نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۷، شماره ۱٤، پاییز و زمستان ۱۳۹۸
۸٦ - ۷۱

WWW.RSR.BASU.AC.IR

مقایسه اثربخشی پروتکل‌های گرم کردن ایستا، پویا و برنامه پیشگیری از آسیب بر والگوس زانو حین فرود دراپ و آزمون لی‌لی تک‌پایی در مردان ورزشکار ۲۵-۱۸ سال

نعمت‌اله بهبودیان[1*]، رحمان امیری[2]، امیر لطافت‌کار[3]

۱. کارشناسی ارشد، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. دانشجوی دکترای گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳. استادیار گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

« مقاله‌ی پژوهشی»

دریافت ۳۰ خرداد ۱۳۹۹؛ پذیرش ۲۹ مرداد ۱۳۹۹

چکیده

زمینه و هدف: هدف از تحقیق حاضر مقایسه اثربخشی پروتکل‌های گرم‌کردن ایستا، پویا و پیشگیری از آسیب بر ولگوس زانو حین فرود دراپ و نمرات آزمون لی‌لی تک پایی در مردان ورزشکار ۱۸-۲۵ سال بود.

روش بررسی: از بین دانشجویان تربیت بدنی دانشگاه خوارزمی ۳۶ نفر ورزشکار بر اساس معیارهای ورودی انتخاب شده و بصورت تصادفی به سه گروه گرم‌کردن ایستا (۱۲ نفر)، گرم‌کردن پویا (۱۲ نفر) و برنامه پیشگیری از آسیب (۱۲ نفر) تقسیم‌بندی شدند. جهت ارزیابی عملکرد و زاویه والگوس زانو از آزمون‌های لی‌لی تک‌پایی و سیستم آنالیز سه بُعدی حرکت استفاده گردید. پس از پیش‌آزمون، هر کدام از سه پروتکل گرم‌کردن به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه انجام و پس از آن پس‌آزمون انجام گرفت. به‌منظور مقایسه بین گروهی از آزمون کوواریانس و آزمون تعقیبی LSD و برای بررسی درون گروهی از آزمون تی وابسته در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون کوواریانس نشان داد که بین گروه‌ها در متغیرهای لی‌لی تک پایی و والگوس زانو اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱). نتایج آزمون t وابسته نشان داد که تغییرات متغیر لی‌لی تک پایی در گروه‌های گرم‌کردن ایستا (P=۰/۰۳) و برنامه پیشگیری از آسیب (P=۰/۰۰۱) و متغیر والگوس زانو در گروه‌های گرم‌کردن ایستا (P=۰/۰۰۱) و برنامه پیشگیری از آسیب (P=۰/۰۰۱) معنی‌دار، اما در گروه گرم‌کردن پویا معنی‌دار نبودند (P≥۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج، برنامه پیشگیری از آسیب می‌تواند تکنیک فرود دراپ را بهبود بخشد بدون اینکه اختلالی در عملکرد ورزشکاران ایجاد کند که احتمالاً این برنامه مؤثرتر از هر دو پروتکل گرم کردن ایستا و پویا در آماده‌سازی ورزشکاران برای مسابقات باشد.

واژگان کلیدی

گرم کردن

مفصل زانو

لیگامان صلیبی قدامی

مردان فعال

پیشگیری از آسیب

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۰۸۳۴۷۳۱۱
✉ پست الکترونیکی: behboodian_n1368@yahoo.com
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RSR.2020.21899.1515

مقدمه

سالانه حدود ۴ میلیون جوان، حداقل در یک ورزش سازمان یافته شرکت می‌کنند، که منتج به بیش از ۴ میلیون آسیب‌های اسکلتی - عضلانی می‌شود. میزان آسیب‌دیدگی با پیامدهای منفی مانند، توسعه اولیه آرتروز، کاهش سطح فعالیت بدنی و افزایش آسیب‌ها همراه است (هایلی[1] و همکاران، ۲۰۱۵). بسیاری از آسیب‌های ورزشی اهمیت چندانی ندارند و مانع از فعالیت‌های روزانه ورزشکاران نمی‌شوند، ولی برخی از این آسیب‌ها حائز اهیمت بوده و مانع از فعالیت ورزشکاران حتی در سطوح پایین می‌شوند. از بین بخش‌های مختلف بدن، اندام تحتانی بیشتر در معرض آسیب‌های ورزشی بوده که در بین آسیب‌های مفصلی مرتبط با حرکات ورزشی، زانو حدود ۱۰- ۲۵ درصد از کل آسیب‌ها را به خود اختصاص داده است. از میان آسیب‌های زانو، حدود ۴۵ درصد مربوط به آسیب لیگامانی است (فاق[2] و همکاران، ۲۰۱۴). از جمله شایع‌ترین این آسیب‌ها می‌توان به پارگی لیگامان صلیبی قدامی[3] (ACL) اشاره کرد (هلنا[4] و همکاران، ۲۰۱۵).

مفصل زانو، یکی از مفاصل بزرگ بدن می‌باشد که برای حرکت و ثبات طراحی شده است. این مفصل، واحد مهم عملکردی اندام تحتانی حین فعالیت‌هایی مانند راه رفتن، نشستن و بالا رفتن از ارتفاع می‌باشد (اسپکتور[5] و همکاران، ۱۹۹۳). لیگامان‌ها در حفظ ثبات دینامیک[6] زانو، علاوه بر نقش مکانیکی، دارای نقش مهم حسی نیز هستند. پارگی ACL با ناپایداری زانو مشخص می‌شود و منجر به کاهش فعالیت، عملکرد نامطلوب زانو و کاهش کیفیت زندگی مرتبط با زانو در کوتاه مدت می‌گردد (اسپیندلر و رایت[7]، ۲۰۰۸). ACL زانو بیشترین آسیب‌های لیگامانی را به خود اختصاص می‌دهد (هلنا و شارلوت[8]، ۲۰۱۵). آسیب این لیگامان منجر به ناتوانی عملکردی و مکانیکی می‌شود به گونه‌ای که بازگشت کامل عملکرد ورزشکاران را با مشکل مواجه می‌سازد. آسیب ACL توسط دو مکانیسم برخوردی و غیربرخوردی رخ می‌دهد. آسیب برخوردی توسط یک جسم خارجی که به زانو برخورد کرده، وضعیت مفصل زانو را تغییر داده و موجب اعمال فشار و استرس بر ACL می‌شود. آسیب‌های غیربرخوردی غالباً در حین فعالیت‌هایی که با کاهش سریع شتاب حرکت همراه است؛ مثل فرود از پرش یا در حین اجرای حرکت برشی، اتفاق می‌افتد (ایرلند[9]، ۲۰۰۲). حدود ۷۰٪ از تمام آسیب‌های ACL در نتیجه یک مکانیسم غیربرخوردی هستند (بادن و همکاران، ۲۰۰۰). تحقیقات قبلی ارتباط بین نیروهای فرود و آسیب زانو را اصلاح کرده و بیان نموده‌اند که بیومکانیک و پاسچر اندام تحتانی بر بارهای مفصل زانو تأثیرگذار است. به‌عنوان مثال، نشان داده شده است که فلکشن زیر ۵۰ درجه زانو، اسپرین[10] وارد بر ACL را افزایش می‌دهد (بینان و فلمینگ[11]، ۱۹۹۸؛ مارکولف و همکاران، ۱۹۹۵). مارکولف[12] و همکاران بیان کردند که بار وارد بر ACL هنگامی که زانو در حالتی نزدیک به انتهای دامنه باز شدن قرار دارد، بیشتر است. آسیب ACL زمانی اتفاق می‌افتد که بار اعمال شده، بیش از استحکام کلی رباط باشد. ACL بزرگترین بارگیری را زمانی تحمل می‌کند که نیروی برشی قدامی درشت‌نی[13] در ترکیب با چرخش داخلی - خارجی[14] یا والگوس - واروس[15] اعمال می‌شود (بادن[16] و همکاران، ۲۰۰۹). بار والگوس به‌عنوان مکانیزم مهم آسیب غیربرخوردی ACL در نظر گرفته می‌شود، در حالی‌که نیروهای صفحات غیر ساجیتال، به تنهایی قادر به ایجاد آسیب ACL نیستند بلکه عضلات چهارسرران به‌عنوان گروه عضلانی اصلی هستند که با ایجاد حرکت انتقالی درشت‌نی به‌سمت جلو، موجب آسیب‌دیدگی ACL در قالب مکانیزم آسیب غیر برخوردی می‌گردند (ناگایی[17] و همکاران، ۲۰۱۳). با این حال، تنها زاویه والگوس زانو و تفاوت حرکات بین اندام در طول تمرینات پرش و فرود به‌عنوان یک پیش‌بینی قابل توجهی از آسیب ACL ذکر شده است (هیوت[18] و همکاران، ۲۰۰۵).

