

طب ورزشی _ بهار و تابستان ۱۳۹۷
دوره ۱۰، شماره ۱، ص: ۳۵-۵۱
تاریخ دریافت: ۲۳ / ۱۰ / ۹۶
تاریخ پذیرش: ۰۳ / ۰۴ / ۹۷

اثر سه هفته برنامه تمرینی عصبی عضلانی و ماندگاری آن بر الگوی حرکتی فرود-پرش در دختران فعال دارای ولگوس زانو

ساره شاه‌حیدری*^۱ - علی اصغر نورسته^۲ - حسن دانشمندی^۳

۱. دانشجوی دکتری حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. ۲. استاد، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. ۳. استاد، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

چکیده

ولگوس داینامیک زانو حین کاهش شتاب و فرود در فعالیت‌های ورزشی می‌تواند عامل بسیاری از آسیب‌های حاد و مزمن زانو در زنان ورزشکار باشد. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر سه هفته تمرین عصبی عضلانی و ماندگاری آن پس از سه ماه بر الگوی حرکتی فرود پرش در دانش‌آموزان دختر فعال ۱۸-۱۵ ساله دارای ولگوس داینامیک زانو بود. بدین منظور با استفاده از تست اسکات دوپا داوطلبان شرکت در پژوهش غربالگری شدند و در نهایت ۲۴ نفر دارای ولگوس داینامیک زانو (۱۲ نفر گروه تمرین و ۱۲ نفر گروه کنترل) به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. زاویه ولگوس و فلکشن زانو با روش ارزیابی دوبعدی با استفاده از دو عدد دوربین ویدئویی کاسیو ساخت ژاپن، مدل CASIO-EX-FI، قبل و بلافاصله پس از اعمال برنامه تمرینی در دو گروه کنترل و تمرین و مجدداً زاویه ولگوس زانو سه ماه بعد حین اجرای تست فرود پرش محاسبه شد. برای مقایسه زاویه فلکشن و ولگوس داینامیک زانو قبل و بلافاصله بعد و سه ماه پس از اعمال برنامه تمرینی در گروه کنترل و تمرین از آزمون آماری Repeated measures و در صورت معناداری از آزمون t مستقل و t همبسته برای تشخیص تفاوت‌های بین گروهی و درون گروهی استفاده شد. نتایج نشان داد میانگین زاویه ولگوس زانو در گروه تمرین پس از اعمال مداخله تمرینی کاهش یافته و این اختلاف معنادار است ($P=0/001$) همچنین میانگین زاویه فلکشن زانو گروه تمرین افزایش معناداری یافته است ($P=0/04$). همچنین نتایج آزمون t زوجی برای مقایسه زاویه ولگوس زانو در گروه تمرین پس از اتمام پروتکل و سه ماه پس از آن افزایش معناداری را در این متغیر نشان داد ($P=0/05$). نتایج پژوهش حاضر نشان داد اگرچه مداخله تمرینی عصبی عضلانی سه هفته‌ای موجب بهبود الگوی حرکتی فرود پرش در دانش‌آموزان دختر فعال می‌شود، میزان ماندگاری اثر این تمرینات پس از سه ماه کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی

الگوهای حرکتی، تمرینات عصبی عضلانی، ماندگاری ولگوس زانو.

مقدمه

مفصل زانو از رایج‌ترین مکان‌های آسیب در زنان ورزشکار است. از جمله آسیب‌های متداول زانو در این افراد پارگی ACL و سندروم درد کشککی‌رانی است. این آسیب‌ها معمولاً از طریق مکانیسم‌های غیربرخوردی و استفاده بیش‌ازحد^۱ رخ می‌دهد، بنابراین به‌نظر می‌رسد قابل پیشگیری با استراتژی‌های تمرینی مناسب‌اند. وضعیت ولگوس یا ابداکشن زانو در حین، عامل پیش‌بین اولیه^۲ آسیب ACL و درد کشککی‌رانی است (۱). ولگوس داینامیک زانو هنگام اجرای حرکات ورزشی، معمولاً به‌صورت پاسچر زانو^۳ ضربدردی زمان کاهش شتاب و فرود روی یک یا دو اندام آشکار می‌شود (۲) و با عوامل مختلفی از جمله دامنه حرکتی مفاصل، قدرت عضلانی، فعالیت عضلانی و راستای استخوانی مرتبط است (۳). یکی از این عواملی که تحقیقات متعددی تأثیر آن در الگوی حرکتی ولگوس زانو را تأیید کرده‌اند اما در تحقیقاتی که به طراحی پروتکل‌های تمرینی جهت اصلاح این الگوی حرکتی پرداخته‌اند، کمتر مورد توجه قرار گرفته، دامنه حرکتی محدود دورسی فلکشن مچ پا^۴ (۴-۸). پادوا^۵ و همکاران (۲۰۱۲) ۲۰ درصد کاهش در دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا را در افراد با حرکت بیش‌ازحد زانو به سمت داخل در صفحه فرونتال، گزارش کردند (۶). سفتی یا بیش‌فعالی عضلات گستروکنمیوس و سولئوس می‌تواند از طریق محدودیت دورسی فلکشن مچ پا به حرکات جبرانی اورژن پاشنه، پرونیشن پا و اینترنال روتیشن تیبیا منجر شود و حرکت بیش‌ازحد زانو به سمت داخل در صفحه فرونتال را تسهیل کند (۵).

