



Shahid Beheshti
University of Medical Sciences

The Effects of Exercise Interventions on Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review

Farzaneh Ramezani , Farzane Saki* , Tahereh Sohrabi

Department of Sport Injuries and Corrective Exercise, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

Received: 2021/08/29

Accepted: 2021/11/03

Abstract

Background and Aim: Increase in dynamic knee valgus during movements such as landing, jumping, cutting, stepping up and down, and walking is one of the risk factors for knee injuries and reduction in the mechanical efficiency of movement. Recent research has shown that landing with dynamic knee valgus causes weakness and possible defects in dynamic movements of lower limbs; Therefore, the aim of this study was to determine the effectiveness of exercise intervention on dynamic knee valgus angle during landing, jumping, and cutting tests.

Methods: Seven electronic databases in Persian (three databases) and English (four databases) and specified keywords were used to identify the studies. These studies include the effects of exercise interventions on dynamic knee valgus during jumping, landing, and cutting tests which were published between 2010 to 2020 and 1390 to 1399 in both Persian and English.

Results: Eleven articles with a total of 445 participants met the inclusion and exclusion criteria of the present study. Eight studies reported a significant effect of exercise programs (between three and 10 weeks) on reducing the dynamic knee valgus, and only three studies (between 16 and 24 sessions) showed no difference in dynamic knee valgus. According to the results of this study, Core exercises (strength and stability) and plyometric exercises with 64% and 80% reduction in dynamic knee valgus were the most effective methods in improving the kinematics of the lower limb, respectively.

Conclusion: Using jump-landing, strong core, and lower limb exercises before the main exercise (at least 20 minutes) can reduce dynamic knee valgus and prevent lower limb injuries.

Keywords: anterior cruciate ligament; ACL injury; exercise; physical activity

Please cite this article as:

Ramezani F, Saki F, Sohrabi T. The Effects of Exercise Interventions on Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review. *Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat*. 2022;10(1):48-59. doi: 10.22037/iipm.v10i1.35973

*
Corresponding Author: f_saki@basu.ac.ir



تأثیر مداخلات تمرینی بر والگوس داینامیک زانو: مطالعه مروری نظام‌مند

فرزانه رضایی ^{ID}، فرزانه ساکی ^{ID*}، طاهره سهرابی

گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۷

چکیده

سابقه و هدف: افزایش زاویه والگوس زانو در خلال حرکات پویا نظیر فرود، پرش، برش، بالا و پایین رفتن از پله و راه رفتن، یکی از عوامل خطرآفرین آسیب‌های زانو و کاهش بازده مکانیکی حرکت است. تحقیقات اخیر نشان داده‌اند، فرود با والگوس پویا زانو، ضعف و نقص احتمالی حرکات پویا اندام تحتانی را باعث می‌شود؛ هدف از این مطالعه تعیین اثربخشی مداخلات تمرینی مختلف بر زاویه والگوس زانو طی آزمون‌های فرود، پرش و برش بود.

روش کار: مطالعه به روش مرور نظام‌مند انجام شد. جهت شناسایی مطالعات مورد نظر از هفت پایگاه الکترونیکی اطلاعاتی فارسی (سه پایگاه) و انگلیسی (چهار پایگاه) و کلیدواژه‌های مشخص شده، استفاده گردید. این مطالعات شامل اثربخشی مداخلات تمرینی بر والگوس داینامیک زانو طی آزمون‌های پرش، فرود و برش است که بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ و ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ به زبان‌های فارسی یا انگلیسی منتشر شده بود.

یافته‌ها: یازده مقاله با مجموع ۴۴۵ شرکت‌کننده (گروه تمرین: ۲۵۲ نفر و گروه کنترل: ۲۰۳ نفر) معیارهای ورود و خروج مطالعه حاضر را برآورده کردند. هشت مطالعه تأثیر قابل توجه برنامه‌های ورزشی (بین سه تا ۱۰ هفته) را بر کاهش زاویه والگوس پویا زانو گزارش کردند و تنها سه مطالعه (بین ۱۶ تا ۲۴ جلسه) تفاوتی در زاویه والگوس پویا زانو نشان ندادند. براساس نتایج این مطالعه تمرینات میان تنه (قدرتی و ثباتی) و تمرینات پلايومتریک به ترتیب با ۶۴٪ و ۸۰٪ کاهش در زاویه والگوس داینامیک زانو بیشترین اثربخشی را در بهبود کینماتیک اندام تحتانی داشتند.

نتیجه‌گیری: استفاده از تمرینات پرش - فرود و تمرینات قدرتی میان تنه و اندام تحتانی قبل از تمرینات اصلی ورزشی (حداقل به مدت ۲۰ دقیقه) می‌تواند والگوس پویا زانو را کاهش دهد و در نهایت از آسیب‌های اندام تحتانی جلوگیری کند.

واژگان کلیدی: لیگامان صلیبی قدامی؛ آسیب لیگامان صلیبی قدامی؛ تمرین؛ فعالیت ورزشی

به این مقاله، به صورت زیر استناد کنید:

Ramezani F, Saki F, Sohrabi T. The Effects of Exercise Interventions on Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review. *Irtiga Imini Pishgiri Masdumiyat*. 2022;10(1):48-59. doi: 10.22037/iipm.v10i1.35973

