نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۶، شماره ۱۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۷
۲۹ - ۲۱

WWW.RSR.BASU.AC.IR

تأثیر تمرینات پلایومتریک بر راستای لگن و زانو در زنان فعال دارای والگوس پویا زانو

فرزانه ساکی[۱*]، مریم مدهوش[۲]

۱. استادیار دانشگاه بوعلی سینا همدان
۲. کارشناسی ارشد گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه بوعلی سینا همدان

دریافت ۱۵ آبان ۱۳۹۷؛ پذیرش ۲۲ بهمن ۱۳۹۷

واژگان کلیدی

والگوس پویا زانو

تمرینات پلایومتریک

الگوی حرکتی

چکیده

زمینه و هدف: والگوس پویا زانو حین کاهش شتاب و فرود در فعالیت‌های ورزشی عامل بسیاری از آسیب‌های حاد و مزمن زانو می‌باشد. هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی تأثیر تمرینات پلایومتریک بر راستای لگن و زانو زنان مبتلا به والگوس پویا زانو بود.

روش بررسی: در این کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده ۲۶ زن دارای والگوس پویا زانو به‌صورت تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. زوایای والگوس زانو و افت لگن حین فرود تک با استفاده از روش ارزیابی دوبعدی محاسبه شد. در طول هشت هفته گروه کنترل تنها در فعالیت‌های عادی دانشگاه شرکت داشتند در صورتی‌که گروه تجربی در کنار تمرینات عادی، به‌مدت هشت هفته در تمرینات پلایومتریک شرکت کردند. از مدل ترکیبی تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای تحلیل داده‌ها استفاده شد ($P\leq ۰/۰۵$).

یافته‌ها: پس از اجرای برنامه مداخله، زاویه والگوس زانو با انجام تمرینات در مقایسه با گروه کنترل بهبود معنی‌داری داشت ($P\leq ۰/۰۵$). نتایج تحقیق تغییر معنی‌داری را در زاویه افت لگن قبل و بعد از شرکت در تمرینات در گروه‌های مورد مطالعه نشان نداد ($P>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق حاضر شواهدی مبنی بر اثر مثبت تمرینات پلایومتریک بر کینماتیک اندام تحتانی و بهبود کنترل زانو در صفحه فرونتال در زنان ورزشکار دارای والگوس پویا زانو ارائه داد، از این رو با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت هشت هفته تمرینات پلایومتریک در زنان ورزشکار با والگوس پویا زانو می‌تواند عوامل خطر قابل تعدیل آسیب ACL نظیر عوامل بیومکانیکی را کاهش دهد.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۸۸۵۰۳۷۸۳
✉ پست الکترونیکی: f_saki@basu.ac.ir
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RSR.2019.17644.1415

مقدمه

والگوس پویا زانو به‌عنوان یک ریسک فاکتور رایج برای آسیب‌های حاد و آسیب‌های ناشی از استفاده بیش از حد اندام تحتانی از جمله سندروم درد پاتلوفمورال (PFP)، آسیب ACL، استئوآرتریت زانو، اسپرین‌های MCL، آسیب غضروف و مینیسک زانو و سندروم ایلیوتیبیال مطرح شده است (میکت و همکاران[1]، ۲۰۱۵). آسیب‌های زانو یکی از پنج شرایط پزشکی ناتوان کننده در سرتاسر جهان است که از هر دو نفر یک نفر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در افراد مسن، استئوآرتریت (OA) کمپارتمان خارجی با والگوس در صفحه فرونتال در طول راه رفتن همراه است (هاک و واین هندل[2]، ۲۰۱۷). تحقیقات اخیر نشان داده است که هر دو PFP و ACL ممکن است به‌عنوان پیش سازهای استئوارتریت زانو عمل کنند.

تجزیه و تحلیل‌های سه بُعدی، والگوس پویا زانو را به‌عنوان یک پدیده چندوجهی و چند مفصلی معرفی کرده‌اند (هیوت و همکاران[3]، ۲۰۰۵ و هیوت و همکاران، ۲۰۱۰). یکی از الگوهای غلط اندام تحتانی والگوس پویا زانو است که با عناوین مختلفی از جمله مدیال کلاپس، حرکت زانو به سمت داخل، حرکت زانو در صفحه فرونتال و زاویه پروجکشن حین حرکات عملکردی در تحقیقات بیان می‌شود. در واقع کینماتیک تغییر یافته ران، زانو و مچ پا والگوس پویا زانو نامیده می‌شود (هیوت و همکاران، ۲۰۰۵). والگوس پویا زانو ترکیب اداکشن و اینترنال روتیشن ران با ابداکشن و اکسترنال یا اینترنال روتیشن تیبیا حین مانورهای پرش فرود یا اسکات می‌باشد. در واقع والگوس زانو ناشی از ترکیب حرکات فمور و تیبیا است که می‌تواند توسط مفاصل پروگزیمال و دیستال زانو شامل تنه، ران و مچ پا اثر پذیرد (باریوس و همکاران[4]، ۲۰۱۶).

