مطالعات طب ورزشی دوره۱۱، شماره ۲۵، بهار و تابستان ۱۳۹۸. صص ۳۴-۱۷

مقاله پژوهشی

تأثیر هشت هفته برنامهٔ اصلاحی جامع بر حس عمقی مفصل زانو و کیفیت اجرای حرکت اسکات تک‌پا در افراد دارای ناهنجاری داینامیک ولگوس

اسماعیل مظفری‌پور[۱]، فواد صیدی[۲]، هومن مینونژاد[۳]، الهام شیرزاد[۴]

۱. دانشجوی دکتری حرکات اصلاحی، گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲. دانشیار، گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

۳. دانشیار، گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران

۴. استادیار، گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ ارسال۱۳۹۷/۰۸/۱۴ تاریخ پذیرش ۱۳۹۷/۱۱/۲۹

چکیده

نقص حرکتی داینامیک ولگوس یکی از اصلی‌ترین دلایل بروز تغییرات منفی در اندام تحتانی است؛ ازاین‌رو، هدف پژوهش حاضر، بررسی اثربخشی یک دوره پروتکل اصلاحی جامع بر حس عمقی و کیفیت حرکت اسکات تک‌پا در افراد دارای این ناهنجاری بود. بدین‌منظور، براساس آزمون غربالگری، ۲۴ نفر با این نقص در دو گروه کنترل (۱۲ نفر) و تمرین (۱۲ نفر) در این پژوهش شرکت کردند. بعد از انجام اندازه‌گیری‌های مربوط به پیش‌آزمون، گروه تمرین به‌مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته) به اجرای تمرین‌های اصلاحی جامع پرداختند. نتایج نشان داد که حس عمقی و کیفیت اجرای حرکات اسکات تک‌پا در گروه تمرینی، به‌طور معناداری نسبت به گروه کنترل بهبود یافت. به‌نظر می‌رسد که استفاده از تمرین‌های اصلاحی جامع بتواند اثرهای مثبتی بر اصلاح الگوهای حرکتی و بهبود عوارض این ناهنجاری داشته باشد.

واژگان کلیدی: ناهنجاری داینامیک ولگوس، تمرین‌های اصلاحی جامع، حس عمقی، اسکات تک‌پا.

1. Email: e.mozafaripour@yahoo.com
2. Email: Foadseidi@ut.ac.ir
3. Email: h.minoonejad@ut.ac.ir
4. Email: eshirzad@ut.ac.ir

مقدمه

مفصل زانو یکی از اصلی‌ترین اجزای حرکتی اندام تحتانی است. به‌دلیل قرارگرفتن در بخش میانی اندام تحتانی و ارتباط زیاد این مفصل با مفاصل و اندام‌های دورتر[1] و مجاور،[2] داشتن عملکرد مناسب در این مفصل یکی از عوامل مهم در انجام حرکات روزمره و حرکات مختلف ورزشی است. هرگونه تغییر در وضعیت این مفصل و مفاصل دورتر و مجاور آن می‌تواند بر راستا و الگوهای حرکتی زانو تأثیر منفی بگذارد و باعث شود که این مفصل دچار تغییر در الگوهای حرکتی درست و انحراف از راستای طبیعی شود. ازجملهٔ شایع‌ترین این تغییرات می‌توان به افزایش میزان زاویه والگوس زانو درطی حرکات مختلف اشاره کرد که عموماً به‌عنوان «والگوس داینامیک زانو» شناخته می‌شود. این تغییر در الگوی حرکتی تغییری سه‌بعدی است و در همهٔ صفحات حرکتی باعث تغییر در الگوهای حرکتی مفصل زانو می‌شود که با افزایش میزان اداکشن ران، افزایش میزان چرخش داخلی ران و اداکشن درشت‌نی نسبت به ران و افزایش جابه‌جایی داخلی مفصل زانو همراه است (۱).

براساس مدل کینزیوپاتولوژی،[3] هرگونه تغییر در الگوهای حرکتی باعث تغییر درراستای طبیعی اندام تحتانی و تغییر در الگوهای نیروهای واردشده به مفصل می‌شود و از این طریق موجب تغییرات منفی در بافت‌ها و اندام‌های ناحیه و همچنین، تضعیف کنترل عصبی-عضلانی[4] در بخش‌های مختلف اندام تحتانی می‌شود که در ادامه، این تغییرات باعث به‌وجودآمدن سندرم‌های نقصان حرکتی[5] در اندام تحتانی می‌شوند (۳، ۲). یکی از اصلی‌ترین عواملی که بعد از این تغییرات در فرد به‌وجود می‌آید، تضعیف حس عمقی است که یکی از اجزای حس پیکری و واژه‌ای جامع در رابطه با احساس حرکت است (۴) براساس تعریف شرینگتون،[6] حس عمقی از سه زیرمجموعهٔ حس وضعیت یا موقعیت،[7] حس حرکت[8] و حس نیرو[9] تشکیل می‌شود (۵) تقویت عوامل مؤثر در حس عمقی می‌تواند در بهبود کنترل عصبی-عضلانی در سگمان‌ها و مفاصل فرد مؤثر باشد (۶). همچنین، ضعف در کنترل داینامیک هر اندام می‌تواند آن را درمعرض خطر آسیب قرار دهد (۷). در اینجا، منظور از

1. Distal
2. Proximal
3. kinsiopathology
4. Neuromuscular Control
5. Movement Impairment Syndrome
6. Shirengton
7. Joint Position Sense
8. Kinesthesia Sense
9. Tension Sense

کنترل ضعف داینامیک، توانایی‌نداشتن در کنترل تنه، لگن، ران، زانو و مچ پا در صفحهٔ عرضی[1] و افقی[2] درحین انجام حرکات مختلف است (۸) که در افراد با ناهنجاری داینامیک ولگوس مشاهده می‌شود.