*نویسنده مسئول مکاتبات: f_saki@basu.ac.ir

مقدمه

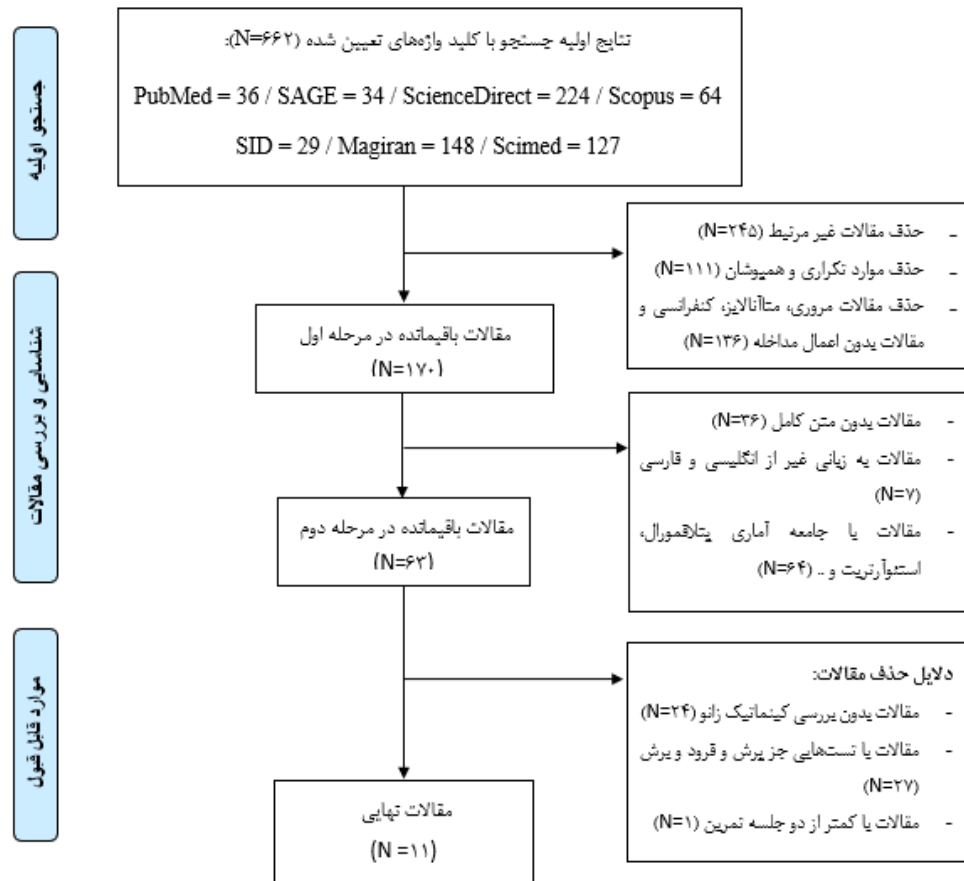
والگوس پویا زانو به عنوان مجموعه‌ای از تغییرات کینماتیک اندام تحتانی، از جمله افزایش اداکشن مفصل ران و چرخش داخلی اجزای پروگزیمال، اداکشن زانو و چرخش خارجی اجزای دیستال تعریف شده است (۱). نام این ناهنجاری به انحراف مفصل زانو به داخل در هنگام انجام حرکات پویا اشاره دارد. این حرکت پیچیده، چند صفحه حرکتی را درگیر می‌کند و به منزله یک عامل خطرزا برای آسیب‌های اندام تحتانی از جمله سندروم کشککی-رانی، آسیب رباط صلیبی قدامی، استئوآرتریت زانو، اسپرین لیگامنت جانبی داخلی، آسیب غضروف و منیسک زانو و سندروم ایلیوتیبیال بیان شده است (۲). این اختلال عملکرد روزانه، سبک زندگی، استقلال عملکردی و برنامه‌ریزی فرد برای آینده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اگرچه علت دقیق این عارضه نامشخص است، اما برخی منابع نقص در کنترل عصبی - عضلانی و پایداری پویای مفاصل اندام تحتانی (۳، ۴) و کنترل ضعیف پاسچر و فرود با وضعیت قائم (۵-۷) را در بروز آن مؤثر دانسته‌اند. همچنین بر اساس نظریه زنجیره حرکتی، حرکت و نیروها در هر بخشی از زنجیره حرکتی (پا، مچ، ران، تنه و اندام فوقانی) می‌تواند روی مکانیک مفصل زانو اثرگذار باشد؛ بنابراین اصلاح حرکات غیرطبیعی مفاصل همراه با بهبود عملکرد عضلات و کنترل پاسچر در حین حرکت می‌تواند نقش مهمی در پیشگیری از وقوع آسیب های زانو داشته باشد (۸). مطالعات بسیاری تأثیر تمرینات گوناگون را به منظور پیشگیری از آسیب، مورد بررسی قرار داده‌اند که باتوجه به حجم زیاد تحقیقات تمرینی در رابطه با والگوس پویا زانو یک مرور جامع سیستماتیک برای جمع‌بندی یافته‌های کلیدی مورد نیاز است. در یک مطالعه مرور سیستماتیک ارتباط بین قدرت عضلات لگن و والگوس پویا زانو در زنان عاری از هرگونه آسیب بررسی شده است (۹). همچنین تعیین اثربخشی مداخلات تمرینی متمرکز بر لگن و مچ پا بر بهبود والگوس پویا زانو گزارش شده است (۱۰) بر اساس دانسته محقق هیچ مرور سیستماتیکی به بررسی اثربخشی مداخلات تمرینی مختلف بر زاویه والگوس پویا زانو انجام نشده است؛ بنابراین هدف از این

مطالعه تعیین اثربخشی مداخلات تمرینی مختلف بر زاویه والگوس زانو طی آزمون‌های فرود، پرش و برش است.

روش کار

این مرور سیستماتیک با رعایت موارد ذکر شده در چک‌لیست پریزما انجام شد. برای جمع‌آوری مطالعات مرتبط با اثربخشی مداخلات تمرینی مختلف بر زاویه والگوس پویا زانو، جستجو به دو زبان انگلیسی و فارسی در هفت پایگاه الکترونیکی (PubMed, SAGE, Sincdirect, Scopus, SID, Magiran, Scimed) انجام شد. دو محقق به طور جداگانه مطالعات منتشر شده بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ و ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ را جستجو و غربالگری کردند. تکنیک جستجو شامل بررسی کلید واژه‌های «Intervention»، «Exercise Therapy»، «Physical Activity»، «ACL Injury»، «Training»، «Anterior Cruciate Ligament Injury»، «Knee Alignment»، «Dynamic Knee valgus»، «Knee Abduction»، «تمرین درمانی»، «مداخلات اصلاحی»، «آسیب رباط صلیبی قدامی»، «والگوس پویا زانو»، «والگوس داینامیک زانو»، «اداکشن زانو»، «راستای داینامیک زانو» در عنوان، چکیده و کلمات کلیدی مقالات بود. همچنین برای دسترسی به منابع دقیق‌تر از عملگرهای «OR» و «AND» استفاده شد (پیوست ۱).

پس از جستجو در پایگاه‌های مذکور، عناوین و چکیده مقالات توسط دو محقق مورد بررسی قرار گرفت و مقالات مرتبط با موضوع مطالعه وارد مراحل بعدی شد. در مراحل بعد موارد غیرمرتبط و تکراری حذف و متن کامل مقالات بر اساس معیارهای تعیین شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نمودار شماتیک روند جستجو و انتخاب مقالات در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. فلوچارت نتایج جستجو، شناسایی و بررسی مقالات

معیارهای ورود و خروج

در این مرور سیستماتیک تنها مقالاتی که به بررسی اثربخشی مداخلات تمرینی مختلف بر زاویه والگوس پویا زانو طی آزمون‌های پرش، فرود و برش پرداخته بودند، مورد بررسی قرار گرفت؛ و مطالعاتی که به زبان‌هایی غیر از انگلیسی و فارسی منتشر شده بودند، جامعه آماری آن‌ها افراد با سندروم درد کشککی-رانی و استئوآرتريت بود، فقط چکیده آن‌ها در دسترس بود، مقالاتی با دو جلسه تمرین یا کمتر و مطالعاتی با طرحی غیر از کارآزمایی بالینی از روند بررسی حذف شدند. همچنین در این مرور سیستماتیک هیچ محدودیتی از نظر دامنه سنی در نظر گرفته نشد.