بیشتر تحقیقات در زمینه ولگوس داینامیک زانو به مقایسه عوامل عصبی عضلانی بین زنان و مردان دارای ولگوس داینامیک زانو و بررسی ارتباط این عوامل با ولگوس داینامیک زانو پرداخته و تحقیقاتی نیز به بررسی اثر پروتکل‌های تمرینی اصلاحی بر اصلاح و بهبود ولگوس داینامیک زانو پرداخته‌اند. چون بسیار محتمل است که ولگوس بیش‌ازحد زانو یا حرکت بیش‌ازحد زانو به سمت داخل در صفحه فرونتال بر اثر عدم تعادل عضلانی^۵ ران و مچ پا ایجاد شود (۵)، به تحقیقی با تمرکز بر راهبردهای جامع روی مفاصل دیستال و پروگزیمال زانو نیاز است تا بررسی کند آیا راستای زانو^۶ می‌تواند حین اجرای کارهای فانکشنال^۸

1. Over use
2. Bony Alignment Factors
3. Padua
4. Excessive Medial knee displacement
5. Muscle imbalance
6. Comprehensive strategies
7. Knee alignment
8. Functional tasks

اصلاح شود. همچنین در صورت اصلاح، ماندگاری اثر تمرینات چقدر است. برخی تحقیقات انجام گرفته در این زمینه موفق (۱۰، ۹، ۵) و برخی ناموفق بوده‌اند (۱۱-۱۳) و هیچ کدام دارای دوره‌های پیگیری و ارزیابی مجدد نبوده‌اند. ناگانو^۱ و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی اثر یک پروتکل تمرینی ۵ هفته‌ای پرشی و تعادلی بر روی کینماتیک زانو و الکترومیوگرافی رکتوس فموریس و همسترینگ در زنان بسکتبالیست حین فرود پرش روی یک اندام پرداختند. نتایج آنها نشان داد فلکشن زانو به‌طور معناداری حین فرود افزایش یافت، اما زاویه ولگوس و واروس زانو تغییر معناداری نکرد (۱۳). فایل^۲ و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی و مقایسه چهار هفته تمرین ثبات مرکزی یا پلایمتریک^۳ در اصلاح بیومکانیک تنه و اندام تحتانی حین فرود پرش با ارزیابی ابداکشن زانو به روش سه‌بعدی در دانش‌آموزان ورزشکار دختر پرداختند. نتایج آنها نشان داد در گروه پلایمتریک ابداکشن زانو در ۱۰ درصد ابتدای فاز فرود که مطابق با زمان اوج گشتاور ابداکشن زانوست، کاهش یافت، اما در گروه ثبات مرکزی تغییری در این متغیر مشاهده نشد (۱۴). هاپر^۴ و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی اثر شش هفته تمرین عصبی عضلانی بر روی بیومکانیک اندام تحتانی حین فرود پرش با روش ارزیابی سه‌بعدی در دختران ورزشکار ۱۱-۱۳ ساله نتبال^۵ پرداختند. نتایج آنها نشان داد در گروه تجربی پس از قطع تمرینات به‌طور معناداری افزایش فاصله زانوها (کاهش ولگوس) حین فرود روی دو اندام در حداکثر فلکشن زانو وجود دارد. آنها معتقدند شش هفته تمرین عصبی عضلانی می‌تواند مکانیک فرود را در این افراد بهبود بخشد (۱۵). بل^۶ و همکاران (۲۰۱۳) از جمله محققانی‌اند که برای اولین بار به بررسی اثر یک برنامه تمرینی عصبی عضلانی سه‌هفته‌ای بر روی بهبود ولگوس داینامیک زانو با تمرکز بر ایمبالانس عضلانی^۸ در مچ پا به‌عنوان عامل اولیه^۹ ایجاد ولگوس حین حرکت اسکات در افراد جوان و بالغ پرداختند و نتایج آنها کاهش معنادار ولگوس زانو پس از اعمال تمرینات را نشان داد (۵). برنامه‌های تمرینی که به تغییرات مطلوبی در الگوهای بیومکانیکی منجر شدند، اغلب به تجهیزات و زمانی نیاز دارند که ممکن است اجرای آنها برای مربیان امکان‌پذیر نباشد، اما پروتکل

1. Nagano
2. Pfile
3. Core stability
4. Plyometric
5. Hopper
6. Netball
7. Bell
8. Muscle imbalance
9. Primary contributor

بل و همکاران علاوه بر زمان نسبتاً کوتاه نیاز به تجهیزات ساده‌ای دارد و به آسانی قابل اجراست و با تمرکز بر دامنه حرکتی محدود دورسی فلکشن مچ پا طراحی شده است. اگرچه ممکن است زمان این پروتکل به علت ایزوله کردن اثرات عصبی عضلانی مداخله محدود به سه هفته در نظر گرفته شده است (۱۶) تا تأثیرات احتمالی تغییرات هایپرتروفیک عضلات روی مکانیک فرود محدود شود، سؤالی که مطرح می‌شود این است که پس از قطع تمرینات با توجه به زمان کوتاه اجرای تمرینات میزان ماندگاری اثر این تمرینات چقدر است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر این پروتکل تمرینی اصلاحی و ماندگاری آن بر الگوی حرکتی فرود-پرش در دختران فعال دارای ولگوس داینامیک زانو بود.

روش‌شناسی

آزمودنی‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است. برای تشخیص ولگوس داینامیک زانو از آزمون اسکات دوپا^۱ (DLS test) استفاده شد. به این ترتیب که از هر داوطلب شرکت در پژوهش (دانش آموزان دختر دبیرستانی ۱۸-۱۵ ساله فعال و سالم که حداقل طی دو سال گذشته در رشته‌های ورزشی والیبال، بسکتبال و هندبال خارج از فصل مدارس سابقه فعالیت باشگاهی داشتند)، پنج آزمون اسکات دو پا در وضعیت استاندارد (پاهای به اندازه عرض شانه باز، انگشتان مستقیم رو به جلو، دست‌ها بالای سر با آرنج‌های قفل شده در اکستنشن، زانوها تا ۹۰ درجه فلکشن می‌شوند، بدون جدا شدن پاشنه از زمین انجام می‌شود) گرفته شد. برای کنترل عمق اسکات چهارپایه‌ای پشت آزمودنی جهت دادن بازخورد به او قرار داده شد. برای به حداقل رساندن اثر یادگیری اجازه داده نشد قبل از آزمون، اسکات تمرین شود. اگر حین حرکت و اجرای حداقل ۳ آزمون اسکات، آزمونگر به‌طور بصری مشاهده می‌کرد که نقطه میانی پتلا از بخش داخلی انگشت بزرگ پا عبور می‌کند، فرد دارای نقص ولگوس داینامیک شناخته می‌شد (۵). برای تشخیص اینکه علت اصلی ایجاد ولگوس داینامیک زانو، ایمبالانس عضلانی در ران یا مچ پاست، حین اجرای اسکات یک چوب (لبه) به ارتفاع ۲ اینچ (۵/۰۸ cm) زیر پاشنه‌های فرد قرار داده می‌شد و آزمودنی ۵ آزمون اسکات دیگر اجرا می‌کرد. اگر با بالا بردن پاشنه‌ها^۲ (رفع محدودیت دورسی فلکشن مچ پا) حین اجرای آزمون