برای کاهش عوارض احتمالی یادشده و پیشگیری از آسیب‌های مرتبط با این بدراستایی و بهبود کنترل عصبی-عضلانی در سگمان‌های مختلف اندام تحتانی، یکی از بهترین روش‌هایی که می‌تواند اثرگذاری مناسبی داشته باشد، استفاده از تمرین‌های اصلاحی است که به‌دلیل ایمن‌بودن، تأثیرگذاری زیاد و کم‌هزینه‌بودن یکی از ابزارهایی است که می‌توان از آن برای اصلاح اختلال‌های اسکلتی- عضلانی و متعاقب آن، پیشگیری از عوارض این اختلال‌ها مانند ضعف در کنترل عصبی-عضلانی از آن‌ها بهره جست (۲). به‌طورکلی، تأثیرات تمرین‌های اصلاحی در سه حوزه می‌توانند مشاهده شوند: تغییر در راستا، تغییر در الگوهای فعال‌سازی و میزان فعالیت عضلات و تغییر در الگوهای حرکتی. رویکرد جامع[3] که رویکردی جدید در حوزهٔ حرکات اصلاحی به‌شمار می‌رود، به‌دنبال این نوآوری است که با بهره‌گیری از نقاط‌قوت و نقاط‌ضعف رویکردهای سنتی گذشته به بهترین اثربخشی لازم در اصلاح بدراستایی‌های اسکلتی- عضلانی و عوارض آن‌ها مانند نقص در کنترل حرکتی، دست یابد. این رویکرد کل بدن را یک سیستم واحد درنظر می‌گیرد و به‌جای تمرکز موضعی بر یک یا چند عضله، به زنجیره‌های عضلانی، مفصلی و عصبی توجه می‌کند (۹)؛ بدین‌معنی‌که در رویکرد جامع، درعین تمرکز بر ساختار زیربنایی اصلی در ناهنجاری، براساس هرم‌های توان‌بخشی لدرمن[4] بر تمامی تغییرات ایجادشده به‌عنوان اثرهای جانبی در بخش‌های پروگزیمال و همچنین، بخش‌های دیستال بدن نیز توجه می‌شود (۱۰).

پژوهشگر این مطالعه در مطالعهٔ ادبیات پیشینه موفق به دستیابی به مطالعه‌ای نشد که در آن به رعایت هم‌زمان همهٔ فاکتورهای مدنظر در تمرین‌های جامع (راستای صحیح، الگوهای فعالیت عضلانی و الگوهای حرکتی) درطی طراحی تمرین‌ها، برای تأثیرگذاری بر عوارض، ناهنجاری والگوس داینامیک پرداخته باشد و اثربخشی این‌گونه تمرین‌ها بر این‌گونه متغیرها را بررسی کرده باشد. به‌نظر می‌رسد که پژوهشگران کمتر به این مسئله توجه کرده‌اند و غالب مطالعات انجام‌شده، تنها به یک فاکتور از فاکتورهای مدنظر در تمرین‌های جامع چه در طراحی برنامه و چه در ارزیابی و تشخیص پرداخته‌اند و متعاقب آن، تأثیراتی بر این عارضه را نیز گزارش کرده‌اند (۱۱-۱۳)؛ برای

1. Frontal Plane
2. Transvers Plane
3. Comprehensive Approach
4. Ledermann

مثال، بل[1] و همکاران (۱۲) در یک مطالعه به اثربخشی یک مداخلهٔ ۱۰ جلسه‌ای بر شاخص‌های کینماتیکی افراد دارای والگوس داینامیک زانو پرداختند. نتایج مطالعهٔ آن‌ها تنها حاکی از اثربخشی تمرین بر کنترل حرکات اندام تحتانی در برخی از مراحل اجرای آزمون عملکردی مدنظر (اسکوات تک‌پا) بود. درهمین‌راستا، اورایو[2] و همکاران (۱۴) در بررسی اثربخشی یک دوره تمرین‌های قدرتی عضلات ران و تنه بر عملکرد اندام تحتانی در افراد دارای والگوس زانو، اثربخشی پروتکل را تنها روی برخی از فاکتورها گزارش کرده‌اند که شاید دلیل این‌گونه نتایج عواملی مانند کوتاهی مدت زمان اجرای پروتکل، استفاده از تمرین‌های قدرتی در برخی گروه‌های عضلانی و بی‌توجهی به بحث‌های عصبی-عضلانی و کنترل حرکتی و نیز زنجیره‌های عضلانی و مفصلی در طراحی تمرین‌ها، مرتبط باشد. همچنین، شواهد بر تأثیرنپذیرفتن راستای ایستای اندام تحتانی افراد دارای والگوس زانو از برنامه‌های تمرینی دلالت دارند؛ زیرا، دراین‌زمینه نیز مطالعه‌ای مشاهده نشد؛ بنابراین، به‌نظر می‌رسد که در طراحی تمرین‌های اصلاحی برای این ناحیه، باید تمرکز بر ناهنجاری والگوس داینامیک زانو باشد که مقدم بر والگوس ایستا روی می‌دهد و در این بخش، باید به‌دنبال ایجاد تغییرات در عملکرد[3] و الگوهای حرکتی بخش‌های مختلف شرکت‌کننده و بهبود کنترل داینامیک اندام‌ها در این ناهنجاری بود؛ زیرا، تضعیف الگوهای صحیح حرکتی اصلی‌ترین دلیل آسیب‌ها در این ناحیه است (۱۴)؛ ازاین‌رو، پژوهش حاضر قصد دارد تأثیرپذیری عوارض همراه ناهنجاری داینامیک والگوس (حس عمقی و الگوهای حرکتی) را از اعمال یک دوره تمرین‌های اصلاحی جامع بررسی کند و درصورت‌امکان به این پرسش پاسخ دهد که آیا یک دوره تمرین‌های اصلاحی می‌تواند حس عمقی و کیفیت اجرای حرکات در افراد دارای والگوس داینامیک زانو را بهبود دهد یا خیر؟

روش پژوهش

جامعهٔ آماری پژوهش حاضر دانشجویان مرد ۱۸ تا ۲۸ سالهٔ دانشگاه تهران بودند که براساس غربالگری اولیه، افراد مشکوک به داشتن عارضه شناسایی شدند و بعد از انجام آزمون عملکردی موردنظر و براساس معیارهای ورود و خروج، ۲۴ نفر وارد مطالعه شدند و به‌طور تصادفی در یکی از دو گروه تمرین و کنترل قرار گرفتند.

1. Bell
2. Araújo
3. Function

معیارهای ورود به پژوهش، داشتن والگوس داینامیک (براساس آزمون عملکردی اسکوات تک‌پا)، نداشتن سابقهٔ ورزش منظم (داشتن حداقل سه جلسه تمرین در هفته) (۱۵) بودند. معیارهای خروج از پژوهش شامل این موارد بودند: داشتن سابقهٔ آسیب در شش ماه گذشته در اندام تحتانی که موجب بروز محدودیت عملکردی یا ساختاری در فرد شود یا جراحی در اندام تحتانی که موجب تغییر راستای طبیعی در فرد شود (۱۶)؛ مشاهدهٔ ناهنجاری‌های اسکلتی- عضلانی در ستون فقرات و اندام فوقانی؛ شرکت‌نکردن در پیش‌آزمون یا پس‌آزمون؛ تکمیل‌نکردن برنامهٔ تمرینی به هر دلیلی؛ داشتن غیبت بیش از سه جلسهٔ تمرینی یا دو جلسهٔ متوالی (۱۷)؛ داشتن BMI غیرنرمال (کوچک‌تر از ۱۸ یا بزرگ‌تر از ۲۵).