1. Hayley
2. Fong
3. Anterior Cruciate Ligament
4. Helena
5. Spector
6. Dynamic Stability
7. Spindler and Wright
8. Helena and Charlotte
9. Ireland
10. Sprain
11. Beynnon and Fleming
12. Markeloff
13. Anterior Tibial Shear Force
14. Internal-External Rotation
15. Valgus-Varus
16. Boden
17. Nagai
18. Hewett

میزان پارگی ACL یک مورد در هر ۳۵۰۰ نفر در سال برآورد شده است (بائر و هارنر[1]، ۲۰۰۷). به‌طوری‌که در سال ۲۰۰۶ میزان ۱۲۷۴۶۶ عمل جراحی بازسازی ACL در آمریکا انجام گردید که متوسط هزینه هر عمل جراحی پیوند ACL حدود ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ دلار بود (جناریو[2] و همکاران، ۲۰۱۲). این آسیب علاوه بر هزینه درمان زیاد، سالیانه ۶۲۵ میلیون دلار موجب از دست دادن مشارکت ورزشی و حتی از دست دادن فصل ورزشی و نیز ایجاد آسیب‌های ثانویه مثل استئوآرتریت (افزایش بیش از ۱۰ برابر)، پارگی منیسک و نیز مشکلات و مسائل روحی و روانی در فرد می‌گردد (آگل[3] و همکاران، ۲۰۰۵). با توجه به اینکه جراحی و توانبخشی از عوارض طولانی‌مدت جلوگیری نمی‌کند، نیاز به پیشگیری آسیب ACL مهم است. برای پیشگیری مؤثر آسیب، عوامل خطر آینده‌نگر برای آسیب باید قبل از اقدامات پیشگیرانه ایجاد گردد (ون مکلن[4] و همکاران، ۱۹۹۲). با توجه به آنچه مطرح شد پیشگیری آسیب از اهمیت خاصی برخوردار است و با توجه به احتمال وقوع آسیب‌دیدگی‌ها که موجب اختلال در حرکت شده، نقش و اهمیت راهکارهای پیش گیرنده از آسیب پررنگ‌تر می‌شود.

از علل بروز آسیب‌های بدنی؛ گرم نکردن بدن، نداشتن آمادگی جسمانی، محیط نامناسب ورزشی، ابزار و وسایل غیراستاندارد و شدت برخوردهای بدنی ورزشکاران می‌باشد (ورهاگن[5] و همکاران، ۲۰۱۰). یکی از روش‌های پیشنهادی برای جلوگیری و یا کاهش آسیب‌ورزشی استفاده از تمرینات گرم کردن است (بیکسلر و جونز[6]، ۱۹۹۲). گرم کردن[7] یکی از اجزای کلیدی تمرین و مسابقه است، زیرا برنامه گرم کردن مناسب، علاوه بر اینکه ورزشکار را از نظر جسمی و روحی برای عملکرد بهتر در تمرین و مسابقه آماده می‌سازد از آسیب‌دیدگی او نیز جلوگیری می‌کند (لطفی حسین‌آباد و گائینی، ۲۰۰۴). استفاده از کشش پویا نسبت به فعالیت‌های کشش ایستا، پیش از تمرین و ورزش مناسب‌تر است، زیرا کشش پویا ضمن برخورداری از خواص تمرینات کششی ایستا در پیشگیری از آسیب، باعث افزایش فعالیت عصبی-عضلانی سبب تسهیل تولید نیروی انفجاری و افزایش عملکرد ورزشکاران می‌شود (حداد و همکاران، ۲۰۱۴). در حالی‌که برخی مطالعات هیچ تغییری در عملکرد ورزشکاران بعد انجام تمرینات کشش پویا گزارش نکردند (پارادیسیس[8] و همکاران، ۲۰۱۴). برنامه‌های پیشگیری از آسیب[9] عصبی-عضلانی می‌تواند میزان آسیب‌دیدگی را کاهش داده (آلنتورن[10] و همکاران، ۲۰۰۹) و عوامل خطرزای مبتنی بر حرکت را بهبود بخشد (پادوا و دی استفانو[11]، ۲۰۰۹). برنامه‌های پیشگیری از آسیب عصبی- عضلانی ترکیبی از انعطاف‌پذیری پویا[12]، پلایومتریک[13] و تمرینات تعادلی[14] می‌باشد. بنابراین برنامه‌های پیشگیری از آسیب ممکن است سودمندترین گزینه برای گرم کردن ورزشی که عملکرد ورزشی را بهبود می‌بخشد؛ در حالی‌که خطر آسیب‌دیدگی را کاهش می‌دهد، باشد (هایلی و همکاران، ۲۰۱۵). با توجه به اینکه ورزشکاران نیازمند انگیزه هستند و ترجیح می‌دهند روی یک برنامه‌ای که علاوه بر کاهش آسیب‌دیدگی، عملکرد رقابتی را نیز افزایش دهد سرمایه‌گذاری کنند، بنابراین هدف از مطالعه حاضر مقایسه اثربخشی پروتکل‌های گرم کردن ایستا، پویا و پیشگیری از آسیب بر والگوس زانو حین فرود دراپ و نمرات آزمون لی‌لی تک‌پایی مرتبط با آسیب لیگامان صلیبی قدامی در مردان ورزشکار ۲۵-۱۸ سال بود.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها

جامعه آماری تحقیق حاضر را مردان ورزشکار دانشگاهی (دانشجویان تربیت‌بدنی دانشگاه خوارزمی) تشکیل می‌دادند که براساس سن و ورزش طبقه‌بندی شدند که از بین آنها ۳۶ نفر، براساس معیارهای ورود به تحقیق انتخاب و به‌صورت تصادفی در یکی از سه گروه گرم کردن ایستا (۱۲ نفر، سن: ۱/۵۰±۲۳/۰۸، قد: ۲/۰۲±۱۸۰/۰۸، وزن: ۳/۱۵± ۷۴/۸۳، BMI[15]: ۰/۷۳±۲۳/۰۶)، گرم کردن پویا (۱۲ نفر،

1. Baer and Harner
2. Genuario
3. Agel
4. Van Mechelen
5. Verhagen
6. Bixler and Jones
7. Warm-Up
8. Paradisis
9. Injury-Prevention Program
10. Alentorn
11. Padua and DiStefano
12. Dynamic Flexibility
13. Plyometrics
14. Balance Training
15. Body Mass Index

سن: ۱/۸۵±۲۲/۸۳، قد: ۱/۵۶±۱۷۸/۴۱، وزن: ۳/۳۱± ۷۱/۹۱، BMI: ۰/۸۴±۲۲/۵۸) و برنامه پیشگیری از آسیب (۱۲ نفر، سن: ۱/۸۱±۲۲/۷۵، قد: ۱/۹۲±۱۷۹/۳۳، وزن: ۳/۰۱±۷۳/۱۶، BMI: ۰/۹۵±۲۲/۷۵) قرار گرفتند. این تعداد آزمودنی‌ها بر اساس مطالعات انجام شده در این زمینه انتخاب شدند (علی‌خواجه، ۲۰۱۲؛ ایوبی آواز و همکاران، ۱۳۹۳). در این تحقیق منظور از افراد ورزشکار، کسانی بودند که سه جلسه در هفته و هر جلسه حداقل یک ساعت به فعالیت بدنی می‌پرداختند (صالح‌زاده و همکاران، ۲۰۱۱).

معیارهای ورود به مطالعه عبارت بود از قرار داشتن در دامنه سنی ۲۵-۱۸ سال، داشتن سلامت عمومی، داشتن BMI ۲۴/۹-۱۸/۵، عدم وجود درد، سابقه دررفتگی و نیمه دررفتگی در زانو، عدم وجود پارگی در ACL، عدم وجود سابقه جراحی در اندام تحتانی، عدم وجود هرگونه سابقه شکستگی و جراحی در مفاصل اندام تحتانی و عدم ابتلاء به هرگونه ناهنجاری وضعیتی اثرگذار بر روند تحقیق را داشتند. تمام آزمودنی‌ها رضایت‌نامه آگاهانه کتبی شرکت در تحقیق را امضا کردند. آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی برای تکمیل یک جلسه آزمون ۳۰ تا ۴۵ دقیقه‌ای در آزمایشگاه دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه خوارزمی تهران در سال ۱۳۹۵ حضور پیدا کرده و به سه گروه شامل: ۱- گرم کردن ایستا[1]، ۲- گرم‌کردن پویا[2] و ۳- برنامه پیشگیری از آسیب[3] تقسیم‌بندی شدند. آزمودنی‌ها از نظر قد، وزن، BMI و طول پا درگروه‌های مورد نظر نرمال شده بودند. از آزمودنی‌ها پیش‌آزمون ارزیابی عملکرد و زاویه والگوس زانو به ترتیب با استفاده از آزمون لی‌لی تک‌پایی و سیستم آنالیز سه بُعدی حرکت به‌عمل آمد. سپس هر گروه یک پروتکل گرم کردن استاندارد شده ۱۰ تا ۱۵ دقیقه‌ای انجام دادند. آزمودنی‌ها به اینکه در کدام یک از پروتکل‌های گرم کردن قرار می‌گرفتند ناآگاه بودند. پس از انجام سه پروتکل گرم کردن، پس‌آزمون آزمون‌های لی‌لی تک‌پایی[4] و فرود در شرایط اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون انجام گرفت. در ضمن از جمله معیارهای خروج از تحقیق شامل عدم رضایت آزمودنی‌ها و عدم تمایل آنها به ادامه روند تحقیق و همچنین آسیب‌ها و بیماری‌هایی که مانع فعالیت‌بدنی آزمودنی‌ها در طول روند انجام تحقیق شوند، بودند.