دو محقق به طور جداگانه اطلاعات مطالعاتی که بر اساس معیارهای مطالعه واجد شرایط بودند را استخراج کردند. پارامترهای مرجع مقاله (اسم نویسنده و سال انتشار)، اطلاعات شرکت‌کنندگان (حجم نمونه، حجم گروه‌ها، سن، جنسیت و سطح فعالیت شرکت‌کنندگان)، برنامه تمرینی (اطلاعات تمرینی، نوع مداخلات گروه‌ها)، آزمون ارزیابی کینماتیک زانو، سیستم آنالیز و نتایج تحقیق، جمع‌آوری و

تجزیه و تحلیل شد. همچنین برای بررسی دقیق‌تر نتایج مطالعات، محقق از طریق فرمول درصد تغییرات ذیل میزان تغییرات زاویه والگوس داینامیک زانو از پیش آزمون تا پس آزمون را برای هر مطالعه به صورت جداگانه محاسبه و ذکر کرد.

$$\text{درصد} = \frac{\text{میانگین پیش آزمون} - \text{میانگین پس آزمون}}{\text{میانگین پیش آزمون}} \times 100$$

تغییرات زاویه والگوس داینامیک زانو

ارزیابی کیفیت مقالات به وسیله مقیاس پدرو و توسط دو محقق به طور جداگانه انجام پذیرفت و در صورت مشاهده اختلاف نظر در امتیازدهی مقاله‌ای، آن مقاله توسط محقق دیگری مورد بررسی و امتیازدهی قرار گرفت. مقیاس پدرو برای مطالعات تجربی مورد استفاده قرار گرفت. این مقیاس شامل ۱۱ سؤال است که با گزینه‌های «بله» یا «خیر» و یا نمرات «یک» یا «صفر» امتیازدهی بود. مطالعات با نمره صفر تا ۴ در دسته‌بندی ضعیف، ۴ تا ۵ در دسته‌بندی مطلوب، ۶ تا ۸ در دسته‌بندی خوب و نمرات ۹ و ۱۰ در دسته‌بندی مقالات باکیفیت روش‌شناختی بالا تقسیم‌بندی شدند.

جدول ۱. ارزیابی کیفی مطالعات بر اساس مقیاس پدرو

محقق (سال)											مقیاس پدرو
عباسزاده	شاه	ساکی و همکاران	عابدینزاده و همکاران	علیمردی قلعه و همکاران	مک کوردی و همکاران	بارندرکت و همکاران	پایل و همکاران	تامپسون - کولسر و همکاران	قناتی و همکاران	جئونگ و همکاران	
(۱۳۹۷)	(۱۳۹۷)	(۱۳۹۷)	(۱۳۹۸)	(۱۳۹۹)	(۲۰۱۱)	(۲۰۱۱)	(۲۰۱۳)	(۲۰۱۸)	(۲۰۱۸)	(۲۰۲۰)	
(۲۱)	(۲۰)	(۱۹)	(۱۸)	(۱۷)	(۱۶)	(۱۵)	(۱۴)	(۱۳)	(۱۲)	(۱۱)	
+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	۱. معیارهای واجد شرایط مشخص شده است.
+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	۲. آزمودنی ها به طور تصادفی به گروه ها تقسیم شدند.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	۳. کورسازی صورت گرفته است.
+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	۴. همسان سازی گروه ها صورت گرفته است.
-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	۵. کورسازی آزمودنی ها صورت گرفته است.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶. کورسازی درمانگران صورت گرفته است.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷. کورسازی ارزیابان صورت گرفته است.
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	۸. جمع آوری فاکتورهای اولیه از حداقل ۸۵ درصد آزمودنی های صورت گرفته است.
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	۹. کلیه آزمودنی ها شرایط درمان یا کنترل را دریافت کردند.
+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	۱۰. نتایج مقایسه های آماری بین گروه ها حداقل برای یک متغیر کلیدی گزارش شده است
-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	۱۱. اندازه گیری نقطه ای و اندازه تغییر پذیری را برای حداقل یک متغیر کلیدی ارائه می دهد.
۵	۴	۵	۶	۶	۴	۵	۵	۵	۵	۷	امتیاز کلی

یافته‌ها

پنج مقاله فارسی) و در بررسی نهایی گنجانده شد (۲۱-۱۱). ارزیابی کیفیت مقالات واجد شرایط نشان داد که سه مقاله دارای کیفیت خوب و هشت مقاله دارای کیفیت مطلوب می‌باشند (جدول ۱). شرکت‌کنندگان مطالعه حاضر شامل ۴۵۵ زن (۲۴۱ نفر) و مرد (۲۱۴ نفر) با میانگین سنی ۲۰ سال ($1/71 \pm 20/33$) که از این تعداد ۲۵۲ نفر در مداخلات تمرینی مختلف و ۲۰۳ نفر در گروه کنترل شرکت داشتند. این مداخلات به‌منظور بهبود کینماتیک تنه و اندام تحتانی به‌خصوص زانو انجام شده‌اند. شرکت‌کنندگان حاضر در مطالعات شامل ورزشکاران رشته‌های بسکتبال، والیبال و هندبال (۱۲، ۱۴، ۱۶)، بازیکن فوتبال و هندبال (۱۳، ۱۵، ۱۷، ۱۸) و زنان و مردان فعال (۱۱، ۲۱-۱۹) بودند. از میان مطالعات مورد بررسی در

بررسی پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی منجر به شناسایی ۶۶۲ مقاله شد، در ابتدا ۴۹۲ مقاله به دلیل غیرمرتبط بودن (مقالاتی که فقط عبارت «والگوس داینامیک زانو» در آن‌ها ذکر شده بود و یا مقالاتی که متغیر کینماتیک اندام تحتانی را مورد بررسی قرار نداده بودند)، تکراری بودن و نوع مطالعه (مقالات مروری، متاآنالیز، کنفرانسی و مقالات بدون اعمال مداخله) حذف شدند، سپس ۱۰۷ مقاله به دلیل عدم دسترسی به متن کامل مقاله، زبان مقاله و مقالاتی که جامعه آماری آن‌ها افراد با سندروم درد کشککی-رانی و استئوآرتریت بود، حذف شد. با تجزیه و تحلیل بیشتر و دقیق‌تر مطابق با اهداف این مطالعه، ۱۱ مقاله واجد شرایط شناسایی شد (شش مقاله انگلیسی و

بین سه تا ۱۰ هفته یا ۱۰ تا ۳۰ جلسه و از دو تا سه جلسه در هفته و زمان ۲۰ تا ۴۵ دقیقه برای هر جلسه تمرینی متغیر بود. برای ارزیابی کینماتیک تنه و اندام تحتانی در یک مطالعه از آزمون برش (۱۱)، دو مطالعه از آزمون فرود جفت‌پا (از ارتفاع‌های ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متر) (۱۳، ۱۵، ۱۶)، شش مطالعه از آزمون فرود تک‌پا (از ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری) (۱۲، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۱۹، ۲۱)، سه مطالعه از آزمون فرود - پرش عمودی (۱۴، ۲۰) و یک مطالعه از آزمون پرشی کانترموومنت (۱۸) استفاده شده بود (جدول ۲).