برای غربالگری اولیه و مشخص‌کردن افرادی که هنگام اجرای حرکات عملکردی دارای نقص داینامیک والگوس بودند، از آزمون اسکوات تک‌پا استفاده شد؛ براین‌اساس، هر فرد باید بعد از گرم‌کردن، تمرین و یادگیری مناسب آزمون، پنج تکرار اسکوات تک‌پا، درحدود ۶۰ درجه فلکشن زانو با پای برتر را اجرا می‌کرد (۱۹، ۱۸) (آموزش‌های لازم به فرد برای رسیدن به زاویهٔ موردنظر، قبل از اجرای آزمون داده شدند)؛ درحالی‌که پای دیگر ۹۰ درجه فلکشن زانو و ۴۵ درجه فلکشن ران است. کل فرایند انجام این آزمون توسط آزمونگر مشاهده شد و توسط یک دوربین دیجیتال برای بررسی بیشتر نیز ثبت شد. برای کنترل سرعت اجرای حرکت، یک مترونوم با آهنگ ۶۰ ضربه در دقیقه تنظیم شد و فرد باید طی دو ضربه پایین می‌رفت و طی دو ضربهٔ دیگر به نقطهٔ شروع آزمون برمی‌گشت. درصورتی‌که نقطهٔ میانی استخوان کشکک هر فرد در سه مرتبه از پنج مرتبهٔ اسکوات به‌سمت نقطه‌ای داخل‌تر از انگشت بزرگ پای فرد منتقل می‌شد، فرد در گروه افراد دارای والگوس طبقه‌بندی می‌شد. درحین اجرای آزمون، افراد هیچ‌گونه بازخوردی درخصوص تکنیک اجرایشان دریافت نمی‌کردند. درصورتی آزمون یک فرد موفقیت‌آمیز تلقی می‌شد که: ۱- فرد راستای صحیح را درطول آزمون حفظ کند؛ ۲- آزمون را با آهنگ ازپیش‌تعیین‌شده اجرا کند؛ ۳- پای آویزان فرد، زمین را لمس نکند؛ ۴- پاشنهٔ پای تکیه روی زمین قرار گیرد (۱). علاوه‌بر مثبت‌بودن آزمون بالا، افراد باید درحین اجرای این آزمون، دارای راستای قابل‌مشاهدهٔ چرخش داخلی ران افزایش‌یافته، چرخش داخلی افزایش‌یافتهٔ تیبیا و پرونیشن کف پایی باشند (۱۹). برای اطمینان از این مورد، یک مارکر روی شفت درشت‌نی و یک مارکر روی بخش میانی محور مکانیکی ران چسپانده شد تا با دنبال‌کردن حرکات این مارکرها در فیلم‌های ضبط‌شده، نحوهٔ چرخش درشت‌نی و ران مشخص شود (۲۱).

بعد از انتخاب آزمودنی‌ها و قراردادن تصادفی آن‌ها در گروه‌های تمرین و کنترل، آزمون‌های مربوط به پیش‌آزمون از افراد گرفته شدند. این آزمون‌ها شامل اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو

(به‌عنوان شاخص حس عمقی مفصل زانو) و آزمون کیفیت اجرای حرکت اسکات بودند که بعد از اتمام پروتکل تمرینی نیز از آزمودنی‌ها گرفته شدند.

اندازه‌گیری حس عمقی مفصل زانو

بعد از حضور فرد در محل اندازه‌گیری، مارکرها با استفاده از روش پلاگ- این گیت[1] روی لندمارکهای آزمودنی‌ها نصب شدند (۲۲). در پژوهش حاضر، هشت مارکر بازتابندهٔ اشعهٔ مادون قرمز استفاده شدند. مارکرها روی کنارهٔ خارجی ران در هر دو سمت، اپی‌کندیل خارجی ران در دو سمت، کنارهٔ خارجی ساق پا در هر دو سمت و قوزک‌های خارجی در هر دو سمت روی هر فرد قرار گرفتند (۲۲، ۱) اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو به‌وسیلهٔ دستگاه آنالیز حرکت وایکن[2]ساخت کشور انگلستان، با استفاده از شش دوربین با نرخ نمونه‌برداری ۲۴۰ هرتز و با استفاده از نرم‌افزار نکسوس[3] انجام شد. پس از انجام تنظیمات اولیهٔ[4]دستگاه، به جمع‌آوری داده از آزمودنی‌ها اقدام شد. سپس، توضیحات لازم درمورد آزمون اسکوات تک‌پای ۶۰ درجه به فرد داد شدند و از وی خواسته شد تا آزمون اسکات را تا رسیدن به ۶۰ درجه - که توسط آزمونگر و به‌وسیلهٔ قراردادن مرکز یک گونیامتر در مرکز مفصل زانو و قراردادن یکی از دسته‌ها روی کنارهٔ خارجی ران و دیگری روی کنارهٔ خارجی ساق پا به آزمودنی اعلام شد- با سه بار تکرار انجام دهد و زاویهٔ ذکرشده را به‌خاطر بسپارد. بعد از استراحت کافی و اعلام آمادگی آزمودنی، از وی خواسته شد تا در سه اجرای بعدی، زاویهٔ آموزش‌داده‌شده را بازسازی کند. برای کنترل سرعت اجرای حرکت، یک مترونوم با آهنگ ۶۰ ضربه در دقیقه تنظیم شده بود که فرد باید طی دو ضربه پایین می‌رفت و طی دو ضربهٔ دیگر، به نقطهٔ شروع آزمون برمی‌گشت. فرد سه تکرار از این حرکت را با پای برتر (پای برتر پایی است که فرد با آن به توپ ضربه می‌زند) انجام داد و زاویهٔ به‌دست‌آمدهٔ مربوط به میانگین سه تکرار برای هر فرد، به‌عنوان دادهٔ حس عمقی مفصل زانو ثبت شد (۱۹، ۱۸).