1. Static Warm-Up
2. Dynamic Warm-Up
3. Injury-Prevention Program
4. single-leg hop for distance

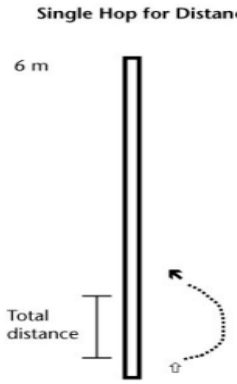
روش‌های ارزیابی

ارزیابی زاویه‌ی والگوس زانو: برای ارزیابی زاویه‌ی والگوس زانو از دستگاه موشن‌آنالیز شامل شش دوربین RAPTOR-E ساخت کشور آمریکا با فرکانس ۲۰۰ هرتز استفاده شد. به‌همین منظور مارکرهایی براساس مدل اندام تحتانی Plug-In-Gait را بر روی استخوان دوم کف‌پا، روی پاشنه، قوزک داخلی و خارجی، ستیغ درشت‌نی، کندیل داخلی و خارجی ران، وسط ران، برجستگی بزرگ ران، خار خاصره‌ای قدامی فوقانی و خار خاصره‌ای خلفی فوقانی آزمودنی‌ها قرار داده شد. به هنگام اجرای آزمون فرود آمدن بر روی یک‌پا از روی جعبه‌ی ۴۰ سانتی‌متری زاویه‌ی والگوس زانو در صفحه‌ی فرونتال توسط دوربین دستگاه موشن‌آنالیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (یو[5] و همکاران، ۲۰۰۶). به این صورت که فرد روی جعبه در وضعیتی متعادل نزدیک به لبه جعبه به‌طریقی ایستاد که پای غالب در حالت معلق قرار داشت. این وضعیت با کنترل مرکز ثقل، حرکات افقی بدن را محدود می‌کرد و سپس از او خواسته می‌شد که یک فرود انجام دهد و به محض استقرار، دست‌ها را در ناحیه لگن قرار داده، سر را بالا نگه دارد و روبه‌رو را نگاه کند و سعی کند که تعادلش را حفظ نماید. قبل از اینکه آزمودنی آزمون فرود آمدن را انجام دهد از وی خواسته می‌شد تا حرکت فرود را سه بار انجام دهد تا با شرایط و نحوه‌ی اجرای آزمون آشنا گردد. به‌وسیله دستگاه موشن‌آنالیز به هنگام فرود آزمودنی‌ها از روی جعبه، میزان والگوس زانو اندازه‌گیری شد (شکل ۱) (هایلی و همکاران، ۲۰۱۵؛ یو و همکاران، ۲۰۰۶).

5. Yu

شکل ۱: آزمون فرود تک‌پا

آزمون لی‌لی تک‌پایی: برای ارزیابی عملکرد از این آزمون استفاده شد. در آزمون لی‌لی تک‌پایی برای کسب حداکثر فاصله، آزمودنی پشت خط تعیین شده، بر روی یک پا (پای غالب) می‌ایستاد و سعی می‌کرد که پرش و فرود را با همان پا انجام دهد. مسافت از جلوی شست پا تا انتهای لی‌لی می‌باشد (شکل ۲). در آزمون لی‌لی تک‌پایی آزمودنی نباید حین فرود بیشتر از دو ثانیه مکث داشته باشد. خطاها در اجرا شامل تماس پای دیگر یا دست‌ها با زمین حین انجام لی‌لی با یک پا، از دست دادن تعادل و لی‌لی اضافی حین فرود می‌باشد. وجود هر کدام از خطاهای ذکر شده باعث تکرار اجرا شد (ICC= ۰/۸۷-۰/۹۴) (هئیتز[2] و همکاران، ۲۰۱۴).



شکل۲. آزمون لی‌لی تک‌پایی

مداخلات

پروتکل گرم کردن ایستا: پروتکل گرم کردن ایستا روی افزایش طول عضلات اندام تحتانی شامل همسترینگ، چهارسرانی، مجموعه دوقلو - نعلی، خم کننده‌های ران و دورکننده‌های ران متمرکز بود. این پروتکل با یک سرعت راحت با پنج دقیقه دویدن شروع شده و سپس پنج کشش دو طرفه ایستا انجام شد. هر کشش برای حدود ۳۰ ثانیه تا آستانه درد نگه داشته شد. در تدوین این پروتکل از مطالعات قبلی که در آن فایگنباوم[2] و همکاران (۲۰۰۵) یک پروتکل گرم کردن ایستا را با ورزشکاران جوان کار کرده بودند، استفاده شده بود (پیوست ۱) (هایلی و همکاران، ۲۰۱۵).

پروتکل گرم کردن پویا: پروتکل گرم کردن پویا روی افزایش تدریجی در شدت گرم کردن تمرکز داشت مانند حرکات پویا که از بازی واقعی تقلید می‌شود (مثل این سو و آن سو حرکت کردن و عقب نشینی). این پروتکل به سه مرحله تقسیم می‌شد: یک حرکت پویا شامل کشش پویا و تمرینات چابکی به فاصله ۱۰ متر، دویدن با سرعت به فاصله ۱۰ متر و یک بازیابی آهسته دویدن به عقب تا خط شروع؛ مخروط‌ها از خط شروع به فاصله ۱۰ و ۲۰ متر قرار

1. Hait
2. Faigenbaum

داشت که دلالت به فاز انتقال داشت. پروتکل گرم کردن پویا شامل تمرینات انعطاف‌پذیری پویا برای عضلات همسترینگ، چهارسررانی، مجموعه دوقلو-نعلی، فلکسورهای ران، اداکتورهای ران و گـروه عضلانی گلوتئال[1] بود (پیوست ۱) (هایلی و همکاران، ۲۰۱۵).

برنامه پیشگیری از آسیب: این پروتکل نیز روی افزایش تدریجی در شدت گرم کردن با همان سه مرحله موجود در پروتکل گرم کردن پویا تمرکز دارد. این سه مرحله شامل: یک حرکت پویا شامل کشش پویا و تمرینات چابکی به فاصله ۱۰ متر، دویدن با سرعت به فاصله ۱۰ متر و یک بازیابی آهسته دویدن به عقب تا خط شروع (مخروط‌ها از خط شروع به فاصله ۱۰ و ۲۰ متر قرار داشت که دلالت به فاز انتقال داشت)، بود. این پروتکل و پروتکل گرم کردن پویا تمرینات مشابهی را شامل می‌شدند، اما برنامه پیشگیری از آسیب تمرینات پلایومتریک و تعادل را نیز در خود گنجانده است. از جمله این تمرینات می‌توان به پرش با تعادل، اسکات دوگانه، پرش اسکات، پل زدن ران، شافل با هر دو دست و پرش رو به جلو اشاره کرد (پیوست ۱) (هایلی و همکاران، ۲۰۱۵).

ملاحظات اخلاقی

آزمودنی‌های این تحقیق به‌صورت داوطلبانه و با امضاء کردن آگاهانه رضایت‌نامه کتبی در این تحقیق شرکت کردند. قبل از شروع فرایند اجرایی تحقیق تمام مراحل و خطرات احتمالی به آزمودنی‌ها توضیح داده‌شد و آزمودنی‌ها می‌توانستند در صورت عدم رضایت و عدم تمایل به ادامه روند تحقیق از شرکت در مطالعه انصراف داده و خروج کنند. همچنین در صورت آسیب و یا بیماری‌هایی که مانع فعالیت بدنی آزمودنی‌ها در طول روند تحقیق می‌شد، آزمودنـی به تحقیـق ادامه نمی‌داد. تمام مـراحل اجرایـی تحقیق در یک محیط مطبوع آزمایشگاهی و در بسته انجام شد تا آزمودنی‌ها راحت باشند. اطلاعات‌شخصی و عکس‌های آزمودنی‌ها در جایی ارائه نشد.

روش‌های آماری

از محیط نرم‌افزار MATLAB برای پردازش داده‌های خام استفاده شد. همچنین از آمار توصیفی به‌منظور برآورد میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های فیزیولوژیکی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها استفاده شد. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلک، برای بررسی تغییرات بین گروه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی LSD جهت مقایسه دو به دوی گروه‌ها و نیز t وابسته برای بررسی تغییرات درون گروهی استفاده گردید. از نـرم‌افـزار SPSS نسخه ۲۲ جهت تجـزیه و تحلیـل داده‌ها استفاده شد. معنی‌داربودن آزمون‌ها با اطمینان ۹۵ درصد($P<۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

هدف از تحقیق حاضر مقایسه اثربخشی پروتکل‌های گرم کردن ایستا، پویا و پیشگیری از آسیب بر والگوس زانو حین فرود دراپ و نمرات آزمون لی‌لی تک‌پایی مرتبط با آسیب لیگامان صلیبی قدامی در مردان ورزشکار ۲۵-۱۸ سال بود. ۳۶ آزمودنی در سه گروه گرم کردن ایستا (۱۲ نفر، سن: ۱/۵۰±۲۳/۰۸، قد: ۲/۰۲±۱۸۰/۰۸، وزن: ۳/۱۵±۷۴/۸۳، BMI: ۰/۷۳±۲۳/۰۶)، گرم کردن پویا (۱۲ نفر، سن: ۱/۸۵ ±۲۲/۸۳، قد: ۱/۵۶±۱۷۸/۴۱، وزن: ۳/۳۱±۷۱/۹۱، BMI: ۰/۸۴±۲۲/۵۸) و برنامه پیشگیری از آسیب (۱۲ نفر، سن: ۱/۸۱±۲۲/۷۵، قد: ۱/۹۲±۱۷۹/۳۳، وزن: ۳/۰۱±۷۳/۱۶، BMI: ۰/۹۵±۲۲/۷۵) قرار گرفتند.

