



The Effect and Persistence of Neuromuscular Correction Program on Landing Position, Static and Dynamic Balance of Athletes with Dynamic Knee Valgus Defects

Hamed Babagoltabar Samakoush ^{1*}, Aliasghar Norasteh ²

¹ PhD Student in Physical Education and Sport Sciences (Sport Injuries & Corrective Exercises), Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

² PhD in Physical Education and Sport Sciences (Sport Injuries & Corrective Exercises), Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

* **Corresponding author:** Hamed Babagoltabar Samakoush. Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Email: hb.sama@yahoo.com

Received: 30 May 2021 Accepted: 27 September 2021

Abstract

Introduction and Aim: This study aimed to determine the effect and persistence of neuromuscular correction programs on landing position, static and dynamic balance in athletes with Dynamic Knee Valgus defects.

Methods: The statistical population of this quasi-experimental study included teenagers athletes in soccer with dynamic knee valgus deformity who were purposefully selected and randomly assigned in two groups of control (Age: 12.50 ± 0.67 years, height: 1.70 ± 0.06 m, weight: 56.41 ± 5.46 kg, body mass index: 19.49 ± 1.57 kg/m²) and training (Age: 12.23 ± 0.59 years, height: 1.67 ± 0.10 m, weight: 53.07 ± 8.96 kg, body mass index: 18.83 ± 1.54 kg/m²). Dynamic knee valgus was assessed by squat test and valgus angle and knee flexion were assessed by landing-jump test using Quinoa software. Static and dynamic balance was assessed by the Bass Stick test and Y test. After evaluating the variables in the pre-test, the subjects in the exercise group performed neuromuscular exercises for 8 weeks and the control group participated in the team-specific physical fitness program only in this period.

Results: The results in the training group showed that the neuromuscular correction program had a significant effect on variables ($P \leq 0.01$) except the knee flexion angle at the end of the descent ($p = 0.60$). But the training results were not lasting after 1 month of untraining in variables Valgus at the moment of landing, static and dynamic balance. Also, the Bonferroni post hoc test results in variables ($p \leq 0.01$) except for knee flexion angle at the end of landing ($p = 0.14$) showed a significant difference between the two groups.

Conclusion: Based on the results, the use of a neuromuscular correction program can be suggested as an effective program before puberty for teenage athletes in soccer with dynamic knee valgus of ankle origin.

Keywords: Knee, Postural control, training program, Soccer.

How to Cite this Article:

Babagoltabar Samakoush H, Norasteh A. The effect and persistence of neuromuscular correction program on landing position, static and dynamic balance of athletes with dynamic knee valgus defects. *Journal of Rehabilitation Research in Nursing*. 2021;8(1):45-57.

تاثیر و ماندگاری برنامه اصلاحی عصبی-عضلانی بر وضعیت فرود، تعادل ایستا و پویا ورزشکاران مبتلا به نقص والگوس داینامیک زانو

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

^۱ دانشجوی دکتری تخصصی تربیت بدنی (گرایش آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی)، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
^۲ دکتری تخصصی تربیت بدنی (گرایش آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی)، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

* نویسنده مسئول: حامد باباگل تبار سماکوش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

ایمیل: hb.sama@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۰۹ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۰۵

چکیده

مقدمه و هدف: این مطالعه با هدف تعیین تاثیر و ماندگاری برنامه اصلاحی عصبی-عضلانی بر وضعیت فرود، تعادل ایستا و پویا ورزشکاران مبتلا به نقص والگوس داینامیک زانو انجام شد.

روش کار: جامعه آماری این پژوهش نیمه تجربی شامل ورزشکاران نوجوان رشته فوتبال مبتلا به نقص والگوس پویا زانو بود که به صورت هدفدار انتخاب شدند و به صورت تصادفی در دو گروه کنترل (سن: $12/50 \pm 0/67$ سال، قد: $1/70 \pm 0/06$ متر، وزن: $56/41 \pm 5/46$ کیلوگرم، شاخص توده بدنی: $19/49 \pm 1/57$ کیلوگرم بر متر مربع) و تمرینی (سن: $12/23 \pm 0/59$ سال، قد: $1/67 \pm 0/10$ متر، وزن: $53/07 \pm 8/96$ کیلوگرم، شاخص توده بدنی: $18/83 \pm 1/54$ کیلوگرم بر متر مربع) قرار گرفتند. والگوس پویا زانو با آزمون اسکات و زاویه والگوس و فلکشن زانو با آزمون فرود-پرش و با کمک نرم افزار کینوا ارزیابی شد. تعادل ایستا و پویا با آزمون بس استیک و آزمون ۷ ارزیابی شد. پس از ارزیابی متغیرها در پیش آزمون، آزمودنی‌های گروه تمرینی تمرینات عصبی-عضلانی را به مدت ۸ هفته انجام دادند و گروه کنترل تنها در این دوره در برنامه آمادگی جسمانی اختصاصی تیم شرکت داشتند.

یافته‌ها: نتایج بدست آمده در گروه تمرینی نشان داد برنامه اصلاحی عصبی-عضلانی اثر معنی داری بر متغیرها ($P \leq 0/01$) به غیر از زاویه فلکشن زانو در انتهای فرود ($p=0/60$) داشت. اما نتایج تمرین پس از ۱ ماه بی تمرینی در متغیرهای والگوس در لحظه فرود، تعادل ایستا و پویا ماندگار نبود. همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در متغیرهای بررسی شده ($P \leq 0/01$) به غیر از متغیرهای زاویه فلکشن زانو در انتهای فرود ($p=0/14$) تفاوت معنی داری بین دو گروه نشان داد.

نتیجه گیری: بر اساس نتایج استفاده از برنامه اصلاحی عصبی-عضلانی می‌تواند به عنوان یک برنامه موثر در پیش از بلوغ به ورزشکاران رشته فوتبال مبتلا به والگوس پویا زانو با منشا مچ پا پیشنهاد شود.

کلیدواژه‌ها: زانو، کنترل پاسچر، برنامه تمرینی، فوتبال.

مقدمه

فوتبال که یکی از محبوب‌ترین رشته‌های ورزشی در ایران و جهان است [۱]، به صورت ذاتی ورزشی آسیب‌زا بوده و آسیب رباط صلیبی قدامی از جمله آسیب‌های شایع در این ورزش است [۲]. این آسیب در فوتبالیست‌های نوجوان آماتور بیشتر از فوتبالیست‌های بالغ است [۳]؛ در زمینه آسیب در نوجوانان در یک بررسی ۱۰ ساله از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ و در دامنه سنی ۵ تا ۱۴ سال، در مجموع ۳۲۰ آسیب رباط صلیبی قدامی گزارش شده که بیشترین میزان این آسیب (۹۶/۹٪) در دامنه سنی ۱۰ تا ۱۴ سال بوده و فعالیت‌های ورزشی ۵۶/۶ درصد از آسیب‌های رباط صلیبی قدامی را به خود اختصاص داده است [۴].

به صورت کلی رفتار مکانیکی اختصاصی مفاصل پروگزیمال و دیستال مفصل میانی زنجیره حرکتی اندام تحتانی، تعیین‌کننده نحوه توزیع نیروهای وارد بر سیستم عضلانی اسکلتی این مفصل هستند [۵،۶]. بر همین اساس توانایی ورزشکار در حفظ راستای پویای صحیح سگمنت‌های اندام تحتانی در صفحات حرکتی، می‌تواند عاملی بسیار مهم در وقوع آسیب زانو در ورزش باشد [۷]. در زمینه اثر آسیب زانو بر تعادل، مطالعات مختلفی انجام شده که به اثر والگوس زانو و آسیب رباط صلیبی قدامی بر این متغیر اشاره دارند [۸،۹].