غربال‌گری‌های پیش از فصل در ورزشکاران و پیگیری آسیب‌های ACL به‌صورت آینده‌نگر نشان داد ورزشکارانی که دچار آسیب ACL شدند حین فرود هشت درجه والگوس بیشتری نسبت به افراد سالم داشته‌اند. بارگذاری والگوس می‌تواند فشار نسبی تحمیل شده به ACL را افزایش داده و در سطوح بالا منجر به واماندگی لیگامانی شود. زاویه والگوس زانو نه تنها باعث تحمیل استرس به سیستم محدودکننده غیرفعال داخلی زانو می‌شود، بلکه در ترکیب با جابجایی قدامی تیبیا، استرس اعمال شده به ACL به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. به‌علاوه حرکت بیش از حد اندام تحتانی در صفحه فرونتال می‌تواند باعث تحمیل استرس‌های تکراری به مفصل پاتلافمورال و سندرم درد کشکی رانی شود (هیوت و همکاران، ۲۰۰۵).

اعتقاد بر این است تغییر کنترل حرکتی اندام تحتانی باعث سندروم‌های اختلال حرکتی حین فعالیت‌های تحمل وزن می‌شود. تحقیقات اخیر نشان داده‌اند زنان دارای والگوس زانو الگوی بیومکانیکی متفاوتی حین فعالیت‌های پویا دارند. هاک و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند زنان دارای والگوس زانو، گشتاور ابداکتوری و اینورژنی بیشتری در لحظه پیک نیروی عکس‌العمل زمین نسبت به گروه کنترل دارند. آنها همچنین به این نتیجه رسیدند زنان دارای والگوس زانو ویژگی‌های بیومکانیکی متفاوتی دارند که باعث افزایش بار در بخش لترال مفصل تیبیوفمورال می‌شود (هاک و همکاران، ۲۰۱۷). باریوس و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند زنان دارای والگوس زانو مکانیسم زانو و ران متفاوتی نسبت به افراد بدون والگوس زانو دارند (باریوس و همکاران، ۲۰۱۵). این در حالی است که نتیجه تحقیق مانتل و همکاران[5] (۲۰۱۴) حاکی از آن بود که بین کینماتیک تکلیف اسکات در افراد با و بدون جابجایی زانو به سمت داخل تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (مانتل و همکاران، ۲۰۱۴). تاکنون محققان زیادی تأثیر تمرینات پیشگیری از آسیب ACL را بر عملکرد و متغیرهای عصبی عضلانی مورد بررسی قرار داده‌اند. اما تأثیر برنامه‌های تمرینی مداخله‌ای بر افراد دارای والگوس زانو (به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ریسک فاکتورهای آسیب ACL) کمتر مورد بررسی قرار گرفته است.

به‌طور عملی پلایومتریک به‌عنوان یک حرکت سریع نیرومند تعریف می‌شود که شامل کشش اولیه عضله و فعال شدن سیکل کشش-کوتاهی جهت ایجاد انقباض کانسنتریک قویتر بعدی می‌باشد. هدف اصلی تمرینات پلایومتریک بالابردن تحرک‌پذیری سیستم عصبی جهت بهبود توانایی واکنشی سیستم عصبی- عضلانی می‌باشد. اصول اساسی روش تمرین به سبک پلایومتریک عبارت

1. Maykut et al
2. Hoch and Weinhandl
3. Hewett et al
4. Barrios et al
5. Mauntel et al

است از؛ رفلکس‌های پروپریوسپتیو و ویژگی‌های الاستیک فیبرهای عضله (پرنتیس[1]، ۱۹۹۹). برنامه‌های تمرینی پلایومتریک با تمرکز بر راستای زانو و بهبود آن حین فعالیت‌های پویا باعث کاهش زاویه والگوس زانو و نیروهای عکس‌العمل زمین می‌شود، اما در برنامه‌های مداخله‌ای پیشگیری از آسیب این تمرینات معمولاً در ترکیب با تمرینات دیگر مانند تمرینات تعادلی، قدرتی، انعطاف‌پذیری و کششی انجام شده است که این مانع درک اثربخشی انواع خاصی از تمرینات بر الگوهای حرکتی می‌شود. با وجود آنکه تمرینات عصبی- عضلانی چندگانه به‌طور موفقیت آمیزی در کاهش میزان آسیب ACL اثرگذار بوده‌اند، اما مشخص نیست که کدام نوع تمرینات در تغییر الگوهای بیومکانیکی مؤثرتر هستند. تاکنون اکثر مطالعات به‌صورت ترکیبی با تمرینات دیگر، اثربخشی تمرینات پلامتریک را ارزیابی کرده‌اند و تحقیقات اندکی اثر تمرینات پلامتریک را در کاهش ریسک فاکتورهای آسیب ACL بررسی کرده‌اند. باتوجه به مطالعات محقق به نظر می رسد تحقیقی که به بررسی اثر این تمرینات با انجام غربالگری مناسب و انتخاب هدفمند آزمودنی‌ها پرداخته باشد، وجود ندارد. با توجه به مطالب گفته شده، سعی محقق در این مطالعه آن است تا اثر هشت هفته تمرینات پلامتریک را بر کینماتیک لگن و زانو در زنان فعال دارای والگوس پویا زانو طی عمل فرود تک پا بررسی کند.