پژوهش حاضر، جامعه آماری پنج مطالعه فقط شامل زنان (۱۳، ۱۴، ۱۶، ۱۹، ۲۰) و پنج مطالعه نیز فقط شامل مردان بود (۱۱، ۱۲، ۱۷، ۱۸، ۲۱) و تنها یک مطالعه هر دو جنسیت را شامل می‌شد (۱۵). مطالعات مورد بررسی در این مرور سیستماتیک شامل تمرینات پلايومتریکی و پرشی (۱۴، ۱۷، ۱۹)، عصبی-عضلانی (۱۵، ۲۰)، ۱۱+ (۱۳، ۱۸)، میان تنه (۱۱، ۱۴)، مقاومتی (۱۶)، ایزومتریک (۲۱) و تمرین استراتژی یادگیری حرکتی (۱۲) بود؛ که نتایج مطالعات بر اساس انواع تمرینات تجویز شده و شرکت‌کنندگان درگیر، متفاوت بود. همچنین مدت، فراوانی و طول مداخلات ورزشی

جدول ۲. برنامه تمرینی، ارزیابی کینماتیک زانو و تغییرات زاویه والگوس پویا زانو

محقق (سال)	اطلاعات شرکت‌کنندگان	برنامه تمرینی		درصد تغییرات زاویه والگوس پویا زانو	نتایج تحقیق
		اطلاعات تمرین	نوع تمرین		
جنوبک و همکاران (۲۰۲۰) (۱۱)	- حجم نمونه: ۴۸ نفر (گروه تمرین: ۳۲ نفر / گروه کنترل: ۱۶ نفر) - جنسیت آزمودنی‌ها: مرد - میانگین سنی آزمودنی‌ها: گروه تمرین (۲۲/۴ ± ۲/۶) / گروه کنترل (۲۳/۱ ± ۱/۲) - سطح فعالیت آزمودنی‌ها: فعال	تمرینات قدرتی میان تنه / ۱۰ هفته ۳ تا ۲ / جلسه در هفته / ۳۰ جلسه	- گروه کنترل: بدون مداخله ورزشی. - گروه تمرین: تمرینات در سه مرحله (۱) گرم کردن فعال، (۲) تمرینات قدرتی میان تنه (۳) تمرینات کششی عضلات اندام تحتانی	آزمون ارزیابی کینماتیک زانو / سیستم آنالیز side-step cutting - سیستم آنالیز حرکت ۳ بعدی	در گروه تمرین کاهش زاویه والگوس زانو، اداکشن هپ و افزایش فلکشن تنه مشاهده شد. در گروه کنترل هیچ تفاوت آماری معناداری در کینماتیک زانو و تنه مشاهده نشد.
فنائی و همکاران (۲۰۱۸) (۱۲)	- حجم نمونه: ۲۴ نفر (گروه تمرین: ۱۲ نفر / گروه کنترل: ۱۲ نفر) - جنسیت آزمودنی‌ها: مرد - میانگین سنی آزمودنی‌ها (۲۴/۸۳ ± ۲/۷۷) - سطح فعالیت آزمودنی‌ها: ورزشکار (رشته‌های بسکتبال، والیبال و هندبال)	تمرین استراتژی‌های یادگیری حرکتی ۸ هفته / ۳ / جلسه در هفته / ۴۵ دقیقه	- گروه کنترل: بدون مداخله ورزشی. - گروه تمرین: تمرینات ورزشی همراه با فیدبک دیداری و شنیداری	فرود تک پا از استپ ۳۰ سانتی‌متری - سیستم آنالیز حرکت ۳ بعدی	در گروه تمرینات فیدبکی تفاوت معناداری در گشتاور ابداکشن مفصل ران مشاهده شد. باین حال، تمرینات هیچ تأثیری بر پیک والگوس زانو نداشت.
تاپسون - کولسر و همکاران (۲۰۱۸) (۱۳)	- حجم نمونه: ۹۴ نفر (گروه تمرین (نوجوانان: ۲۸ نفر - جوانان: ۲۲ نفر) / گروه کنترل (نوجوانان: ۲۳ نفر - جوانان: ۲۱ نفر)) - جنسیت آزمودنی‌ها: زن - میانگین سنی آزمودنی‌ها: گروه تمرین (نوجوانان (۱۱/۸ ± ۰/۸) و جوانان (۱۵/۹ ± ۰/۹)) / گروه کنترل (نوجوانان (۱۱/۲ ± ۰/۶) و جوانان (۱۵/۷ ± ۱/۱)) - سطح فعالیت آزمودنی‌ها: بازیکن فوتبال	تمرینات F-11+ MARC ۷ - ۸ هفته / ۲ جلسه در هفته / ۱۵ / جلسه / ۲۵ دقیقه	- گروه کنترل: بدون مداخله ورزشی. - گروه تمرین: تمرینات به صورتی طراحی شده بود که جایگزینی برای گرم کردن باشد. تمرینات شامل تمرینات قدرتی میان تنه، کنترل عصبی عضلانی، تعادل، تمرینات اکسنتریک همسترینگ، پلايومتریک و چابکی بود.	آزمون‌های (۱) پرش جفت‌پا و تک پا از جعبه ۳۰ سانتی‌متری (۲) برش برنامه‌ریزی‌شده و پیش‌بینی‌نشده.	تغییر قابل‌توجهی در زاویه والگوس پویا زانو در تماس اولیه پا با زمین و پیک گشتاور والگوس زانو در طی آزمون پرش جفت‌پا در گروه تمرین مشاهده شد. تغییری در گروه‌های سنی مختلف مشاهده نشد.