-
1. Double leg squat
 2. Visual
 3. Primary contributor
 4. Heel lifts

اسکات ولگوس زانو اصلاح شود، عدم تعادل عضلانی در مچ پا عامل اصلی^۱ ولگوس زانوست، زیرا بالا بردن پاشنه به پلنتار فلکشن مچ پا و سوپینشن و کاهش محدودیت دورسی فلکشن و در نهایت رفع پرونیشن منجر می شود و راستای زانو حین حرکت اسکات اصلاح می شود. به منظور همسان سازی بیشتر افراد دارای ولگوس شدید و مشهود زانو به عنوان آزمودنی انتخاب و افراد با ولگوس قابل تردید از تحقیق خارج شدند (۵). همچنین یک هفته پس از غربالگری آزمودنی ها مجدداً ارزیابی شدند تا از انتخاب آزمودنی ها مطمئن شویم (۵). در نهایت ۲۴ نفر دارای الگوی حرکتی ولگوس داینامیک با منشأ ایمبالانس عضلانی مچ پا به عنوان آزمودنی انتخاب شدند و به طور تصادفی در دو گروه ۱۲ نفری تمرین و کنترل قرار گرفتند. آزمودنی ها در شش ماه گذشته دچار آسیب های عضلانی اسکلتی اندام تحتانی نشده بودند و دارای ناهنجاری های عضلانی اسکلتی اندام تحتانی از جمله زانوی ضربدری، پرانتزی و عقب رفته، تیبیاواروم و کف پای صاف (۳) و درگیر برنامه تمرینی خارج از مطالعه نبودند.

تجهیزات

اطلاعات کینماتیک با استفاده از دو عدد دوربین ویدئویی کاسیو ساخت ژاپن، مدل CASIO-Ex-F1 با قابلیت نرخ نمونه برداری ۳۰۰ فریم در ثانیه و نرم افزار kinova ارزیابی شد.

آزمون فرود-پرش^۲

برای آنالیز حرکتی ابتدا ۶ عدد مارکر بر روی قوزک خارجی، اپیکندیل خارجی ران، تروکانتر بزرگ ران، حد وسط دو قوزک (مرکز انکل مورتیس)، مرکز پتلا، مرکز کشاله ران در راستای خار خار صاف قدامی فوقانی^۳ پای برتر آزمودنی نصب شد. سپس آزمودنی بالای جعبه ای با ارتفاع ۳۰ سانتی متر و عرض ۳۸ سانتی متر قرار گرفت، به نحوی که فاصله بین قوزک های داخلی پا ۳۵ سانتی متر باشد. پس از ۵ دقیقه گرم کردن عمومی از آزمودنی خواسته می شد ابتدا فرود و سپس حداکثر پرش عمودی را انجام دهد. هیچ گونه بازخوردی در رابطه با نحوه فرود و پرش به آزمودنی داده نمی شد. برای اندازه گیری زاویه ولگوس و فلکشن زانو دو دوربین ویدئویی در ارتفاع ۱۰۲ سانتی متر بر روی سه پایه و در فاصله ۳۶۶ سانتی متری از جعبه فرود-پرش در نمای قدامی^۴ و لترال قرار گرفتند. آزمودنی ۳ بار توالی صحیح فرود-پرش (فرود روی هر دو پا، بدون خم شدن جانبی تنه و از دست دادن تعادل و بلافاصله پرش عمودی پس از فرود) را

1. Primary contributor
2. Drop vertical jump
3. ASIS
4. Anterior

تکرار می‌کرد و زاویه ولگوس و فلکشن زانو به وسیله نرم‌افزار کینووا در لحظه حداکثر فرود (فریمی که آزمودنی در پایین‌ترین ارتفاع قرار دارد) محاسبه و میانگین آن ثبت می‌شد (۱۸، ۱۷). زاویه ولگوس زاویه بین خطوط رسم‌شده از مارکر کشاله ران در راستای ASIS به مارکر مرکز پتلا و از مرکز پتلا به مارکر مرکز انکل مورتیس و زاویه فلکشن زانو بین خطوط رسم‌شده از مارکر تروکانتر بزرگ ران به لترال اپیکندیل و قوزک خارجی مچ پا در نظر گرفته شد.

پروتکل تمرینی

برنامه تمرینی شامل ۱۰ جلسه بود که در ابتدای هر جلسه تمرینی ۵ دقیقه گرم کردن و در انتهای آن ۵ دقیقه سرد کردن توسط خود آزمودنی انجام می‌گرفت. اصل اضافه‌بار آتی ۱۰ جلسه برنامه تمرینی، از طریق افزایش مدت زمان، تعداد تکرار و اجرای اشکال سخت‌تر تمرین اعمال شد. تمامی تمرینات در یک جلسه اجرا شدند (جدول‌های ۱ و ۲) (۵).

جدول ۱. توالی تمرینات در پروتکل بل و همکاران (۵)

توالی تمرین	فرضیه نظری عضلاتی که به MKD کمک می‌کند	پروتکل تمرین
۱. رهاسازی عضلات بیش‌فعال	گستروکنمیوس، لترال همسترینگ، اداکتورها	فوم رولر برای هر عضله به مدت ۲ دقیقه، روی ناحیه دردناک و سفت ۳۰ ثانیه
۲. کشش عضلات سفت	گستروکنمیوس، سولئوس، لترال همسترینگ و اداکتورها	کشش استاتیک ۲ است × ۳۰ ثانیه‌ای
۳. تقویت عضلات ضعیف	مدیال گستروکنمیوس، مدیال همسترینگ، پوسترئور تیبیالیس	هر تکرار باید برای ۷ شماره به آرامی طول بکشد، تمپو کنترل می‌شود: انقباض کانسنتریک (۱ شماره)، سپس انقباض ایزومتریک (۲ شماره)، سپس انقباض اسنتریک (۴ شماره)
۴. تمرینات انسجام	-	آزمون ستاره، اسکات روی یک‌پا، اسکات روی یک‌پا روی سطح ناپایدار، آزمون ستاره روی سطح ناپایدار، هاپینگ با تعادل (۱۵-۱۰ تکرار)