روش بررسی

طرح تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه تجربی و کنترل (کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده) است. جامعه آماری مطالعه حاضر را دانشجویان دختر تربیت‌بدنی ۱۹ تا ۲۳ سال دانشگاه بوعلی‌سینا که دارای والگوس پویا زانو بودند تشکیل می‌داد. حجم نمونه با استفاده نرم‌افزار جی پاور (با توان آزمون ۹۰ درصد، اندازه اثر ۰/۴ و فاصله اطمینان ۰/۹۵، ۲۰ نفر (۱۰ نفر در هر گروه) تخمین‌زده شد. این تعداد با توجه به احتمال ریزش نمونه‌ها برای هر گروه ۱۴ نفر در نظر گرفته شد و نمونه‌ها به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. در روند انجام تحقیق در گروه کنترل دو نفر ریزش داشت که در نتیجه یافته‌های حاصل از آزمون‌های ۱۴ نفر در گروه تجربی با میانگین سن (۱/۳۲±۲۱/۷۱ سال)، قد (۶/۸۷±۱۶۵/۷۱ سانتی‌متر) و وزن (۸/۲۲±۵۸/۴۳ کیلوگرم)، و ۱۲ نفر در گروه کنترل با میانگین سن (۱/۳۲±۲۱/۴۲ سال)، قد (۶/۷۳±۱۶۳/۰۸ سانتی‌متر) و وزن (۹/۵۰±۵۶/۷۳ کیلوگرم) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. معیارهای ورود به تحقیق عبارت بودند از: محدوده سن ۱۹ الی ۲۳ سال، داشتن زاویه والگوس بیشتر از ۱۲ درجه حین آزمون فرود تک (هرینگتون و مانرو[2]، ۲۰۱۰)، داشتن حداقل دو سال سابقه ورزشی منظم، BMI بین ۲۰ تا ۲۵، عدم شرکت در هرگونه برنامه تمرینی (به‌غیر از تمرینات تحقیق حاضر) با هدف پیشگیری از آسیب‌های زانو طی ۶ ماه گذشته و در حین اجرای تحقیق، عدم‌داشتن شلی مفصلی عمومی توسط شاخص بیتون و هوران (ساندیمو و همکاران[3]، ۲۰۱۸)، عدم سابقه درد، شکستگی و یا عمل جراحی در نواحی اندام‌تحتانی و رضایت فرد جهت شرکت در تحقیق (در ابتدا و یا در طول تحقیق). معیارهای خروج شامل: عدم همکاری آزمودنی‌ها در جریان تحقیق، غیبت دو جلسه پیاپی در تحقیق و بروز درد در حین تمرینات بود.

پس از امضای فرم رضایت‌نامه افراد به‌صورت تصادفی به دو گروه تمرینی (تمرینات پلایومتریک) و گروه کنترل تقسیم شدند. برای اندازه‌گیری اولیه آزمودنی‌ها در زمان مشخص به محل انجام آزمون مراجعه می‌کردند. جهت انجام آزمون فرود تک‌پا از جعبه‌ای با ارتفاع ۳۰ سانتیمتر استفاده شد. آزمودنی در وضعیتی متعادل نزدیک به لبه جعبه به شکلی می‌ایستاد که پای غالب در حالت معلق (پاشنه‌پا در تماس با لبه‌جعبه) قرار می‌گرفت. این وضعیت با کنترل مرکز ثقل، حرکات افقی بدن را محدود می‌کند. هیچ‌گونه دستورالعملی مبنی بر تکنیک اجرای صحیح فرود به ورزشکاران داده نمی‌شد (باربروستین و همکاران[4]، ۲۰۱۰). دوربین دارای حافظه‌جانبی در ارتفاع ۱۰۲سانتیمتر بر روی سه‌پایه و در فاصله ۳۶۶ سانتیمتر از جعبه در نمای فرونتال قرار گرفت به‌نحوی‌که تصویر اندام تحتانی فرد به‌طور کامل در کادر دوربین بود (هرینگتون و همکاران، ۲۰۱۰). قبل از انجام آزمون، آزمودنی ۳ بار حرکت فرود را تمرین می‌کرد. سه کوشش موفقیت‌آمیز برای هر آزمودنی ثبت می‌شد. میانگین زوایای سه کوشش در تجزیه و تحلیل نهایی مورد