اندازه‌گیری مربوط به کیفیت اجرای حرکات

برای اندازه‌گیری کیفیت اجرای حرکات، از آزمون مربوط به ارزیابی کیفیت اجرای آزمون اسکوات تک‌پا استفاده شد (فرم شمارهٔ یک). این آزمون برای ارزیابی و نمره‌دهی کیفی به نحوهٔ اجرای آزمون اسکوات تک‌پا طراحی شده است که شامل بخش‌های مهم قابل‌ارزیابی در آزمون اسکوات تک‌پا است و در آن از یک مقیاس ۱۰ ارزشی استفاده می‌شود که نمرهٔ صفر به‌معنی بهترین اجرا و نمرهٔ ۱۰

1. Plug-in Gait
2. Vicon
3. Nexus
4. Calibration

به‌معنی بدترین اجرا برای فرد است. همچنین، برای این آزمون در اندازه‌گیری نقص حرکتی در اندام تحتانی، روایی بالایی (۰/۹۶) گزارش شده است (۲۴، ۲۳). آزمونگر برای تکمیل این آزمون بعد از دریافت آموزش‌های لازم، با استفاده از یک دوربین دیجیتال که در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متری و در فاصلهٔ ۱۰ متری از آزمودنی قرار می‌گرفت (۲۳)، از چگونگی اجرای سه اسکوات تک‌پا، از هر آزمودنی ویدئو ثبت کرد. سپس، براساس مشاهدهٔ فیلم‌های جمع‌آوری‌شده، به هرکدام از سه آزمون اجراشده امتیاز داد که میانگین نمرهٔ این سه آزمون، نمرهٔ آزمودنی در آن آزمون تلقی می‌شد.

فرم شمارهٔ ۱

برگهٔ ارزیابی نحوهٔ اجرای آزمون اسکات

تاریخ:	**کد آزمودنی:**	**پای اجرای آزمون:** چپ راست
سگمنت	مورد قابل‌مشاهده	
وضعیت بازوها	حرکت زیاد دست‌ها برای حفظ تعادل	
راستای تنه	خم‌شدن به هر جهت	
لگن	چرخش در صفحهٔ هریزونتال وجود هرگونه تیلت اضافی	
ران	انحراف پای با تحمل وزن به‌سمت اداکشن طبیعی‌نبودن پای بدون تحمل وزن	
زانو	انتقال کشکک به‌سمت خط میانی بدن (داخل‌تر از انگشت دوم پا) انتقال کامل کشکک به‌سمت خط میانی بدن (ولگوس شدید)	
پا	لمس زمین به پای آویزان فقدان تعادل و بی ثباتی پای تکیه نمرهٔ کل	

برنامهٔ تمرینی

برنامهٔ تمرینی برای پژوهش حاضر (شکل شمارهٔ یک)، در سه فاز طراحی شده است. درعین‌اینکه تمرکز بر تقویت عضلات دخیل در عارضه (در سگمان‌های پایینی عضلات اینورتور[1] و سوپینیتور[2] به‌خصوص تیبیالیس خلفی[3] و در سگمان‌های بالاتر عضلات چرخش‌دهندهٔ خارجی و ابداکتورهای ران) بود، تلاش شد تمامی حرکات با داشتن اجزای عصبی-عضلانی، برای بهبود کنترل عصبی-

1. Inverter
2. Supinetor
3. Tibialis Posterior

عضلانی سعی کنند؛ براین‌اساس، کیفیت اجرای حرکات در برنامهٔ تمرینی حاضر بسیار مهم و نیز مدنظر بود و تنها بر تقویت صرف گروه عضلانی خاص تمرکز نشد.

مرحله اول: تمرین‌های بدون تحمل وزن (هفته‌های اول تا دوم): هدف اصلی در این فاز، آشناکردن افراد با تمرین‌ها و گرفتن انقباض‌های اولیه و با شدت کم از گروه‌های عضلانی ذکرشده و یادگیری چگونگی به‌کارگیری این دسته از عضلات بود و کمترین میزان پیشرفت تمرین‌ها در این فاز بود؛ زیرا، هدف از این تمرین‌ها، گرفتن انقباض ایزوله از هر عضله بود. این فاز شامل تمرین‌های شمارهٔ یک تا شمارهٔ سه بود. در تمرین شمارهٔ یک -که برای تقویت و بهبود عضلهٔ درشت‌نی خلفی که اصلی‌ترین عضلهٔ مؤثر در حفظ قوس طولی پا است- فرد مطابق با شکل روی یک نیمکت می‌نشست و با حفظ راستای ستون فقرات و اندام فوقانی مچ پای خود را به سوپینیشن و پلانتار فلکشن می‌برد و این حالت را به میزان پیش‌بینی‌شده‌ای نگه می‌داشت. شایان ذکر است که قبل از اجرای حرکت توسط خود فرد، آزمونگر با اجرای غیرفعال حرکت و بردن پای فرد به پوزیشن موردنظر، آموزش لازم را برای اجرای صحیح به فرد می‌داد. در تمرین شمارهٔ دو، فرد به شکم روی زمین می‌خوابید و زانو را نود درجه خم می‌کرد و مطابق شکل، با حفظ راستای صحیح بدنی ران را به چرخش خارجی می‌برد و در آن حالت، انقباض موردنظر را به‌مدت تعیین‌شده نگه می‌داشت.

تمرین شمارهٔ سه (تمرین صدف[1]) که با هدف تقویت عضلات سرینی استفاده شد. در این تمرین، فرد مطابق با شکل روی زمین قرار می‌گرفت و با حفظ راستای صحیح تمام بدن، پای خود را به چرخش خارجی می‌برد و این حالت را برای مدت زمانی موردنظر حفظ می‌کرد.

این سه تمرین از یک ست شش‌تکراری با پنج ثانیه نگه‌داشتن، در هفتهٔ اول شروع شد و در انتهای هفتهٔ دوم، با یک ست شش‌تکراری با شش تا هشت ثانیه نگه‌داشتن به‌اتمام رسید. این تمرین‌ها بعد از اتمام دو هفتهٔ اول حذف شدند (۲۵).

مرحله دوم: حرکات با تحمل وزن: (شروع از هفته‌های سوم تا ششم)

این فاز شامل بخش اصلی تمرین‌ها می‌شد و بیشترین پیشرفت تمرینی در این بخش اتفاق افتاد. علاوه‌براینکه همچون مرحلهٔ قبل تمرکز بر کیفیت اجرای حرکات بود، پیشرفت تمرینی را نیز داشت که شامل زمان و تکرار بیشترین میزان افزایش برای بهبود قدرت و کنترل عضلات بر حرکات اندام تحتانی بود. سعی شد گروه‌های عضلانی فعال‌شده در مرحلهٔ قبل، در این مرحله با توالی درست و در زنجیرهٔ صحیح به‌کار گرفته شوند. این بخش شامل تمرین‌های شماره‌های چهار تا هشت بود.

