن فصول ورزشی می‌شود.

* نویسنده مسئول:

سعید قبادی‌نژاد

نشانی: رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی.

تلفن: ۷۸۸۹۴۹۴ (۹۳۸) +۹۸

پست الکترونیکی: saeedqobadii@gmail.com

ایجاد انقباض کانسنتریک قوی‌تر بعدی است. هدف اصلی تمرینات پلايومتریک بالا بردن تحریک‌پذیری سیستم عصبی جهت بهبود توانایی واکنشی سیستم عصبی عضلانی است.

اصول اساسی روش تمرین به سبک پلايومتریک عبارت است از: رفلکس‌های پروپریوسپتیو و ویژگی‌های الاستیک فیبرهای عضله. برنامه‌های تمرینی پلايومتریک با تمرکز بر راستای زانو و بهبود آن هنگام فعالیت‌های پویا باعث کاهش زاویه والگوس زانو و نیروهای عکس‌العمل زمین می‌شود.

در این خصوص هرینگتون با اعمال چهار هفته تمرینات پرش فرود بر عملکرد و زاویه والگوس زانوی بسکتبالیست‌های زن، به این نتیجه رسید که تمرینات با مدت‌زمان کم می‌تواند باعث بهبود زاویه والگوس و عملکرد شود [۴]. همچنین میر و همکاران در بررسی اثر تمرینات جامع عصبی عضلانی به این نتیجه رسیدند که ترکیب تمرینات چندجانبه با برنامه جامع مقادیر بیومکانیکی اجرا را بهبود می‌بخشد [۷].

علاوه بر این، هرینگتون و همکاران در پژوهشی دیگر اثر دو نوع تمرینات و قدرتی را بر زاویه والگوس زانوی زنان بررسی کرده‌اند. تمرینات به مدت شش هفته (حداقل پانزده جلسه) انجام گرفت. هر دو روش تمرینی تأثیرات مثبتی در زاویه والگوس زانو در بعضی آزمون‌ها و نه همه آنها داشتند.

تمرینات قدرتی باعث ایجاد تغییرات چشمگیر در زاویه والگوس زانو هنگام اسکات تک پا و فرود تک پا شد، درحالی‌که تمرین به طور قابل توجهی روی فرود تک پا و فرود جفت تأثیر داشت [۸].

همچنین احمد السید احمد، پژوهشی تحت عنوان بهبود آمادگی جسمانی اسکلتی عضلانی و افزایش عملکرد مهارت‌های بسکتبالیست‌های با میانگین سنی هجده سال از طریق هشت هفته برنامه تمرینی عصبی عضلانی که شامل تمرینات با تأکید بر ثبات ناحیه مرکزی بدن و قدرتی اندام تحتانی بود، انجام دادند.

گروه تمرینی عصبی عضلانی در آزمون‌های مهارتی ایفرد بسکتبال که شامل فاکتورهای پاس دادن، سرعت شوت‌زنی، دربیبل‌زنی و دفاع کردن است، بین ۱۸ تا ۳۰ درصد بهبود نشان دادند در مقابل، این بهبود در گروه کنترل بین ۱۰ تا ۱۷ درصد بود [۹].

حسین محمود و مونیوم الوسوفی در پژوهشی اثر تمرینات تعادلی را بر برخی از متغیرهای کینماتیکی و دقت پرش شوت بررسی کرده‌اند. این تمرینات به مدت هشت هفته و هر هفته پنج جلسه و هر جلسه ۱۲۰ دقیقه که چهار دقیقه آن شامل تمرینات تعادلی می‌شد، صورت گرفت.

نتایج بیانگر بهبود در مسیر حرکت مرکز ثقل برای مسیرهای

همچنین ۸۰ درصد آسیب‌های لیگامان متقاطع قدامی ناشی از سازوکار غیربرخوردی است که بیش از ۷۰ درصد آن هنگام فرود از پرش رخ می‌دهد. به محض فرود، اندام تحتانی در وضعیت خاصی قرار می‌گیرد که شامل فلکشن قدامی تنه، آداکشن و چرخش داخلی ران، بیست تا سی درجه فلکشن زانو، والگوس زانو، چرخش خارجی درشت نی و پرونیشن بخش قدامی پا است. این وضعیت را غیرقابل برگشت یا والگوس کلاپس می‌گویند.

فرود با وضعیت والگوس کلاپس موجب اعمال مقدار زیادی استرس به لیگامان متقاطع قدامی می‌شود که می‌تواند منجر به پارگی کامل رباط صلیبی قدامی هم شود، همچنین افزایش زاویه والگوس یا مقدار گشتاور ابدکتوری زانو در حرکت فرود از پرش با آسیب‌های زانو ارتباط دارد [۳].

وضعیت والگوس پویای زانو به عنوان ترکیبی از آداکشن و چرخش داخلی ران و همچنین آداکشن و چرخش خارجی درشت‌نی در فعالیت‌های اسکات و پرش فرود تعریف شده است که یکی از عوامل اصلی وقوع آسیب لیگامنت متقاطع قدامی در بسکتبال به شمار می‌آید [۴].

علاوه بر این، اگر هنگام شوت زدن، اندام تحتانی بسکتبالیست در وضعیت مناسب و بدون والگوس پویای زانو باشد، بازیکن توانایی کنترل بدن و تعادل خود را پس از حمله‌های پی در پی دارد تا بتواند از شکاف‌های دفاعی رقیب برای شوت زدن استفاده کرده و از آسیب اندام تحتانی، به‌ویژه پارگی لیگامنت صلیبی قدامی دور بماند.

برای رسیدن به این مهارت، بازیکن به توانایی فیزیکی و مکانیکی بالایی در پرش عمودی به منظور رسیدن به بالاترین نقطه و تبدیل جابه‌جایی افقی مرکز ثقل بدن به جابه‌جایی عمودی نیاز دارد تا بتواند به طور دقیق مسیر توپ را هدایت کرده و زاویه و راستای مناسبی را برای شوت زدن که منجر به افزایش دقت و نسبت موفقیت شوت خواهد شد، داشته باشد. همچنین قوس و زاویه پرش و همچنین ایجاد یک زاویه مناسب ورود توپ به حلقه از مهم‌ترین عوامل موفقیت در پرش شوت بسکتبال است [۵].