1. Prentice

2. Herrington and Munro
3. Sundemo et al
4. Barber-Westin et al

استفاده قرار گرفت. سپس زاویه والگوس زانو و افت لگن توسط نرم‌افزار کینوا[1] محاسبه شد. در واقع با بررسی فریم به فریم در تصاویر ویدیویی گرفته‌شده تصویر فرود کامل، فریمی بود که آزمودنی در پایین‌ترین ارتفاع (حداکثر فلکشن زانو) قرار می‌گرفت. زاویه والگوس زانو و افت لگن در فریم این تصویر محاسبه شد. زاویه والگوس زانو براساس تعیین زاویه حاده بین دوخطی که از خار خاصره‌ای قدامی فوقانی ASIS[2] همان سمت با مرکز کشکک و خط عبوری از مرکز کشکک و مرکز قوزک‌ها رسم می‌شد، تعیین شد (هرینگتون و همکاران، ۲۰۱۰ و کوروش فرد و همکاران، ۲۰۱۵). مارکرهای مشخص‌شده در ۴ ناحیه خاصره قدامی فوقانی سمت چپ و راست، مرکز استخوان کشکک و وسط مچ‌پا قرار داشتند. عدد به‌دست آمده از ۱۸۰ کم می‌شد و به‌عنوان زاویه راستای زانو در صفحه فرونتال در تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفت. در پژوهش حاضر افت لگن براساس تعیین زاویه بین خطی که ASIS سمت راست و سمت چپ را بهم وصل می‌کرد و خطی که بر ASIS پای فرود عمود می‌شد (پای که حرکت لندینگ را انجام می‌داد) تعیین شد (میکت و همکاران، ۲۰۱۵). عدد به‌دست آمده از ۹۰ کم شد و به‌عنوان زاویه افت لگن ثبت گردید. آزمودنی‌های گروه تمرینی به‌مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته و هر جلسه به‌مدت ۲۵ تا ۴۰ دقیقه) در برنامه تمرینی شرکت کردند. در این تحقیق از پروتکل تمرینی دی مارچ بالدون و همکاران[3] (۲۰۱۴) استفاده شد (بالدون و همکاران، ۲۰۱۴). هر آزمودنی بعد از اتمام دوره تمرینات تحت اندازه‌گیری ثانویه قرار گرفت. قابل ذکر است آزمودنی‌های گروه کنترل پس از اندازه‌گیری اولیه بدون انجام تمرین پس از هشت هفته تحت اندازه‌گیری ثانویه قرار گرفتند. فرایند انجام این تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی همدان با شماره کد IR.UMSHA.REC.1396.841 مورد تأیید قرار گرفت. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها در دو گروه از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. در نهایت داده‌های به‌دست آمده با استفاده از روش ترکیبی تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند ($P\leq ۰/۰۵$).

جدول ۱: برنامه تمرینات پلایومتریک

		فعالیت	زمان یا تکرار
فاز یک هفته اول و دوم	۱	جهش روی دیوار	۲۰ ثانیه
	۲	اسکات ثابت (۵ ثانیه)	۵ تکرار
	۳	پرش اسکات (۶۰- درجه خم شدن زانو)	۱۵ ثانیه
	۴	جهش پرش	۱۵ ثانیه
	۵	پرش افقی + اسکات ثابت (۵ ثانیه)	۸ تکرار
	۶	پرش ۱۸۰ درجه	۲۰ ثانیه
	۷	پرش رو به جلو و عقب بر روی خط	۲۰ ثانیه
	۸	پرش از موانع	۸ تکرار
	۹	پرش افقی- میانی بر روی خط	۲۰ ثانیه
	۱۰	پرش افقی بر روی خط+ پرش عمودی	۸تکرار
	۱۱	پرش فرود + اسکات ثابت (۵ ثانیه)	۸ تکرار
فاز دوم هفته سوم تا پنجم	۱	ایستادن روی یک پا (۵ ثانیه)	۱۰ تکرار
	۲	جهش دیوار	۳۰ ثانیه
	۳	پرش اسکات (۶۰- درجه خم شدن زانو)	۲* ۱۵ ثانیه
	۴	پرش افقی سه گانه + پرش عمودی	۶ تکرار

☜

1. Kinovea
2. Anterior Superior Iliac Spine (ASIS)
3. De Marche Baldon

	۵	پرش ۱۸۰ درجه	۱۵ ثانیه
	۶	جهش پرش	۱۵ ثانیه
	۷	پرش از موانع+ پرش از سکو	۶ تکرار
	۸	پرش افقی- میانی از مانع	۲* ۱۵ ثانیه
	۹	پرش رو به جلو و عقب از مانع	۲* ۱۵ ثانیه
	۱۰	پرش و فرود قدامی + حداکثر پرش عمودی	۶ تکرار
	۱۱	پرش و فرود افقی + حداکثر پرش عمودی	۶ تکرار
	۱۲	روی یک پا (۵ ثانیه) اسکات ثابت +پرش عمودی	۶ تکرار
فاز سوم هفته ششم تا هشتم	۱	ایستادن روی یک پا (۵ ثانیه)	۱۰ تکرار
	۲	جهش دیوار	۳۰ ثانیه
	۳	پرش اسکات (۶۰- درجه خم شدن زانو)	۲* ۱۵ ثانیه
	۴	پرش افقی سه گانه + پرش عمودی	۶ تکرار
	۵	پرش ۱۸۰ درجه	۱۵ ثانیه
	۶	جهش پرش	۱۵ ثانیه
	۷	پرش از موانع+ پرش از سکو	۶ تکرار
	۸	پرش افقی- میانی از مانع	۲* ۱۵ ثانیه
	۹	پرش رو به جلو و عقب از مانع	۲* ۱۵ ثانیه
	۱۰	پرش و فرود قدامی + حداکثر پرش عمودی	۶ تکرار
	۱۱	پرش و فرود افقی + حداکثر پرش عمودی	۶ تکرار
	۱۲	روی یک پا (۵ ثانیه) اسکات ثابت +پرش عمودی	۶ تکرار