شاخص‌های فیزیولوژیکی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

1. Gluteal

جدول ۱: مشخصات آنتروپومتریکی آزمودنی‌های تحقیق (N=۳۶)

متغیر	گروه‌ها	میانگین	انحراف استاندارد	* p-value
سن (سال)	گرم کردن ایستا (۱۲ نفر)	۲۳/۰۸	۱/۵۰	۰/۸۸
	گرم کردن پویا (۱۲ نفر)	۲۲/۸۳	۱/۸۵	
	برنامه پیشگیری از آسیب (۱۲ نفر)	۲۲/۷۵	۱/۸۱	
قد (سانتی‌متر)	گرم کردن ایستا	۱۸۰/۰۸	۲/۰۲	۰/۱۰
	گرم کردن پویا	۱۷۸/۴۱	۱/۵۶	
	برنامه پیشگیری از آسیب	۱۷۹/۳۳	۱/۹۲	
وزن (کیلوگرم)	گرم کردن ایستا	۷۴/۸۳	۳/۱۵	۰/۰۹
	گرم کردن پویا	۷۱/۹۱	۳/۳۱	
	برنامه پیشگیری از آسیب	۷۳/۱۶	۳/۰۱	
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	گرم کردن ایستا	۲۳/۰۶	۰/۷۳	۰/۳۷
	گرم کردن پویا	۲۲/۵۸	۰/۸۴	
	برنامه پیشگیری از آسیب	۲۲/۷۵	۰/۹۵	

*سطوح معناداری برای مقایسه فاکتورهای مورد مطالعه در بین سه گروه

با توجه به جدول شماره ۱، نتایج آزمون آنوا نشان داد که بین اطلاعات توصیفی سه گروه تفاوت معنی داری وجود ندارد.

در این بخش به‌منظور مقایسه والگوس زانو و لی لی تک پا بین گروه‌ها با توجه به برقراری پیش فرض های آزمون کوواریانس از تحلیل کوواریانس و جهت تغییرات درون گروهی از تی وابسته استفاده شد. در ضمن گروه‌های گرم کردن ایستا، پویا و برنامه پیشگیری از آسیب در متغیرهای لی لی تک پایی و والگوس زانو با یکدیگر تفاوت معناداری نداشتند.

جدول ۲: نتایج آزمون کوواریانس متغیرها

متغیر	گروه	*M	میانگین مجذورات	F	P	اندازه اثر
لی‌لی تک‌پایی	گرم کردن ایستا	۱۳۸/۲۶	۸۴۰/۵۹	۲۲/۲۷	*۰/۰۰۱	۱/۰۰۰
	گرم کردن پویا	۱۴۹/۹۹				
	پیشگیری از آسیب	۱۵۰/۶۴				
والگوس زانو	گرم کردن ایستا	۸/۴۰	۲۷/۲۹	۲۶/۷۳	*۰/۰۰۱	۱/۰۰۰
	گرم کردن پویا	۶/۱۳				
	پیشگیری از آسیب	۵/۲۹				

*سطح معناداری p<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

*M میانگین تعدیل شده

با توجه به جدول شماره ۲، نتایج آزمون کوواریانس نشان داد که بین گروه‌های گرم کردن ایستا، گرم کردن پویا و برنامه پیشگیری از آسیب در متغیرهای لی‌لی تک‌پایی و والگوس زانو اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱).

نتایج بررسی دوبه‌دوی گروه‌ها در این متغیرها که توسط آزمون تعقیبی LSD انجام گرفت در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳: نتایج آزمون تعقیبی LSD متغیرها

متغیر	گروه		اختلاف میانگین	P
لی‌لی تک‌پایی	گرم کردن ایستا	گرم کردن پویا	-۱۱/۷۳	*۰/۰۰۱
		پیشگیری از آسیب	-۱۲/۳۸	*۰/۰۰۱
والگوس زانو	گرم کردن ایستا	گرم کردن پویا	۲/۲۷	*۰/۰۰۱
		پیشگیری از آسیب	۳/۱۱	*۰/۰۰۱

*سطح معناداری ۰/۰۵> p در نظر گرفته شد.

با توجه به جدول شماره ۳، نتایج آزمون LSD نشان داد که بین گروه‌های گرم کردن ایستا با گرم کردن پویا و گرم کردن ایستا با برنامه پیشگیری از آسیب در متغیرهای لی‌لی تک پایی و والگوس زانو اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱). اما بین گروه‌های گرم کردن پویا با برنامه پیشگیری از آسیب تفاوت معنی‌دار نبود (P≥۰/۰۵). نتایج مقایسه تغییرات درون گروهی در هر یک از گروه‌ها و متغیرهای مربوطه توسط آزمون تی وابسته در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴: نتایج مقایسه میانگین‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای متغیرهای تحقیق

متغیر	گروه		M±SD	T	P	MIC
لی‌لی تک‌پایی	گرم کردن ایستا	پیش‌آزمون	۱۴۴/۶۶ ± ۷/۹۰	۲/۳۶	*۰/۰۳	۶/۱۱
		پس‌آزمون	۱۳۶/۶۶ ± ۵/۱۷			
	گرم کردن پویا	پیش‌آزمون	۱۵۲/۶۶ ± ۸/۴۹	-۰/۲۰	۰/۸۴	۰/۰۸
		پس‌آزمون	۱۵۲/۸۳ ± ۸/۷۴			
	برنامه پیشگیری از آسیب	پیش‌آزمون	۱۴۵/۳۳ ± ۹/۷۸	-۴/۴۵	*۰/۰۰۱	۲/۷۶
		پس‌آزمون	۱۴۹/۴۱ ± ۸/۷۹			
والگوس زانو	گرم کردن ایستا	پیش‌آزمون	۵/۶۶ ± ۱/۸۲	-۶/۲۶	*۰/۰۰۱	۳۱/۰۲
		پس‌آزمون	۸/۱۶ ± ۱/۶۴			
	گرم کردن پویا	پیش‌آزمون	۶/۰۸ ± ۱/۵۰	-۰/۲۳	۰/۸۲	۰/۶۲
		پس‌آزمون	۶/۱۶ ± ۱/۴۰			
	برنامه پیشگیری از آسیب	پیش‌آزمون	۶/۳۳ ± ۱/۳۰	۵/۰۰	*۰/۰۰۱	۱۶/۱۸
		پس‌آزمون	۵/۵۰ ± ۱/۲۴			

*سطح معناداری ۰/۰۵> p در نظر گرفته شد.

با توجه به جدول شماره ۴، نتایج آزمون t وابسته نشان داد که تغییرات متغیر لی‌لی تک پایی در گروه‌های گرم کردن ایستا (P=۰/۰۳) و برنامه پیشگیری از آسیب (P=۰/۰۰۱) معنی‌دار اما در گروه گرم کردن پویا معنی‌دار نبود (P=۰/۸۴). به‌طوری‌که می‌توان گفت گرم کردن ایستا موجب کاهش رکورد، برنامه پیشگیری از آسیب موجب افزایش رکورد و گرم کردن پویا تأثیری معنی‌دار روی رکورد فاکتورهای لی‌لی تک‌پایی و والگوس زانو (P=۰/۸۲) نداشت. همچنین متغیر والگوس زانو در گروه‌های گرم کردن ایستا (P=۰/۰۰۱) و برنامه پیشگیری از آسیب (P=۰/۰۰۱) دارای تغییرات معنی‌دار بود.

بحث

هدف از مطالعه حاضر مقایسه اثربخشی پروتکل‌های گرم کردن ایستا، پویا و پیشگیری از آسیب بر والگوس زانو حین فرود دراپ و نمرات آزمون لی‌لی تک‌پایی مرتبط با آسیب لیگامان صلیبی قدامی در مردان ورزشکار ۲۵-۱۸ سال بود.

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که بین گروه‌های گرم‌کردن ایستا، گرم‌کردن پویا و برنامه پیشگیری

از آسیب در متغیر لی‌لی تک پایی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. به‌طوری‌که بررسی نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که بین گروه‌های گرم کردن ایستا با گرم کردن پویا و گرم کردن ایستا با برنامه پیشگیری از آسیب اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اما بین گروه‌های گرم کردن پویا با برنامه پیشگیری از آسیب تفاوت معنی‌دار نبود. از نتایج دیگر این تحقیق می‌توان به مقایسه میانگین‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای متغیر لی‌لی تک‌پایی در گروه‌ها اشاره کرد. با توجه به نتایج در گروه گرم کردن پویا تغییرات معنی‌دار نبود و در گروه گرم کردن ایستا میزان لی‌لی تک‌پایی در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون به‌طور معنی‌داری کمتر شد و تأثیر منفی بر عملکرد فرد داشت. فقط در گروه پیشگیری از آسیب میزان لی‌لی تک‌پایی در پس‌آزمون به‌طور معنی‌داری افزایش داشت و باعث بهبود در عملکرد فرد شد.

نتایج این بخش از تحقیق را می‌توان با تحقیقات روت و همکاران (۲۰۱۵)، علی‌خواجه (۲۰۱۲)، آگوی‌لار و همکاران (۲۰۱۲)، سامسون و همکاران (۲۰۱۲)، دی‌استفانو و همکاران (۲۰۱۰)، نیدهام و همکاران (۲۰۰۹)، اشمیتز و همکاران (۲۰۰۷) و یاماگوچی و ایشی (۲۰۰۵) توجیه و مقایسه کرد.