عوامل عصبی عضلانی، فعالیت‌های عملکردی و کینماتیک حرکتی از متغیرهای درونی قابل تعدیل بوده که در ایجاد آسیب غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی اثرگذارند [۵،۱۰]. هیووت و همکاران ۴ نقص عصبی-عضلانی غلبه تنه، غلبه لیگامان، غلبه چهارسر و غلبه پا را به عنوان سازوکارهای زیربنایی آسیب رباط صلیبی قدامی معرفی کردند [۱۱] که از آنها می‌توان برای غربالگری و تعیین افراد دارای الگوهای حرکتی نامناسب و مستعد آسیب رباط صلیبی قدامی استفاده کرد [۱۲]. همچنین نقص کنترل عصبی عضلانی در الگوهای حرکتی ناهنجار مانند کاهش سرعت، حرکات پرشی، چرخشی و فرود که عوامل موثر در افزایش بار خارجی وارد بر زانو هستند [۱۳،۱۴]، جهت‌گیری نسبی ران نسبت به ساق (ابداکشن زانو)، حرکت قدامی تیبیا، فشردگی مفصل تیبیوفمورال و چرخش داخلی زانو حین انجام این فعالیت‌ها به عنوان عوامل موثر در ایجاد آسیب ACL مطرح شده است [۵،۱۵] که عمدتاً در فرود یا تغییر جهت ناگهانی ایجاد می‌شوند [۱۶].

نقص والگوس (غلبه لیگامانی) از شایع‌ترین نقص‌های عصبی عضلانی بوده که در زمان فراهم نشدن پایداری پویای لازم برای مفصل توسط راهبردهای کنترل عصبی عضلانی ایجاد می‌شود [۱۷]. به عبارت دیگر والگوس داینامیک زانو (DKV) الگوی تغییر یافته حرکت یا تغییر در ترازبندی اندام تحتانی است [۷] که منجر به تغییر عملکرد اندام تحتانی در صفحه فرونتال می‌شود [۱۸] و ممکن است به دنبال تغییرات الگوهای انقباضی عضلات تنه، نزدیک‌کننده و دورکننده ران و نیز عضلات خم‌کننده زانو

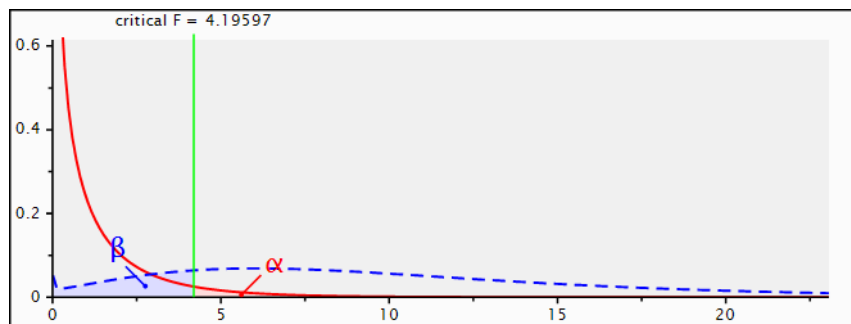
(همسترینگ و دوقلو) ایجاد گردد [۱۹] و باعث جذب نیروی عکس‌العمل زیاد توسط لیگامان‌های زانو در طول فعالیت‌های ورزشی شود که عاملی در قرارگیری زانو در وضعیت والگوس است [۱۷]. علاوه بر این کاهش دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا [۲۰] و به ویژه ضعف در ابداکتورها و چرخاننده‌های خارجی مفصل ران نیز به عنوان عواملی موثر در ایجاد نقص والگوس داینامیک زانو شناخته شده‌اند [۲۱]. نتایج مطالعات نشان می‌دهد افزایش والگوس زانو منجر به تغییر عملکرد اندام تحتانی در صفحه فرونتال می‌شود [۱۸]. مطالعه روی ورزشکارانی که دچار آسیب رباط صلیبی قدامی شدند، نشان داد در مقایسه با افراد سالم هنگام فرود، ۸ درجه ولگوس بیشتری داشته‌اند [۲۲]. بارگذاری والگوس، فشار نسبی اعمال شده به رباط صلیبی قدامی را افزایش داده و این امر در سطوح بالا می‌تواند منجر به واماندگی لیگامانی شود [۲۳]. در همین راستا، مطالعات دیگر نیز نشان دادند افراد دارای افزایش والگوس هنگام انجام فعالیت‌های پویا، بیشتر در معرض آسیب‌های رباط صلیبی قدامی قرار دارند [۱۸،۲۴،۲۵]. بر همین اساس یکی از راه-های مؤثر در کاهش بروز آسیب‌های رباط صلیبی قدامی، کاهش بارگذاری‌های والگوس است. به طور خاص، نشان داده شده که برنامه‌های متمرکز بر روی متغیرهای عصبی-عضلانی و افزایش حس عمقی، خطر آسیب رباط صلیبی قدامی را به میزان ۵۱-۸۸٪ کاهش می‌دهد [۲۶].

در زمینه اثرگذاری و انتخاب نوع تمرین، مطالعات متفاوتی انجام شده که اثرات مختلفی نیز به دنبال داشته است. به صورتی که برخی مطالعات به عدم تاثیر تمرینات قدرتی [۲۷،۲۸] و کششی [۲۹] بر والگوس داینامیک زانو اشاره کردند. با این حال ساساکی و همکاران بهبود در زمینه بیومکانیک فرود به دنبال استفاده از تمرینات قدرتی ناحیه مرکزی اشاره کردند [۳۰]. از تمرینات اختصاصی موثر در کاهش والگوس داینامیک زانو برنامه تمرینی عصبی عضلانی طراحی شده توسط گوتو بوده که از تمرینات رهاسازی مایوفیشیال، بهبود دامنه حرکتی، قدرت و انسجام تشکیل شده و مبنای طراحی آن تاکید بر مفصل مچ پا به عنوان عامل اصلی ایجاد نقص والگوس داینامیک بود [۳۱] که در مطالعه حاضر، تاثیر و ماندگاری این برنامه اصلاحی عصبی-عضلانی بر وضعیت فرود (زاویه والگوس زانو در لحظه فرود و فلکشن انتهای فرود)، تعادل ایستا و پویا فوتبالیست‌های نوجوان مبتلا به نقص والگوس داینامیک زانو ارزیابی شد.

روش کار

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی است که به لحاظ زمان اجرا مقطعی و از حیث استفاده از نتایج کاربردی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق شامل فوتبالیست‌های پسر نوجوان دارای نقص ولگوس داینامیک زانو مدرسه فوتبال شاهین آمل بودند که با توجه به ادبیات تحقیق و مطالعه تحقیقات مشابه در این زمینه، ورزشکاران دارای

درصد از آزمودنی‌های پژوهش). قبل از آغاز تحقیق، والدین تمامی آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در آزمون‌های تحقیق را امضاء کرده و سپس طی یک جلسه، نحوه انجام آزمون‌ها برای آزمودنی‌ها تشریح شد. همه آزمودنی‌ها سالم بوده و سابقه کمردرد یا آسیب زانو و مچ پا نداشتند همچنین ورزشکارانی وارد تحقیق شدند که دارای نقص والگوس دینامیک زانو یا منشا ایمبالانس عضلانی در مچ پا بودند.



نمودار ۱- نمودار مربوط به نتایج نرم افزار برآورد حجم نمونه (جی پاور)

عمودی را انجام دهد و دست‌ها را بالا بیاورد. جهت محدود کردن حرکات افقی بدن از آزمودنی خواسته شد پاشنه پای مورد آزمون را در تماس با لبه جلویی جعبه قرار دهد. هر آزمودنی ۳ کوشش صحیح با فاصله ۲ دقیقه را انجام داد. در این پژوهش آزمون فرود-پرش به این دلیل انتخاب شد که طبق مطالعه ناگانو و همکاران، آزمون مذکور بهترین آزمون برای غربالگری ورزشکاران در معرض خطر آسیب رباط صلیبی قدامی معرفی شده است [۳۷]. اطلاعات پای برتر در تجزیه و تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفت. برای انجام آزمون دوربین‌ها با توجه به طول قد آزمودنی‌ها تنظیم بر روی سه پایه و در فاصله ۳۶۵ سانتی‌متر از سکوی فرود-پرش نصب شد. در این آزمون ورزشکار ۳ بار؛ توالی صحیح فرود-پرش را تکرار کرد و در نهایت پس از اتمام هر ۳ کوشش صحیح توسط نرم افزار کینووا مورد تجزیه و تحلیل نهایی قرار گرفت. در مرحله بعد با پیشروی فریم به فریم در ویدئو فیلم ۲ تصویر انتخاب شد. یکی تصویر پیش از فرود که بیانگر فریمی بود که پنجه پا درست پس از فرود به پایین از روی جعبه با زمین تماس پیدا می‌کرد و دیگری تصویر فرود که بیانگر فریمی بود که در آن ورزشکار در پایین‌ترین (حداکثر فلکشن زانو) نقطه قرار می‌گرفت. سپس زاویه والگوس در تصویر مربوط به فریم پیش از فرود و زاویه فلکشن در تصویر مربوط به فریم فرود با استفاده از نرم افزار کینووا محاسبه می‌شد [۳۷] (شکل ۱-، تصویر ۱- و ۲-).