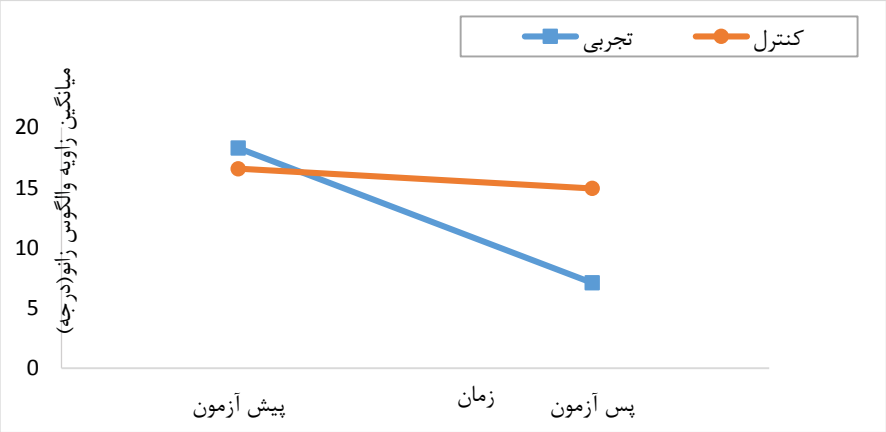
یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد کینماتیک لگن و زانو در صفحه فرونتال طی فرود تک پا در لحظه حداکثر فلکشن زانو در دو گروه تحقیقی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: اطلاعات توصیفی متغیرهای اندازه‌گیری شده (انحراف استاندارد ± میانگین) در پیش و پس‌آزمون

		گروه تمرینی (n=۱۴)	گروه کنترل (n=۱۲)
زاویه والگوس/واروس زانو (درجه)	پیش‌آزمون	۱۸/۳۰±۴/۷۹	۱۶/۵۸±۴/۱۵
	پس‌آزمون	۷/۱۰±۳/۶۸	۱۴/۹۵±۴/۲۵
زاویه افت لگن (درجه)	پیش‌آزمون	۴/۸۲±۵/۶۰	۲/۶۹±۳/۰۴
	پس‌آزمون	۳/۸۲±۳/۱۸	۲±۳/۶۷

میانگین زاویه والگوس زانو بعد از شرکت در برنامه تمرینات پلایومتریک کاهش ۱۱/۲ درجه‌ای را در گروه تمرینی نشان داد (جدول ۲). نتایج آزمون ترکیبی تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری در مورد اندازه زاویه والگوس زانو نشان داد که اثر اصلی زمان (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) (P=۰/۰۰۰، F=۵۲/۰۸۷)، اثر اصلی گروه (گروه تمرینی و کنترل) (P=۰/۰۴۴، F=۴/۷۱۰) و اثر تعاملی زمان بر گروه معنادار است (P=۰/۰۰۰، F=۲۰/۰۴۴). با توجه به معنادار بودن اثر تعاملی زمان بر گروه از آزمون‌های تی زوجی (برای بررسی اختلافات دورن گروهی) و تی مستقل (برای بررسی اختلافات بین گروهی) استفاده شد. نتایج آزمون تی زوجی نشان داد که پس از هشت هفته تمرین میزان والگوس زانو طی فرود تک پا درگروه تمرینی به‌طور معناداری کاهش یافته است (P=۰/۰۰۰، t=۷/۸۵۱). پس از هشت هفته میزان والگوس زانو طی فرود تک پا در گروه کنترل تغییر معناداری نداشت (P=۰/۱۱۶، t=۱/۷۰۹) (نمودار ۱). نتایج آزمون تی مستقل در پس‌آزمون نشان داد که بین گروه‌های تحقیق در میزان والگوس زانو طی فرود تک پا اختلاف معناداری وجود دارد (P=۰/۰۰۰، t=۵/۰۵۰). همچنین اندازه تأثیر تمرینات برابر با ۰/۵۴۸ بود.



نمودار ۱: مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون زاویه والگوس زانو در گروه‌های مورد مطالعه

میانگین زاویه افت لگن در گروه تمرینی و کنترل، قبل و بعد از شرکت در برنامه تمرینات پلایومتریک در جدول ۲ آورده شده است. نتایج آزمون ترکیبی تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری نشان داد که اثر اصلی زمان (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) (P=۰/۴۱۰، F=۰/۷۰۲)، اثر اصلی گروه (گروه تمرینی و کنترل) (P=۰/۱۲۲، F=۲/۵۶۸) و اثر تعاملی زمان بر گروه (P=۰/۸۸۰، F =۰/۰۲۳) معنی‌دار نیست.

بحث

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری اختلاف معنی‌داری را در زاویه والگوس زانو در گروه تمرین نشان داد ولی در متغیر زاویه افت لگن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. این نتیجه با نتایج برخی از تحقیقات پیشین همسو است.