روت[1] و همکاران (۲۰۱۵) تحقیقی با هدف بررسی تأثیر فوری سه پروتکل گرم کردن ایستا، پویا و پیشگیری از آسیب بر روی تکنیک پرش- فرود با استفاده از سیستم امتیازدهی خطای فرود(LESS) انجام دادند. ۶۰ مرد و ۲۹ زن ورزشکار در دامنه سنی ۱۳ سال به‌صورت داوطلبانه در یک جلسه شرکت کردند. شرکت‌کنندگان به‌وسیله سن، جنس و ورزش طبقه‌بندی شدند و سپس به‌صورت تصادفی در یکی از پروتکل‌های گرم کردن قرار گرفتند. در این تحقیق نتیجه آن شد که هیچ تفاوتی میان گروه‌ها برای هرگونه اندازه‌گیری عملکرد مشاهده نشد و نمرات سیستم امتیازدهی خطای فرود پس از برنامه پیشگیری از آسیب در مقایسه با پروتکل‌های گرم کردن ایستا و پویا بهبود یافت (روت و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج این تحقیق همسو با تحقیق حاضر می‌باشد. در تحقیقی دیگر علی‌خواجه (۲۰۱۲) اثر پروتکل‌های مختلف گرم کردن بر روی قدرت انفجاری بازیکنان جوان فوتبال را بررسی کردند. بدین منظور ۲۰ نفر از بازیکنان فوتبالیست ۱۶ تا ۱۸ سال که سابقه حداقل یک سال بازی داشته و داوطلب شرکت در این پژوهش بودند مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد که بین شیوه‌های مختلف گرم کردن بر سرعت و توان انفجاری آزمودنی‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد، در حالی‌که بین شیوه‌های مختلف گرم کردن بر انعطاف‌پذیری آزمودنی‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. همچنین نتایج حاکی از آن بود که گرم کردن پویا به اضافه ۵ دقیقه استراحت غیر فعال در عملکرد قدرت انفجاری از روش‌های دیگر مؤثرتر بود (علی‌خواجه، ۲۰۱۲). نتایج کلی این تحقیق همسو با تحقیق حاضر اما در مورد پروتکل گرم کردن پویا ناهمسو می‌باشد.

آگوی لار[2] و همکاران (۲۰۱۲) اثر یک نوع گرم کردن پویا بر افزایش قدرت عضلات چهارسرران و انعطاف‌پذیری عضلات همسترینگ را بررسی کردند. هدف از این مطالعه مقایسه اثرات حاد یک گرم کردن پویا و گرم کردن ایستا در انعطاف‌پذیری عضلات، قدرت و پرش عمودی با استفاده از یک طراحی کارآزمایی بالینی کنترل شده بود. ۴۵ داوطلب به‌طور تصادفی در یکی از گروه‌های کنترل، گروه گرم کردن ایستا و گروه گرم کردن پویا قرار گرفتند. تمام شرکت کنندگان به مدت پنج دقیقه دوچرخه ثابت و یک پروتکل گرم کردن ۱۰ دقیقه‌ای انجام دادند. در گروه گرم کردن پویا، افزایش قابل توجهی در انعطاف‌پذیری عضلات همسترینگ و حداکثر گشتاور اکسنتریک عضله چهار سرران نشان داده شد. تفاوت معنی‌داری در گروه کنترل و گرم کردن ایستا در انعطاف‌پذیری، قدرت و پرش عمودی دیده نشد. نتایج این پژوهش نشان دادند که یک گرم کردن پویا ممکن است قدرت و انعطاف‌پذیری بیشتری از گرم کردن ایستا استخراج کند (آگوی لار و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج گروه گرم کردن ایستا و پویا به تنهایی ناهمسو با تحقیق حاضر اما از نظر مقایسه پویا با ایستا تا حدودی همسو با تحقیق حاضر بود. سامسون[3] و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثر پروتکل‌های گرم کردن دینامیک و استاتیک در فعالیت‌های خاص و عمومی نتیجه گرفتند که در هنگام یک گرم کردن خاص ورزشی، ۹۴٪ در زمان دوی سرعت ۲۰ متر پیشرفت با هر دو گروه ایستا و پویا وجود دارد. چنین تفاوتی در عملکرد دو سرعت بین گروه‌های کشش

1. Root

2. Aguilar
3. Samson

ایستا و پویا درغیاب گرم کردن خاص ورزشی وجودنداشت (سامسون و همکاران، ۲۰۱۲). این نتایج مغایر با نتایج تحقیق حاضر در زمینه عملکرد بود. از علت‌های ناهمسویی تحقیقات در نتایج با تحقیق حاضر می‌توان به شدت، مدت، افراد شرکت کننده و از همه مهم‌تر نوع پروتکل گرم کردن مورد استفاده در این تحقیق اشاره کرد. دی استفانو[1] و همکاران (۲۰۱۰) در یک بررسی نشان دادند که برنامه پیشگیری از آسیب‌دیدگی یکپارچه باعث بهبود تعادل و ارتفاع پرش عمودی در کودکان می‌شود که از کارآزمایی بالینی خوشه‌ای برای ارزیابی تغییرات در توانایی تعادل، ارتفاع پرش عمودی و قدرت قبل و بعد از یک دوره مداخله‌ای استفاده شد (دی استفانو و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج این مطالعه همسو با تحقیق حاضر بود. سال‌هاست که ورزشکاران حرکات کششی ایستا را با هدف پیشگیری از آسیب‌های ورزشی، کاهش گرفتگی عضلانی و افزایش عملکرد اجرا می‌کنند اما نتایج حاصل از تحقیقات نیدهام[2] و همکاران (۲۰۰۹) که تأثیر حرکات کششی ایستا را قبل از جلسه تمرینی اصلی مورد بررسی قرار داده‌اند دلیلی برای رد این ادعاست (نیدهام و همکاران، ۲۰۰۹). از تحقیقات همسوی دیگر با تحقیق حاضر تحقیق اشمیتز[3] و همکاران (۲۰۰۷) که به بررسی تأثیر تمرینات کششی ایستا بر عملکرد افرادی که به‌طور تفریحی ورزش می‌کردند، پرداختند. نتایج آن تحقیقات نشان داد که حرکات کششی ایستا می‌تواند عملکرد را در آزمون‌های قدرت و توان انفجاری پایین تنه کاهش دهد (اشمیتز و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین یاماگوچی و ایشی[4] (۲۰۰۵) نیز نشان داده‌اند که تمرینات کششی ایستا از طریق کاهش تولید قدرت بیشینه، توان، سرعت، زمان عکس‌العمل و چابکی عملکرد بهینه در افراد را کاهش می‌دهد. محققان معتقدند که تغییر ویژگی‌های ساختاری تاندونی – عضلانی و یا تغییر در فعالیت‌های عصبی در اثر فعالیت کششی ایستا ممکن است موجب چنین کاهشی در عملکرد بهینه افراد باشد (یاماگوچی و ایشی، ۲۰۰۵).

به نظر می‌رسد تأثیر کشش ایستا بر عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای متفاوت از نتایج حاصل از افراد غیرحرفه‌ای باشد. نتایج تحقیقات انجام شده حاکی از آن است که انقباض عضلانی که با تنش بالا به شکل اختیاری صورت می‌گیرد، موجب افزایش تولید نیرو از طریق مکانیزم تقویت فعال‌سازی ثانویه[5] (PAP) می‌شود که از طریق آزمون‌های عملکرد بی‌هوازی (آزمون پرش عمودی و آزمون دوهای سرعت) می‌توان میزان بروز این مکانیزم را مشاهده کرد (فایگنباوم[6] و همکاران، ۲۰۰۵). PAP به افزایش نیروی عضله بعد از یک فعالیت انقباضی گفته می‌شود، که یک جور بیدار باش عصبی محسوب می‌شود، با افزایش رهایش کلسیم در تار عضلانی و افزایش فسفوریلازسیون میوزین‌های تنظیمی زنجیره سبک، چرخه اتصال پل‌های عرضی میوزین با اکتین افزایش می‌یابد و سبب افزایش تولید نیرو و به‌ویژه افزایش سرعت توسعه نیرو می‌شود (یاماگوچی و ایشی، ۲۰۰۵؛ فایگنباوم و همکاران، ۲۰۰۵).

در توجیه یافته‌های این بخش از تحقیق می‌توان گفت فعالیت‌های کششی پویا در تحقیق حاضر موجب افزایش تدریجی دمای مرکزی عضلات شده است، اما وقتی آزمودنی‌ها به‌طور غیرفعال مشغول اجرای فعالیت‌های کشش ایستا می‌شوند، ممکن است دمای عضلات که طی فعالیت‌های هوازی زیر بیشینه اندکی بالا رفته بود، کاهش یابد. فعالیت‌های کشش پویا با بکارگیری توده‌ی عضلانی فعال بیشتر به شکل انقباضات کانسنتریک و اکسنتریک موجب افزایش دمای متابولیسمی عضلات می‌شود (نیدهام و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین با شروع فعالیت‌های پویا میزان توزیع جریان خون به عضلات فعال بیشتر خواهد شد. افزایش جریان خون و دما، موجب آزادسازی بیشتر اکسیژن از ترکیب هموگلوبین در عضلات می‌شود. بنابراین فعالیتی که بتواند حجم خون بیشتری را همراه با اکسیژن به عضلات سوق دهد، می‌تواند اکسیژن‌رسانی و جذب اکسیژن را بهبود بخشد. شاید بهبود چند درصدی عملکرد افراد بعد از اجرای برنامه پیشگیری از آسیب در این تحقیق را بتوان با چنین دلیلی توجیه کرد (صفران[7] و همکاران، ۱۹۸۹؛ فیورانلی و لی[8]، ۲۰۰۸).