علاوه بر این، راستای نامناسب پس از پرش شوت، مخصوصاً در ریباند از عوامل آسیب اندام تحتانی، به‌ویژه لیگامنت صلیبی قدامی محسوب می‌شود [۶]. همچنین نشان داده شده که تمرینات مختلفی، چون تعادلی، پلايومتریک، پیشگیری از آسیب لیگامنت صلیبی قدامی، عصبی عضلانی و... موجب پیشرفت عملکرد جسمانی و تکنیکی می‌شود [۵].

به طور ویژه تمرینات پلايومتریک یا پرش فرود به عنوان یک حرکت سریع نیرومند تعریف می‌شود که شامل کشش اولیه عضله و فعال شدن سیکل یک کشش کوتاهی جهت

روش‌شناسی

این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی و آزمایشی (تمرینات پرش فرود)، با یک طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری پژوهش حاضر را بازیکنان مرد بسکتبالیست با نقص والگوس داینامیک زانوی استان مازندران در دامنه سنی بین شانزده تا بیست سال تشکیل دادند که حداقل چهار سال سابقه ورزش منظم به صورت سه جلسه در هفته را داشته‌اند. تعداد نمونه برای پژوهش حاضر با نرم‌افزار تعیین حجم نمونه G power (با در نظر گرفتن $r^2=0/50$ ، $power=0/80$ و آلفای $0/05$) ۲۴ آزمودنی تخمین زده شد که مطابق با تحقیقات پیشین [۱۱] بود.

همچنین آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (تمرینات پرش فرود) و کنترل قرار گرفتند. گروه آزمایش علاوه بر تمرینات مرسوم خود، برنامه تمرینی پرش فرود را به مدت شش هفته و سه جلسه در هفته انجام دادند، اما گروه کنترل صرفاً به تمرینات معمول خود پرداختند.

تکمیل فرم رضایت‌نامه و اندازه‌گیری قد و وزن توسط آزمونگر به وسیله متر نواری و ترازو انجام شد. ابتدا از بین افرادی که شرایط ورود به پژوهش را داشتند، به منظور شناسایی افراد دارای والگوس داینامیک زانو، در طی یک جلسه با استفاده از آزمون اسکات جفت پا، افراد با والگوس داینامیک زانو غربال شده و تعداد ۲۴ نفر انتخاب شدند.

در ادامه مهارت شوت آزمودنی‌ها به کمک آزمون مهارت دقت شوت بودینگتون و زاویه والگوس زانو با استفاده از دوربین فیلم‌برداری (Nikon d3300) ساخت کشور تایلند و نرم‌افزار کینوا در طی دو جلسه ارزیابی شد. شناسایی افراد دارای والگوس داینامیک زانو: به منظور شناسایی افراد دارای والگوس داینامیک زانو از آزمون اسکات جفت پا استفاده شد [۱۲].

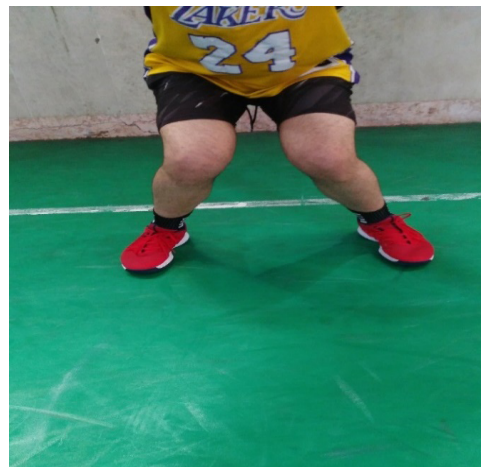
افقی و عمودی و انتقال جابه‌جایی افقی به جابه‌جایی عمودی است که باعث می‌شود بسکتبالیست بتواند به بیشترین ارتفاع برسد و همچنین بهبود زوایای شوت که از مهم‌ترین عامل برای قرار گرفتن توپ در مسیر درست جهت ورود به حلقه است [۵].

تقریباً در بیشتر تحقیقات در این زمینه که تمرکز آن‌ها بیشتر بر زنان بوده و فیزیک متفاوتی با مردان دارند، عدم غربالگری مناسب و انتخاب هدفمند آزمودنی‌ها به عنوان افرادی که بیشتر در معرض خطر آسیب غیربرخوردی لیگامان صلیبی قدامی هستند، صورت نگرفته است.

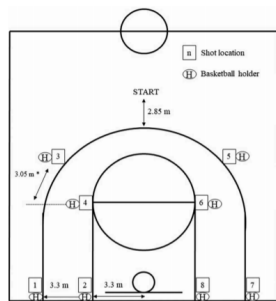
بنابراین شناسایی ورزشکارانی که ممکن است بیشتر در معرض خطر بروز آسیب لیگامان صلیبی قدامی باشند، اهمیت بسزایی در توسعه برنامه‌های پیشگیری از آسیب‌دیدگی لیگامانی زانو دارد. همچنین ارزیابی عوامل خطرزای آسیب لیگامان صلیبی قدامی از طریق روش‌های بیومکانیکی نیازمند تکنیک‌های آزمایشگاهی سه‌بعدی است.

از آنجا که این امکانات آزمایشگاهی با وجود اینکه روایی و پایایی بسیار بالایی دارد، اما بسیار گران و زمان‌بر است و به متخصص مرتبط نیاز دارد و نمی‌توان تمام ورزشکاران را برای ارزیابی خطر آسیب با این روش‌ها ارزیابی کرد. همچنین استفاده از آن در هر مکانی غیرممکن است.

اما در این پژوهش ارزیابی ورزشکاران با استفاده از آزمون‌های میدانی به عنوان یک ابزار بسیار ارزشمند و کاربردی که به راحتی با کمترین امکانات قابل اجراست، صورت گرفت؛ بنابراین محقق در نظر دارد تا اثر شش هفته تمرینات پیش‌رونده بر دقت شوت و زاویه والگوس زانوی بسکتبالیست‌های دارای والگوس پویای زانو بررسی کند.