محقق (سال)	اطلاعات شرکت کنندگان	برنامه تمرینی		آزمون ارزیابی کینماتیک زانو / سیستم آنالیز	درصد تغییرات زاویه والگوس پویا زانو	نتایج تحقیق
		اطلاعات تمرین	نوع تمرین			
بابل و همکاران (۱۴) (۲۰۱۳)	- حجم نمونه: ۲۲ نفر (گروه تمرینات پلائیومتریک: ۸ نفر / گروه تمرینات ثبات مرکزی: ۸ نفر / گروه کنترل: ۶ نفر) - جنسیت آزمودنی‌ها: زن - میانگین سنی آزمودنی‌ها: گروه تمرینات پلائیومتریک $15/16 \pm 1/1$ گروه تمرینات ثبات مرکزی $14/5 \pm 0/8$ گروه کنترل $14/4 \pm 0/4$ - سطح فعالیت آزمودنی‌ها: ورزشکار دبیرستانی	تمرینات پلائیومتریک و ثبات مرکزی / ۴ هفته / ۳ جلسه در هفته / ۲۰ دقیقه	- گروه کنترل: به تمرینات معمول باشگاهی خود ادامه دادند. - گروه تمرینات پلائیومتریک: پرتکل تمرینی شامل تمرینات با یک پا و دو پا باهدف تمرکز بر کیفیت پرش و فرود. - گروه تمرینات ثبات مرکزی: هدف تمرینات هماهنگی ثبات‌دهنده‌های شکمی و کمری، اکستنسورها، چرخش دهنده‌های خارجی و دور کننده‌های ران.	آزمون فرود - پرش عمودی - سیستم آنالیز حرکت	- گروه کنترل: $\uparrow 4\%$ - گروه تمرینات پلائیومتریک: $\downarrow 80\%$ - گروه تمرینات ثبات مرکزی: $\downarrow 52\%$	در گروه تمرینات پلائیومتریک زاویه فلکشن و چرخش داخلی زانو و گشتاور فلکشن و ابداکشن زانو کاهش یافت. در گروه ثبات مرکزی زاویه فلکشن و چرخش داخلی زانو و گشتاور فلکشن و ابداکشن زانو و گشتاور روتیشن هیپ کاهش یافت. در گروه کنترل گشتاور چرخش خارجی زانو کاهش یافت.
بازرکت و همکاران (۱۵) (۲۰۱۱)	- حجم نمونه: ۸۰ نفر (گروه تمرینات عصبی-عضلانی: ۴۹ نفر (AAVA: ۲۷ نفر - BAVA: ۲۲ نفر) / گروه تمرینات معمول: ۳۱ نفر (AAVA: ۲۲ نفر - BAVA: ۹ نفر)) - جنسیت آزمودنی‌ها: زن (۴۶ نفر) و مرد (۳۴ نفر) * افراد با استفاده از آزمون فرود - پرش به دودسته تقسیم شدند: ۱- راستای والگوس بیش از حد میانگین (AAVA)، ۲- راستای والگوس پایین‌تر از حد میانگین (BAVA). - میانگین سنی آزمودنی‌ها: گروه تمرینات عصبی-عضلانی (AAVA) $1/5 \pm$ و (۱۵/۶ BAVA و $1/3 \pm 1/4/9$) گروه کنترل (AAVA) $1/5 \pm 1/5/6$ و (BAVA) $1/3 \pm 1/5/2$ - سطح فعالیت آزمودنی‌ها: بازیکن هندبال	تمرینات عصبی-عضلانی و تمرینات رایج / ۱۰ هفته / ۲ جلسه در هفته / ۲۰ دقیقه	- گروه تمرینات معمول: تمرینات معمول هندبال همراه با گرم کردن استاندارد را انجام دادند. - گروه تمرینات عصبی-عضلانی: تمرینات معمول هندبال همراه با گرم کردن استاندارد / تمرینات تعادلی و هماهنگی روی تخته و یک تشک / تمرینات قدرتی و پلائیومتریک.	آزمون فرود جفت پا از ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری - سیستم آنالیز حرکت	-	در گروه‌های تمرینات عصبی-عضلانی (AAVA و BAVA) بهبود کینماتیک فرود و ثبات تک پا بعد از ۱۰ هفته مشاهده شد.
مک کوردی و همکاران (۱۶) (۲۰۱۱)	- حجم نمونه: ۲۹ نفر (گروه تمرین: ۱۳ نفر / گروه کنترل: ۱۶ نفر) - جنسیت آزمودنی‌ها: زن - میانگین سنی آزمودنی‌ها: $21/04 \pm 1/83$ - سطح فعالیت آزمودنی‌ها: آزمودنی‌ها با سابقه ورزشی دوران دبیرستان	تمرینات مقاومتی / ۸ هفته / ۲ جلسه در هفته	- گروه کنترل: بدون مداخله ورزشی. - گروه تمرین: یک برنامه مقاومتی دوره‌ای متمرکز بر عضلات اندام تحتانی با افزایش ۵ درصدی بار تمرین در هر هفته و کاهش حجم آن اجرا شد. پیشرفت تمرینات به این صورت بود که در هفته‌های اول اسکوات دو پا و ددلیفت رومانیایی اجرا شد و سپس تمرینات یک‌طرفه در اواسط دوره تمرین به آن اضافه شد. شدت تمرینات (اسکوات دوطرفه: ۵۰ تا ۸۵ درصد 1RM / سایر تمرینات: ۶ تا ۱۵ تکرار).	آزمون فرود پرش (۱) برای پرش جفت پا از استپ ۶۰ سانتی‌متری و (۲) برای پرش تک پا از استپ ۳۰ سانتی‌متری استفاده شد. - سیستم آنالیز حرکت	- گروه کنترل (آزمون پرش جفت پا: $\uparrow 6\%$ / آزمون پرش تک پا: $\uparrow 9\%$) - گروه تمرین (آزمون پرش جفت پا: $\uparrow 8\%$ / آزمون پرش تک پا: $\downarrow 6/5\%$)	تفاوت قابل توجهی در زاویه والگوس پویا زانو و فلکشن لگن بین گروه‌ها پس از تمرین مشاهده نشد.