حال با توجه به مواردی که گفته شد می‌توان نتیجه‌گیری کرد با توجه به اینکه برنامه پیشگیری از آسیب

1. DiStefano
2. Needham
3. Schmitz
4. Yamaguchi and Ishii
5. post activation potential
6. Faigenbaum
7. Safran
8. Fioranelli, and Lee

در تحقیق حاضر شامل تمرینات پلایومتریک می‌باشد و تمرینات پلایومتریک پلی بین سرعت و قدرت هستند که توان انفجاری عضلات را بالا برده و حرکت انفجاری - واکنشی را تقویت می‌کند و عضله را قادر می‌سازد تا در کوتاه‌ترین زمان ممکن به حداکثر قدرت برسد و چون اساس تمرینات پلایومتریک را چرخه‌ی کشش - انقباض تشکیل می‌دهد و کلید فعال‌سازی این چرخه، کشش عضلات است (توماس[1] و همکاران، ۲۰۰۹). در نتیجه برنامه پیشگیری از آسیب احتمالاً می‌تواند به‌عنوان یک روش گرم کردن مناسب برای مربیان و ورزشکارن مطرح شود.

نتایج دیگر حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که در میزان والگوس زانو در صفحه فرونتال بین هر سه گروه پروتکل‌های مختلف گرم کردن تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بررسی آزمون تعقیبی نشان داد که بین گروه‌های گرم کردن ایستا با گرم کردن پویا و گرم کردن ایستا با برنامه پیشگیری از آسیب اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اما بین گروه‌های گرم کردن پویا با برنامه پیشگیری از آسیب تفاوت معنی‌دار نبود. به‌طوری که میزان درجات والگوس زانو در مردان ورزشکار سالم بلافاصله بعد از برنامه پیشگیری از آسیب کاهش یافته و باعث بهبودی شد.

تحقیقاتی مبنی بر اثر پروتکل‌های گرم کردن بر والگوس زانو توسط محقق یافت نشد لذا امکان مقایسه آن با تحقیقات گذشته وجود ندارد. از نتایج دیگر این تحقیق می‌توان به مقایسه میانگین‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای متغیر والگوس زانو در گروه‌ها اشاره کرد. با توجه به نتایج در گروه گرم کردن پویا تغییرات معنادار نبود و در گروه گرم کردن ایستا میزان درجه والگوس در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون به‌طور معناداری بیشتر شده و تأثیر منفی بر میزان والگوس و عملکرد فرد داشت. فقط در گروه پیشگیری از آسیب میزان والگوس زانو در پس‌آزمون به طور معناداری کاهش یافته است.

الگوهای حرکتی خاص معمولاً در طول آسیب‌های ACL و اندام تحتانی اتفاق می‌افتد که شامل والگوس زانو، چرخش خارجی و کاهش فلکشن زانو می‌شود (بادن[2] و همکاران، ۲۰۰۰). تحقیقات قبلی بیان کرده‌اند که بیومکانیک و پاسچر اندام تحتانی بر میزان بارهای وارد بر مفصل زانو نقش دارند. به‌عنوان مثال، نشان داده شده است که فلکشن بین ۵۰ درجه تا اکستنشن کامل زانو، استرین وارد بر ACL را افزایش می‌دهد (بینان و فلمینگ[3]، ۱۹۹۸).

بیشترین موارد مطرح شده به‌عنوان عوامل خطرزا برای آسیب ACL مانند جنس، تغییرات هورمونی، پهنای شکاف و راستای پاسچر ایستا از طریق تلاش‌های پیشگیرانه قابل اصلاح نیستند. با این حال، بیومکانیک غیرطبیعی اندام تحتانی قابل اصلاح است و از عوامل حیاتی برای اینکه بارگذاری غیرطبیعی زانو را تولید می‌کنند، می‌باشند. به‌طور خاص، بارگذاری سه بُعدی زانو، شامل اکستنشن زانو، ماکزیمم نیروی برشی درشت‌نی قدامی، والگوس - واروس زانو و چرخش داخلی - خارجی زانو اغلب در آسیب ACL دخیل هستند (بادن و همکاران، ۲۰۰۹) و بزرگترین استرس را بر روی ACL تحمیل می‌کند (مارکولف[4] و همکاران، ۱۹۹۵). اطلاعات مربوط به بارگذاری و مکانیسم‌های آسیب ACL به متخصصان بالینی برای درک آنچه که در زمان آسیب رخ می‌دهد، کمک می‌کند.

در مطالعه‌ای از هیوت[5] و همکاران (۲۰۰۵) همبستگی معنی‌داری بین اوج زاویه والگوس زانو و اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین در افراد دارای آسیب ACL گزارش کردند، و این که نیروی عمودی عکس‌العمل زمین در افراد دارای آسیب ACL در مقایسه با افراد بدون آسیب ۲۰٪ بیشتر بود (هیوت و همکاران، ۲۰۰۵). تحقیقات نشان داده‌اند که الگوهای حرکتی آسیب‌رسان بالقوه ممکن است پاسخ متفاوتی به یک برنامه پیشگیری از آسیب بدهد. تحقیقات اخیر در حمایت از این نظریه نشان داده‌اند که مشخصات بیومکانیکی اولیه افراد تحت تأثیر اثر بخشی یک برنامه پیشگیری از آسیب قرار می‌گیرد. در این تحقیقات، افراد نشان دادند که موقع آبداکشن بیش از حد زانو در «خطر بالا» طبقه‌بندی شده‌اند و بر عکس، آنهایی که با آبداکشن کم زانو بودند در «خطر کم» طبقه‌بندی شدند. افراد در گروه‌های در معرض «خطر بالا» به کاهش آبداکشن زانوی خود بیشتر از افراد در گروه «خطر کم» قادر بودند (بادن و همکاران، ۲۰۰۰). این نتایج برجسته برای ارزیابی بهبودی افراد بر پایه مشخصات اولیه‌شان اهمیت بالقوه‌ای دارد. همچنین حاکی از آن است که ارزیابی حرکتی اولیه

1. Thomas
2. Boden
3. Beynnon and Fleming
4. Markolf
5. Hewett

برای شناسایی افراد با سطوح مختلفی از کیفیت حرکت ممکن است اثربخشی برنامه‌های پیشگیری از آسیب را بهبود بخشد.

در توجیه یافته‌های این بخش از تحقیق می‌توان گفت با توجه به اینکه زانو اغلب اوقات در موقعیت نزدیک اکستنشن کامل و به‌طور معمول یک فروپاشی والگوس زانو در ارتباط با فرود و یا کاهش سرعت قرار دارد با انتخاب یک روش گرم کردن مناسب و کنترل حرکات زانو، از آسیب‌دیدگی این مفصل و به‌خصوص ACL پیشگیری کرد. حال با توجه به مواردی که گفته شد می‌توان نتیجه‌گیری کرد که برنامه پیشگیری از آسیب می‌تواند یک روش گرم کردن مناسب برای ورزشکاران در ارتباط با پیشگیری از آسیب ACL مطرح شود.

در تحقیق حاضر، برنامه پیشگیری از آسیب که یک پروتکل گرم کردن نسبتاً جدید و متفاوت محسوب می‌شود و ترکیبی از گرم کردن پویا و تمرینات پلایومتریک و تعادل می‌باشد، موجب افزایش در متغیرهای وابسته نسبت به دو گروه دیگر شد. برنامه پیشگیری از آسیب مؤثرتر از پروتکل‌های گرم‌کردن ایستا و پویا در آماده‌سازی ورزشکاران برای آزمون‌های عملکردی است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که برنامه پیشگیری از آسیب، ورزشکاران را به‌اندازه کافی برای آزمون‌های عملکردی کاملاً آماده کرده و از برنامه خسته نشدند، که دو نگرانی معمول مربیان و ورزشکاران در زمانی که یک برنامه پیشگیری از آسیب را مطرح می‌کنیم، می‌باشد. از بحث و بررسی یافته‌های تحقیق حاضر و مقایسه آن با تحقیقات گذشته، چنین نتیجه‌گیری شد که از بین پروتکل‌های گرم کردن، برنامه پیشگیری از آسیب بیشترین و گرم کردن ایستا کمترین اثر مثبت و گرم کردن پویا اثری تقریباً بینابین را نشان دادند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، برنامه پیشگیری از آسیب مورد استفاده در تحقیق حاضر، باعث بهبود در تکنیک فرود دراپ شده و تأثیر مثبت روی متغیر عملکرد داشت. این یافته‌ها نشان می‌دهد که احتمالاً برنامه پیشگیری از آسیب مؤثرتر از هر دو پروتکل گرم کردن ایستا و پویا در آماده‌سازی ورزشکاران برای مسابقات می‌باشد. این نتایج می‌تواند به تشویق مربیان و تیم‌ها به اجرای برنامه پیشگیری از آسیب کمک کند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مساعدت تمام اساتید، دوستان و آزمودنی‌هایی که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

Agel, J., Olson, D.E., Dick, R., Arendt, E.A., Marshall, S.W., Sikkas, R.S. (2007). "Descriptive epidemiology of collegiate women's basketball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004". Journal of athletic training, 42(2): 202.

Agel, J., Arendt, E.A., and Bershadsky, B. (2005). "Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer". The American Journal of Sports Medicine, 33(4): 524-531.

Aguilar, A.J., DiStefano, D.J., Brown, C.N., Herman, D.C., Guskiewicz, K.M., Padua, D.A. (2012). "A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility". Journal of Strength & Conditioning Research, 26(4): 1130-1141.

Alentorn-Geli, E., Myer, G.D., Silvers, H.J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., et al. (2009). "Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors". Journal of Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 17(7): 705-729.