تصویر ۱. والگوس داینامیک زانو



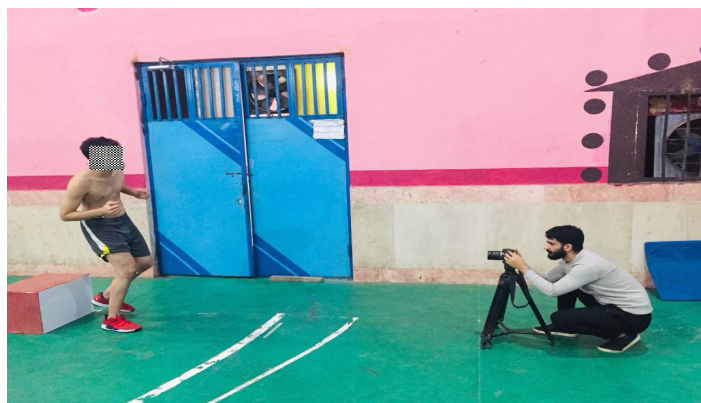
تصویر ۲. آزمون مهارت دقت شوت بودینگتون

مجله بیومکانیک ورزشی

توپ اول از هشت توپ موجود در هشت نقطه متفاوت حرکت می‌کند. علاوه بر این، بعد از رسیدن به هر نقطه در منطقه تعبیه شده 60×60 سانتی‌متر شوت خواهد کرد، همچنین محقق می‌تواند دستورات شفاهی خود را به منظور صحیح انجام دادن به آزمودنی بدهد. امتیاز آن بین صفر تا سه است، به نحوی که اگر به حلقه برخورد نکند، امتیاز صفر، به حلقه برخورد کند و گل نشود، امتیاز یک، به حلقه برخورد کند و گل شود، امتیاز دو و همچنین مستقیم و بدون برخورد به حلقه گل شود، امتیاز سه داده می‌شود. عملکرد کلی آزمون برای هر تلاش (هشت شوت) تعیین می‌شود. به عنوان مثال، اگر یک آزمودنی در یک تلاش از هر شوت امتیاز دو کسب کند، نمره کلی شانزده ثبت می‌شود.

ثبت امتیاز از طریق مشاهده صورت گرفته و همچنین آزمودنی این آزمون را چهار بار تکرار و بین هر کدام دو دقیقه استراحت می‌کند و میانگین چهار تکرار به عنوان نمره آزمودنی در آزمون‌های آماری استفاده می‌شود (تصویر شماره ۲) [۱۴].

ارزیابی والگوس داینامیک زانو: برای اندازه‌گیری زاویه والگوس از آزمون فرود تک پا استفاده شد. برای اجرای این آزمون، آزمودنی‌ها به حالت ایستاده با پای برهنه که به اندازه عرض شانه‌های خود از هم فاصله داشتند و همچنین دست‌ها روی لگن قرار داشته است، از سکویی به ارتفاع سی سانتی‌متر که با محل فرود سی سانتی‌متر فاصله داشت، با پای برتر فرود آمدند.



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۳. آزمون پرش تک پا

بر اساس یافته‌های پل و همکاران تست اسکات بالای سر برای تشخیص وجود و نبود والگوس داینامیک زانو اجرا شد. هر آزمودنی در وضعیت ایستاده پنج آزمون اسکات روی هر دو پا در شرایط استاندارد (پاها به اندازه عرض شانه باز، انگشتان مستقیم رو به جلو، دست‌ها بالای سر با آرنج قفل‌شده در اکستنشن، زانوها تا نود درجه فلکشن شدند) اجرا کرد، درحالی‌که آزمونگر از روبه‌رو او را مشاهده می‌کرد (تصویر شماره ۱).

برای به حداقل رساندن اثر یادگیری اجازه داده نمی‌شد که پیش از آزمون اسکات تمرین شود. اگر هنگام حرکت و اجرای سه آزمون اسکات از پنج اسکات، با مشاهده از نمای قدامی اگر نقطه میانی کشکک پای برتر از بخش داخلی انگشت بزرگ پا عبور می‌کرد، فرد دارای والگوس داینامیک زانو تشخیص داده می‌شد. میزان روایی و پایایی این آزمون به ترتیب ۷۸ درصد و ۷۳ درصد گزارش شده است [۱۳].

ارزیابی آزمون مهارت شوت بودینگتون (۲۰۱۹): این آزمون برای اندازه‌گیری دقت شوت بسکتبالیست‌ها به کار می‌رود که شامل چهار شوت دو امتیازی و چهار شوت سه امتیازی (در مجموع هشت شوت) از سمت چپ و راست زمین بازی است. برای نگهداری توپ‌ها در یک ارتفاع مشخص و ثابت از دستگاه‌های نگاه‌دارنده به طول یک متر استفاده شد.

آزمودنی، آزمون را از نیمه زمین شروع کرده و به سمت



تصویر ۴. تمرینات

مجله بیومکانیک ورزشی

پرش فرود مورد استفاده در پژوهش حاضر برگرفته از پروتکل هرینگتون و همکاران است [۸] که به مدت شش هفته و هفته‌ای سه جلسه (هجده جلسه) روی آزمودنی‌های گروه آزمایش اجرا شد.

همچنین هفته اول تمرینات مذکور شامل مرحله آماده‌سازی ورزشکاران است که منجر به آشنایی آن‌ها با نوع تمرینات و آماده کردن آن‌ها می‌شود. تنوع تمرینات از سطح آسان شروع و به سطح دشوار می‌رسید، به نحوی که پیشروی تمرینات از پرش‌های جفت پا مانند پرش اسکات، پرش با چرخش ۱۸۰ درجه، پرش به جهت‌های متفاوت و... به سمت پرش و جهش‌های تک پا مانند جهش به جهت‌های متفاوت، جهش متقاطع، جهش با چرخش ۱۸۰ یا ۹۰ درجه و... است.