1. Kinovea

جدول ۲. پروتکل تمرینی بل و همکاران (۵)

جلسه تمرینی	تمرینات مقاومتی	ست و تکرار	تمرینات عملکردی	ست و تکرار
۱	بلند شدن روی پنجه پا همراه با چرخش داخلی انشودان پا (a)	۱×۱۵	تبادل ایستا روی	۱×۱۵
	همسترینگ کرل همراه با چرخش داخلی تیپیا (b)	۱×۱۵ (باند آبی)	یک پا همراه با اسکات (d)	۱×۱۵
	تمرین مقاومتی تیپالیس خلفی (c)	۱×۱۵ (باند سبز)		
۲	بلند شدن روی پنجه پا همراه با چرخش داخلی انشودان پا (a)	۲×۱۰	تبادل ایستا روی	۲×۱۰
	همسترینگ کرل همراه با چرخش داخلی تیپیا (b)	۳×۱۰ (باند آبی)	یک پا همراه با اسکات (d)	۲×۱۰
	تمرین مقاومتی تیپالیس خلفی (c)	۲×۱۰ (باند سبز)		
۳	بلند شدن روی پنجه پا همراه با چرخش داخلی انشودان پا (a)	۳×۱۰	تبادل ایستا روی	۳×۱۰
	همسترینگ کرل همراه با چرخش داخلی تیپیا (b)	۳×۱۰ (باند سیاه)	یک پا همراه با اسکات (d)	۳×۱۰
	تمرین مقاومتی تیپالیس خلفی (c)	۳×۱۰ (باند سبز)		
۴	بلند شدن روی پاشنه پا همراه با چرخش داخلی انشودان پا (a)	۳×۱۰	تبادل ستاره (e)	۲×۱۰
	همسترینگ کرل همراه با چرخش داخلی تیپیا (b)	۳×۱۰ (باند سیاه)		
	تمرین مقاومتی تیپالیس خلفی (c)	۳×۱۰ (باند آبی)		
۵	بلند شدن روی پنجه پا همراه با چرخش داخلی انشودان پا (a)	۳×۱۰	تبادل ستاره (e)	۳×۱۰
	همسترینگ کرل همراه با چرخش داخلی تیپیا (b)	۳×۱۰ (باند سیاه)		
	تمرین مقاومتی تیپالیس خلفی (c)	۳×۱۰ (باند آبی)		
۶	بلند شدن روی پنجه پا همراه با چرخش داخلی انشودان پا (a)	۳×۱۲	تبادل ایستا روی	۲×۱۰
	همسترینگ کرل همراه با چرخش داخلی تیپیا (b)	۳×۱۵ (باند سیاه)	یک پا همراه با اسکات روی سطح ناپایدار (f)	۲×۱۰
	تمرین مقاومتی تیپالیس خلفی (c)	۳×۱۲ (باند آبی)		

ادامه جدول ۲. پروتکل تمرینی بل و همکاران (۵)

جلسه تمرینی	تمرینات مقاومتی	ست و تکرار	تمرینات عملکردی	ست و تکرار
۷	بلند شدن روی پنجه پا همراه با چرخش داخلی انشودان پا (a) همسترینگ کرل همراه با چرخش داخلی تیبیا (b) تمرین مقاومتی تیبیالیس خلفی (c)	۳×۱۲ ۳×۱۵ (باند سیاه) ۳×۱۵ (باند آبی)	تبادل ایستا روی یک پا همراه با اسکات روی سطح ناپایدار (f)	۳×۱۰
۸	بلند شدن روی پنجه پا همراه با چرخش داخلی انشودان پا (a) همسترینگ کرل همراه با چرخش داخلی تیبیا (b) تمرین مقاومتی تیبیالیس خلفی (c)	۳×۱۵ ۳×۱۵ (باند سیاه) ۳×۱۰ (باند خاکستری)	تبادل ستاره روی سطح ناپایدار (f)	۳×۱۰
۹	بلند شدن روی پنجه پا همراه با چرخش داخلی انشودان پا (a) همسترینگ کرل همراه با چرخش داخلی تیبیا (b) تمرین مقاومتی تیبیالیس خلفی (c)	۳×۱۵ ۳×۱۰ (باند خاکستری) ۳×۱۰ (باند خاکستری)	تبادل ستاره روی سطح ناپایدار (f)	۳×۱۰
۱۰	بلند شدن روی پنجه پا همراه با چرخش داخلی انشودان پا (a) همسترینگ کرل همراه با چرخش داخلی تیبیا (b) تمرین مقاومتی تیبیالیس خلفی (c)	۳×۱۵ ۳×۱۰ (باند خاکستری) ۳×۱۰ (باند خاکستری)	هایپنگ و تبادل (g)	۳×۱۰

روش آماری

بررسی اثر مداخله تمرینی بر ولگوس و فلکشن زانو با آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری (دارای سه سطح قبل، بلافاصله بعد و سه ماه بعد از مداخله برای زاویه ولگوس و دو سطح قبل و بلافاصله بعد از مداخله برای زاویه فلکشن) در دو گروه کنترل و تمرین استفاده شد. در صورت معناداری اثر زمان بر متغیرها از آزمون‌های تعقیبی تی زوجی و تی مستقل در سطح معناداری $\alpha \leq 0.05$ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۴ انجام گرفت.

نتایج

آزمودنی‌های گروه تمرین دارای میانگین سنی $16/33 \pm 1/07$ سال، قد $160/92 \pm 5/53$ سانتی‌متر و وزن $58/50 \pm 7/85$ کیلوگرم و گروه کنترل دارای میانگین سنی $16/50 \pm 1/16$ سال، قد $162 \pm 4/49$ سانتی‌متر و وزن $59/17 \pm 7/04$ کیلوگرم بودند.

نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری نشان داد که تعامل زمان \times گروه برای میانگین زاویه ولگوس زانو ($P=0/001$ و $F(44,2)=110$ و اندازه اثر $0/83$) و زاویه فلکشن زانو ($P=0/04$ و $F(4,1)=22$) و اندازه اثر $0/17$) معنادار است. بررسی این یافته‌ها با استفاده از آزمون تی مستقل (تفاوت‌های بین گروهی) نشان داد بلافاصله پس از تمرین میانگین زاویه ولگوس زانو در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل کاهش یافته و این اختلاف معنادار است ($P=0/001$) (جدول ۳). به علاوه نتایج این آزمون نشان داد پس از گذشت سه ماه همچنان این کاهش معنادار بین دو گروه وجود دارد ($P=0/001$). اما نتایج آزمون تی همبسته حاکی از آن است که میانگین زاویه ولگوس زانو در گروه تمرین، سه ماه پس از قطع تمرینات نسبت به بلافاصله پس از اتمام تمرینات افزایش معناداری یافته است ($P=0/05$). همچنین نتایج آزمون t همبسته (تفاوت‌های درون گروهی) نشان داد میانگین زاویه فلکشن زانو در گروه تمرین بلافاصله پس از تمرین نسبت به قبل از تمرین افزایش یافته و این افزایش معنادار است ($P=0/05$) (جدول‌های ۴ و ۵).

جدول ۳. نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه زاویه ولگوس و فلکشن زانو حین اجرای آزمون فرود-پرش در گروه کنترل و تمرین (انحراف استاندارد \pm میانگین)

متغیر/گروه	آزمون	گروه تمرینی	گروه کنترل	P	t
پیش		$26/5 \pm 8/60$	$26/75 \pm 8/57$	0/94	-0/07
زاویه ولگوس زانو (درجه)	پس	$2/5 \pm 2/15$	$26/08 \pm 8/6$	0/001	-9/2
	3 ماه بعد	$3/66 \pm 3/33$	$26/25 \pm 7/31$	0/001	-9/73
زاویه فلکشن زانو (درجه)	پیش	$81 \pm 15/59$	$82/67 \pm 11/40$	0/76	-0/29
	پس	$91/83 \pm 11/36$	$82/83 \pm 11/34$	0/06	1/94

جدول ۴. نتایج آزمون تی همبسته برای مقایسه زاویه ولگوس زانو در گروه کنترل و تمرین حین اجرای آزمون فرود-پرش، پس از اتمام پروتکل و سه ماه پس از آن

متغیر (انحراف استاندارد \pm میانگین)	زاویه ولگوس بلافاصله پس از تمرین (درجه)	زاویه ولگوس بعد از اعمال برنامه تمرینی (درجه)	t	P
گروه تمرین	$2/5 \pm 2/15$	$3/66 \pm 3/33$	-2/02	0/05
گروه کنترل	$26/08 \pm 8/6$	$26/25 \pm 7/31$	-0/23	0/82

جدول ۵. نتایج آزمون تی همبسته برای مقایسه زاویه فلکشن زانو در گروه کنترل و تمرین حین اجرای آزمون فرود-پرش، قبل و بلافاصله پس از اتمام پروتکل

P	t	زاویه فلکشن		متغیر (انحراف استاندارد \pm میانگین)
		زاویه فلکشن سه ماه بعد از اعمال برنامه تمرینی (درجه)	زاویه فلکشن بلافاصله پس از تمرین (درجه)	
۰/۰۵	-۲/۱۸	۹۱/۱۱ \pm ۸۳/۳۶	۸۱ \pm ۱۵/۵۹	گروه تمرین
۰/۶۷	-۰/۴۳	۸۲/۱۱ \pm ۸۳/۳۴	۸۲/۱۱ \pm ۶۷/۴۰	گروه کنترل

بحث و بررسی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد این برنامه تمرینی به طور موفقیت آمیزی زاویه ولگوس زانو را حین فرود کاهش و زاویه فلکشن زانو را حین فرود افزایش می دهد. الگوهای حرکتی غیرطبیعی هنگام کارهای عملکردی یکی از عواملی است که به ایجاد دردهای عضلانی اسکلتی مزمن کمک می کند. ولگوس داینامیک زانو یک الگوی حرکتی غیرطبیعی است که به صورت دیداری و با حرکت بیش از حد زانو به داخل هنگام تحمل وزن مشخص می شود (۱۹) و به عنوان ترکیبی از اداکشن و اینترنال روتیشن ران و اداکشن و اکسترنال روتیشن زانو توصیف می شود که اغلب یک راستای رایج اندام تحتانی است که هنگام آسیب غیربرخوردی ACL دیده شده است (۲۰، ۱۹). مطالعات آینده نگر گزارش کرده اند که افزایش زاویه ولگوس زانو و گشتاور اداکشن آن حین فرود یک عامل پیش بین برای آسیب غیربرخوردی ACL در زنان ورزشکار است (۲۰). به همین علت محققان به بررسی برنامه های تمرینی مختلف برای کاهش ولگوس داینامیک زانو پرداخته اند.

تحقیقات مشابهی که در گذشته انجام گرفته، نتایج مختلفی را گزارش کرده اند. هرمن^۱ و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی اثر ۹ هفته تمرین قدرتی روی زاویه ولگوس زانو در زنان ۱۸-۳۰ ساله (که به طور تفریحی ورزش بسکتبال، فوتبال و والیبال یک تا ۳ جلسه در هفته انجام می دادند) با روش ارزیابی سه بعدی و آزمون stop jump پرداختند. نتایج آنها تغییر معناداری را در میزان متغیرهای ارزیابی شده نشان نداد (۱۱). اسنیدر^۲ و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی اثر شش هفته تمرین قدرتی عضلات اداکتور و اکستنسور روتیتور ران بر روی اداکشن زانو و اداکشن و اینترنال روتیشن ران زنان سالم ۲۱-۲۳ ساله