1. Oyster Exercise

حرکات ذکرشده در هفتهٔ سوم از یک ست شش‌تکراری با سه ثانیه نگه‌داشتن شروع شدند و با یک ست ۱۴ تکراری، با پنج ثانیه نگه‌داشتن در هفتهٔ هشتم، به اتمام رسیدند (۲۴-۲۶).

مرحله سوم: حرکات عملکردی[1](شروع هفته‌های هفتم تا هشتم)

هدف این فاز تمرینی، فراهم‌آوردن بیشترین اثرگذاری بر کنترل عصبی-عضلانی و بهبود کنترل حرکات و حفظ راستای صحیح در فرد به‌هنگام اجرای وظایف عملکردی بود. سعی شد توالی‌های صحیح به‌کارگیری عضلات که در مراحل قبلی ایجاد شدند، درطی انجام حرکات عملکردی نیز به‌درستی به‌کار گرفته شوند. این بخش شامل حرکات ۹، ۱۰ و ۱۱ بود.

در حرکت شمارهٔ نُه، مطابق با شکل، فرد روی یک پا می‌ایستاد، یک پا را از زانو خم می‌کرد و سعی می‌کرد با حفظ راستای صحیح کل بدن، روی پای بایستد. درحالی‌که کش را در دستش نگه داشته بود، چرخش کند و هم‌زمان سعی می‌کرد مچ پای خم‌شده را به سوپینیشن و دورسی‌فلکشن ببرد و این حالت را درحین اجرای حرکت حفظ کند. بعد از انجام چرخش و رسیدن به دامنهٔ ذکرشده، به میزان تعیین‌شده حالت موردنظر را حفظ می‌کرد.

برای اجرای حرکت شمارهٔ ۱۰ (لانچ)، فرد حرکت لانچ را اجرا می‌کرد. درحالی‌که آزمونگر با قراردادن یک کش در دور مفصل زانوی فرد سعی می‌کرد نیروی ولگوس به پای وی وارد کند، از وی می‌خواست درمقابل این نیرو مقاومت کند و زانوی خود را در راستای صحیح حفظ کند و حرکت را به شکل صحیح و با تمپوی[2]مشخص‌شده اجرا کند.

برای اجرای حرکت شمارهٔ ۱۱ (اسکوات تک‌پا)، فرد روی یک فوم ۱۰ سانتی‌متری قرار می‌گرفت و بعد از دریافت نحوهٔ اجرای آزمون، باید سعی می‌کرد حرکت اسکات تک‌پا را با حفظ راستای صحیح کل بدن و درمقابل نیروی ولگوسی که از طرف کش به زانوی وی وارد می‌شد، با تمپو و تکرار مشخص‌شده اجرا کند.

هر سهٔ این حرکات با یک ست شش‌تکراری شروع شدند و با همین میزان به‌پایان رسیدند. حرکات ۱۰ و ۱۱ با تمپوی سه‌ثانیه‌ای اجرا شدند (دو ثانیه بخش منفی و یک ثانیه بخش مثبت) (۲۶-۲۴).

1. Functional
2. Tempo

شکل ۱- تمرین‌های اصلاحی جامع

نتایج

در جدول شمارهٔ یک، اطلاعات مربوط به شاخص‌های پیکرشناختی آزمودنی‌ها قابل‌مشاهده است که تفاوت معناداری در این شاخص‌ها بین گروه‌های موردمطالعه مشاهده نشد ($P \geq ۰/۰۵$).

جدول ۱- اطلاعات سن، قد و وزن آزمودنی‌ها در دو گروه

متغیر	گروه تمرین	گروه کنترل	معناداری
سن (سال)	۲۴/۵ ± ۵/۲	۲۴/۱ ± ۴/۵	۰/۸۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۸/۷ ± ۹/۲	۱۷۹/۳ ± ۸/۵	۰/۴۴
وزن (کیلوگرم)	۷۶/۲ ۷± /۵	۷۴/۳ ۷± /۹	۰/۵۸
BMI	۲۴/۸	۲۴/۷۸	۰/۳۱

بعد از مشخص‌شدن توزیع طبیعی داده‌ها توسط آزمون کلموگروف- اسمیرنوف[1] نتایج مربوط به آزمون تحلیل کواریانس[2] نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار بین متغیرهای پژوهش بود؛ به‌طوری‌که در هر دو متغیر پژوهش؛ یعنی حس وضعیت مفصل زانو و نمرهٔ آزمون اسکوات تک‌پا، به‌ترتیب تفاوت معناداری بین گروه‌های پژوهش وجود داشت (P = ۰/۰۰۱، P = ۰/۰۲)؛ به‌طوری‌که نمرات مربوط به هر دو آزمون کاهش معناداری را در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل نشان داد (P < ۰/۰۵) (جداول شمارهٔ دو و شمارهٔ سه). همچنین، برای بررسی حداقل تفاوت کلینیکی بااهمیت[3] برای میزان اثربخشی تمرین‌های اصلاحی جامع بر کاهش خطای بازسازی زاویه، از فرمول کوپای[4] و همکاران (۳۲) برای این پژوهش استفاده شد:

$$MCID = SD^{5} \times 0.5$$

که بر اساس مقادیر ذکرشده در بالا برای مفصل زانو، ۳/۶ درجه به‌دست آمد. با توجه به اینکه میانگین کاهش خطای بازسازی زاویه در این پژوهش برای مفصل زانو ۶/۰۷ درجه بود، این مورد نشان می‌دهد علاوه‌براینکه تغییرات به‌دست آمده ازلحاظ آماری معنادار بودند، ازلحاظ کیلینیکی نیز میزان تغییرات به‌دست‌آمده دارای ارزش هستند.