برنامه تمرینات هر دو پا چهار جلسه تغییر می‌کرد و تمرینات جدید یا دشواری به آن افزوده می‌شد و همچنین میزان تکرارها در هر هفته با توجه به توانایی‌های فرد تغییر می‌کرد. هدف آن بود که تکرارهای هر تمرین در هر دست به میزان پرش در هفته پروتکل برسد.

پیش از شروع برنامه تمرینات، برنامه گرم کردن عمومی شامل دویدن نرم، حرکات کششی استاتیک و پویای اندام تحتانی به مدت پنج تا هفت دقیقه انجام می‌گیرد. میزان ست و تکرار بر اساس موارد پیشنهادی [۱۸، ۱۷] و حجم تمرینات (بر اساس تعداد پرش) در هر هفته بر اساس پژوهش اراضی و همکاران [۱۹] طراحی شده است. به این صورت که ورزشکاران در هفته اول ۱۱۷ پرش در هر جلسه انجام داده که به صورت

آزمودنی‌ها هنگام آزمون فعالیت‌هایی مانند پرش به بالا یا جلو نداشته‌اند و صرفاً عمل فرود را انجام داده و همچنین عمل فرود را به مدت دو ثانیه حفظ کرده‌اند. عمل فرود آزمودنی‌ها به وسیله دوربین فیلم‌برداری دارای حافظه جانبی در ارتفاع ۱۰۲ سانتی‌متر روی سه پایه و در فاصله ۳۶۶ سانتی‌متر از جعبه در نمای فرونتال قرار گرفت، به نحوی که تصویر اندام تحتانی فرد به طور کامل در کادر دوربین بود. قبل از انجام آزمون، آزمودنی سه بار حرکت فرود را تمرین می‌کرد. سه کوشش موفقیت‌آمیز برای هر آزمودنی ثبت می‌شد. میانگین زوایای سه کوشش در تجزیه و تحلیل نهایی استفاده شد. سپس زاویه والگوس زانو توسط نرم‌افزار کینوا محاسبه شد [۱۵].

درواقع، با بررسی فریم به فریم در تصویرهای ویدئویی گرفته شده، تصویر فرود کامل، فریمی بود که آزمودنی در پایین‌ترین ارتفاع (حداکثر فلکشن زانو) قرار می‌گرفت. زاویه والگوس زانو در فریم این تصویر محاسبه شد. زاویه والگوس زانو بر اساس تعیین زاویه حاده بین دوخطی که از خار خاصه‌ای قدامی فوقانی (ASIS) همان سمت با مرکز کشکک و خط عبوری از مرکز کشکک و مرکز قوزک‌ها رسم می‌شد، تعیین شد [۱۶]. [۱۵]. مارکرهای مشخص شده در سه ناحیه خاصه قدامی فوقانی، مرکز استخوان کشکک و وسط مچ پا قرار داشتند. عدد به دست آمده از ۱۸۰ کم می‌شد و به عنوان زاویه راستای زانو در صفحه فرونتال در تحلیل نهایی استفاده شد (تصویر شماره ۳).

برنامه تمرینی پرش فرود: پروتکل تمرینات پیش‌رونده

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد مشخصات فردی و آنتروپومتریک آزمودنی‌ها

P	میانگین \pm انحراف معیار		متغیر
	کنترل (دوازده نفر)	آزمایش (دوازده نفر)	
۰/۷	۱۷/۹۲ \pm ۱/۵	۱۷/۵۸ \pm ۱/۱۷	سن (سال)
۰/۵	۱۹۲/۶۷ \pm ۴/۴۹	۱۹۱/۳۳ \pm ۵/۰۸	قد (سانتی‌متر)
۰/۲۲	۸۷/۳۳ \pm ۵/۲۹	۸۶/۹۲ \pm ۳/۴۲	وزن (کیلوگرم)
۰/۵۷	۲۳/۵۵ \pm ۰/۶۹	۲۳/۷۵ \pm ۰/۸۱	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)

مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۲. آزمون شاپیرو ویلک به منظور سنجش طبیعی بودن داده‌ها

متغیر	گروه آزمایش (دوازده نفر)		گروه کنترل (دوازده نفر)	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
شوت بسکتبال	۰/۱۱	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۱۹
داینامیک والگوس زانو	۰/۱	۰/۸۹	۰/۲۷	۰/۴۱

* سطح معناداری $P < 0.05$

مجله بیومکانیک ورزشی

عامل برای قرار گرفتن توپ در مسیر درست جهت ورود به حلقه است [۵].

اما تمرکز پژوهش‌های یادشده بر افراد سالم و بدون اختلالات خاصی بوده است که می‌تواند در نتایج کلی اثرگذار باشد. به طور مثال، زوایای مفاصل بدن به‌طور ویژه اندام تحتانی و فوقانی هنگام پرش شوت می‌تواند موفقیت شوت‌زنی در بسکتبال را تحت تأثیر قرار دهد [۶].

درواقع، والگوس پویای زانو که یکی از عوامل آسیب‌دیدگی اندام تحتانی، به‌خصوص لیگامان متقاطع قدامی محسوب می‌شود، می‌تواند در میزان موفقیت پرش شوت بسکتبال تأثیر بگذارد. به همین منظور پژوهش حاضر برخلاف بیشتر پژوهش‌ها از افراد دارای والگوس پویای زانو استفاده کرده است.

علاوه بر این، در این پژوهش از آزمون دقت شوت بودینگتون استفاده شده است که طی آن بازیکن بسکتبال چهار دور و هر دور هشت پرش شوت به ثمر می‌رساند (مجموع ۳۲ پرش شوت)، این مورد به بازیکن این امکان را می‌دهد که شوت‌های کافی را برای ارزیابی دقیق دقت شوت انجام دهد [۱۴].

در مهارت پرش شوت، هدف رسیدن به بالاترین نقطه بدون برخورد با مدافع، پرتاب توپ به صورت دقیق و فرود بدون خطا و آسیب‌دیدگی است [۲۱]. هرچه جابه‌جایی افقی پس از فرود کمتر باشد، خطر برخورد با مدافع و ارتکاب خطاهای شخصی کاهش می‌یابد.

پیش‌رونده در هر هفته به تعداد پرش اضافه خواهد شد (تصویر شماره ۴).