1. Herman
2. Snyder

حین دویدن با ارزیابی به روش سه‌بعدی پرداختند. نتایج آنها نشان داد این پروتکل در تقویت عضلات ابداکتور و اکسترنال روتاتورهای ران موفق بوده است و آنها به‌طور معناداری قوی‌تر شدند، اما دامنه حرکتی اداکشن ران حین دویدن افزایش یافت. اگرچه کاهش معنادار دامنه حرکتی اورژن، اینترنال روتیشن ران، اینورژن ریفوت و اداکشن زانو از فرضیه آنها که تقویت عضلات ران مکانیک اندام تحتانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، حمایت می‌کند، افزایش دامنه حرکتی اداکشن ران با فرضیه اصلی آنها مغایر است (۲۱). مک‌کاردی^۱ و همکاران (۲۰۱۲) اثر هشت هفته تمرین مقاومتی با وزنه‌های آزاد بر روی کینماتیک ران و زانو حین پرش فرودهای عمودی را به روش سه‌بعدی در زنان بالغ جوان بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد هیچ تغییر معناداری در میزان ولگوس زانو و فلکشن ران پس از تمرینات ایجاد نشده و فقط فلکشن زانو به‌طور معناداری در گروه تجربی در فرود پرش روی دو اندام افزایش یافته و در فرود پرش روی یک اندام در هیچ‌یک از متغیرها تغییر معناداری مشاهده نشده است (۱۲). برخی محققان از مداخلات تمرینی استفاده کردند که در کاهش ولگوس داینامیک زانو ناموفق بودند (۲۱، ۱۴، ۱۲، ۱۱). این برنامه‌ها اغلب روی تمرینات تعادلی یا قدرتی متمرکز بوده‌اند، اما اغلب تحقیقاتی که پروتکل تمرینی آنها از نوع عصبی عضلانی یا پلائیومتریک بوده است، در کاهش ولگوس داینامیک زانو موفق بوده‌اند. هدف از تمرینات عصبی عضلانی بهبود توانایی سیستم عصبی برای تولید الگوی فعال‌سازی عضلانی سریع و بهینه برای افزایش ثبات داینامیک مفصل، کاهش نیروهای مفصل و بازآموزی الگوهای حرکتی و مهارتی است (۲۲). برنامه‌های تمرینی عصبی عضلانی که شامل هر دوی تمرینات قدرتی و پلائیومتریک هستند، در کاهش آسیب غیربرخوردی ACL در زنان ورزشکار زیر ۱۸ سال مؤثرترند. چاپل^۲ و همکاران (۲۰۰۸) بررسی اثر شش هفته تمرینات عصبی عضلانی بر روی مکانیسم پرش در زنان ورزشکار دانشجو با روش ارزیابی سه‌بعدی پرداختند. پروتکل تمرینی آنها برنامه تمرینی اصلاح‌شده کلینیک ارتوپدی Kerlan-Jobe ، شامل ۱۰ تمرین از نوع ثبات مرکزی، ثبات داینامیک مفصل، تمرینات تعادلی، تمرینات پرشی و پلائیومتریک با تمرکز بر اصلاح تکنیک است. نتایج آنها نشان داد ولگوس زانو حین اجرای ایست-پرش کاهش یافته، اما حین اجرای فرود-پرش تغییری نکرده است. همچنین عملکرد آزمودنی‌ها حین اجرای پرش عمودی و لی روی هر دو اندام بهبود یافته است (۲۳). السون^۳ و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی اثر

-
1. Mc Curdy
 2. Chappell
 3. Olson

برنامه تمرینی چهار هفته‌ای عصبی عضلانی متحمل وزن روی حرکت زانو به سمت داخل حین پایین آمدن از پله با ارزیابی دوبعدی و سه‌بعدی در زنان فعال و سالم ۲۵-۱۸ ساله پرداختند. آنها برای انتخاب آزمودنی‌ها از آزمون اسکات روی یک پا استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد زاویهٔ پروجکشن^۱ زانو ۴/۶ درجه به‌طور معناداری پس از تمرین کاهش یافته است و این تمرینات کینماتیک زانو را در صفحهٔ فرونتال بهبود می‌بخشد (۱۶). نویز^۲ و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی اثر شش هفته برنامهٔ تمرینی عصبی عضلانی پیشگیری از آسیب ACL و بهبود کنترل عصبی عضلانی در دانش‌آموزان دختر فوتبالیست با ارزیابی به روش دوبعدی پرداختند. نتایج آنها بهبود راستای اندام تحتانی حین فرود پرش را نشان داد (۲۴). ارتس^۳ و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی اثر یک برنامهٔ تمرینی پیشگیری از آسیب سه‌ماهه بر روی تکنیک پرش فرود در بسکتبالیست زن و مرد ۴۱-۱۵ ساله پرداختند. نتایج آنها نشان داد فلکشن ران و زانو حین فرود افزایش و ولگوس زانو به‌طور معناداری کاهش یافت (۲۵). هرینگتون^۴ (۲۰۱۰) به بررسی اثر چهار هفته تمرینات پرشی^۵ روی ولگوس زانو حین فرود و عملکرد لی متقاطع^۶ در زنان بسکتبالیست ۲۲-۱۸ ساله پرداخت. نتایج آنها نشان داد میانگین زاویهٔ ولگوس زانوی پای راست از ۲۲ به ۹ درجه و در پای چپ از ۱۴ به ۴ درجه حین فرود پرش به‌طور معناداری کاهش یافته است (۲۶).

اگرچه مقایسهٔ این تحقیقات به‌طور کامل ممکن نیست، زیرا آزمون عملکردی و روش ارزیابی ولگوس داینامیک در همهٔ آنها یکسان نیست و گاهی‌در برخی تحقیقات (۲۳) که شامل چندین آزمون عملکردی بوده‌اند، گزارش شده است که پس از اعمال پروتکل تمرینی حین اجرای یک آزمون ولگوس داینامیک کاهش یافته، اما حین اجرای آزمون دیگر تغییری مشاهده نشده است. اما به‌طور کل به‌نظر می‌رسد پروتکل‌های تمرینی عصبی عضلانی اغلب در اصلاح الگوی حرکتی ولگوس زانو مؤثر واقع می‌شوند و در این میان پروتکل تمرینی بل با رعایت اصول تمرینات اصلاحی در اصلاح الگوی حرکتی ولگوس داینامیک در کوتاه‌ترین زمان مؤثر واقع شده است. زمان پروتکل‌های اغلب این تحقیقات چهار هفته یا بیش از آن ماست، اما پروتکل بل و همکاران در مدت سه هفته نتایج مطلوبی را کسب کرده است.