پولارد و همکاران (۲۰۰۶) افزایش ابداکشن هیپ و کاهش چرخش داخلی ران را حین فعالیت فرود-پرش عمودی بعد از انجام یک دوره تمرینات عصبی عضلانی گزارش کردند (پولارد و همکاران[1]، ۲۰۰۶). در همین راستا میر و همکاران (۲۰۰۶) و مکان و همکاران (۲۰۱۱) کاهش اداکشن هیپ و ابداکشن زانو را بعد از انجام به ترتیب هفت و ۱۰ هفته تمرینات پلایومتریک در ترکیب با تمرینات قدرتی گزارش کردند (میر و همکاران[2]، ۲۰۰۶ و مکان و همکاران[3]، ۲۰۱۱). چپل و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند انجام شش هفته تمرین عصبی عضلانی باعث کاهش گشتاور والگوس زانو می‌شود در حالی‌که تغییری در کینماتیک ران و زانو در صفحه‌فرونتال و صفحه‌عرضی مشاهده نکردند (چپل و لیپسواتی[4]، ۲۰۰۸). بل و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند اجرای یک برنامه جامع عصبی عضلانی سه هفته‌ای که بیشتر بر روی عضلات مچ‌پا تمرکز داشت باعث کاهش جابجایی زانوها به‌سمت داخل و کاهش والگوس پویا زانو حین اجرای اسکات جفت‌پا می‌شود (بل و همکاران[5]، ۲۰۱۳). نتایج تحقیق بالدون و همکاران (۲۰۱۴) نیز حاکی از کاهش معنی‌دار ابداکشن زانو و اداکشن هیپ حین اجرای اسکات تک‌پا بعد از انجام هشت هفته تمرینات پلایومتریک در زنان ورزشکار بود (دی مارچ بالدون و همکاران، ۲۰۱۴).

اگرچه مکانیسم دقیق فیزیولوژیک تأثیر تمرینات پلایومتریک در بهبود عملکردهای فانکشنال هنوز در حد تئوری است، اما این باور وجود دارد که تمرینات پلایومتریک توانایی استفاده از حداکثر نیرو را در کوتاه‌ترین زمان ممکن افزایش می‌دهند، باعث تحریک تغییر سریع انقباض اکسنتریک به کانسنتریک می‌شوند و اجازه می‌دهد کار بیشتری در زمان کمتری انجام شود، همچنین با بهره‌گیری از خواص الاستیکی واحد عضلانی- وتری باعث افزایش توان و در نتیجه عملکرد بهتر حین اجرای فعالیت‌های فانکشنال می‌شوند (چملوسکی و همکاران[6]، ۲۰۰۶).

برخی محققان نیز از برخی مداخلات تمرینی استفاده نمودند که در کاهش والگوس پویا زانو ناموفق بودند این برنامه‌ها اغلب روی تمرینات تعادلی یا قدرتی متمرکز

1. Pollard
2. Myer et al
3. McCann
4. Chappell and Limpisvasti
5. Bell et al
6. Chmielewski et al

بوده‌اند (میر و همکاران، ۲۰۰۴ و پولارد و همکاران، ۲۰۰۶ و دیستفانو و همکاران[1]، ۲۰۱۱). اگر چه مقایسه این تحقیقات به‌طور کامل ممکن نیست زیرا آزمون عملکردی و روش ارزیابی والگوس پویا در همه آنها یکسان نیست و گاهاً در برخی تحقیقات که شامل چندین آزمون عملکردی بوده‌اند، گزارش شده است که پس از اعمال برنامه تمرینی حین اجرای یک آزمون والگوس کاهش یافته است، اما حین اجرای آزمون دیگر تغییری مشاهده نشده است. از طرف دیگر اغلب تحقیقات مذکور بر روی آزمودنی‌های سالم انجام شده است در حالی‌که انتخاب آزمودنی‌های تحقیق حاضر به صورت هدفمند و از بین افرادی که دارای والگوس پویای زانو بودند صورت گرفت..

تاکنون برنامه‌های تمرینی مختلفی برای کاهش آسیب‌های ACL طراحی شده است. ترکیب تمرینات قدرتی، تعادل و انعطاف‌پذیری اثرات مثبتی در کاهش عوامل بیومکانیکی خطرساز آسیب ACL داشته‌اند (دیستفانو و همکاران، ۲۰۱۱؛ مک کان و همکاران، ۲۰۱۱). اگرچه میزان اثربخشی هر جز از برنامه‌ها از نظر درصد ناشناخته است، اما مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات دارای تکنیک بازخورد به‌تنهایی می‌تواند برخی عوامل خطرساز آسیب ACL را کاهش دهد در حالی‌که تمرینات- قدرتی یا تمرینات‌تعادلی ممکن است به‌تنهایی برای تغییر الگوهای‌حرکتی کافی نباشند (کوروش فرد و همکاران، ۲۰۱۵). از دلایل احتمالی اثربخشی تمرینات مطالعه حاضر می توان به این نکته اشاره کرد که در طول تمرینات، آزمودنی‌ها دستورالعمل و فیدبک‌های کلامی لازم در راستای بهبود کینماتیک اندام‌تحتانی بخصوص اصلاح راستای زانو در صفحه‌فرونتال دریافت می‌کردند. به‌طوری که بعد از انجام دوره تمرینی میانگین زاویه والگوس زانو ۱۱/۲ درجه‌ای در گروه تمرین کاهش یافت. به‌عبارت دیگر می‌توان نتیجه گرفت آزمودنی‌ها تکلیف فرود را بعد از اتمام دوره تمرینی با مهارت بهتری انجام می‌دادند. تحقیقات متعددی اثربخش بودن روش‌های مختلف بازخورد (کلامی و بینایی) را بر پارامترهای کینماتیکی و کنیتیکی پرش و فرود مورد بررسی قرار داده‌اند و نتیجه این تحقیقات توسعه تکنیک پرش- فرود صحیح را بدنبال داشته است (آگارد[2]، ۲۰۱۰ و استیکلر و همکاران[3]، ۲۰۱۶ و ریمر و اسلایور[4]، ۲۰۰۰). یک نقص عمده در اکثر تحقیقات گذشته استفاده از بازخورد به‌تنهایی و بدون ترکیب با مدالیته‌های دیگر (تمرینات قدرتی، پلایومتریک و...) بوده است و معمولاً به‌صورت کوتاه‌مدت و یک جلسه‌ای بوده است در حالی‌که در تحقیق حاضر تمرینات پلایومتریک همراه با فیدبک به‌مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته انجام شد.