به منظور مقایسه دو گروه آزمایش و کنترل در صورت نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کوواریانس با عامل پیش‌آزمون به عنوان کوواریت استفاده شده است.

نتایج

جدول شماره ۱ ویژگی‌های آنتروپومتریک گروه آزمایش و کنترل را نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات این جدول، آزمودنی‌ها به لحاظ ویژگی‌های آنتروپومتریک همگن بودند ($P > 0.05$).

حسین محمود و مونیوم الوسوفی، در پژوهشی اثر تمرینات تعادلی پویا را بر برخی از متغیرهای کینماتیکی و دقت پرش شوت بررسی کرده‌اند. بازیکنان بسکتبال جوان زیر شانزده سال، ثبت‌شده در فدراسیون بسکتبال مصر برای فصل ورزشی ۲۰۱۵ به صورت آگاهانه و در مجموع ده بازیکن انتخاب شدند. سپس از فعالیت پرش شوت آزمودنی‌ها پس از دربیبل زدن برای اندازه‌گیری برخی متغیرهای کینماتیکی که بر پرش شوت تأثیر می‌گذارد، فیلم گرفته شد.

نتایج بیانگر بهبود در مسیر حرکت مرکز ثقل برای مسیرهای افقی و عمودی و انتقال جابه‌جایی افقی به انرژی حرکت عمودی که باعث می‌شود بسکتبالیست بتواند به بیشترین ارتفاع برسد و همچنین بهبود زوایای شوت که از مهم‌ترین

جدول ۳. مقایسه متغیرها در پس‌آزمون بین گروه‌ها

متغیر	گروه	میانگین	نسبت F	درجه آزادی	P	مقدار اثر
دقت شوت	آزمایش	۱۱/۱	۷۶/۳۷۷	۱	۰/۰۰۱	۰/۹۲
	کنترل	۱۰/۱				
زاویه والگوس زانو	آزمایش	۱۵/۱	۳۶/۴۶۳	۱	۰/۰۰۱	۰/۹۱
	کنترل	۱۸/۰				

مجله بیومکانیک ورزشی

تمرینات بر زاویه والگوس زانو به وسیله آزمون‌های اسکات تک پا، تک پا و جفت پا محاسبه شد.

تمرینات قدرتی باعث ایجاد تغییرات چشمگیر در زاویه والگوس زانو هنگام اسکات تک پا و فرود تک پا شد، در حالی که تمرین به طور قابل توجهی بر فرود تک پا و فرود جفت پا تأثیر داشت؛ بنابراین گزارش کرده‌اند که تغییرات گزارش شده مربوط به ماهیت تمرین و فعالیت‌هایی است که در طول آن انجام شده است [۸].

با توجه به مورد استفاده قرار گرفتن پروتکل هرینگتون و همکاران در پژوهش حاضر، از دلایل استفاده مجدد از پروتکل در این پژوهش می‌توان به این نکته اشاره کرد که هرینگتون و همکاران این پروتکل را بر زنان غیور ورزشکار، سالم و بدون اختلال حرکتی ویژه‌ای اجرا کرده‌اند؛ بنابراین این نیاز احساس می‌شد که این پروتکل به طور ویژه در جامعه مردان بسکتبالیست با اختلال حرکتی ویژه انجام شود تا اثربخشی آن مورد آزمون قرار گیرد.

همچنین شومدر و سیبر در پژوهشی تأثیر یک برنامه تمرینی عصبی عضلانی شش هفته‌ای در خانه را بر والگوس پویای زانوی ورزشکاران بسکتبال و والیبال با استفاده از پرس جانبی به صورت تک پا مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که برخلاف گروه کنترل، بهبود چشمگیری در زاویه والگوس پویای زانو در گروه آزمایش به دست آمده است [۲۵].

از طرف دیگر، کریمی‌زاده اردکانی در یک پژوهش، اثر تمرینات ثبات‌دهنده هاپینگ را بر بیومکانیک فرود بسکتبالیست‌های دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا بررسی کرده‌اند. ۲۸ بسکتبالیست مرد با میانگین سنی ۲۲ سال به صورت تصادفی به دو گروه آزمایش (تمرینات هاپینگ) و کنترل (تمرینات معمول) تقسیم شدند و تمرینات را به مدت شش هفته (هجده جلسه) که شامل انواع جهش‌ها به جهت‌های متفاوت بود، انجام دادند.

کینتیک و کینماتیک اندام تحتانی در یک فعالیت و نیز عملکرد توسط گزارش ورزشکار قبل و بعد از تمرینات ارزیابی شد. نتایج بیانگر بهبود عوامل بیومکانیکی اندام تحتانی، به‌ویژه والگوس پویای زانوی بسکتبالیست‌های مرد دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا بوده است [۲۶].

همچنین ساکی و مدهوش در یک مطالعه به بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات پلائیومتریک بر راستای لگن و زانو در زنان فعال دارای والگوس پویای زانو پرداخته‌اند. به این منظور ۲۶ زن با دامنه سنی ۱۳ تا ۲۳ سال دارای والگوس پویای زانو به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (تمرینات پلائیومتریک) و کنترل (تمرینات معمول) قرار گرفتند.

در پژوهشی به این نتیجه رسیده‌اند که پس از تمرینات تعادلی و عصبی عضلانی، زوایا و راستای مفاصل بدن هنگام پرش شوت بهبود می‌یابد، به طوری که این مفاصل به طور مؤثر باز می‌شوند تا بازیکن به دور از مدافع حریف به بالاترین نقطه رفته و یک پرتاب دقیق را به ثمر برساند [۲۲].

همچنین بهبود این مهارت می‌تواند به دلیل بهبود تعادل پویا باشد. به این صورت که تسلط و کنترل تمام بدن و به‌ویژه اندام تحتانی از ابتدای مچ پا که بیشترین فشار را در حفظ وضعیت بدن تحمل می‌کند، در حفظ راستای بدن قبل، هنگام و بعد از پرش شوت مؤثر است.