-
1. Projection
 2. Noyes
 3. Aerts
 4. Herrington
 5. Jump trainig
 6. Crossover hop

نتایج آزمون تی همبسته برای مقایسه زاویه ولگوس زانو در گروه تمرین پس از اتمام پروتکل و سه ماه پس از آن نشان داد اختلاف معناداری در این مقادیر وجود دارد ($P=0/05$). هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی اثر ماندگاری این پروتکل تمرینی در اصلاح الگوی حرکتی اندام تحتانی بود. اگرچه این پروتکل تمرینی در کاهش ولگوس داینامیک زانو مؤثر بوده، نتایج بررسی مجدد الگوهای حرکتی ۳ ماه پس از قطع تمرینات نشان داد میزان ولگوس داینامیک زانو در گروه تجربی تفاوت معناداری با میزان آن بلافاصله پس از اتمام تمرینات دارد. اگرچه میزان میانگین ولگوس داینامیک زانو در گروه تجربی سه ماه پس از اتمام تمرینات از ۲/۵ به ۳/۶۶ درجه رسیده است و این میزان با توجه به برخی منابع که زاویه ولگوس ۷-۱۳ درجه حین فرود پرش در زنان فعال و ۳-۸ درجه در مردان فعال ۱۸-۲۸ سال به عنوان عملکرد طبیعی در نظر گرفته می‌شود (۲۷)، همچنان طبیعی است، اما به تحقیقات بیشتری نیاز است تا مشخص شود آیا پس از گذشت زمان‌های بیشتر به‌طور مثال شش ماه بعد، میزان ولگوس داینامیک چه تغییری یافته است. باربر-وستین^۱ و همکاران (۲۰۱۰) برای اولین بار به بررسی ماندگاری اثر شش هفته تمرینات عصبی عضلانی در الگوی فرود پرش ۱۶ دانش‌آموز دختر والیبالیست ۱۶-۱۳ ساله با ارزیابی دوبعدی فاصله زانوها پرداختند. آنها پس از اعمال برنامه تمرینی عصبی عضلانی سه ارزیابی از الگوی حرکتی فرود بلافاصله پس از تمرینات، سه ماه بعد و یک سال بعد انجام دادند. نتایج آنها نشان داد ۸ آزمودنی بهبود پیوسته‌ای را در هر سه تست نشان دادند، به طوری که فاصله زانوهایشان بلافاصله پس از تمرین ۲۱ درصد، سه ماه بعد از اتمام تمرین ۳۴/۵ درصد و یک سال بعد ۵۷ درصد نسبت به قبل از شروع تمرین بهبود یافت. به‌طور کلی فاصله زانوها در هر سه جلسه پس‌آزمون با پیش‌آزمون اختلاف معناداری داشت. پس از تمرینات ۱۱ ورزشکار بهبود معناداری در راستای زانوها یافتند که تا یک سال بعد اثر آن باقی مانده بود و ۵ ورزشکار از حالت بهبود خارج شدند (۱۷).

تاکنون برنامه‌های تمرینی مختلفی برای کاهش آسیب‌های ACL طراحی شده است. ترکیب تمرینات قدرتی، پلايومتریک، تعادل، انعطاف‌پذیری، بیومکانیکی و تکنیکی تأثیرات مثبتی در کاهش عوامل خطر ساز ACL داشته‌اند. اگرچه میزان اثربخشی هر جز از برنامه‌ها از نظر درصد ناشناخته است، برخی مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات پلايومتریک یا تمرینات دارای تکنیک بازخورد به‌تنهایی می‌تواند عوامل خطر ساز آسیب ACL را کاهش دهد، در حالی که تمرینات قدرتی یا تمرینات تعادلی ممکن است به‌تنهایی

برای تغییر الگوهای حرکتی کافی نباشند. به هر حال از آنجا که زمان تمرین برای ورزشکاران محدود است، بهترین برنامه تمرینی برنامه‌ای است که هر دو جنبه افزایش عملکرد بهینه و زمان را در نظر بگیرد (۲۸). همچنین اگرچه نتایج اغلب تحقیقات دارای پروتکل‌های تمرینی عصبی عضلانی یا پلازمتریک اثربخشی این نوع تمرینات را نشان داده‌اند، بیشتر این تحقیقات به نتایج کوتاه‌مدت این تمرینات بسنده کرده‌اند و فاقد دوره‌های پیگیری هستند. مدت برنامه تمرینی بل و همکاران کوتاه‌تر از اغلب برنامه‌های تمرینی عصبی عضلانی و پیشگیری از آسیب ACL است. این پروتکل برای افراد غیرورزشکار طراحی شده است و تغییرات دیده‌شده در دوره نسبتاً کوتاه تمرین در پژوهش حاضر نیز ممکن است به علت سطح سن و مهارت آزمودنی‌های شرکت‌کننده باشد، زیرا آزمودنی‌ها دانش‌آموز بودند و در سطوح پایین رقابت می‌کردند. برخی محققان معتقدند ورزشکارانی که در سطوح مهارتی پایین و مقدماتی رقابت می‌کنند، زودتر از ورزشکاران حرفه‌ای و سطوح مهارتی بالا، الگوهای حرکتی خود را تغییر می‌دهند (۱۴). بنابراین ممکن است آزمودنی‌های تحقیق حاضر نیز پتانسیل بیشتری برای تغییر الگوهای حرکتی و بهبود کنترل عصبی عضلانی داشته‌اند. با توجه به نتایج مقالات مورد بررسی به نظر می‌رسد اگرچه پروتکل‌های تمرینی ۳ یا ۴ هفته‌ای نیز می‌تواند موجب بهبود الگوی حرکتی و لگوس زانو شود، برای رسیدن به ماندگاری بیشتر اثر تمرینات عصبی عضلانی شاید بهتر باشد مدت این پروتکل‌های تمرینی به‌ویژه برای ورزشکاران بیش از سه هفته در نظر گرفته شود.

منابع و مآخذ

1. Comfort P, Colclough A, Herrington L. A comparison of frontal plane projection angle across landing tasks in female gymnasts. *International Journal of Athletic Therapy and Training*. 2016;21(5):42-7.
2. Ford KR, Nguyen A-D, Dischiavi SL, Hegedus EJ, Zuk EF, Taylor JB. An evidence-based review of hip-focused neuromuscular exercise interventions to address dynamic lower extremity valgus. *Open access journal of sports medicine*. 2015;6:291.
3. Goto S. The effects of an integrated exercise program on lower extremity biomechanics in females with medial knee displacement: THE UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA AT CHAPEL HILL; 2015.
4. Bell DR, Padua DA, Clark MA. Muscle strength and flexibility characteristics of people displaying excessive medial knee displacement. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2008;89(7):1323-8.