ارزیابی تعادل ایستا: در این مطالعه از آزمون تعادل BASS STICK 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 سانتی‌متری بدون لمس زمین

حداقل ۳ سال سابقه ورزشی بوده و نیز حداقل در ۳ جلسه تمرین در هفته شرکت داشتند [۳۲]. نمونه‌ها با استفاده از نرم افزار برآورد حجم نمونه (جی پاور)، با توجه به آزمون آماری آنالیز واریانس مکرر، در آلفای ۰/۰۵ و مقدار $F_{0.05}$ به دلیل بزرگ بودن، حجم نمونه ۱۵ نفر در هر گروه در نظر گرفته شد تا توان آماری برابر ۰/۸ [۳۳]. از مجموع ۳۰ نفر شرکت‌کننده، ۱۳ نفر از گروه تمرینی و ۱۷ نفر از گروه کنترل در پس آزمون شرکت کردند (با ماندگاری ۸۳/۳۳

ارزیابی والگوس زانو: در این مطالعه برای تعیین وجود والگوس دینامیک زانو و نیز تعیین منشا ایمبالانس عضلانی موثر بر آن از آزمون اسکات بالای سر استفاده شد. هر آزمودنی ۵ آزمون اسکات روی هر دو پا در وضعیت استاندارد (پاها به اندازه عرض شانه باز، انگشتان مستقیم رو جلو، دست‌ها بالای سر با ارنج قفل شده در اکستنشن، زانوها تا ۹۰ درجه فلکشن می‌شوند) را اجرا کرد در حالیکه آزمونگر از روبرو او را مشاهده می‌نمود. 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 به طور بصری از نمای قدامی مشاهده می‌کرد که نقطه میانی پاتلای پای برتر از بخش داخلی انگشت بزرگ پا عبور کند، فرد دارای ولگوس دینامیک زانو بود [۳۴]. سپس برای تشخیص علت اصلی اینکه والگوس دینامیک زانو ایمبالانس عضلانی در ران یا مچ پا است یک شی به ارتفاع ۵ سانتی‌متر زیر هر دو پاشنه قرار می‌گرفت و فرد ۵ اسکات دیگر را انجام می‌داد [۳۴]. در صورتی که والگوس زانوی حین اسکات جفت پا با بالا آوردن پاشنه اصلاح می‌شد، محدودیت حرکتی مچ پا (محدودیت دورسی فلکشن، کوتاهی عضله گاستروکلیویوس و سولئوس) عامل اصلی والگوس زانو بود. میزان روایی و پایایی این آزمون به ترتیب ۷۸ درصد و ۷۳ درصد گزارش شده است [۳۵].

ارزیابی وضعیت فرود: از پروتکل تعدیل‌شده هوت و همکاران (۲۰۰۵) برای ارزیابی وضعیت فرود استفاده شد [۳۶]. بدین صورت که آزمودنی بالای جعبه‌ای با ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر قرار گرفته به نحوی که فاصله بین قوزک‌های داخلی پا ۳۵ سانتی‌متر بود. از آزمودنی خواسته می‌شد ابتدا فرود و سپس حداکثر پرش

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

برنامه تمرینی عصبی-عضلانی: برنامه تمرین عصبی-

عضلانی مطالعه حاضر شامل ۸ هفته تمرین و ۳ جلسه در هفته بود که در مجموع شامل ۲۴ جلسه تمرین همراه با بازخورد و آموزش بود. فاصله بین جلسات تمرین، حداقل ۴۸ ساعت بود. آزمودنی‌های گروه تمرین باید حداقل در ۲۳ جلسه از جلسات تمرین شرکت نموده که ۸۰٪ کل جلسات را شامل می‌شد. اگر آزمودنی کمتر از ۲۳ جلسه در برنامه شرکت می‌کرد از پژوهش حذف می‌شد. این برنامه تمرین شامل ۵ دقیقه گرم کردن و ۵ دقیقه سرد کردن و بر اساس پژوهش گوتو (۲۰۱۵) شامل شامل ۱. رها سازی توسط خود فرد ۲. کشش توسط خود فرد ۳. تقویت عضلات و ۴. تمرینات عملکردی بود [۳۱].

بایستد، ثبت شد. این آزمون ۳ بار روی پای برتر اجرا شد و بهترین نتیجه به عنوان نمره آزمون تعادل ایستا در نظر گرفته شد [۳۸] (شکل-۱، تصویر-۳).

ارزیابی تعادل پویا: از آزمون تعادلی Y که دارای روایی ۸۸ تا ۹۹ درصد است [۳۹] برای ارزیابی تعادل استفاده شد (شکل-۱، تصویر-۴). برای انجام این آزمون، آزمودنی در مرکز جهات می‌ایستاد و سپس بر روی یک پا قرار می‌گرفت و با پای دیگر عمل دستیابی را انجام و به حالت طبیعی روی دو پا برمی‌گشت. آزمودنی با پنجه پا، دورترین نقطه ممکن را در هر یک از جهات تعیین شده لمس کرده، فاصله محل تماس تا مرکز، فاصله دستیابی بود که به سانتی‌متر اندازه‌گیری می‌شد. به منظور به حداقل رساندن اثرات یادگیری هر آزمودنی ۶ بار این آزمون را در جهت های سه‌گانه تمرین کرد [۴۰]. 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 بدست آوردن نمره تعادل پویا در هر جهت به صورت جداگانه از فرمول زیر استفاده شد:



شکل-۱. تصاویر مربوط به ارزیابی متغیرها

جدول-۱. برنامه تمرینی ۸ هفته‌ای عصبی-عضلانی [۳۱]

فاکتور	تمرین	هفته							
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
رها سازی	ساق پا	*	*	*	*	*	*	*	*
	ایلیوتیبیال باند	*	*	*	*	*	*	*	*
	ادداکتورهای ران	*	*	*	*	*	*	*	*
	لترال همسترینگ	*	*	*	*	*	*	*	*
کشش	ساق پا	*	*	*	*	*	*	*	*
	ایلیوتیبیال باند	*	*	*	*	*	*	*	*
	ادداکتورهای ران	*	*	*	*	*	*	*	*