جدول ۲- نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسهٔ متغیرهای بین دو گروه در پیش‌آزمون

متغیر	اختلاف میانگین	درجهٔ آزادی	مقدار تی	معناداری
کیفیت حرکت اسکوات	۰/۹۲	۲۲	۲/۳۶	۰/۱۱
حس وضعیت زانو	۰/۶۹	۲۲	۰/۲۹	۰/۷۸

1. Kolmogorov-Smirnov
2. ANCOVA
3. MCID: Minimum Clinically Important Difference
4. Copay
5. SD: Standard Deviation

جدول ۳- آماره‌های توصیفی و نتایج تحلیل کوواریانس

متغیر	گروه	پیش‌آزمون (میانگین ± انحراف معیار)	پس‌آزمون (میانگین ± انحراف معیار)	مقدار F	معناداری	اندازهٔ اثر
کیفیت حرکت اسکوات	تجربی	۶/۴۶ ۰±/۶۶	۱/۸۴ ± ۰/۳۷	۱۹۷/۰۹	۰/۰۰۱	۰/۸۹
	کنترل	۵/۳۸ ± ۱/۱۹	۵/۳۰ ± ۱/۰۳			
حس وضعیت زانو	تجربی	۶۷/۵ ± ۵/۷۱	۶۰/۹۰ ± ۳/۰۱	۱۸/۷۱	۰/۰۰۱	۰/۵۴
	کنترل	۶۷/۶۹ ± ۵/۷۱	۶۶/۴۶ ± ۳/۴۰			

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اجرای تمرین‌های اصلاحی جامع بر بهبود حس عمقی افراد دارای داینامیک والگوس تأثیر معناداری دارد؛ به‌گونه‌ای‌که میزان خطای بازسازی زاویهٔ هدف در پس‌آزمون و پس از اعمال پروتکل تمرینی، به‌طور معناداری کمتر از پیش‌آزمون بود ($P \leq ۰/۰۵$).

هم‌راستا با نتایج پژوهش حاضر، بل و همکاران (۱۲) و اورایو و همکاران (۱۴) اثربخشی برنامه‌های تمرینی بر کینماتیک و نحوهٔ اجرای آزمون‌های عملکردی در افراد دارای والگوس داینامیک زانو را بررسی کردند و اثربخشی این پروتکل‌های بر فاکتورهای موردمطالعه را گزارش کردند؛ اما وایلی[1] و همکاران (۲۲) و پالمر[2] و همکاران (۳۲) در بررسی اثربخشی پروتکل‌های تمرینی خود بر کینماتیک اندام تحتانی و کیفیت اجرای افراد دارای والگوس داینامیک زانو، اثر معناداری را گزارش نکردند. شاید معنادارنبودن اثر تمرین‌ها بر فاکتورهای مدنظر، به‌دلیل نقص در طراحی تمرین‌ها و توجه لازم نداشتن به تقویت کنترل عصبی و الگوهای فعال‌سازی صحیح عضلانی و الگوها و راستای حرکتی درست باشد. لدرمن[3] (۱۱) بیان کرد که شکل‌های مختلفی از فعالیت‌ها می‌توانند به فعالیت‌واداشتن و درنتیجه، تقویت حس عمقی منجر شوند. ازطرفی، عنوان می‌شود که تمرین‌های همراه با مقاومت که با تمرکز بر گروه‌های عضلانی خاص انجام می‌شوند، می‌توانند بر بهبود حس عمقی اثرگذار باشند (۲۸). همچنین، عنوان شده است که این‌گونه تمرین‌ها با بهبود الگوهای فعال‌سازی و هم‌انقباضی[4] عضلات موافق[5] و مخالف[1] مفصل زانو می‌توانند باعث بهبود دقت حس عمقی شوند (۲۹).

1. Willy
2. Palmer
3. Lederman
4. Co-Contraction
5. Agonist

تمرین‌هایی که در حالت‌های مختلف مانند تحمل وزن و با درگیری بخش‌های مختلف اندام تحتانی، به‌صورت هم‌زمان اجرا می‌شوند، می‌توانند با افزایش فشار درون‌مفصلی و افزایش تحریک پایانه‌های عصبی رافینی[2]که به تغییرات فشار مایع درون کپسولی حساس هستند، باعث تقویت حس عمقی مفصل موردنظر شوند (۳۰). طراحی تمرین‌های پژوهش حاضر با دید جامع انجام شده است و سعی بر آن شده است علاوه‌بر تقویت عضلات درگیر در عارضه، به زنجیره‌های عضلانی، مفصلی و عصبی دخیل که در مطالعات گذشته مانند مطالعهٔ پالمر و همکاران (۳۲) کمتر به آن توجه شده است، برای دستیابی به بهترین نتیجه در اصلاح این ناهنجاری توجه شود؛ بنابراین، به‌نظر می‌رسد که مجموع عوامل یادشده موجب می‌شوند با تقویت قدرت، الگوهای فعال‌سازی و بهبود هم‌انقباضی عضلات اندام تحتانی و بهبود کنترل حرکتی توسط سیستم عصبی، زمینهٔ بهبود حس عمقی و کاهش خطای بازسازی زاویه در آزمودنی‌ها فراهم شود.

همچنین، درحین انجام فعالیتی که در آن برای تحمل وزن به اندام تحتانی نیاز است (مانند اسکوات تک‌پا)، عضلات و مفاصل باید بتوانند به‌طور هم‌زمان و و در همکای با یکدیگر[3]کار کنند (۱۰). به‌نظر می‌رسد که تمرین‌های استفاده‌شده در این پژوهش، با توجه به ماهیت و نوع طراحی که در آن الگوهای فعال‌سازی صحیح عضلانی و الگوها و راستای حرکتی درست بسیار مدنظر بوده است، توانسته‌اند فیدبک‌های حس عمقی ارسالی از اجسام پاسینی، پایانه‌های رافینی، اجسام گلژی- وتری[4] را یکپارچه‌تر کنند و باعث تقویت حس عمقی زانو و درنتیجه، کاهش خطای بازسازی زاویه در پس‌آزمون شوند.

همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهندهٔ کاهش معنادار خطاهای اجرای حرکت اسکات تک‌پا بود ($P = ۰/۰۲$)؛ به‌طوری‌که مشخص شد اعمال پروتکل تمرینی اصلاحی باعث بهبود کیفیت اجرای این حرکت در گروه تمرین شده است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرین در شرایط ناپایدار و با تمرکز بر کیفیت اجرای حرکات می‌تواند باعث تحریک دروندادهای حسی شود و باعث فراهم‌شدن فیدبک‌های لازم برای نگهداری وضعیت بدنی در حالت تعادل، بهبود دقت و تشخیص وضعیت بدنی شود (۳۲، ۳۱). نداشتن پایداری مناسب درهنگام اجرای تمرین‌ها (مانند آنچه در تمرین‌های موجود در پژوهش حاضر وجود داشت)، باعث ایجاد تغییرات آنی درطول واحدهای تاندونی- عضلانی[5]و فعالیت‌های عصبی-عضلانی می‌شود که این موارد باعث به‌چالش‌کشیده‌شدن توانایی تشخیص و

1. Antagonist
2. Ruffini
3. Synergistic
4. Golgi Tendon Organs
5. Muscle-Tendon Unit Length

پاسخ (فعالیت‌های وابرانی)[1] برای دستیابی به تعادل و کیفیت بهتر اجرای حرکات می‌شوند. (۳۶، ۳۵). همچنین، تمرین‌های زنجیره‌بسته که با کاهش سطح اتکا و با هدف افزایش ناپایداری درهنگام تمرین اجرا می‌شوند و شامل حرکات چندمفصله هستند، باعث تسهیل یکپارچگی اطلاعات گیرنده‌هایی می‌شوند که مسئولیت تنظیم جهت و موقعیت را برعهده دارند (۳۲). افزون‌براین، فعالیت‌های هم‌انقباضی عضلات به‌هنگام اجرای تمرین‌ها در حالت‌های ناپایدار، بهبود می‌یابند (۳۴) و این بهبود در هم‌انقباضی عضلات باعث بهبود کنترل حرکتی و تعادل حرکتی می‌شود (۳۵، ۳۴).