این تأثیرات را می‌توان به تمرینات پلائیومتریک و مانند پروتکل مورد استفاده در این پژوهش نسبت داد که باعث پیشرفت سرعت، چابکی و توان عضلات که یک بازیکن بسکتبال برای بهبود زمان پریدن در پرش شوت نیاز دارد، خواهد شد [۵].

همچنین بهبود توانایی پرش شوت را می‌توان به افزایش حداکثر قدرت عضلانی نسبت داد که اثر مثبت تمرینات به عنوان شاخصی برای افزایش حداکثر قدرت عضلانی نشان داده شده است [۲۳، ۲۴].

در واقع، این مورد منجر به بهبود توانایی بازیکن در متوقف کردن دربیبل و تبدیل جابه‌جایی افقی پویا به جابه‌جایی عمودی برای پرش شوت و همچنین انتقال نیرو از اندام تحتانی به تنه و به اندام فوقانی و هماهنگی این فرایند می‌شود که باعث می‌شود بازیکن هنگام پرش شوت در بالاترین نقطه و به دور از مدافعان حریف قرار بگیرد که نهایتاً در کسب امتیاز موفق‌تر خواهد بود [۵].

از طرف دیگر، مطالعه حاضر نشان داد که شش هفته تمرین می‌تواند منجر به بهبود زاویه والگوس پویای زانو در مردان بسکتبالیست با نقص والگوس زانو شود. در خصوص زاویه والگوس پویای زانو، لی هرینگتون به بررسی اثر چهار هفته تمرینات بر زاویه والگوس زانو و عملکرد متقاطع هاپ بر زنان بسکتبالیست با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۴ ساله پرداخت.

محقق به دنبال پی بردن این بوده است که آیا تمرینات کوتاه‌مدت بر راستای زانو و عملکرد ورزشکاران تأثیر می‌گذارد؟ در نهایت، به این نتیجه رسید که تمرینات با مدت‌زمان کم می‌تواند باعث بهبود زاویه والگوس و عملکرد شود [۴] که تصور می‌شود اثر مثبت این مدت‌زمان تمرینات، ناشی از تلقین و بهبود عملکرد عصبی عضلانی باشد.

لی هرینگتون و همکاران در پژوهشی دیگر اثر دو نوع تمرینات و قدرتی را بر زاویه والگوس زانو زنان بررسی کرده‌اند. تمرینات به مدت شش هفته (حداقل پانزده جلسه) انجام و اثر

نکته اشاره کرد که در طول تمرینات، آزمودنی‌ها دستورالعمل و فیدبک‌های کلامی لازم در راستای بهبود کینماتیک اندام تحتانی، به‌خصوص اصلاح راستای زانو در صفحه فرونتال دریافت می‌کردند.

به عبارت دیگر، می‌توان به این نتیجه رسید که آزمودنی‌ها تکلیف فرود را بعد از اتمام دوره تمرینی با مهارت بهتری انجام می‌دادند. تحقیقات متعددی اثربخش بودن روش‌های مختلف بازخورد (کلامی و بینایی) را بر پارامترهای کینماتیکی و کینتیکی بررسی کرده‌اند و نتیجه این تحقیقات توسعه تکنیک صحیح بوده است [۳۳-۳۵].

یک نقص عمده بیشتر تحقیقات گذشته استفاده از بازخورد به تنهایی و بدون ترکیب با مدالیته‌های دیگر (تمرینات قدرتی، پلايومتریک و...) بوده است و معمولاً به صورت کوتاه‌مدت و یک جلسه‌ای بوده است، درحالی‌که در پژوهش حاضر تمرینات همراه با فیدبک به مدت شش هفته و سه جلسه در هفته انجام شد.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج پژوهش حاضر شواهدی مبنی بر اثر مثبت تمرینات بر بهبود مهارت پرش شوت بسکتبال و بهبود کنترل زانو در صفحه فرونتال در مردان بسکتبالیست دارای والگوس پویای زانو ارائه داد. از این رو، با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان گفت شش هفته تمرینات در مردان بسکتبالیست با نقص والگوس زانو می‌تواند دقت پرش شوت بسکتبال را بهبود بخشد و عوامل خطر قابل تعدیل آسیب لیگامان صلیبی قدامی نظیر والگوس پویای زانو را کاهش دهد، هرچند به مطالعات بیشتری در این زمینه نیاز است.

پیشنهاد می‌شود محققان و مربیان برای طراحی آزمایشات تمرینی به منظور کاهش زاویه والگوس پویای زانو و بهبود مهارت دقت پرش شوت بسکتبال، تفاوت‌های مشاهده‌شده در سازوکارهای آسیب را در نظر بگیرند و برنامه‌های ویژه‌ای را ارائه دهند که نقص عصبی عضلانی را به طور خاص مورد توجه قرار دهد.

در مورد محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به موارد مختلفی اشاره کرد. به طور مثال، استفاده از ابزارهای دقیق‌تر در غربالگری و اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش، استفاده از جامعه وسیع‌تر و همچنین با توجه به اینکه شروع و پایان آزمون‌های عملکردی به صورت چشمی در پژوهش بررسی شد و احتمال دارد این روش دارای خطاهای خاصی در نمره‌گذاری باشد، توصیه می‌شود برای پژوهش‌های آینده در این زمینه از دستگاه‌های فوتوفینیش استفاده شود.

آزمودنی‌هایی وارد مطالعه شده‌اند که زاویه والگوس بیشتر از دوازده درجه هنگام آزمون فرود تک پا از خود نشان دادند. زوایای والگوس زانو و افت لگن هنگام فرود تک پا با استفاده از روش ارزیابی دوتعدی محاسبه شد. نتایج بیانگر بهبود زاویه والگوس زانو و عدم تغییر زاویه افت لگن در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل بود [۲۷].