نتایج تحقیق نشان داد تمرینات پلایومتریک بر زاویه افت لگن حین فرود تک‌پا تأثیر معنی‌دار ندارد. تحقیقات اندکی اثر تمرین بر زاویه افت لگن را مورد بررسی قرار داده‌اند و اکثر تحقیقات گذشته اثر انواع مختلف تمرین را بر کینماتیک اندام‌تحتانی مورد بررسی قرار داده‌اند. بنا به‌دانسته محقق تاکنون یک تحقیق در این راستا انجام شده است و که با نتایج تحقیق حاضر همسو است (کوروش فرد و همکاران، ۲۰۱۵). کوروش‌فرد و همکاران (۲۰۱۵) اثر دو هفته تمرینات اصلاحی فیدبکی را بر زاویه افت لگن افراد دارای ناراستایی پویای اندام‌تحتانی مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که این تمرینات بر کاهش زاویه افت لگن تأثیر معنی‌داری ندارد (کوروش فرد و همکاران، ۲۰۱۵). طبق زنجیره حرکتی تغییرات بیومکانیکی در یک مفصل می‌تواند بر کینماتیک و کنتیک مفاصل دیستال و پروگزیمال حین فعالیت‌های تحمل وزن اثرگذار باشد. از این‌رو تغییر بیومکانیک مفاصل هیپ و لگن بر کنیماتیک و کنتیک زانو تأثیر می‌گذارد (پاورز[5]، ۲۰۰۳). تاکاکس و همکاران[6] (۲۰۱۲) دریافتند افت لگن به‌تنهایی باعث افزایش معنی‌دار گشتاور ابداکتوری زانو حین ایستادن تک‌پا می‌شود و این می‌تواند ریسک ابتلا به برخی از بیماری‌های عصبی عضلانی مانند استئوآرتریت، سندرم درد پاتلافمورال و آسیب ACL را افزایش دهد (تاکاس و هانت، ۲۰۱۲). پرایر و همکاران[7] (۲۰۱۴) بیان کردند افت لگن باعث کاهش فعالیت گلوتئوس مدیوس، تنسورفاشیالاتا و رکتوس فموریس و افزایش فعالیت گروه عضلانی همسترینگ، اداکتور لانگوس و واستوس لاترالیس می‌شود (پرایر، ۲۰۱۴). دانفی و همکاران[8] (۲۰۱۶) نیز گزارش کردند افت

1. DiStefano
2. Aagaard
3. Stickler
4. Rimmer and Sleivert
5. Powers
6. Takacs and Hunt
7. Prior et al
8. Dunphy et al

لگن باعث افزایش گشتاور ابداکتوری زانو و ایمپالس حین راه‌رفتن می‌شود (دانفی و همکاران، ۲۰۱۶).

گزارش شده است ضعف ابداکتورهای هیپ ممکن است باعث افت لگن در سمت مقابل و در نتیجه انتقال مرکز جرم به‌سمت پای غیراتکا در افراد دارای استئوآرتریت شود. این تغییرات مرکز جرم به‌لحاظ تئوری بازوی گشتاوری زانو در صفحه‌فرونتال را افزایش داده و باعث افزایش بارگذاری زانو در صفحه‌فرونتال می‌شود (تاکاس و هانت، ۲۰۱۲). براساس تئوری مذکور می‌توان نتیجه گرفت راستای لگن بر بارگذاری زانو اثر می‌گذارد. هر چند یافته تحقیق حاضر در خصوص اثر تمرینات پلایومتریک بر زاویه افت لگن از نظر آماری یافته معنی‌داری نبود اما این یافته به‌لحاظ کلینیکی می‌تواند ارزشمند باشد. به‌نحوی که در آزمودنی‌های گروه تمرین بعد از انجام دوره تمرینی زاویه افت لگن یک درجه کاهش داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر شواهدی مبنی بر اثر مثبت تمرینات پلایومتریک بر کینماتیک اندام تحتانی و بهبود کنترل زانو در صفحه فرونتال در زنان ورزشکار دارای والگوس پویا زانو ارائه داد، از این رو با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت هشت هفته تمرینات پلایومتریک در زنان ورزشکار با والگوس پویا زانو می‌تواند عوامل خطر قابل تعدیل آسیب ACL نظیر عوامل بیومکانیکی را کاهش دهد. پیشنهاد می‌شود محققان و مربیان برای طراحی مداخلات تمرینی به منظور پیشگیری از آسیب غیربرخوردی ACL، تفاوت‌های مشاهده شده در سازوکارهای آسیب را در نظر بگیرند و برنامه‌های خاصی را ارائه دهند که نقص عصبی عضلانی را به‌طور ویژه‌ای مورد توجه قرار دهد.