محقق (سال)	اطلاعات شرکت‌کنندگان	برنامه تمرینی		آزمون ارزیابی کینماتیک زانو / سیستم آنالیز	درصد تغییرات زاویه والگوس پویا زانو	نتایج تحقیق
		اطلاعات تمرین	نوع تمرین			
(۱۷۱)(۱۳۹۹) علیمردانی قلمه و همکاران	- حجم نمونه: ۳۰ نفر (گروه تمرین: ۱۵ نفر / گروه کنترل: ۱۵ نفر) - جنسیت آزمودنی‌ها: مرد - میانگین سنی آزمودنی‌ها: گروه تمرین (۴/۴۰ ± ۲۶/۶) / گروه کنترل (۴/۵۶ ± ۲۵/۰۷) - سطح فعالیت آزمودنی‌ها: بازیکنان هندبال لیگ برتر	تمرینات پرشی / ۸ هفته / ۳ جلسه در هفته / ۳۰ دقیقه	- گروه کنترل: به فعالیت ورزشی خود ادامه دادند. - گروه تمرین: تمرینات پرشی (مرحله اول: فاز تمرینی بلوک مهارت بسته / مرحله دوم: فاز ترکیبی / مرحله سوم: فاز تمرین تصادفی مهارت باز)	آزمون فرود تک پا از ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری - سیستم آنالیز حرکت ۳ بعدی	- گروه کنترل: ۱۰٪ ↓ - گروه تمرین: ۱۴٪ ↓	پس از تمرین در شرایط خستگی میزان فلکشن زانو، فلکشن ران و فلکشن تنه در گروه تمرین افزایش یافت. تفاوتی در زاویه والگوس زانو، چرخش تیپا و تیلت جانبی مشاهده نشد.
(۱۸۱)(۱۳۹۸) عابدین‌زاده و همکاران	- حجم نمونه: ۴۸ نفر (تیم جوانان: ۲۴ نفر و تیم بزرگسالان: ۲۴ نفر) (گروه تمرین: ۲۴ نفر (تیم جوانان: ۱۲ نفر و تیم بزرگسالان: ۱۲ نفر) / گروه کنترل: ۲۴ نفر (تیم جوانان: ۱۲ نفر و تیم بزرگسالان: ۱۲ نفر)) - جنسیت آزمودنی‌ها: مرد - میانگین سنی آزمودنی‌ها: گروه تمرین (جوانان ۱۶/۱۷ ± ۱۰/۳ و بزرگسالان ۱۷/۱ ± ۲۲/۰) گروه کنترل (جوانان ۱۵/۲۵ ± ۰/۶۲ و بزرگسالان ۱۹/۶۷ ± ۳/۰۳) - سطح فعالیت آزمودنی‌ها: بازیکنان جوان و بزرگسالان نخبه حاضر در لیگ کشور	تمرینات ۱۱+ / ۸ هفته / ۱۵ دقیقه	- گروه کنترل: به برنامه ورزشی قبلی خود ادامه دادند. - گروه تمرین: تمرینات ۱۱+ (بخش اول: دویدن آهسته همراه با تمرینات کششی فعال و برخورد های کنترل شده بازیکنان / بخش دوم: شش ست از تمریناتی است که بر تقویت عضلات مرکزی و پاها، افزایش تعادل، افزایش قدرت انفجاری عضلات اندام تحتانی و افزایش چابکی تمرکز داشت. / بخش سوم: دویدن با سرعت متوسط و بالا با تغییر مسیر به مدت ۲ دقیقه)	آزمون کانترموومنٹ جامپ	- گروه کنترل: ۲/۵٪ ↓ - گروه تمرین: ۲۸/۵٪ ↓	اختلاف معناداری در زاویه والگوس زانو و فلکشن تنه بین گروه تمرین و کنترل وجود داشت.
(۱۹)(۱۳۹۷) ساکی و همکاران	- حجم نمونه: ۲۶ نفر (گروه تمرین: ۱۴ نفر / گروه کنترل: ۱۲ نفر) - جنسیت آزمودنی‌ها: زن - میانگین سنی آزمودنی‌ها: گروه تمرین (۱/۳۲ ± ۲۱/۷۱) / گروه کنترل (۹/۵۰ ± ۲۱/۴۲) - سطح فعالیت آزمودنی‌ها: فعال	تمرینات پلايومتریک / ۸ هفته / ۳ جلسه در هفته / ۲۵ تا ۴۰ دقیقه	- گروه کنترل: بدون مداخله ورزشی. - گروه تمرین: تمرینات پلايومتریک (فاز اول: اصلاح تکنیک / فاز دوم: فاز اصلی / فاز سوم: فاز عملکردی)	آزمون فرود تک پا از ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری - نرم‌افزار کینوویا	- گروه کنترل: ۱۰٪ ↓ - گروه تمرین: ۶۱٪ ↓	بهبود معنادار زاویه والگوس پویا زانو پس از اعمال مداخله و عدم تغییر معنادار در زاویه افت لگن مشاهده شد.
(۲۰)(۱۳۹۷) شاه‌حیدری و همکاران	- حجم نمونه: ۲۴ نفر (گروه تمرین: ۱۲ نفر / گروه کنترل: ۱۲ نفر) - جنسیت آزمودنی‌ها: زن - میانگین سنی آزمودنی‌ها: گروه تمرین (۱/۰۷ ± ۱۶/۳۳) / گروه کنترل (۱/۱۶ ± ۱۶/۵۰) - سطح فعالیت آزمودنی‌ها: فعال (رشته‌های ورزشی والیبال، بسکتبال و هندبال)	تمرین عصبی - عضلانی / ۳ هفته / ۱۰ جلسه	- گروه کنترل: بدون مداخله ورزشی. - گروه تمرین: انجام تمرینات عصبی - عضلانی باهدف (رهاسازی عضلات بیش فعال، کشش عضلات سفت، تقویت عضلات ضعیف، تمرینات انسجام)	آزمون فرود - پرش از جعبه ۳۰ سانتی‌متری - نرم‌افزار کینوویا	- گروه کنترل: ۲/۵٪ ↓ - گروه تمرین: ۶۰/۵٪ ↓	میانگین زاویه والگوس زانو در گروه تمرین پس از اعمال مداخله کاهش یافته و میانگین زاویه فلکشن زانو افزایش یافت و این اختلاف معنادار بود.
(۲۱)(۱۳۹۷) عباس‌زاده دهجی و همکاران	- حجم نمونه: ۳۰ نفر (گروه تمرین: ۱۵ نفر / گروه کنترل: ۱۵ نفر) - جنسیت آزمودنی‌ها: مرد - میانگین سنی آزمودنی‌ها (۱/۸۸ ± ۲۴/۶۲) - سطح فعالیت آزمودنی‌ها: بدون فعالیت ورزشی منظم	تمرینات ایزومتریک / ۸ هفته / ۱۵ دقیقه	- گروه کنترل: بدون مداخله ورزشی - گروه تمرین: تمرینات ایزومتریک بر روی گروه‌های عضلانی خم‌کننده و بازکننده مفصل زانو در زوایای ۲۰ و ۴۰ درجه.	حرکت فرود تک پا - سیستم تصویربرداری آنالیز حرکت	- گروه کنترل: ۸٪ ↓ - گروه تمرین: ۳۷٪ ↓	زاویه والگوس و چرخش درشت نی به طور معناداری کاهش یافت و زاویه فلکشن زانو به طور معناداری افزایش داشت.

بحث

والگوس داینامیک زانو در حین انجام حرکات پویا یکی از الگوهای غلط اندام تحتانی است که به عنوان یک عامل خطرزا برای آسیب رباط صلیبی قدامی شناخته شده است. همچنین، افزایش گشتاور والگوس زانو ممکن است منجر به افزایش زاویه عملکردی عضلات چهار سر ران شود و فشار را بر قسمت خارجی مفصل کشککی-رانی افزایش دهد (۲۲). این عارضه الگوهای بیومکانیک حرکتی متفاوتی را در افراد ایجاد می کند و خطر ابتلا به استئوآرتریت بخش خارجی زانو را افزایش می دهد (۲۳، ۲۴). همچنین در طولانی مدت، وضعیت اداکشن و چرخش داخلی ران منجر به افزایش فشار بر مفصل ران شده و منجر به درد مزمن در این مفصل می شود (۲۵) که این موارد به مرور زمان محدودیت شرکت در فعالیت های روزمره، سرگرم کننده و ورزشی را به دنبال دارد؛ لذا نیاز به تمرینات پیشگیرانه ای است که بارگذاری های نامناسب بر زانو را کاهش دهد و راستای مناسبی را در اندام تحتانی به وجود آورد. با توجه به حجم بالای تحقیقات تمرینی در رابطه با والگوس داینامیک زانو؛ هدف از این مطالعه مروری تعیین اثربخشی مداخلات تمرینی مختلف بر زاویه والگوس زانو طی آزمون های فرود، پرش و برش است.

نتایج تحقیقات ارائه شده در جدول ۲، نشان می دهد که به طور کلی پروتکل های تمرینی مطالعات مورد بررسی شامل ترکیبی از تمرینات قدرتی اندام تحتانی، میان تنه و تمرینات پرش و فرود و تعادلی بود. به طوری که در پروتکل تمرینی هفت مقاله تمرینات قدرتی اندام تحتانی و تمرینات پرش - فرود و در پروتکل تمرینی چهار مقاله تمریناتی متمرکز بر ناحیه میان تنه و تعادل به چشم می خورد. پروتکل تمرینات پلايومتریک پایل و همکاران و پروتکل تمرینات میان تنه جنونگ و همکاران به ترتیب با کاهش ۸۰ و ۶۴ درصدی زاویه والگوس پویا زانو در آزمودنی های مطالعه خود، بهترین عملکرد را در بهبود کینماتیک زانو در طی آزمون های فرود - پرش عمودی و برش داشتند (۱۱، ۱۴). پایل و همکاران در مجموع از ۲۲ ورزشکار زن در مطالعه خود استفاده کردند (۱۴). در این مطالعه گروه تمرینات پلايومتریک و گروه تمرینات میان تنه به مدت چهار هفته، سه جلسه در هفته به تمرین پرداختند؛ در حالی که گروه کنترل هیچ مداخله ورزشی دریافت نکرد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری کاهش معناداری را در زاویه فلکشن و چرخش داخلی زانو و گشتاور فلکشن

و اداکشن زانو در گروه تمرینات پلايومتریک و کاهش معناداری در زاویه فلکشن و چرخش داخلی زانو و گشتاور فلکشن و اینترنال روتیشن هیپ در گروه ثبات مرکزی و کاهش در گشتاور چرخش خارجی زانو گروه کنترل کاهش را نشان داد (۱۴). جنونگ و همکاران نیز در مطالعه خود گزارش کردند که زاویه والگوس داینامیک زانو در گروه تمرین پس از اعمال ده هفته تمرینات قدرتی میان تنه کاهش یافت. این مطالعه شامل ۴۸ مرد فعال بود که به طور تصادفی در دو گروه تمرین (۳۲ نفر) و کنترل (۱۶ نفر) قرار گرفتند. گروه تمرین پروتکل تمرینات قدرتی میان تنه که تمرینات کششی عضلات پایین تنه را نیز شامل می شد، در طی ده هفته، به مدت سه جلسه در هفته انجام داد، در حالی که گروه کنترل به فعالیت های روزمره خود ادامه داد. نتایج این پژوهش نشان می دهد که تقویت میان تنه همراه با درگیری عضلات اندام تحتانی ممکن است به کاهش زاویه والگوس داینامیک زانو در طی حرکات برشی کمک کند (۱۱).