نحوه اجرا و نوع تمرینات، آزمودنی، نحوه غربالگری و ارزیابی زاویه والگوس پویای زانو از تفاوت‌های پژوهش‌های یادشده با پژوهش حاضر محسوب می‌شود، اما برخی محققان نیز از برخی آزمایشات تمرینی استفاده کردند که در کاهش والگوس پویای زانو ناموفق بودند. این برنامه‌ها اغلب بر تمرینات تعادلی یا قدرتی متمرکز بوده‌اند. اگرچه مکانیسم دقیق فیزیولوژیک تأثیر تمرینات در بهبود عملکردهای فانکشنال هنوز در حد تئوری است، اما این باور وجود دارد که تمرینات پلايومتریک توانایی استفاده از حداکثر نیرو را در کوتاه‌ترین زمان ممکن افزایش می‌دهند، باعث تحریک تغییر سریع انقباض برون‌گرا به درون‌گرا شده و اجازه می‌دهند کار بیشتری در زمان کمتری انجام شود. همچنین با بهره‌گیری از خواص الاستیکی واحد عضلانی و تری باعث افزایش توان و در نتیجه، عملکرد بهتر هنگام اجرای فعالیت‌های فانکشنال می‌شوند [۲۸-۳۱].

اگر چه مقایسه این تحقیقات به‌طور کامل ممکن نیست، زیرا آزمون عملکردی و روش ارزیابی والگوس پویای زانو در همه آن‌ها یکسان نیست و گاه در برخی تحقیقات که شامل چندین نوع آزمون عملکردی بوده‌اند، گزارش شده که پس از اعمال برنامه تمرینی هنگام اجرای یک آزمون والگوس کاهش یافته است، اما هنگام اجرای آزمون دیگر، تغییری مشاهده نشده است. از طرف دیگر، اغلب تحقیقات یادشده روی آزمودنی‌های سالم صورت گرفته است، درحالی‌که انتخاب آزمودنی‌های تحقیق حاضر به صورت هدفمند و از بین افرادی که دارای والگوس پویای زانو بودند، انجام شد.

تاکنون برنامه‌های تمرینی مختلفی برای کاهش آسیب‌های لیگامان صلیبی قدامی طراحی شده است. ترکیب تمرینات قدرتی، تعادل و انعطاف‌پذیری اثرات مثبتی در کاهش عوامل بیومکانیکی خطرساز آسیب لیگامان صلیبی قدامی داشته‌اند [۲۹، ۳۲].

اگر چه میزان اثربخشی هر جزء این برنامه‌ها از نظر درصد ناشناخته است، اما مطالعات نشان داده‌اند تمرینات دارای تکنیک بازخورد به تنهایی می‌تواند برخی عوامل خطرساز آسیب لیگامان صلیبی قدامی را کاهش دهد، در حالی که تمرینات قدرتی یا تمرینات تعادلی ممکن است به‌تنهایی برای تغییر الگوهای حرکتی کافی نباشد [۱۶].

از دلایل احتمالی اثربخشی مطالعه حاضر می‌توان به این

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش با کد اخلاق IR.SSRI.REC.1399.899 در پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی تصویب شد.

حامی مالی

این مقاله از پایان‌نامه کارشناسی ارشد سعید قبادی نژاد، در گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه گیلان استخراج شده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

طبق نظر نویسندگان این پژوهش تعارض منافع ندارد.