5. 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.
6. Padua DA, Bell DR, Clark MA. Neuromuscular characteristics of individuals displaying excessive medial knee displacement. *Journal of athletic training*. 2012;47(5):525-36.
7. Rabin A, Kozol Z. Measures of range of motion and strength among healthy women with differing quality of lower extremity movement during the lateral step-down test. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2010;40(12):792-800.
8. Malloy P, Morgan A, Meinerz C, Geiser C, Kipp K. The association of dorsiflexion flexibility on knee kinematics and kinetics during a drop vertical jump in healthy female athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2015;23(12):3550-5.
9. 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(39):1-7.
10. DiStefano LJ, Padua DA, DiStefano MJ, Marshall SW. 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*. 2009;37(3):495-505.
11. 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.
12. McCurdy K, Walker J, Saxe J, Woods J. The effect of short-term resistance training on hip and knee kinematics during vertical drop jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(5):1257-64.
13. Nagano Y, Ida H, Akia M, Fukubayashi T. Effects of jump and balance training on knee kinematics and electromyography of female basketball athletes during a single limb drop landing: pre-post intervention study. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*. 2011;3(14):1-9.
14. Pfile KR, Hart JM, Herman DC, Hertel J, Kerrigan DC, Ingersoll CD. Different exercise training interventions and drop-landing biomechanics in high school female athletes. *Journal of athletic training*. 2013;48(4):450-62.
15. Hopper, haff, joyce, lioyd, haff. Neuromuscular Training Improves Lower Extremity Biomechanics Associated with Knee Injury during Landing in 11–13

- Year Old Female Netball Athletes: A Randomized Control Study. *Frontiers in Physiology*. 2017;8(883):1-13.
16. Olson TJ, Chebny C, Willson JD, Kernozek TW, Straker JS. Comparison of 2D and 3D kinematic changes during a single leg step down following neuromuscular training. *Physical Therapy in Sport*. 2011;12(2):93-9.
17. Barber-Westin SD, Smith ST, Campbell T, Noyes FR. The drop-jump video screening test: retention of improvement in neuromuscular control in female volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(11):3055-62.
18. Barendrecht, Lezeman, Duysens, Smits-Engelsman. Neuromuscular training improves knee kinematics, in particular in valgus aligned adolescent team handball players of both sexes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011;25(3):575-84.
19. Schmidt E, Harris-Hayes M, Salsich GB. Dynamic knee valgus kinematics and their relationship to pain in women with patellofemoral pain compared to women with chronic hip joint pain. *Journal of Sport and Health Science*. 2017.
20. Tamura A, Akasaka K, Otsudo T, Shiozawa J, Toda Y, Yamada K. Dynamic knee valgus alignment influences impact attenuation in the lower extremity during the deceleration phase of a single-leg landing. *PloS one*. 2017;12(6):e0179-810.
21. Snyder KR, Earl JE, O'Connor KM, Ebersole KT. Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. *Clinical Biomechanics*. 2009;24(1):26-34.
22. Risberg MA, Mork M, Jenssen HK, Holm I. Design and Implementation of a NeuomusculaTra ining Program Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2001;31(11):620-31.
23. Chappell, Limpisvasti. Effect of a neuromuscular training program on the kinetics and kinematics of jumping tasks. *Am J Sports Med*. 2008;36(6):1081-6.
24. Noyes, SD B-W, ST S, T C. A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013;27(2):340-51.
25. Aerts I, Cumps E, Verhagen E, Wuyts B, Van De Gucht S, Meeusen R. The effect of a 3-month prevention program on the jump-landing technique in basketball: a randomized controlled trial. *Journal of sport rehabilitation*. 2015;2. 4(1); 21-30.
26. Herrington L. The effects of 4 weeks of jump training on landing knee valgus and crossover hop performance in female basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(12):3427-32.

27. Herrington, Munro. Drop jump landing knee valgus angle; normative data in a physically active population. *Phys Ther Sport*. 2010;11(2):56-9.
28. Dai B. The effects of detraining on knee biomechanics in a stop-jump task: implications for ACL injury. A thesis submitted to the graduate faculty in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science. 2009.



The Effect of a 3-Week Neuromuscular Training Program and Its Retention on the Movement Pattern of Drop Vertical Jump in Active Girls with Knee Valgus

Sareh Shahheidari^{*1} - Ali Asghar Norasteh² - Hassan Daneshmandi³

1. Ph.D Student of Corrective Exercises, Faculty of Physical Education, University of Guilan, Rasht, Iran 2. Professor, Faculty of Physical Education, University of Guilan, Rasht, Iran

(Received:2018/01/13;Accepted:2018/06/24)

Abstract

Dynamic knee valgus during deceleration and drop landing in sport activities can be the cause of many acute and chronic knee injuries in female athletes. This study examined the effect of 3 weeks of neuromuscular training and its retention after 3 months on the movement pattern of drop vertical jump in 15-18-year-old active girls with dynamic knee valgus. Volunteers were screened by double legged squat test and finally, 24 subjects with dynamic knee valgus (12 subjects in the training group and 12 subjects in the control group) were selected as the sample. Knee valgus and flexion angles were calculated using two dimensional evaluation method with two video cameras (CASIO-Ex-F1, made in Japan) before and immediately after the training program in both groups and knee valgus angle was again calculated 3 months later during drop vertical jump test. Repeated measures was used to compare knee valgus and flexion angles before and immediately after and 3 months after the training intervention in control and training groups. In case of significance, independent and dependent t tests were used to recognize within- and between-group differences. The results showed that knee valgus angle mean decreased after training in the training group and this difference was significant ($P=0.001$). Also, knee flexion angle mean in the training group increased significantly ($P=0.04$). The results of paired sample t test showed a significant increase in this variable after the training and 3 months later in knee valgus angle in the training group ($P=0.05$). Results showed that although a 3-week neuromuscular training intervention improved movement pattern of drop vertical jump in active female students, the retention of the effect of this training decreased after 3 months.

Keywords

Knee valgus retention, movement pattern, neuromuscular training.

* Corresponding Author: Email: s_shahheidary@yahoo.com Tel: +989127271879