بر اساس نتایج گزارش شده در جدول ۲ پروتکل مورد استفاده در مطالعات جنونگ و همکاران (۱۱)، پایل و همکاران (۱۴)، ساکی و همکاران (۱۹) و شاه حیدری و همکاران (۲۰) موفق به کاهش بیش از ۵۰ درصدی در زاویه والگوس داینامیک زانو و بهبود کینماتیک اندام تحتانی در طی آزمون های برش، فرود - پرش و فرود تک پا شده اند. وجه اشتراک این مطالعات استفاده از تمرینات قدرتی و پرشی در پروتکل های خود است. بر اساس نتایج پژوهش های پیشین تمرینات قدرتی در ترکیب با سایر روش های تمرینی مانند پلايومتریک، تعادل و چابکی می توانند در بیومکانیک اندام تحتانی تغییر ایجاد کنند (۲۶، ۲۷). ساختار برنامه های ورزشی گروه های تمرینی در مطالعات مورد بررسی متفاوت بود اما توجه به عضلات اندام تحتانی (در قالب تمرینات قدرتی، کششی و یا پرش و فرود) در پروتکل تمام مطالعات دیده می شد، که بهبود مکانیک اندام تحتانی در طی فرود، پرش و برش را به همراه داشت. به نظر می رسد که تمرینات مورد استفاده در این مطالعات که بر کاهش زاویه والگوس پویا زانو مؤثر بود، موجب بهبود الگوی فعالیت عضلانی مناسب و کارآمد در ناحیه زانو و سایر نواحی در زنجیره حرکتی می شود؛ که بین عضلات دیستال و پروگزیمال مفصل زانو تعامل مناسبی فراهم می کند و اجازه استراتژی های متنوع را برای حفظ ثبات می دهد. همچنین احتمالاً این تمرینات با ترکیب فعالیت عضلات تنه و اندام

به تغییرات کینماتیکی در صفحه ساجیتال شده‌اند از این رو می‌توانند در پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی موثر باشد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، تمرینات پرش-فرود و تمرینات قدرتی میان تنه و اندام تحتانی با بهبود تعادل حرکتی، حس عمقی، قدرت عضلات اندام تحتانی و بیومکانیک تنه و اندام تحتانی می‌تواند سطوح مطمئن نیروی والگوس را در زانو ایجاد کند و منجر به بروز تغییرات عصبی-عضلانی و کاهش آسیب‌های اندام تحتانی به‌خصوص آسیب رباط صلیبی قدامی شود. باتوجه‌به مطالب ذکر شده به مربیان پیشنهاد می‌شود که از این تمرینات قبل از تمرینات اصلی تیم (حداقل به مدت ۲۰ دقیقه) استفاده کنند. این یافته‌ها می‌تواند در طراحی برنامه‌های ورزشی مناسب برای کاهش والگوس داینامیک زانو کمک کننده باشد. مطالعات آینده در مورد تمرینات پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی باید به دنبال یک برنامه ورزشی مناسب برای افراد با والگوس پویا کم، متوسط و بالا باشند تا میزان اثربخشی تمرینات در سطح‌های مختلف والگوس پویا زانو مشخص شود و بهترین تمرین برای هر سطح تعیین شود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد خانم فرزانه رضائی، به راهنمایی دکتر فرزانه ساکی بود، نویسندگان از ایشان جهت راهنمایی در این مطالعه کمال تشکر را دارند.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله یک مقاله مروری سیستماتیک است و ملاحظات اخلاقی و مالکیت معنوی در رفرنس دهی در نظر گرفته شد. فرایند انجام تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی همدان با شماره کد IR.REC.UMSHA.1000.1397 تأیید شد.

تضاد منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

منابع مالی

هیچ کمک مالی از هیچ سازمانی دریافت نشد.

نقش نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تحتانی منجر به اصلاح الگوی به‌کارگیری عضلات، اصلاح تکنیک پرش و فرود، افزایش ثبات و کاهش زاویه والگوس داینامیک زانو شده‌اند.

قناتی و همکاران (۱۲)، مک کوردی و همکاران (۱۶) و علیمردی و همکاران (۱۷) در مطالعه خود هیچ تاثیر معناداری در کاهش زاویه والگوس داینامیک زانو پس از اعمال مداخلات ورزشی نشان ندادند. قناتی و همکاران به بررسی استراتژی‌های یادگیری حرکتی بر گشتاور ابداکشن ران، زاویه والگوس زانو و عملکرد ۲۴ بازیکن مرد پرداختند. مطالعه آن‌ها نشان داد که از نظر آماری پس از هشت هفته تمرین استراتژی‌های یادگیری حرکتی تفاوت معناداری در زاویه والگوس داینامیک زانو گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل وجود ندارد؛ اما در گشتاور ابداکشن ران و عملکرد این تفاوت معنادار بود (۱۲). مک کوردی و همکاران نیز پس از هشت هفته تمرین مقاومتی تفاوت معناداری در زاویه والگوس زانو در طی فرود-پرش تک‌پا (ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر) و جفت‌پا (ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر) مشاهده نکردند. در این مطالعه ۲۹ دختر جوان (میانگین سنی ۲۱ سال) با سابقه ورزش در دوران دبیرستان به طور تصادفی در دو گروه تمرین و کنترل قرار گرفتند. گروه تمرین به مدت هشت هفته، دو جلسه در هفته به تمرینات مقاومتی با بار پیشرونده پرداخت. اگرچه تمرینات مقاومتی چند مفصله با وزنه‌های آزاد بیشتر از تمرینات مقاومتی چند مفصله با کش‌های مقاومتی منجر به افزایش قدرت عضلات می‌شوند؛ اما هیچ‌کدام از این تمرینات به تنهایی بر زاویه والگوس زانو طی تست فرود-پرش تاثیر نمی‌گذارند (۱۶). مطالعه علیمردی و همکاران اثر یک برنامه تمرینی پرشی بر فاکتورهای کینماتیکی بازیکنان مرد هندبال لیگ برتر را در شرایط خستگی در فرود با یک-پا مورد بررسی قرار داد. نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات پرشی می‌تواند موجب افزایش فلکشن زانو، ران و تنه شود، اما تغییری در کینماتیک زانو، تیلت جانبی تنه و چرخش تیپا پس از اعمال مداخلات ورزشی مشاهده نشد. با توجه به اینکه پروتکل تمرینات مورد استفاده در این مطالعه برعضلاتی تمرکز داشت که حرکات را بیشتر در صفحه ساجیتال کنترل می‌کنند، احتمالاً این موضوع منجر به عدم تفاوت معنادار در زاویه والگوس زانو شده است (۱۷). هرچند تمرینات مورد استفاده در این سه مطالعه منجر به کاهش زاویه والگوس داینامیک زانو نشده‌اند اما با بهبود فعالیت فیدفورواردی عضلات و توسعه کلی سیستم عصبی-عضلانی منجر