References

- [1] Letafatkar A, Rajabi R, Tekamejani EE, Minoonejad H. Effects of perturbation training on knee flexion angle and quadriceps to hamstring cocontraction of female athletes with quadriceps dominance deficit: Pre-post intervention study. *Knee*. 2015; 22(3):230-6. [DOI:10.1016/j.knee.2015.02.001] [PMID]
- [2] Boden BP, Torg JS, Knowles SB, Hewett TE. Video analysis of anterior cruciate ligament injury: Abnormalities in hip and ankle kinematics. *Am J Sports Med*. 2009; 37(2):252-9. [DOI:10.1177/0363546508328107] [PMID]
- [3] Krosshaug T, Nakamae A, Boden BP, Engebretsen L, Smith G, Slaughterbeck JR, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: Video analysis of 39 cases. *Am J Sports Med*. 2007; 35(3):359-67. [DOI:10.1177/0363546506293899] [PMID]
- [4] Herrington L. The effects of 4 weeks of jump training on landing knee valgus and crossover hop performance in female basketball players. *J Strength Cond Res*. 2010; 24(12):3427-32. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181c1fcd8] [PMID]
- [5] Mahmoud MH, Elseoufy AAM. The effect of dynamics balance exercises on some kinematics variables and jump shoot accuracy for young basketball players [Internet]. 2010 [Updated 2010 July 15]. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Mahmoud-Houssain/publication/320616580_06/data/59f0b8110f7e9beabfca3c23/06.pdf
- [6] Struzik A, Pietraszewski B, Zawadzki J. Biomechanical analysis of the jump shot in basketball. *J Hum Kinet*. 2014; 42(1):73-9. [DOI:10.2478/hukin-2014-0062] [PMID] [PMCID]
- [7] Myer GD, Ford KR, Palumbo JP, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res*. 2005; 19(1):51-60. [DOI:10.1519/00124278-200502000-00010] [PMID]
- [8] Herrington L, Munro A, Comfort P. A preliminary study into the effect of jumping-landing training and strength training on frontal plane projection angle. *Man Ther*. 2015; 20(5):680-5. [DOI:10.1016/j.math.2015.04.009] [PMID]
- [9] Ahmed TAE. Improving musculoskeletal fitness and the performance enhancement of basketball skills through neuromuscular training program. *J Hum Sport Exerc*. 2015; 10(3):795-804. [DOI:10.14198/jhse.2015.103.05]
- [10] Keshavarz L, Letafatkar A, Hadadnezhad M. [Effect of eight weeks of jump-landing exercise on feedforward and feedback activation of selected trunk and lower extremity muscles and lower extremity performance in active females (Persian)]. *Med J Tabriz Univ Med Sci*. 2018; 40(5):72-82. <https://mj.tbzmed.ac.ir/Article/23962>
- [11] Poorkiani M, Letafatkar A, Hadadnezhad M, Shojaedin SS. [Effectiveness of eight weeks of progressive jump-landing exercises on performance and dynamic balance of young footballers at the risk of anterior cruciate ligament injury (Persian)]. *Sci J Rehabil Med*. 2018; 7(3):59-68. [DOI:10.22037/JRM.2018.110673.1446]
- [12] Bell DR, Vesci BJ, Distefano LJ, Guskiewicz KM, Hirth CJ, Padua DA. Muscle activity and flexibility in individuals with medial knee displacement during the overhead squat. *Athl Train Sport Health Care*. 2012; 4(3):117-25. [DOI:10.3928/19425864-20110817-03]
- [13] Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: A biomechanical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010; 40(2):42-51. [DOI:10.2519/jospt.2010.3337] [PMID]
- [14] Boddington BJ, Cripps AJ, Scanlan AT, Spiteri T. The validity and reliability of the basketball jump shooting accuracy test. *J Sports Sci*. 2019; 37(14):1648-54. [DOI:10.1080/02640414.2019.1582138] [PMID]
- [15] Herrington L, Munro A. Drop jump landing knee valgus angle; Normative data in a physically active population. *Phys Ther Sport*. 2010; 11(2):56-9. [DOI:10.1016/j.ptsp.2009.11.004] [PMID]
- [16] Koorosh-Fard N, Ali-Zadeh MH, Rajabi R, Shirzad E. [Effect of feedback corrective exercise on knee valgus and electromyographic activity of lower limb muscles in single leg squat (Persian)]. *Arch Rehabil*. 2015; 16(2):138-47. <http://rehabilitationj.uswr.ac.ir/article-1-1547-en.html>
- [17] Alver BA, Sell K, Deuster PA. NSCA's essentials of tactical strength and conditioning. Champaign, IL: Human Kinetics; 2017. <https://books.google.com/books?id=GHCBDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq>
- [18] Piper TJ, Erdmann LD. Journal C. A 4-step plyometric program. *Strength Cond J*. 1998; 20(6):72-3. https://journals.lww.com/nsca-sci/Citation/1998/12000/A_4_Step_Plyometric_Program.13.aspx
- [19] Arazi H, Asadi A. The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. *Revistas - J Hum Sport Exerc*. 2011; 6(1):101-11. [DOI:10.4100/jhse.2011.61.12]
- [20] Ilham I, Muhammad Ali M, David Iqroni D. The plyometric training on free throw shooting ability and skills in basketball. *J Crit Rev*. 2020; 7(14):808-14. [DOI:10.31838/jcr.07.14.144]
- [21] Elsoufy AAE. Movement science traditional and contemporary. Cairo: DarrFekrah; 2012.
- [22] Aalhawary R. The effect of dynamic balance exercises on certain kinematic variables and jump shoot accuracy among female basketball players. *J Phys Educ Health*. 2019; 8(14):41-8. [DOI:10.5281/zenodo.3746167]
- [23] Asadi A, Arazi H. Effects of high-intensity plyometric training on dynamic balance, agility, vertical jump and sprint performance in young male basketball players. *J Sport Health Res*. 2012; 4(1):35-44. <https://www.researchgate.net/publication/266318427>
- [24] Hadi P, Doewes M, Riyadi S. The influence of low intensity-high intensity plyometric training and hand-eye coordination on jump shoot ability in basketball players of bhinneka solo club: Randomized control trial. *Budapest Int Res Crit Linguist Educ J*. 2020; 3(1):514-22. [DOI:10.33258/birle.v3i1.847]
- [25] Schwameder H. Effect of a neuromuscular home training program on Dynamic Knee Valgus (DKV) in lateral single-leg landings. *ISBS Proc Arch*. 2020; 38(1):186. <https://commons.nmu.edu/isbs/vol38/iss1/186/>
- [26] Karimizadeh Ardakani M, Wikstrom EA, Minoonejad H, Rajabi R, Sharifnezhad A. Hop-stabilization training and landing biomechanics in athletes with chronic ankle instability: A randomized controlled trial. *J Athl Train*. 2019; 54(12):1296-303. [DOI:10.4085/1062-6050-550-17] [PMID] [PMCID]
- [27] Saki F, Madhosh M. [Effect of eight weeks plyometric training on pelvic and knee alignment in female with dynamic knee valgus (Persian)]. *J Res Sport Rehabil*. 2019; 6(12):21-9. [DOI:10.22084/RSR.2019.17644.1415]
- [28] Chmielewski TL, Myer GD, Kauffman D, Tillman SM. Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: Physiological responses and clinical application. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006; 36(5):308-19. [DOI:10.2519/jospt.2006.2013] [PMID]

- [29] Distefano LJ, Blackburn JT, Marshall SW, Guskiewicz KM, Garrett WE, Padua DA. Effects of an age-specific anterior cruciate ligament injury prevention program on lower extremity biomechanics in children. *Am J Sports Med.* 2011; 39(5):949-57. [DOI:10.1177/0363546510392015] [PMID]
- [30] Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Methodological approaches and rationale for training to prevent anterior cruciate ligament injuries in female athletes. *Scand J Med Sci Sports.* 2004; 14(5):275-85. [DOI:10.1111/j.1600-0838.2004.00410.x] [PMID]
- [31] Pollard CD, Sigward SM, Ota S, Langford K, Powers CM. The influence of in-season injury prevention training on lower-extremity kinematics during landing in female soccer players. *Clin J Sport Med.* 2006; 16(3):223-7. [DOI:10.1097/00042752-200605000-00006] [PMID]
- [32] McCann R, Cortes N, Van Lunen B, Greska E, Ringleb S, Onate J. Neuromuscular changes following an injury prevention program for ACL injuries. *Int J Athl Ther Train.* 2011; 16(4):16-20. [DOI:10.1123/ijatt.16.4.16]
- [33] Aagaard P. The use of eccentric strength training to enhance maximal muscle strength, explosive force (RDF) and muscular power-consequences for athletic performance. *Open Sports Sci J.* 2010; 3:52-5. [DOI:10.2174/1875399X010030100052]
- [34] Rimmer E, Sleivert G. Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *J Strength Cond Res.* 2000; 14(3):295-301. [DOI:10.1519/00124278-200008000-00009]
- [35] 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. *Phys Ther Rev.* 2016; 21(1):10-6. [DOI:10.1080/10833196.2016.1214357]

This Page Intentionally Left Blank