لترال همسترینگ								قدرت
*	*	*	*	*	*	*	*	
-	-	-	-	-	-	* کش سبز	* کش آبی	تمرین ۱-۱. تقویت پوستریور تیپالیس: در پوزیشن نشسته پلانتار فلکشن و اینورژن مچ پا
*	*	*	*	*	*	-	-	تمرین ۲-۱. تقویت پوستریور تیپالیس: در وضعیت ایستاده بالا بردن پاشنه ها در حالیکه انگشتان در چرخش داخلی هستند
-	-	-	-	-	-	* کش سبز	* کش آبی	تمرین ۱-۲. تقویت مدیال همسترینگ: در وضعیت پرون خم کردن ساق پا در حالیکه زانو چرخش داخلی دارد
* کش	* کش	* کش	* کش	* کش	* کش	-	-	تمرین ۲-۲. تقویت مدیال همسترینگ: در وضعیت ایستاده خم کردن ساق پا در حالیکه زانو چرخش داخلی دارد
-	-	-	-	-	-	* کش سبز	* کش آبی	تمرین ۱-۳. تقویت سرینی میانی: در وضعیت خوابیده به پهلو ابداکشن ران
* کش	* کش	* کش	* کش	* کش	* کش	-	-	تمرین ۲-۳. تقویت سرینی میانی: در وضعیت ایستاده ابداکشن ران
-	-	-	-	-	-	* کش سبز	* کش آبی	تمرین ۱-۴. تقویت سرینی بزرگ: در وضعیت پرون، اکستشن ران در حالیکه زانو خم است
* جاذبه	* جاذبه	* جاذبه	* جاذبه	* جاذبه	* جاذبه	-	-	تمرین ۲-۴. تقویت سرینی بزرگ: در وضعیت کوادراپد، اکستشن ران در حالیکه زانو خم است
-	-	-	-	-	-	* سطح ناهموار	* سطح ناهموار	تمرین ۱. اسکات روی هر دو پا
-	-	-	*	*	*	-	-	تمرین ۲. اسکات روی یک پا
-	-	-	-	-	-	*	*	تمرین ۳. بالا رفتن از پله به سمت جلو
-	-	-	*	*	*	-	-	تمرین ۴. پایین آمدن از پله از پهلو (در هر دو طرف)
-	-	-	-	-	-	-	*	تمرین ۵. پرش با لی و فرود جفت پا و حفظ ثبات
-	-	-	-	-	-	*	-	تمرین ۶. پرش جفت پا به سمت جلو و حفظ ثبات
-	-	-	*	*	*	-	-	تمرین ۷. پرش جفت پا از روی جعبه و حفظ ثبات
* روی سطح ناهموار	* روی سطح ناهموار	*	-	-	-	-	-	تمرین ۸. آزمون تعادلی ستاره (هر دو پا)
*	*	*	-	-	-	-	-	تمرین ۹. لی از پهلو
* فرود روی یک پا	* فرود روی یک پا	* فرود روی دو پا	-	-	-	-	-	تمرین ۱۰. پرش از روی تخته و حفظ تعادل

(*) تمرین در این هفته انجام می شود.

(-) تمرین در این هفته انجام نمی شود.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی در مورد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها و متغیرهای تحقیق در جدول ۲ آمده است.

نتایج آزمون تی مستقل در مقایسه ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها نشان داد دو گروه از نظر ویژگی‌های فردی همگن هستند.

نتایج آزمون آنالیز واریانس مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی تاثیر تمرین و مقایسه گروه‌ها در جدول ۳ و جدول ۴ ارائه شد.

نتایج آزمون آنالیز واریانس مکرر نشان داد اختلاف معنی داری والگوس در لحظه برخورد ($P=0/001$)، تعادل ایستا ($P=0/001$)، نمره کل و جهت‌های تعادل پویا ($P\leq 0/01$) بین دو گروه تمرینی و کنترل و در زمان‌های مختلف وجود دارد. اما نتایج آزمون آنالیز واریانس مکرر در متغیر فلکشن زانو در لحظه برخورد تفاوتی را نشان نداد ($P\geq 0/05$).

برای بررسی تفاوت درون گروهی در زمان‌های مختلف و نیز تفاوت بین گروهی در سه زمان از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان دهنده تاثیر معنی دار برنامه تمرینی بر والگوس لحظه فرود ($P=0/001$)، تعادل ایستا ($P=0/001$)، نمره کل تعادل پویا ($P=0/001$) و جهت‌های آزمون Y ($P=0/001$) بود. همچنین پس از یک ماه، نتایج نشان‌دهنده عدم ماندگاری اثر تمرینات در والگوس در لحظه برخورد، فلکشن انتهایی فرود و تعادل پویا در جهت‌های قدامی و خلفی داخل آزمون Y بود.

تکرار و ست در تمرینات رهاسازی: در تمامی هفته‌های تمرینی، هر یک از تمرینات مرتبط با رهاسازی در ۱ ست ۲ دقیقه‌ای انجام شد.

تکرار و ست در تمرینات کششی: در تمامی هفته‌های تمرینی، هر یک از تمرینات مرتبط با کشش در ۲ ست ۳۰ ثانیه‌ای انجام شد.

تمرینات قدرتی: در ۴ هفته اول تمرینات قدرتی با ۲ ست ۱۰ تکراری انجام شد. در هفته‌های پنجم و ششم تمرینات با ۲ ست ۱۲ تکرار و در دو هفته آخر با ۳ ست ۱۲ تکراری انجام شد.

تمرینات عملکردی: در ۴ هفته اول تمرینات عملکردی با ۲ ست ۱۰ تکراری انجام شدند. در ۳ هفته آخر تمرینات در ۳ ست ۱۰ تکراری انجام شد.

استراحت: استراحت بین ست‌ها در این مطالعه ۴۵ ثانیه و استراحت پایان ست‌های تمرینی ۹۰ ثانیه بود.

آزمودنی‌های گروه کنترل در طول ۸ هفته در برنامه آمادگی جسمانی اختصاصی تیم شاهین امل که شامل کار با توپ، تمرینات سالن وزنه، تمرینات سرعتی و هوازی بود شرکت داشتند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. از آزمون تی مستقل برای بررسی همگنی ویژگی‌های فردی در دو گروه استفاده شد. همچنین برقراری تجانس واریانس که با آزمون لون و ماچلی تست مورد بررسی قرار گرفت و برای بررسی تفاوت بین گروهی از آزمون آماری آنالیز واریانس مکرر و از آزمون تعقیبی بونفرونی جهت بررسی تفاوت درون گروهی در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد. همه عملیات آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد.

جدول ۲- ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های تحقیق

شاخص اندازه گیری	گروه	انحراف استاندارد $\pm$ میانگین	T	P
سن (سال)	کنترل	۱۲/۵۰ $\pm$ ۰/۶۷	۱/۰۵	۰/۳۰
	تمرینی	۱۲/۲۳ $\pm$ ۰/۵۹		
قد (متر)	کنترل	۱/۷۰ $\pm$ ۰/۰۶	۰/۷۷	۰/۴۴
	تمرینی	۱/۶۷ $\pm$ ۰/۱۰		
جرم (کیلوگرم)	کنترل	۵۶/۴۱ $\pm$ ۵/۴۶	۱/۱۱	۰/۲۷
	تمرینی	۵۳/۰۷ $\pm$ ۸/۹۶		
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	کنترل	۱۹/۴۹ $\pm$ ۱/۵۷	۱/۰۶	۰/۲۹
	تمرینی	۱۸/۸۳ $\pm$ ۱/۵۴		
سابقه ورزشی (سال)	کنترل	۳/۹۱ $\pm$ ۰/۷۹	-۱/۴۰	۰/۱۷
	تمرینی	۴/۳۸ $\pm$ ۰/۵۶		

جدول-۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر درون و بین گروهی جهت تأثیر تمرین بر متغیرها