References

1. de Marche Baldon R, Lobato DFM, Yoshimatsu AP, dos Santos AF, Francisco AL, Santiago PRP, et al. Effect of plyometric training on lower limb biomechanics in females. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2014;24(1):44-50.
2. Maykut JN, Taylor-Haas JA, Paterno MV, DiCesare CA, Ford KR. Concurrent validity and reliability of 2d kinematic analysis of frontal plane motion during running. *International journal of sports physical therapy*. 2015;10(2):136-46.
3. Willson JD, Davis IS. Lower extremity mechanics of females with and without patellofemoral pain across activities with progressively greater task demands. *Clinical biomechanics*. 2008;23(2):203-11.
4. Zeller BL, McCrory JL, Ben Kibler W, Uhl TL. Differences in kinematics and electromyographic activity between men and women during the single-legged squat. *The American journal of sports medicine*. 2003;31(3):449-56.
5. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American journal of sports medicine*. 2007;35(7):1123-30.
6. Hewett TE, Paterno MV, Myer GD. Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 2002;402:76-94.
7. Daneshmandi H, Saki F, Daneshmandi L, Daneshmandi M. Lower extremity alignment in female athletes with ACL reconstruction. *Medicina dello Sport*. 2012;65(2):211-21.
8. Chuter VH, de Jonge XAJ. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature. *Gait & posture*. 2012;36(1):7-15.
9. Dix J, Marsh S, Dingenen B, Malliaras P. The relationship between hip muscle strength and dynamic knee valgus in asymptomatic females: A systematic review. *Physical Therapy in Sport*. 2019;37:197-209.
10. Sahabuddin FNA, Jamaludin NI, Amir NH, Shaharudin S. The effects of hip-and ankle-focused exercise intervention on dynamic knee valgus: a systematic review. *PeerJ*. 2021;9:e11731.
11. Jeong J, Choi D-H, Shin CS. Core strength training can alter neuromuscular and biomechanical risk factors for anterior cruciate ligament injury. *The American Journal of Sports Medicine*. 2020;49(1):183-92.
12. Ghanati HA, Letafatkar A, Abbasi A. Effect of motor learning strategies exercises on peak hip abduction moment, peak knee Valgus angle and performance in active participants. *Journal of Clinical Physiotherapy Research*. 2018;3(1):21-8.
13. Thompson-Kolesar JA, Gatewood CT, Tran AA, Silder A, Shultz R, Delp SL, et al. Age influences biomechanical changes after participation in an anterior cruciate ligament injury prevention program. *The American journal of sports medicine*. 2018;46(3):598-606.
14. Pfile KR, Hart JM, Herman DC, Hertel J, Kerrigan DC, Ingersoll CD. Different exercise training interventions and drop-landing biomechanics in high school female athletes. *Journal of athletic training*. 2013;48(4):450-62.
15. Barendrecht M, Lezeman HC, Duysens J, Smits-Engelsman BC. Neuromuscular training improves knee kinematics, in particular in valgus aligned adolescent team handball players of both sexes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(3):575-84.
16. McCurdy K, Walker J, Saxe J, Woods J. The effect of short-term resistance training on hip and knee kinematics during vertical drop jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;26(5):1257-64.
17. Alimordi Ghaleh F, Hadadnejad M, Letafatkar A, Shojaedin SS. Effect of Eight Weeks of Jump-Training Programs on Selected Factors of Kinematic in Fatigue Conditions in Men's Handball Player Premier League at the Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021;10(1):90-101.
18. Abedinzadeh S, Sahebalzamani M, Amir Seyfaddini M, Abbasi H. Effect of Training Modified FIFA 11+ on Kinematic Factors of Landing in Elite Handball Players. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2019;8(1):45-57.
19. saki f, madhosh m. Effect of Eight Weeks Plyometric Training on Pelvic and Knee Alignment in Female with Dynamic Knee Valgus. *Journal for Research in Sport Rehabilitation*. 2019;6(12):21-9.
20. Shahheidari S, Norasteh A, Daneshmandi H. The Effect of a 3-Week Neuromuscular Training Program

and Its Retention on the Movement Pattern of Drop Vertical Jump in Active Girls with Knee Valgus. Journal of Exercise Science and Medicine. 2018;10(1):35-51.

21. Dahaji AA, Amirseyfaddini M, Nikooie R. Comparison of selected knee kinematic factors during single leg landing after six weeks of multi-angled isometric exercises on knee joint flexor and extensor muscle groups. Sci J Rehabil Med. 2019;8(2):182-90.

22. Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2010;40(2):42-51.

23. Felson DT, Niu J, Gross KD, Englund M, Sharma L, Cooke TDV, et al. Valgus malalignment is a risk factor for lateral knee osteoarthritis incidence and progression: findings from the Multicenter Osteoarthritis Study and the Osteoarthritis Initiative. Arthritis & Rheumatism. 2013;65(2):355-62.

24. Sharma L, Chmiel JS, Almagor O, Felson D, Guermazi A, Roemer F, et al. The role of varus and valgus alignment in the initial development of knee cartilage damage by MRI: the MOST study. Annals of the rheumatic diseases. 2013;72(2):235-40.

25. Beall DP, Sweet CF, Martin HD, Lastine CL, Grayson DE, Ly JQ, et al. Imaging findings of femoroacetabular impingement syndrome. Skeletal radiology. 2005;34(11):691-701.

26. Myer GD, Ford KR, McLean SG, Hewett TE. The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. The American journal of sports medicine. 2006;34(3):445-55.

27. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes: decreased impact forces and increased hamstring torques. The American journal of sports medicine. 1996;24(6):765-73.

پیوست ۱. استراتژی جستجو

۵	۴	۳	۲	۱
نتایج ستون «۱» و «۳» با عملگر «AND» ترکیب شد.	نتایج ستون «۳» به سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ و مقالات «RCT» محدود شد.	ACL Injury Anterior cruciate Ligament Injury Knee Alignment Dynamic Knee valgus Knee Abduction	نتایج ستون «۱» به سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ و مقالات «RCT» محدود شد.	Intervention Exercise Therapy Physical Activity Training
۵	۴	۳	۲	۱
نتایج ستون «۱» و «۳» با یکدیگر ترکیب شد.	نتایج ستون «۳» به سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ و مقالات «کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده» محدود شد.	آسیب رباط صلیبی قدامی والگوس پویا زانو والگوس داینامیک زانو ابداکشن زانو راستای داینامیک زانو	نتایج ستون «۱» به سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ و مقالات «کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده» محدود شد.	تمرین تمرین درمانی مداخلات اصلاحی