نوع طراحی تمرین‌ها در رویکرد جامع به‌گونه‌ای است که علاوه‌بر تقویت پارامترهای پایه، توجه ویژه‌ای به بهبود الگوهای حرکتی، واکنش‌های زنجیره‌ای، و داشتن جنبه‌های عصبی-عضلانی می‌کند و کل بدن را به‌عنوان یک سیستم واحد درنظر می‌گیرد و به‌جای تمرکز موضعی بر یک یا چند عضله به زنجیره‌های عضلانی، مفصلی و عصبی توجه می‌کند؛ بنابراین، به‌نظر می‌رسد برنامه تمرینی بکار رفته در این تحقیق توانسته است به بهبود حس عمقی به‌عنوان فاکتور موردنیاز تمامی الگوهای حرکتی و همچنین، بهبود کیفیت اجرای حرکت اسکات که نشانگر یکپارچگی عصبی عضلانی کلی بدن است، دست یابد.

از یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که اجرای تمرین‌های جامع اصلاحی با نوع رویکرد خود می‌تواند باعث بهبود کیفیت اجرای حرکات و دقت حرکات انجام‌شده در افراد دارای ولگوس داینامیک زانو شود. همچنین، برای کاهش عوارض احتمالی یادشده و پیشگیری از آسیب‌های مرتبط با این بدراستایی و بهبود کنترل عصبی-عضلانی در سگمان‌های مختلف اندام تحتانی در افراد دارای این ناهنجاری، از برنامهٔ طراحی‌شده در این پژوهش بهره جست.

منابع

1. Mauntel TC, Frank BS, Begalle RL, Blackburn JT, Padua DA. Kinematic differences between those with and without medial knee displacement during a single-leg squat. Journal of applied biomechanics. 2014 Dec;30(6):707-12.
2. Sahrmann S. Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines. Missouri: Elsevier Health Sciences; 2010. p.23-30
3. Hayashi D, Englund M, Roemer FW, Niu J, Sharma L, Felson DT, Crema MD, Marra MD, Segal NA, Lewis CE, Nevitt MC. Knee malalignment is associated with an increased risk for incident and enlarging bone marrow lesions in the more loaded compartments: the MOST study. Osteoarthritis and cartilage. 2012 Nov 1;20(11):1227-33.

1. Efferent Activity

4. Heller MO, Taylor WR, Perka C, Duda GN. The influence of alignment on the musculo-skeletal loading conditions at the knee. Langenbeck's archives of surgery. 2003 Oct 1;388(5):291-7.
5. Houglum PA, Bertoti DB. Brunnstrom's clinical kinesiology.Philadelphia: FA Davis; 2011. p.150-165
6. Levine DN. Sherrington's "The integrative action of the nervous system": A centennial appraisal. Journal of the neurological sciences. 2007;253(1-2):1-6**.**
7. Henriksen M, Højrup A, Lund H, Christensen L, Danneskiold-Samsøe B, Bliddal H. The effect of stimulating massage of thigh muscles on knee joint position sense. Advances in Physiotherapy. 2004 Mar 1;6(1):29-36.
8. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. The American journal of sports medicine. 1999 Nov;27(6):699-706.
9. Earl JE, Hertel J, Denegar CR. Patterns of dynamic malalignment, muscle activation, joint motion, and patellofemoral-pain syndrome. Journal of Sport Rehabilitation. 2005;14(3):216-33.
10. Seidi F, Rajabi R, Ebrahimi I, Alizadeh MH, Minoonejad H. The efficiency of corrective exercise interventions on thoracic hyper-kyphosis angle. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation. 2014 Jan 1;27(1):7-16.
11. Lederman E. Neuromuscular rehabilitation in manual and physical therapies: Principles to practice.Livingstone: Elsevier Health Sciences; 2010. p.70-83
12. 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 Jul;48(4):442-9.
13. Harris-Hayes M, Sahrmann SA, Norton BJ, Salsich GB. Diagnosis and management of a patient with knee pain using the movement system impairment classification system. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2008 Apr;38(4):203-13.
14. Araújo VL, Souza TR, do Carmo Carvalhais VO, Cruz AC, Fonseca ST. Effects of hip and trunk muscle strengthening on hip function and lower limb kinematics during step-down task. Clinical Biomechanics. 2017 May 1;44:28-35.
15. Salsich GB, Graci V, Maxam DE. The effects of movement pattern modification on lower extremity kinematics and pain in women with patellofemoral pain. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2012;42(12):1017-24.
16. Herrington L. Knee valgus angle during single leg squat and landing in patellofemoral pain patients and controls. The Knee. 201;21(2):514-7.
17. Izquierdo M, Häkkinen K, Gonzalez-Badillo JJ, Ibanez J, Gorostiaga EM. Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. European journal of applied physiology. 2002 Jul 1;87(3):264-71.
18. Viitasalo JT, Salo A, Lahtinen J. Neuromuscular functioning of athletes and non-athletes in the drop jump. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. 1998;78(5):432-40.
19. Evans T, Hertel J, Sebastianelli W. Bilateral deficits in postural control following lateral ankle sprain. Foot & Ankle International. 2004;25(11):833-9.