متغیر	مقیاس	منبع	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	سطح معناداری	مجذور اتا	توان آماری
والگوس در لحظه فرود (درجه)	درون گروهی	زمان	۱۰۷/۷۵	۲	۵۳/۸۷	۱۵/۶۴	۰/۰۰۱	۰/۴۰	۰/۹۹
		زمان*گروه	۱۱۳/۵۶	۲	۵۶/۷۵	۱۶/۴۸	۰/۰۰۱	۰/۴۱	۰/۹۸
		خطا	۱۵۸/۴۳	۴۶	۳/۴۴				
	بین گروهی	گروه	۱۹۵/۹۱	۱	۱۹۵/۹۱	۶/۳۳	۰/۰۱	۰/۲۱	۰/۶۷
		خطا	۷۱۰/۹۶	۲۳	۳۰/۹۱				
فلکشن انتهایی فرود (درجه)	درون گروهی	زمان	۲۲/۵۳	۲	۱۱/۲۶	۰/۸۳	۰/۴۴	۰/۰۳	۰/۱۸
		زمان*گروه	۶/۴۵	۲	۳/۲۱	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۰۱	۰/۰۸
		خطا	۶۲۴/۱۸	۴۶	۱۳/۵۶				
	بین گروهی	گروه	۷۲۱/۷۸	۱	۷۲۱/۷۸	۱/۷۲	۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۲۴
		خطا	۹۶۰۲/۹۶	۲۳	۴۱۷/۵۲				
تعداد ایستا (ثانیه)	درون گروهی	زمان	۱۷۸/۴۴	۲	۸۹/۲۲	۳۴/۵۲	۰/۰۰۱	۰/۶۰	۱/۰۰
		زمان*گروه	۱۱۲/۵۰	۲	۵۶/۲۵	۲۱/۷۶	۰/۰۰۱	۰/۴۸	۱/۰۰
		خطا	۱۱۸/۸۷	۴۶	۲/۵۸				
	بین گروهی	گروه	۲۳۲/۹۱	۱	۲۳۲/۹۱	۱۲/۷۱	۰/۰۰۲	۰/۳۵	۰/۹۲
		خطا	۴۲۱/۲۵	۲۳	۱۸/۳۱				
جهت قدمی (سانتی متر بر درصد طول پا)	درون گروهی	زمان	۱۳۶۴/۶۶	۲	۶۸۲/۳۳	۳۳/۷۰	۰/۰۰۱	۰/۵۹	۱/۰۰
		زمان*گروه	۹۲۶/۳۳	۲	۴۶۳/۱۶	۲۲/۸۷	۰/۰۰۱	۰/۴۹	۰/۹۹
		خطا	۹۳۱/۲۹	۴۶	۲۰/۲۴				
	بین گروهی	گروه	۹۴۴/۳۹	۱	۹۴۴/۳۹	۲/۶۲	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۳۴
		خطا	۸۲۶۶/۳۶	۲۳	۳۵۹/۴۰				
جهت خلفی داخلی (سانتی متر بر درصد طول پا)	درون گروهی	زمان	۶۳۳/۲۴	۲	۳۱۶/۶۲	۴۸/۲۵	۰/۰۰۱	۰/۶۶	۱/۰۰
		زمان*گروه	۲۶۰/۴۴	۲	۱۳۰/۲۲	۱۹/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۴۵	۱/۰۰
		خطا	۳۱۴/۸۵	۴۶	۶/۸۴				
	بین گروهی	گروه	۱۳۴۲/۵۶	۱	۱۳۴۲/۵۶	۴/۵۸	۰/۰۴	۰/۱۶	۰/۵۳
		خطا	۳۲۶۷/۰۵	۲۳	۲۹۲/۶۹				
	درون گروهی	زمان	۶۶۷/۱۷	۲	۳۳۳/۵۸	۱۳/۷۲	۰/۰۰۱	۰/۳۷	۰/۹۹

جهت خلفی (سانتی متر بر درصد طول پا)	زمان*گروه خطا	۳۱۳/۲۱	۲	۱۵۶/۶۰	۶/۴۴	۰/۰۰۳	۰/۲۱	۰/۸۸
		۱۱۱۸/۱۹	۴۶	۲۴/۳۰				
بین گروهی	گروه	۹۳۲/۰۷	۱	۹۳۲/۰۷	۳/۰۴	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۳۸
	خطا	۷۰۳۲/۰۰۵	۲۳	۳۰۵/۷۳				
نمره کل (سانتی متر بر درصد طول پا)	زمان*گروه خطا	۸۴۹/۹۹	۲	۴۲۴/۹۹	۵۴/۱۷	۰/۰۰۱	۰/۷۰	۱/۰۰
		۴۵۳/۱۵	۲	۲۲۶/۵۷	۲۸/۸۸	۰/۰۰۱	۰/۵۵	۱/۰۰
بین گروهی	گروه	۱۰۶۴/۹۷	۱	۱۰۶۴/۹۷	۴/۷۸	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۵۵
	خطا	۵۱۲۰/۱۲	۲۳	۲۲۲/۶۱				

جدول-۴. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی جهت مقایسه تفاوت‌های درون گروهی و بین گروهی

درون گروهی												بین گروهی			
متغیر	گروه	زمان	اختلاف میانگین‌ها	p	MIC	اندازه اثر	زمان	کنترل (M±SD)	تمرینی (M±SD)	اختلاف میانگین	P value				
والگوس در لحظه فرود	کنترل	پس-پیش آزمون	۰/۱۶-	۱/۰۰	↓۱/۴۸	۰/۰۳	پیش آزمون	۱۰/۹۱ ± ۴/۵۴	۱۱/۱۵ ± ۴/۰۳	۰/۲۳-	۰/۸۹				
		پیگیری-پیش آزمون	۰/۵۸	۱/۰۰	↑۵/۱۳	۰/۱۳									
	تمرینی	پیگیری- پس آزمون	۰/۷۵	۰/۱۳	↑۶/۵۲	۰/۱۸	پس آزمون	۱۰/۷۵ ± ۳/۸۶	۵/۵۳ ± ۲/۱۴	۵/۲۱	۰/۰۰۱				
		پس-پیش آزمون	۰/۶۱-	۰/۰۰۱	↓۱۰/۱۶۲	۱/۷۴									
فلکشن انتهای فرود	کنترل	پیگیری-پیش آزمون	۰/۳۸-	۰/۰۰۱	↓۶۴/۹۴	۱/۳۹	پیگیری	۱۱/۵۰ ± ۴/۰۵	۶/۷۶ ± ۱/۹۶	۴/۷۳	۰/۰۰۱				
		پیگیری- پس آزمون	۱/۲۳	۰/۰۰۴	↑۱۸/۰۷	۰/۵۸									
	تمرینی	پس-پیش آزمون	۰/۵۰	۱/۰۰	↑۰/۵۵	۰/۰۴	پیش آزمون	۸۸/۸۳ ± ۱۲/۵۳	۹۴/۳۸ ± ۱۴/۵۲	۰/۵۵-	۰/۳۱				
		پیگیری-پیش آزمون	۰/۸۳	۱/۰۰	↑۰/۹۲	۰/۰۷									
تعادل ایستا	کنترل	پیگیری- پس آزمون	۰/۳۳	۱/۰۰	↑۰/۳۶	۰/۰۳	پس آزمون	۸۹/۳۳± ۱۰/۷۷	۹۶/۳۰ ± ۱۲/۴۵	۰/۹۷-	۰/۱۴				
		پس-پیش آزمون	۱/۹۲	۰/۶۰	↑۱/۹۹	۰/۱۴									
	تمرینی	پیگیری-پیش آزمون	۱/۳۸	۱/۰۰	↑۱/۴۴	۰/۰۹	پیگیری	۸۹/۶۶ ± ۷/۹۸	۹۵/۷۶ ± ۱۳/۳۱	۰/۱۰-	۰/۱۸				
		پیگیری- پس آزمون	۰/۵۳-	۱/۰۰	↓۰/۵۶	۰/۰۴									
تعدادل ایستا	کنترل	پس-پیش آزمون	۰/۷۵	۰/۷۷	↑۱۰/۸۱	۰/۳۶	پیش آزمون	۶/۲۷ ± ۱/۹۱	۶/۶۷ ± ۲/۱۰	۰/۴۰-	۰/۶۲				
		پیگیری-پیش آزمون	۰/۲۲-	۱/۰۰	↓۳/۶۳	۰/۱۱									
	تمرینی	پیگیری- پس آزمون	۰/۹۸-	۰/۲۸	↓۱۶/۶۹	۰/۴۸	پس آزمون			۰/۳۹-	۰/۰۰۱				