References

Aagaard P. (2010). The use of eccentric strength training to enhance maximal muscle strength, explosive force (RDF) and muscular power-consequences for athletic performance. The Open Sports Sciences Journal. 3(5):52-55

Barber-Westin, S. D., S. T. Smith, T. Campbell and F. R. Noyes (2010). "The drop-jump video screening test: retention of improvement in neuromuscular control in female volleyball players." The Journal of Strength & Conditioning Research 24(11): 3055-3062.

Barrios, J. A., Heitkamp, C. A., Smith, B. P., Sturgeon, M. M., Suckow, D. W., & Sutton, C. R. (2016). Three-dimensional hip and knee kinematics during walking, running, and single-limb drop landing in females with and without genu valgum. Clinical Biomechanics, 31, 7-11.

Bell, D.R., et al. (2013) Two-and 3-dimensional knee valgus are reduced after an exercise intervention in young adults with demonstrable valgus during squatting. Journal of athletic training. 48(4): p. 442-449.

Chappell JD, Limpisvasti O. (2008). Effect of a neuromuscular training program on the kinetics and kinematics of jumping tasks. Am J Sports Med. 36:1081–1086.

Chmielewski TL, Myer GD, Kauffman D, et al. (2006) Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. J Orthop Sports Phys Ther .36:308–319.

De Marche Baldon, R., D. F. M. Lobato, A. P. Yoshimatsu, A. F. dos Santos, A. L. Francisco, P. R. P. Santiago and F. V. Serrão (2014). "Effect of plyometric training on lower limb biomechanics in females". Clinical Journal of Sport Medicine 24(1): 44-50.

DiStefano LJ, Blackburn JT, Marshall SW, Guskiewicz KM, Garrett WE, Padua DA. (2011). Effects of an age-specific anterior cruciate ligament injury prevention program on lower extremity biomechanics in children. Am J Sports Med. 39(5):949–957.

Dunphy, C., et al. (2016). Contralateral pelvic drop during gait increases knee adduction moments of asymptomatic individuals. Human movement science. 49: 27-35.

Herrington, L., & Munro, A. (2010). Drop jump landing knee valgus angle; normative data in a physically active population. Physical Therapy in Sport, 11(2), 56-59.

Hewett, T. E., Ford, K. R., Hoogenboom, B. J., & Myer, G. D, (2010). Understanding and preventing ACL injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations-update 2010. North American journal of sports physical therapy: NAJSPT, 5(4), 234.

Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt Jr, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., Succop, P. (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.

Hoch, M. C., & Weinhandl, J. T. (2017). Effect of valgus knee alignment on gait biomechanics in

healthy women. Journal of Electromyography and Kinesiology, 35, 17-23.

Kourosh Fard, N. K., M. H. Alizadeh, R. Rajabi and E. Shirzad (2015). "Effect of Feedback Corrective Exercise on Knee Valgus and Electromyography Activity of Lower Limb Muscles in Single Leg Squat." Rehabilitation, 16(2): 16(2): 138-147. [In Persian].

Mauntel, T. C., Frank, B. S., Begalle, R. L., Blackburn, J. T., & Padua, D. A. (2014). Kinematic differences between those with and without medial knee displacement during a single-leg squat, Journal of applied biomechanics, 30(6), 707-712.

Maykut, J. N., Taylor-Haas, J. A., Paterno, M. V., DiCesare, C. A., & Ford, K. R. (2015). Concurrent validity and reliability of 2d kinematic analysis of frontal plane motion during running. International journal of sports physical therapy, 10(2), 136.

McCann R, Cortes N, Van Lunen B, et al. (2011). Neuromuscular changes following an injury prevention program for ACL injuries. Int J Athl Ther Train, 16:16–20.

Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. (2006).The effect of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. J Strength Cond Res 20(2): 345-53.

Myer, G, Ford, K, and Hewett, T. (2004). Methodological approaches and rationale for training to prevent anterior cruciate ligament injuries in female athletes Scand J Med Sci Sport 14: 275–285.

Pollard CD, Sigward SM, Ota S, et al. (2006).The influence of in-season injury prevention training on lower-extremity kinematics during landing in female soccer players. Clin J Sports Med. 16:223–227.

Powers, C.M. (2003) the influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective, Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy. 33(11): 639-646.

Prentice, W. E. (1999). Rehabilitation techniques in sports medicine, WCB/McGraw-Hill Dubuque, IA, USA.

Prior, S., et al. (2014). The influence of changes in trunk and pelvic posture during single leg standing on hip and thigh muscle activation in a pain free population. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 6(1): 13-21

Rimmer E, Sleivert G. (2000). Effects of a Plyometric Intervention Program on Sprint Performance. The Journal of Strength & Conditioning Research. 14(3):295-301.

Stickler, L., M. Goehring, and B. Kinne. (2016). The impact of hip strengthening and/or neuromuscular control on frontal plane knee kinematics and kinetics in females: a systematic review. Physical Therapy Reviews. 21(1): 10-16.

Sundemo, D., Blom, A., Hoshino, Y., Kuroda, R., Lopomo, N. F., Zaffagnini, S., Samuelsson, K. (2018). Correlation between quantitative pivot shift and generalized joint laxity: a prospective multicenter study of ACL ruptures. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 26(8), 2362-2370.

Takacs, J. and M.A. Hunt (2012). The effect of contralateral pelvic drop and trunk lean on frontal plane knee biomechanics during single limb standing. Journal of biomechanics. 45(16): 2791-2796.