20. Nakagawa TH, Moriya ÉT, Maciel CD, Serrão FV. Trunk, pelvis, hip, and knee kinematics, hip strength, and gluteal muscle activation during a single-leg squat in males and females with and without patellofemoral pain syndrome. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2012 Jun;42(6):491-501.
21. Ugalde V, Brockman C, Bailowitz Z, Pollard CD. Single leg squat test and its relationship to dynamic knee valgus and injury risk screening. PM&R. 2015 Mar 1;7(3):229-35.
22. Willy RW, Davis IS. The effect of a hip-strengthening program on mechanics during running and during a single-leg squat. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2011;41(9):625-32.
23. Page P, Frank C, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: The Janda approach. Champlain:Human kinetics; 2010. p.120-134
24. Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for rehabilitation.missour: Elsevier Health Sciences; 2013. p.112-127
25. Kadaba MP, Ramakrishnan H, Wootten M. Measurement of lower extremity kinematics during level walking. Journal of Orthopaedic Research. 1990;8(3):383-92.
26. Dawson SJ, Herrington L. Improving single-legged–squat performance: Comparing 2 training methods with potential implications for injury prevention. Journal of Athletic Training. 2015;50(9):921-9.
27. Herrington L, Munro A. A preliminary investigation to establish the criterion validity of a qualitative scoring system of limb alignment during single-leg squat and landing. J Exerc Sports Orthop. 2014;1(2):1-6.
28. Whatman C, Hing W, Hume P. Physiotherapist agreement when visually rating movement quality during lower extremity functional screening tests. Physical Therapy Sport. 2012;13(2):87-96.
29. Mascal CL, Landel R, Powers C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 2003;33(11):647-60.
30. Baldon RD, Serrão FV, Scattone Silva R, Piva SR. Effects of functional stabilization training on pain, function, and lower extremity biomechanics in women with patellofemoral pain: a randomized clinical trial. Journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2014 Apr;44(4):240-A8.
31. Baldon RD, Lobato DF, Carvalho LP, Wun PY, Santiago PR, Serrão FV. Effect of functional stabilization training on lower limb biomechanics in women. Med Sci Sports Exerc. 2012 Jan 1;44(1):135-45.
32. Copay AG, Subach BR, Glassman SD, Polly Jr DW, Schuler TC. Understanding the minimum clinically important difference: a review of concepts and methods. The Spine Journal. 2007 Sep 1;7(5):541-6.
33. Palmer K, Hebron C, Williams JM. A randomised trial into the effect of an isolated hip abductor strengthening programme and a functional motor control programme on knee kinematics and hip muscle strength. BMC musculoskeletal disorders. 2015;16(1):98-105.

34. Shields RK, Madhavan S, Gregg E, Leitch J, Petersen B, Salata S, Wallerich S. Neuromuscular control of the knee during a resisted single-limb squat exercise. The American journal of sports medicine. 2005 Oct;33(10):1520-6.
35. Hurd WJ, Chmielewski TL, Snyder-Mackler L. Perturbation-enhanced neuromuscular training alters muscle activity in female athletes. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2006;14(1):60-9.
36. Hilberg T, Herbsleb M, Puta C, Gabriel HH, Schramm W. Physical training increases isometric muscular strength and proprioceptive performance in haemophilic subjects. Haemophilia. 2003 Jan;9(1):86-93.
37. Jan MH, Lin CH, Lin YF, Lin JJ, Lin DH. Effects of weight-bearing versus nonweight-bearing exercise on function, walking speed, and position sense in participants with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2009 Jun 1;90(6):897-904.
38. Ferrell WR, Tennant N, Sturrock RD, Ashton L, Creed G, Brydson G, Rafferty D. Amelioration of symptoms by enhancement of proprioception in patients with joint hypermobility syndrome. Arthritis & Rheumatism: Official Journal of the American College of Rheumatology. 2004 Oct;50(10):3323-8.
39. Söderman K, Werner S, Pietilä T, Engström B, Alfredson H. Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players?. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy. 2000 Nov 1;8(6):356-63.
40. Verhagen EA, Van Tulder M, van der Beek AJ, Bouter LM, Van Mechelen W. An economic evaluation of a proprioceptive balance board training programme for the prevention of ankle sprains in volleyball. British journal of sports medicine. 2005 Feb 1;39(2):111-5.
41. Cuğ M, Ak E, Özdemir RA, Korkusuz F, Behm DG. The effect of instability training on knee joint proprioception and core strength. Journal of sports science & medicine. 2012 Sep;11(3):468.
42. Anderson K, Behm DG. The impact of instability resistance training on balance and stability. Sports Medicine. 2005;35(1):53-4.
43. Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, Cowley PM. The use of instability to train the core musculature. Applied physiology, nutrition, and metabolism. 2010 Jan 22;35(1):91-108.
44. Engelhorn R. Agonist and antagonist muscle EMG activity pattern changes with skill acquisition. Research Quarterly for Exercise and Sport. 1983;54(4):315-23.

ارجاع‌دهی

مظفری‌پور اسماعیل، صیدی فواد، مینونژاد هومن، شیرزاد الهام. تأثیر هشت هفته برنامهٔ اصلاحی جامع بر حس عمقی مفصل زانو و کیفیت اجرای حرکت اسکات تک‌پا در افراد دارای ناهنجاری داینامیک ولگوس. مطالعات طب ورزشی. بهار و تابستان ۱۳۹۸؛ ۱۱(۲۵)، ۳۴-۱۷. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/smj.2019.6608.1343

Mozafaripour E, Seidi F, Minoonejad H, Shirzad E. Effect of 8 Weeks' Comprehensive Corrective Exercise Program on Knee Proprioception and Quality of One Leg Squat Performance Subjects with Dynamic Knee Valgus. Spring & Summer 2019; 11 (25): 17-34. (Persian). Doi: 10.22089/smj.2019.6608.1343

Effect of 8 weeks' comprehensive corrective exercise program on knee proprioception and quality of one leg squat performance subjects with dynamic knee valgus

E. Mozafaripour[1], F. Seidi[2], H. Minoonejad[3], E. Shirzad[4]

1. Ph.D. candidate in Corrective Exercises, Department of Health and Sports Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Health and Sports Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding Author)
3. Assistant Professor, Department of Health and Sports Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
4. Associate Professor, Department of Health and Sports Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

Received Date: 2018/11/05 **Accepted Date: 2019/02/18**

Abstract

Dynamic knee valgus faulty movement pattern is one of the most important factors that contribute in lower extremity degenerations changes. The aim of this study was investigation effectiveness of comprehensive corrective exercise program on knee proprioception and quality of one leg squat performance in subject with dynamic valgus. Based on screening test 24 subjects were randomly divided in control group (N=12) and intervention group(N=12). After pre-test measurement intervention group did 8 week of exercise (3 sessions per week) Result demonstrated proprioception and quality of one leg squat performance in intervention group compared to control group significantly improved. It seems comprehensive corrective exercise have positive effect on movement pattern correction and subsequences of dynamic knee valgus

Keywords: Dynamic Valgus Abnormality, Comprehensive Corrective Exercise, Proprioception, One Leg Squat

1. Email: e.mozafaripour@yahoo.com
2. Email: Foadseidi@ut.ac.ir
3. Email: h.minoonejad@ut.ac.ir
4. Email: eshirzad@ut.ac.ir