تمرینی	پس-پیش آزمون	۶/۷۴	۰/۰۰۱	↑۵۰/۲۹	۲/۰۵		۷/۰۳ ± ۲/۲۰	۱۳/۴۲ ± ۴/۱۵			
		۳/۱۶	۰/۰۰۱	↑۳۲/۵۵	۱/۱۰	پیگیری	۶/۰۵ ± ۱/۸۰	۹/۸۹ ± ۳/۵۳	۳/۷۸-	۰/۰۰۳	
جهت قدامی	کنترل	پس-پیش آزمون	۱/۸۳	۱/۰۰	↑۳/۲۷	۰/۱۴	۵۳/۹۸ ± ۱۲/۶۱	۵۱/۵۰ ± ۷/۶۷	۲/۴۷	۰/۵۵	
		پیگیری-پیش آزمون	۱/۱۳	۱/۰۰	↑۲/۰۶	۰/۰۸	پس آزمون	۵۵/۸۱ ± ۱۲/۹۵	۷۰/۰۳ ± ۹/۹۰	۱۴/۲۱-	۰/۰۰۵
تمرینی	پس-پیش آزمون	۱۸/۵۲	۰/۰۰۱	↑۲۶/۴۶	۲/۰۹	پیگیری	۵۵/۱۲ ± ۱۳/۴۲	۶۴/۶۹ ± ۱۲/۰۲	۷/۵۹-	۰/۰۰۷	
		پیگیری-پیش آزمون	۱۳/۱۸	۰/۰۰۱	↑۲۰/۳۸	۱/۳۰	پیش آزمون	۷۶/۸۹ ± ۸/۹۲	۸۰/۸۳ ± ۹/۸۲	۳/۹۳-	۰/۳۰
جهت خلفی داخلی	کنترل	پس-پیش آزمون	۱/۲۱	۰/۵۵	↑۱/۵۴	۰/۱۳	پس آزمون	۷۹/۴۴ ± ۱۰/۳۶	۹۲/۵۱ ± ۱۱/۲۷	۱۳/۰۷-	۰/۰۰۶
		پیگیری-پیش آزمون	۵/۶۶	۰/۰۰۱	↑۶/۵۴	۰/۵۵	پیگیری	۷۸/۱۰ ± ۹/۲۱	۸۶/۴۹ ± ۱۰/۶۸	۸/۳۹-	۰/۰۰۴
تمرینی	پس-پیش آزمون	۱۱/۶۹	۰/۰۰۱	↑۱۲/۶۲	۱/۱۰	پیش آزمون	۷۴/۳۰ ± ۸/۳۴	۷۶/۱۴ ± ۹/۳۵	۱/۸۳-	۰/۶۱	
		پیگیری-پیش آزمون	۵/۶۶	۰/۰۰۱	↑۶/۵۴	۰/۵۵	پس آزمون	۷۶/۵۵ ± ۸/۰۳	۸۸/۳۶ ± ۱۴/۵۸	۱۱/۸۱-	۰/۰۰۲
جهت خلفی خارجی	کنترل	پس-پیش آزمون	۲/۲۴	۱/۰۰	↑۲/۹۳	۰/۲۷	پیش آزمون	۷۴/۳۰ ± ۸/۳۴	۷۶/۱۴ ± ۹/۳۵	۱/۸۳-	۰/۶۱
		پیگیری-پیش آزمون	۱/۶۹	۱/۰۰	↑۲/۲۲	۰/۱۹	پس آزمون	۷۶/۵۵ ± ۸/۰۳	۸۸/۳۶ ± ۱۴/۵۸	۱۱/۸۱-	۰/۰۰۲
تمرینی	پس-پیش آزمون	۱۲/۲۲	۰/۰۰۱	↑۱۳/۸۲	۰/۹۹	پیگیری	۷۵/۹۹ ± ۸/۷۶	۸۳/۵۱ ± ۱۳/۶۱	۷/۵۲-	۰/۱۱	
		پیگیری-پیش آزمون	۷/۳۷	۰/۰۰۶	↑۱/۳۱	۰/۶۳	پیش آزمون	۶۸/۳۹ ± ۷/۶۴	۶۹/۴۹ ± ۶/۳۳	۱/۰۹-	۰/۶۹
نمره کل	کنترل	پس-پیش آزمون	۲/۲۱	۰/۲۹	↑۳/۱۳	۰/۲۷	پیش آزمون	۶۸/۳۹ ± ۷/۶۴	۶۹/۴۹ ± ۶/۳۳	۱/۰۹-	۰/۶۹
		پیگیری-پیش آزمون	۱/۳۴	۱/۰۰	↑۱/۹۳	۰/۱۷	پس آزمون	۷۰/۶۰ ± ۸/۴۶	۸۳/۶۳ ± ۱۰/۶۸	۱۳/۰۳	۰/۰۰۳
تمرینی	پس-پیش آزمون	۱۴/۱۴	۰/۰۰۱	↑۱۶/۹۰	۱/۶۱	پیگیری	۶۹/۷۴ ± ۷/۷۰	۷۸/۲۳ ± ۱۱/۳۴	۸/۴۹-	۰/۰۰۴	
		پیگیری-پیش آزمون	۸/۷۴	۰/۰۰۱	↑۱۱/۱۷	۰/۹۵	پیگیری	۶۹/۷۴ ± ۷/۷۰	۷۸/۲۳ ± ۱۱/۳۴	۸/۴۹-	۰/۰۰۴
		پیگیری- پس آزمون	-۵/۴۰	۰/۰۰۱	↓۶/۹۰	۰/۴۹					

MIC حداقل تغییرات مشاهده شده

بحث

پژوهش حاضر با هدف تعیین تاثیر و ماندگاری برنامه اصلاحی عصبی-عضلانی بر وضعیت فرود، تعادل ایستا و پویا ورزشکاران مبتلا به نقص والگوس داینامیک زانو انجام شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد پس از ۸ هفته اعمال برنامه عصبی-عضلانی، تفاوت معنی داری در زاویه والگوس زانو، تعادل ایستا و پویا بین آزمودنی‌های دو گروه کنترل و تمرینی وجود دارد اما این نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان‌دهنده عدم ماندگاری اثر برنامه عصبی-عضلانی پس از یک ماه بی تمرینی بود.

شواهد کاهش معنی داری در زاویه والگوس زانو پای برتر (۶/۸ درجه) و غیربرتر (۶/۴ درجه) ورزشکاران مرد رشته والیبال و بسکتبال به دنبال اعمال برنامه تمرینی عصبی-عضلانی در خانه گزارش نمود [۴۱]. محمدی و همکاران نیز کاهش معنی داری در زاویه والگوس پویا در حداکثر فلکشن زانو (۶/۵۱ درجه) گزارش کردند [۳۲]. همچنین کورل در دانش آموزان ۱۲-۱۳ سال، اختلاف معنی داری در زاویه والگوس زانو راست (۷/۵۲ درجه) و چپ (۶/۸۷ درجه) دو گروه کنترل و تمرینی به دنبال اعمال ۶ برنامه تمرینی قدرتی ران اشاره کردند [۴۲]. نتایج این مطالعات با نتایج مطالعه حاضر در زمینه کاهش والگوس داینامیک زانو در لحظه برخورد (۵/۶۲ درجه در پای برتر) همراستا است. بیشتر مطالعات تمرینات مرتبط با تعادل، قدرت ران و نیز بخش پروگزیمال بدن را برای بهبود والگوس داینامیک زانو مورد بررسی قرار دادند اما در این مطالعه، تمریناتی مورد استفاده قرار گرفته که بیشتر بر روی قدرت و دامنه حرکتی مچ پا معطوف بود. بر اساس نتایج مطالعه حاضر در زمینه تغییرات والگوس زانو استفاده از تمرینات مچ پا نیز به عنوان بخشی از یک برنامه جامع پیشنهاد می‌شود.

از دلایل اثرگذاری تمرینات مطالعه حاضر، می‌تواند استفاده همزمان از تمرینات کششی، قدرتی و عملکردی همچون کشش اداکنورهای ران، تقویت عضلات میدیال همسترینگ، عضلات چرخاننده خارجی و اداکنورهای ران، تقویت سرینی بزرگ، حرکات عملکردی اسکات، لی، و آموزش الگوی صحیح پرش و فرود در وضعیت‌های مختلف در جهت کاهش والگوس داینامیک زانو باشد زیرا بر اساس مطالعات گذشته اعمال تمرینات به صورت جامع می‌تواند اثرگذاری بیشتری نسبت به استفاده از تمرینات به صورت مجزا داشته باشد و بهبود همزمان قدرت، دامنه حرکتی و عملکرد کسب نتایج مطلوب‌تری را در پی دارد [۳۱، ۴۳] در همین راستا بیان شده تمرینات قدرتی به تنهایی بر کینماتیک حرکت تأثیر نمی‌گذارد [۲۷، ۲۸]؛ همچنین مهدوی و همکاران اعمال ۶ هفته برنامه تمرینی کششی عضلات ساق پا را در بهبود والگوس داینامیک زانو با منشا مچ پا موثر ندانستند [۲۹] که نشان‌دهنده لازمه استفاده از برنامه‌های تمرینی جامع است که برنامه تمرینی مطالعه حاضر نیز از این ویژگی برخوردار است.