Alikhajeh, Y. (2012). "The Effect of Different Warm-Up Protocols on Young Soccer Players' Explosive Power". Journal of Procedia-Social and Behavioral Sciences, 46: 2742-2746. (In persian)

Ayubi Avaz, M., Saghebjoo, M., and Ilbeigi, S. (2014). "Acute effects of different warm up protocols (massage, dynamic stretching and proprioception) on anaerobic power, agility and flexibility in male athletes of volleyball player". Journal of Research on Educational Sport, 2(6): 69 – 86. (In persian)

Baer, G.S., and Harner, C.D. (2007). "Clinical outcomes of allograft versus autograft in anterior cruciate ligament reconstruction". Journal of Clinics in sports medicine, 26(4): 661-681.

Beynnon, B.D. and Fleming, B.C. (1998). "Anterior cruciate ligament strain in-vivo: a review of

previous work". Journal of biomechanics, 31(6): 519-525.

Bixler, B. and Jones, R.L. (1992). "High-school football injuries: effects of a post-halftime warm-up and stretching routine". Journal of Family Practice Research, 12(1): 131-139.

Boden, B.P., Torg, J.S., Knowles, S.B., Hewett, T.E. (2009). "Video analysis of anterior cruciate ligament injury abnormalities in hip and ankle kinematics". The American journal of sports medicine, 37(2): 252-259.

Boden, B.P., Dean, G.S., Feagin, J.A., Garrett, W.E. (2000). "Mechanisms of anterior cruciate ligament injury". Journal of Orthopedics, 23(6): 573-578.

DiStefano, L.J., Padua, D.A., Blackburn, J.T., Garrett, W.E., Guskiewicz, K.M., Marshall, S.W. (2010). "Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children". The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(2): 332-342.

DiStefano, L.J., Padua, D.A., DiStefano, M.J., Marshall, S.W. (2009). "Influence of age, sex, technique, and exercise program on movement patterns after an anterior cruciate ligament injury prevention program in youth soccer players". The American Journal of Sports Medicine, 37(3): 495-505.

Faigenbaum, A.D., Bellucci, M., Bernieri, A., Bakker, B., Hoorens, K. (2005). "Acute effects of different warm-up protocols on fitness performance in children". The Journal of Strength & Conditioning Research, 19(2): 376-381.

Fioranelli, D., Lee, C. M. (2008). "The influence of bar diameter on neuromuscular strength and activation: inferences from an isometric unilateral bench press". Journal of Strength and Conditioning Research/National Strength & Conditioning Association, 22(3): 661-666.

Fong, D.T-P., Lam, M-H., Lai, P-K., Yung, P.S-H., Fung, K-Y., Chan, K-M. (2014). "Effect of anticipation on knee kinematics during a stop-jump task". Journal of Gait & posture, 39(1): 75-79.

Genuario, J.W., Faucett, S.C., Boublik, M., Schlegel, T.F. (2012). "A Cost-Effectiveness Analysis Comparing 3 Anterior Cruciate Ligament Graft Types Bone–Patellar Tendon–Bone Autograft, Hamstring Autograft, and Allograft". The American journal of sports medicine, 40(2): 307-314.

Haddad, M., Dridi, A., Chtara, M., Chaouachi, A., Wong, D.P., Behm, D., Chamari, K. (2014). "Static stretching can impair explosive performance for at least 24 hours". Journal of Strength and Conditioning Research, 28(1): 140-146.

Haitz, K., Shultz, R., Hodgins, M., Matheson, G.O. (2014). "Test-retest and interrater reliability of the functional lower extremity evaluation". Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 44(12): 947-954.

Hayley R, Trojian, T., Martinez, J., Kraemer, W., DiStefano, L.J. (2015). "Landing technique and performance in youth athletes after a single injury-prevention program session". Journal of athletic training, 50(11): 1149-1157.

Helena, G., Eva, T., and Charlotte, K.H. (2015). "Dynamic knee stability estimated by finite helical axis methods during functional performance approximately twenty years after anterior cruciate ligament injury". Journal of biomechanics, 48(10): 1906-1914.

Hewett, T.E., Myer, G.D., Ford, K.R., Heidt, R.S., Colosimo, A.J., McLean, S.G., et al. (2005). "Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes a prospective study". The American journal of sports medicine, 33(4): 492-501.

Ireland, M.L. (2002). "The female ACL: why is it more prone to injury?". Journal of Orthopedic Clinics of North America, 33(4): 637-651.

Kumar, S.and Raj., A.N. (2015). "Mouthguards and its importance in prevention of sports related orofacial injuries: A review". Journal of Physical Education, Sports and Health, 1(4): 18-19.

Lotfi Hossein Abad, Gh. Gayeni, A. A. (2004). "The Effect of Active Heating Program Content on Agility and Flexibility Changes". Olympics, (26th consecutive) 12(2): 85-96. (In persian)

Markolf, K.L., Burchfield, D.M., Shapiro, M.M., Shepard, M.F., Finerman, G.A.M., Slauter beck, J.L. (1995). "Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces". Journal of Orthopaedic Research, 13(6): 930-935.

Nagai, T., Sell, T.C., House, A.J., Abt, J.P., Lephart, S. M. (2013). "Knee proprioception and strength and landing kinematics during a single-leg stop-jump task". Journal of athletic training, 48(1): 31-38.

Needham, R. A., Morse, C. L., Degens, H. (2009). "The acute effect of different warm-up protocols on anaerobic performance in elite youth soccer players". Journal of Strength and Conditioning, 23: 2614 - 2620.

Padua, D.A. and DiStefano, L.J. (2009). "Sagittal plane knee biomechanics and vertical ground reaction forces are modified following ACL injury prevention programs: A systematic review". journal of Sports Health: A Multidisciplinary Approach, 1(2): 165-173.

Paradisis, G.P., Pappas, P., Zacharogiannis, E., Theodorou, A., Smirniotou , A. (2014). "Effects of static and dynamic stretching on sprint and jump performance in boys and girls". Journal of Strength and Conditioning Research, 28(1): 154-160.

Root H, Trojian T, Martinez J, Kraemer W, DiStefano LJ. (2015). "Landing technique and performance in youth athletes after a single injury-prevention program session". Journal of athletic training, 50(11): 1149-57.

Safran, M. R., Seaber, A. V., Garrett, W. E., Seaber, M. A. V., Garrett Jr, W. E. (1989). "Warm-up and muscular injury prevention an update". journal of Sport Medicine, 8(4): 239-249.

Salehzadeh, K., Fathi Rezaee, Z., Sani, S.H., Sadr Haghighi, K. (2011). "Physical Self-concept, Body

Mass Index, and Physical Activity Level Among College Sudents". Journal of Developmental Pscychology, 8(29): 85-96. (In persian)

Samson, M., Button, D.C., Chaouachi, A., Behm, D.G. (2012). "Effects of dynamic and static stretching within general and activity specific warm-up protocols". Journal of Sports Science and Medicine, 11(2): 279-286.

Schmitz, R.J., Kulas. A.S., Perrin, D.H., Riemann, B.L., Shultz, S.G. (2007). "Sex differences in lower extremity biomechanics during single leg landings". journal of Clinical Biomechanics, 22(6): 681-688.

Spector, T., Hart, D.J., Byrne, J., Harris, P.A., Dacre, J.E., Doyle, D.V. (1993). "Definition of osteoarthritis of the knee for epidemiological studies". Journal of Annals of the rheumatic diseases, 52(11): 790-794.

Spindler, K.P. and Wright, R.W. (2008). "Clinical practice. Anterior cruciate ligament tear". The New England Journal of Medicine, 359(20): 2135-2142.

Thomas, K., French, D., and Hayes, P.R. (2009). "The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players". The Journal of Strength & Conditioning Research, 23(1): 332-335.

Van Mechelen, W., Hlobil, H., and Kemper, H.C. (1992). "Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries: a review of concepts". Journal of Sports Medicine, 14(2): 82-99.

Verhagen, E.A., van Stralen, M.M., and Van Mechelen, W. (2010). "Behaviour ,the key factor for sports injury prevention". Journal of Sports Medicine, 40(11): 899-906.

Yamaguchi, T., and Ishii, K. (2005). "Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power". The Journal of Strength & Conditioning Research, 19(3): 677-683.

Yu, B., Lin, C.F., Garrett, W.E. (2006). "Lower extremity biomechanics during the landing of a stop-jump task". Journal of Clinical Biomechanics, 21(3): 297-305.

پیوست‌ها

جدول ۱: پروتکل گرم کردن ایستا (SWU)

شرح	تمرین
جاگینگ به دور محیط زمین باسرعت کم به طوری فرد بتواند براحتی صحبت کند	۵ دقیقه جاگینگ
ایستادن روی پا به اندازه عرض شانه، لانچ یک طرفه، تکیه زدن به طرف همان سمت با احساس کشش در ناحیه داخلی ران سمت مخالف	کشش نزدیک کننده‌های ران
در موقعیت نشسته با یک اندام تحتانی مستقیم، قرار دادن دیگر اندام در قسمت داخلی اندام مستقیم و رسیدن به جلو	مانع اصلاح شده
زانو زدن روی یک اندام تحتانی با اندام‌های دیگر در جلوی بدن و پا بر روی زمین خم شدن رو به جلو به سمت اندام جلویی با احساس یک کشش در پشت مفصل ران	کشش خم کننده‌های ران
در حالت ایستاده با راست کردن ستون فقرات، خم کردن یک زانو و آوردن پاشنه به سمت باسن در حالی که پا با یک دست نگه داشته می‌شود.	کشش چهارسران
در حالت شنا رفتن، آوردن رو به جلوی پا تا زمانی که پاشنه ها روی زمین هستند. نگه دارید یک پا را روی زمین و پای دیگر را از بالای اندام تحتانی کشیده شده عبور دهید.	مجموعه دوقلو-نعلی

هر کشش برای حدود ۳۰ ثانیه قبل از تعویض به سمت مخالف برای یک کشش ۳۰ ثانیه‌ای اضافی انجام شد.