علاوه بر اهمیت استفاده از تمرینات عملکردی در بهبود الگوی فرود این تمرینات منجر به بهبود تعادل ایستا و پویا در آزمودنی‌ها شد که استفاده از تمرینات مرتبط با تخته تعادل، آزمون تعادلی ستاره و کنترل پاسچر روی یک پا پس از فرود از عوامل موثر در کسب این نتایج بود که با نتایج سایر مطالعات همچون گبل و همکاران که به تاثیر تمرینات مرتبط با تعادل بر بهبود تعادل ایستا و پویا [۴۴] و نیز محمدی و همکاران که به تاثیر تمرینات اصلاحی مرتبط با والگوس داینامیک زانو بر تعادل پویا اشاره کردند [۳۲] همراستا است. در زمینه ارتباط بین تعادل و ریسک آسیب غیربرخوردی زانو باید بیان نمود، تعادل پویا توانایی حفظ موقعیت پایدار در طی کارهای پویا است و می‌تواند به عنوان پیش‌بینی کننده عوامل خطر آسیب استفاده شود [۴۵] به صورتی که بیان شده کاهش چرخش داخلی ران، خم شدن زانو و چرخش تنه به پای اتکا در حین آزمون تعادلی ستاره ممکن است به عنوان عوامل خطر آسیب غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی در نظر گرفته شود [۴۶]. بر این اساس به نظر می‌رسد استفاده از تمرینات عصبی عضلانی در این مطالعه با تاثیر بر اصلاح الگوی فرود و کاهش والگوس داینامیک زانو، بهبود تعادل را نیز در پی داشته است و توانسته در کاهش خطر آسیب غیربرخوردی رباط متقاطع قدامی موثر باشد، بر این اساس استفاده از این برنامه تمرینی برای کاهش خطر آسیب در ورزشکاران در پیش از بلوغ پیشنهاد می‌شود. از محدودیت‌های این مطالعه، عدم وجود دستگاه‌های آزمایشگاهی دقیق همچون فورس پلِت برای ارزیابی تعادل و یا دوربین سه بعدی برای ارزیابی الگوی فرود بود که پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی از این ابزارهای دقیق جهت تعیین اثر و ماندگاری تمرین مطالعه حاضر بر الگوی فرود و تعادل استفاده گردد.

نتیجه‌گیری

ضعف تعادل به همراه والگوس پویا زانو از عواملی هستند که می‌تواند به ایجاد آسیب رباط متقاطع قدامی بینجامد. با توجه به اینکه آزمون‌هایی همچون آزمون فرود-پرش با ارزیابی میزان والگوس در لحظه فرود توانایی تشخیص افراد با این اختلال را به مربیان و ارزیاب‌ها می‌دهد به نظر می‌رسد با شناسایی ورزشکاران در معرض آسیب رباط متقاطع قدامی به ویژه در پیش از بلوغ بتوان با اعمال برنامه‌های تمرینی موثر، متغیرهایی همچون تعادل را بهبود داد و این اختلالات عصبی عضلانی را تا حدودی کاهش داد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر استفاده از برنامه عصبی-عضلانی مطالعه فعلی می‌تواند به عنوان یک برنامه موثر در دوران پیش از بلوغ و در فوتبالیست‌های مبتلا به والگوس پویا زانو با منشا مچ پا پیشنهاد شود. با این حال با توجه به اینکه اثر استفاده از این برنامه بعد از یک ماه بی تمرینی از بین رفت، انجام مکرر این برنامه تمرینی در طول دوره ورزشی به ورزشکاران پیشنهاد می‌شود تا از رفع یا کاهش نقص والگی داینامیک زانو اطمینان حاصل شود.

کاربرد عملی مطالعه

نتایج این مطالعه برای پیشگیری از آسیب‌های غیر برخوردی زانو و ACL و نیز رفع نقص والگوس داینامیک زانو ورزشکاران رشته فوتبال کاربرد دارد.

ملاحظات اخلاقی

کد اخلاق این مطالعه با شناسه IR.SSRI.REC.1399.880 از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی دریافت شد. پروتکل‌های اخلاقی معاهده هلسینکی مدنظر بوده و اطلاعات ورزشکاران حاضر در این مطالعه کاملاً ناشناس باقی ماند و بعد از مطالعه نیز تمامی این اطلاعات محفوظ ماند. همچنین تمامی شرکت کنندگان در این مطالعه فرم رضایت نامه شرکت در این مطالعه را پر کرده و تمامی مقاصد مطالعه برای ایشان به طور کامل شرح داده شد.

سهم نویسندگان

باباگل تبار در ارزیابی متغیرها و آنالیز آنها، نوشتن مقاله و سابمیت آن و نورسته در طرح ایده و ویرایش متن نقش داشتند.

تشکر و قدردانی

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

حمایت مالی

همچنین این مقاله از حمایت مالی ارگان خاصی برخوردار نبود.

تضاد منافع

بین نویسندگان پژوهش حاضر هیچ تضاد منافی وجود ندارد.

منابع

- Tomlinson A. FIFA (Fédération internationale de football association): the men, the myths and the money. Routledge; 2014.
- Dodson CC, Secrist ES, Bhat SB, Woods DP, Deluca PF. Anterior cruciate ligament injuries in National Football League athletes from 2010 to 2013: a descriptive epidemiology study. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2016 doi: [10.1177/2325967116631949](https://doi.org/10.1177/2325967116631949)
- Räsänen AM, Pasanen K, Krosshaug T, Vasankari T, Kannus P, Heinonen A, et al. Association between frontal plane knee control and lower extremity injuries: a prospective study on young team sport athletes. *BMJ open sport & exercise medicine*. 2018; 4 (1):e000311. doi:[10.1136/bmjsem-2017-000311](https://doi.org/10.1136/bmjsem-2017-000311)
- Shaw L, Finch C, Trends in pediatric and adolescent anterior cruciate ligament injuries in Victoria, Australia 2005–2015. *International journal of environmental research and public health*. 2017; 14(6): 599. doi: [10.3390/ijerph14060599](https://doi.org/10.3390/ijerph14060599)
- Shultz SJ, Schmitz RJ, Benjaminse A, Collins M, Ford K, Kulas AS. ACL Research retreat VII: an update on anterior cruciate ligament injury risk factor identification, screening, and prevention: March 19–21, 2015; Greensboro, NC. *Journal of athletic training*. 2015; 50(10):1076-93. doi: [10.4085/1062-6050-50.10.06](https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.10.06)
- Chuter VH, de Jonge XA. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature. *Gait & posture*. 2012;36(1):7-15. doi: [10.1016/j.gaitpost.2012.02.001](https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.02.001)
- Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2003;35(10):1745-50. doi: [10.1249/01.MSS.0000089346.85744](https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000089346.85744)
- Behm G, Howard J, Granacher U. Trunk extensor fatigue decreases jump height similarly under stable and unstable conditions with experienced jumpers. *European journal of applied physiology*. 2015; 115 (2): 285-294. doi: [10.1007/s00421-014-3011-x](https://doi.org/10.1007/s00421-014-3011-x)
- Read PJ, Oliver JL, Croix MB, Myer GD, Lloyd RS. A review of field-based assessments of neuromuscular control and their utility in male youth soccer players. *Journal of strength and conditioning research*. 2019; 33 (1):283. doi: [10.1177/0363546516657338](https://doi.org/10.1177/0363546516657338)

- Herman DC, Barth JT. Drop-jump landing varies with baseline neurocognition: implications for anterior cruciate ligament injury risk and prevention. *The American journal of sports medicine*. 2016; 44(9):2347-2353.
- Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations-update 2010. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*. 2010;5(4):234.
- Lloyd R, Oliver J, Myer G, Mark B, Wass J, Read P. Comparison of drop jump and tuck jump knee joint kinematics in elite male youth soccer players: implications for injury risk screening. *Journal of sport rehabilitation*. 2019;29(6):760-5. doi: [10.1123/jsr.2019-0077](https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0077)
- Sugimoto D, Alentorn-Geli E, Mendiguchía J, Samuelsson K, Karlsson J, Myer GD. Biomechanical and neuromuscular characteristics of male athletes: implications for the development of anterior cruciate ligament injury prevention programs. *Sports Medicine*. 2015;45(6):809-22. doi:[10.1007/s40279-015-0311-1](https://doi.org/10.1007/s40279-015-0311-1)
- Cram TR. The Relationship between Hip Muscular Stiffness and the Biomechanical Factors Associated with ACL Injury. 2011, The University of North Carolina at Chapel Hill.
- Shin CS, Chaudhari AM, Andriacchi TP. Valgus plus internal rotation moments increase anterior cruciate ligament strain more than either alone. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2011; 43 (8): 1484-1491. doi: [10.1249/MSS.0b013e31820f8395](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31820f8395)
- Faigenbaum AD, Myer GD. Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British journal of sports medicine*. 2010; 44(1): 56-63. doi: [10.1136/bjsm.2009.069484](https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.069484)
- 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. doi: [10.1519/SSC.0b013e318213afa8](https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318213afa8)
- Kianifar R, Lee A, Raina S, Kulić 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;5:1-3. doi: [10.1109/JTEHM.2017.2736559](https://doi.org/10.1109/JTEHM.2017.2736559)

19. Ireland ML, Bolgla LA, Noehren B. Gender differences in core strength and lower extremity function during static and dynamic single-leg squat tests, in *ACL Injuries in the Female Athlete*. 2018, Springer. 239-257. doi: [10.1007/978-3-662-56558-2_13](https://doi.org/10.1007/978-3-662-56558-2_13)
20. Lima Y, Ferreira V, de Paula Lima P, Bezerra M, de Oliveira R, Almeida G. The association of ankle dorsiflexion and dynamic knee valgus: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*. 2018; 29:61-9. doi: [10.1016/j.ptsp.2017.07.003](https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2017.07.003)
21. Suzuki H, Omori G, Uematsu D, Nishino K, Endo N. The Influence of hip strength on knee kinematics during a single-legged medial drop landing among competitive collegiate basketball players. *International journal of sports physical therapy*. 2015; 10 (5):592.
22. Hewett T, Myer G, Ford K, Heidt J, Colosimo A, McLean S, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *American Journal of Sports Medicine*. 33(4):492-501. doi: [10.1177/0363546504269591](https://doi.org/10.1177/0363546504269591)
23. Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in " high-risk" versus " low-risk" athletes. *BMC musculoskeletal disorders*. 2007; 8 (1): 1-7. doi: [10.1186/1471-2474-8-39](https://doi.org/10.1186/1471-2474-8-39)
24. Schilaty ND, Bates NA, Krych AJ, Hewett TE. Frontal plane loading characteristics of medial collateral ligament strain concurrent with anterior cruciate ligament failure. *The American journal of sports medicine*. 2019; 47(9):2143-50 doi.org/[10.1177/0363546519854286](https://doi.org/10.1177/0363546519854286)
25. Ludwig O, Simon S, Piret J, Becker S, Marschall F. Differences in the dominant and non-dominant knee valgus angle in junior elite and amateur soccer players after unilateral landing. *Sports*. 2017;5(1):14. doi: [10.3390/sports5010014](https://doi.org/10.3390/sports5010014)
26. Nessler T, Denney L, Sampley J. ACL injury prevention: what does research tell us? *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2017;10(3): 281-288. doi: [10.1007/s12178-017-9416-5](https://doi.org/10.1007/s12178-017-9416-5)
27. Herman DC, Weinhold PS, Guskiewicz KM, Garrett WE, Yu B, Padua DA. The effects of strength training on the lower extremity biomechanics of female recreational athletes during a stop-jump task. *The American journal of sports medicine*. 2008; 36 (4): 733-40. doi: [10.1177/0363546507311602](https://doi.org/10.1177/0363546507311602)
28. Czasche MB, Goodwin JE, Bull AM, Cleather DJ. Effects of an 8-week strength training intervention on tibiofemoral joint loading during landing: a cohort study. *BMJ open sport & exercise medicine*. 2018; 4 (1): e000273. doi: [10.1136/bmjsem-2017-000273](https://doi.org/10.1136/bmjsem-2017-000273)
29. Mahdavi A, Hadadnezhad M, Eftekhari F. Effect of 6 week stretching training of Gastrocnemius-Soleus complex on dorsiflexion range of motion, ankle proprioception, knee valgus and function in athletes with limited dorsiflexion. *Journal for Research in Sport Rehabilitation*. 2018; 6(11):21-32. doi: [10.22084/RSR.2018.14281.1337](https://doi.org/10.22084/RSR.2018.14281.1337)
30. Sasaki S, Tsuda E, Yamamoto Y, Maeda S, Kimura Y, Fujita Y, et al. Core-muscle training and neuromuscular control of the lower limb and trunk. *Journal of athletic training*. 2019;54(9):959-69. doi: [10.4085/1062-6050-113-17](https://doi.org/10.4085/1062-6050-113-17)
31. Goto S. The effects of an integrated exercise program on lower extremity biomechanics in females with medial knee displacement. 2015: The University of North Carolina at Chapel Hill. doi: [10.17615/bx79-0v33](https://doi.org/10.17615/bx79-0v33)
32. Mohammadi H, Daneshmandi H, Alizadeh M, Effect of Corrective Exercises Program on Strength ROM, and Performance in Basketball Players with Dynamic Knee Valgus. *J Rehab Med*. 2019; 8(3): 29-41. doi: [10.22037/jrm.2019.111286.1887](https://doi.org/10.22037/jrm.2019.111286.1887)
33. Prapapati B., M Dunne, R Armstrong, Sample size estimation and statistical power analyses. *Optometry today*. 2010;16(7):10-18
34. Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *Journal of orthopedic & sports physical therapy*. 2010; 40(2): 42-51. doi: [10.2519/jospt.2010.3337](https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3337)
35. 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](https://doi.org/10.1177/03635465020300021901)
36. Bell DR, Oates DC, Clark MA, Padua DA. Two-and 3-dimensional knee valgus are reduced after an exercise intervention in young adults with demonstrable valgus during squatting. *Journal of athletic training*. 2013; 48 (4):442-9. doi: [10.4085/1062-6050-48.3.16](https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.3.16)
37. Nagano Y, Ida H, Akai M, Fukubayashi T. Biomechanical characteristics of the knee joint in female athletes during tasks associated with anterior cruciate ligament injury. *The Knee*. 2009;16(2):153-8. doi: [10.1016/j.knee.2008.10.012](https://doi.org/10.1016/j.knee.2008.10.012)
38. Mohammadinia Samakosh H, S.S. Shojaedin, M. Hadadnezhad, 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. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*. 2019; 21(3):69-78.
39. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*. 2009;4(2):92. doi: [10.2519/jospt.2006.2244](https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2244)
40. Shaffer SW, Teyhen DS, Lorenson 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](https://doi.org/10.7205/MILMED-D-13-00222)
41. Schwameder H. Effect of a neuromuscular home training program on dynamic knee valgus (dkv) in lateral single-leg landings. *Isbs Proceedings Archive*. 2020; 38(1):736
42. Corl-Baietti B. The Effects of 6 Weeks of Hip-Strengthening Exercises on Drop Jump Performance in Middle School Students. 2020
43. Padua DA, DiStefano LJ, Hewett TE, Garrett WE, Marshall SW, Golden GM, et al. National Athletic Trainers' Association position statement: prevention of anterior cruciate ligament injury. *Journal of athletic training*. 2018;53(1):5-19. doi: [10.4085/1062-6050-99-16](https://doi.org/10.4085/1062-6050-99-16)
44. Gebel A, Lesinski M, Behm DG, Granacher U. Effects and dose-response relationship of balance training on balance performance in youth: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2018; 48(9): 2067-2089. doi: [10.1007/s40279-018-0926-0](https://doi.org/10.1007/s40279-018-0926-0)
45. Affandi N, Mail M, Azhar N, Shaharudin S. Relationships between core strength, dynamic balance and knee valgus during single leg squat in male junior athletes. *Sains Malaysiana*. 2019; 48 (10): 2177-83. doi: [10.17576/jsm-2019-4810-13](https://doi.org/10.17576/jsm-2019-4810-13)
46. Uebayashi K, Akasaka K, Tamura A, Otsudo T, Sawada Y, Okubo Y, et al. Characteristics of trunk and lower limb alignment at maximum reach during the Star Excursion Balance Test in subjects with increased knee valgus during jump landing. *Plos one*. 2019; 14 (1): e0211242