جدول ۲: پروتکل گرم کردن پویا (DWU)

نکات کلیدی	شرح	تمرین
نوک انگشتان پا رو به جلو. زانو را کمی خم نگه دارید.	در حالی‌که راه می‌روید، زانو را به سمت قفسه سینه بلند کنید، بدن را بر روی انگشتان بالا ببرید و متناوب اندام فوقانی را تاب بدهید.	راه رفتن زانو بالا
اندام تحتانی را با یک ارتفاع پایین بالا ببرید اگر به نگه داشتن زانوها به صورت صاف زمان بلند کردن نیاز دارید. نوک انگشتان پا رو به جلو.	در حالی‌که راه می‌روید با هر دو اندام فوقانی باز شده در جلوی بدن، یک اندام تحتانی باز شده به سمت دست‌ها را بلند کنید و سپس به موقعیت شروع برگردانید قبل از آنکه با اندام تحتانی دیگر تکرار کنید.	راهپیمایی با پاهای صاف (رژه رفتن)
نوک انگشتان پا رو به جلو.	با دست و پا بر روی زمین و اندام باز شده، راه رفتن به سمت دست‌ها در حالی‌که اندام باز شده را نگه می‌دارید و سپس راه رفتن دست‌ها به سمت جلو در حالی‌که اندام باز شده نگه می‌دارید.	پیاده روی دست
نوک انگشتان رو به جلو. ران‌ها رو به جلو. زانوها بالای انگشتان.	لانچ رو به جلو با اندام تحتانی متناوب در حالی‌که بالا تنه را عمودی نگه داشته‌اید.	راه رفتن لانچ
نوک انگشتان رو به جلو. زانوها بالای انگشتان. فرود آمدن به صورت صاف در صورت امکان.	در حالی‌که پرش می کنید، ارتفاع، بلند کردن زانو بالا و فعالیت اندام فوقانی تأکید دارد.	جست و خیز زانو بالا
نوک انگشتان رو به جلو. زانوها بالای انگشتان. عقب بنشینید. وزن بدن روی انگشتان. فرود آمدن به صورت صاف در صورت امکان.	شروع با پای به اندازه عرض شانه و زانوها در حالت اسکات. شافل یک طرفه و تکرار در جهت مخالف.	این سو و آن سو (شافل) حرکت کردن جانبی
	در حالی‌که پاها را زیر ران نگه می دارید، قدم‌های کوچک بردارید و به سرعت به پشت حرکت کنید.	پدال برگشت
نوک انگشتان رو به جلو. قفسه سینه روبرو را نگاه می‌کند.	با دست‌های روی ران‌ها، قدم زدن رو به جلو با یک اندام تحتانی در حالی‌که پاشنه پای دیگر را روی زمین نگه می‌دارید. احساس کشش در پشت پای تحتانی.	پاشنه بالا "با پا ضربه زدن"
نوک انگشتان رو به جلو. زانو را کمی خم نگه دارید. چرخش اندام فوقانی.	جاگینگ رو به جلو در حالی‌که زانوها متناوب به سینه می‌آورید.	دویدن زانو بالا

مخروط‌ها در خط شروع در فاصله ۱۰ متر و۲۰ متر قرار داده شد. ورزشکارن تمرینات تعیین شده را برای ۱۰ متر اول تمام کردند، افزایش شتاب در یک دویدن برای ۱۰ متر دوم و تمام کردن یک بازیابی جاگینگ از خط پایان برگشت به خط شروع.

جدول ۳. برنامه گرم کردن پیشگیری از آسیب (IPP)

نکات کلیدی	شرح	تمرین
تعادل اندام کمی خم شده را نگه دارید. نوک انگشتان پا رو به جلو.	نگه داشتن پاشنه یک اندام تحتانی نزدیک به باسن با احساس کشش در جلوی ران. تعادل روی اندام دیگر با زانوی کمی خم شده. برای ۳ ثانیه نگه دارید.	پیاده‌روی چهار گوش: ۱۰ تکرار با هر اندام
نوک انگشتان پا رو به جلو. حرکت کنترل شده است.	به‌طور فعال پاشنه را به نزدیکی باسن در صورت ممکن بلند کنید در حالی‌که تعادل روی اندام دیگر با زانوی خم شده دارید. بنوبت انجام دهید.	راه رفتن Butt-kick: ۱۰ تکرار با هر اندام
نوک انگشتان رو به جلو.	با دست و پای باز شده بر روی زمین، راه رفتن پا به‌سمت دست‌ها در حالی‌که اندام تحتانی را در حالت باز شده نگه داشته‌اید. راه رفتن رو به جلوی دست در حالی‌که اندام‌ها را در حالت باز شده نگه داشته‌اید. بنوبت انجام دهید.	Hand Walk: ۱۰ تکرار برای هر اندام تحتانی
بالا بردن اندام تحتانی با ارتفاع پایین‌تر در صورت نیاز نگه داشتن زانو به صورت صاف. نوک انگشتان رو به جلو.	قدم زدن رو به جلو و تعادل روی یک اندام تحتانی. بالا بردن اندام دیگر مستقیم رو به جلو در حالی‌که زانو را صاف نگه داشته‌اید.	راهپیمایی با پای صاف (رژه رفتن): ۱۰ تکرار با هر اندام تحتانی
فرود به نرمی. خم کردن زانوها، ران‌ها و تنه. زانوها بالای انگشتان پا هستند. انگشتان پا رو به جلو.	قرار دادن دست‌ها رو ی ران‌ها، پرش عمودی و چرخش ۱۸۰درجه. فرود به نرمی با تنه، ران‌ها و زانوهای خم شده. این وضعیت را برای ۳ ثانیه نگه بدارید.	۱۸۰ درجه پرش با تعادل: ۳۰ ثانیه روی هر اندام تحتانی
نوک انگشتان رو به جلو. زانوها بالای انگشتان. عقب بنشینید.	استادن رو پا به عرض شانه و به آرامی اسکات زدن به مانند نشستن روی صندلی. برگشتن به حالت شروع.	اسکات دو گانه: ۲ ست از ۵
فرود آمدن، فرود آمدن به نرمی، زانوها بالای انگشتان پا.	اسکات زدن، پرش برای حداکثر ارتفاع و فرود به نرمی در یک حالت اسکات.	پرش اسکات: ۵، استراحت، ۵
نوک انگشتان پا رو به جلو. سینه را رو به جلو نگه دارید.	بلند کردن پاشنه‌ها از زمین و قدم زدن رو به جلو، جایگزین کردن اندام تحتانی.	راه رفتن روی پنجه: ۱۰ تکرار برای هر اندام تحتانی
نوک انگشتان پا رو به جلو. ران‌ها رو به جلو. زانوها بالای انگشتان پا.	دست‌ها را روی ران‌ها نگه دارید، رو به جلو با یک پا قدم بزنید و بدن را تا زمین پایین بیاورید. در صورت ممکن زانوی مخالف را نزدیک زمین برسانید. بنوبت انجام دهید.	لانچ رو به جلو: ۱۰ تکرار برای اندام تحتانی
انگشتان پا رو به جلو. زانوها بالای انگشتان پا.	دست‌ها را روی ران‌ها قرار دهید. پاشنه‌ها را از روی زمین بلند کنید و به آرامی آنها را پایین بیاورید. تکرار کنید.	بلند کردن دو پاشنه پا: ۲۰ تکرار
کشیدن ناف به سمت ستون فقرات در حالیکه نفس می‌کشید. بدن را روی یک خط مستقیم نگه دارید. نوک انگشتان رو به جلو. زانوها بالای انگشتان پا.	به پشت روی زمین دراز بکشید، زانوها را خم کنید، پاها را صاف روی زمین قرار دهید. به آرامی ران‌ها را از زمین بلند کنید و نگه دارید. دست‌ها را روی ران‌ها و آرنج را روی زمین بگذارید. پیشرفت کردن با قرار دادن اندام فوقانی در سرتاسر قفسه سینه.	پل زدن ران: ۱ ثانیه بلند کنید، ۳ ثانیه نگه دارید، ۲ ثانیه پایین بیاورید؛ ۱۰ تکرار
نوک انگشتان پا رو به جلو. زانوها بالای انگشتان پا. روی بال‌های پا بمانید. درصورت ممکن به آرامی فرود بیایید.	دست‌ها را روی ران‌ها قرار دهید. جستن رو به جلو و عقب روی خط. جستن را برای کیفیت و سپس پیشرفت سرعت شروع کنید.	جست و خیز خطی رو به جلو با دو پا: ۲۰ تکرار
نوک انگشتان پا رو به جلو. زانوها بالای انگشتان پا. عقب بنشینید. وزن روی انگشتان.	با پاهای به عرض شانه و زانوهای در حالت اسکات شروع کنید. در جهات مخالف شافل بزنید (این سو آن سو بپرید).	شافل به هر دو سمت
نوک انگشتان پا رو به جلو. زانوها بالای انگشتان پا. فرود به نرمی تا جایی که ممکن است.	پرش رو به جلو با استفاده از مومنتوم (تکانه). پرش را برای تکنیک مناسب و سپس پیشرفت سرعت شروع کنید.	پرش رو به جلو

ترتیب مخروط‌ها همان طور که برای پروتکل گرم کردن پویا استفاده شده بود یکسان بود.