

## تأثیر هشت هفته برنامه اصلاحی جامع بر حس عمقی مفصل زانو و کیفیت اجرای حرکت اسکات تک پا در افراد دارای ناهنجاری داینامیک ولگوس

اسماعیل مظفری پور<sup>۱</sup>، فواد صیدی<sup>۲</sup>، هومن مینونژاد<sup>۳</sup>، الهام شیرزاد<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری حرکات اصلاحی، گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. دانشیار، گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
۳. دانشیار، گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴. استادیار، گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ پذیرش ۱۳۹۷/۱۱/۲۹

تاریخ ارسال ۱۳۹۷/۰۸/۱۴

### چکیده

نقص حرکتی داینامیک ولگوس یکی از اصلی ترین دلایل بروز تغییرات منفی در اندام تحتانی است؛ از این رو، هدف پژوهش حاضر، بررسی اثربخشی یک دوره پروتکل اصلاحی جامع بر حس عمقی و کیفیت حرکت اسکات تک پا در افراد دارای این ناهنجاری بود. بدین منظور، 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 اندازه گیری های مربوط به پیش آزمون، گروه تمرین به مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته) به اجرای تمرین های اصلاحی جامع پرداختند. نتایج نشان داد که حس عمقی و کیفیت اجرای حرکات اسکات تک پا در گروه تمرینی، به طور معناداری نسبت به گروه کنترل بهبود یافت. به نظر می رسد که استفاده از تمرین های اصلاحی جامع بتواند اثرهای مثبتی بر اصلاح الگوهای حرکتی و بهبود عوارض این ناهنجاری داشته باشد.

**واژگان کلیدی:** ناهنجاری داینامیک ولگوس، تمرین های اصلاحی جامع، حس عمقی، اسکات تک پا.

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. به دلیل قرارگرفتن در بخش میانی اندام تحتانی و ارتباط زیاد این مفصل با مفاصل و اندام‌های دورتر<sup>۱</sup> و مجاور<sup>۲</sup>، 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. از جمله شایع‌ترین این تغییرات می‌توان به افزایش میزان زاویه والگوس زانو در طی حرکات مختلف اشاره کرد که عموماً به عنوان «والگوس داینامیک زانو» شناخته می‌شود. این تغییر در الگوی حرکتی تغییری سه‌بعدی است و در همه 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<sup>۳</sup>، هرگونه تغییر در الگوهای حرکتی باعث تغییر در راستای 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<sup>۴</sup> در بخش‌های مختلف اندام تحتانی می‌شود که در ادامه، این تغییرات باعث به‌وجود آمدن سندرم‌های نقصان حرکتی<sup>۵</sup> در اندام تحتانی می‌شوند (۲، ۳). 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<sup>۶</sup>، حس عمقی از سه زیرمجموعه حس وضعیت یا موقعیت<sup>۷</sup>، حس حرکت<sup>۸</sup> و حس نیرو<sup>۹</sup> 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 در معرض خطر آسیب قرار دهد (۷). در اینجا، منظور از

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

کنترل ضعف داینامیک، توانایی نداشتن در کنترل تنه، لگن، ران، زانو و مچ پا در صفحه عرضی<sup>۱</sup> افقی<sup>۲</sup> در حین انجام حرکات مختلف است (۸) که در افراد با ناهنجاری داینامیک و لگوس مشاهده می شود.

برای کاهش عوارض احتمالی یادشده و پیشگیری از آسیب های مرتبط با این بدراستایی و بهبود کنترل عصبی-عضلانی در سگمان های مختلف اندام تحتانی، یکی از بهترین روش هایی که می تواند اثرگذاری مناسبی داشته باشد، استفاده از تمرین های اصلاحی است که به دلیل ایمن بودن، تأثیرگذاری زیاد و کم هزینه بودن یکی از ابزارهایی است که می توان از آن برای اصلاح اختلال های اسکلتی-عضلانی و متعاقب آن، پیشگیری از عوارض این اختلال ها مانند ضعف در کنترل عصبی-عضلانی از آن ها بهره جست (۲). به طور کلی، تأثیرات تمرین های اصلاحی در سه حوزه می توانند مشاهده شوند: تغییر در راستا، تغییر در الگوهای فعال سازی و میزان فعالیت عضلات و تغییر در الگوهای حرکتی. رویکرد جامع<sup>۳</sup> که رویکردی جدید در حوزه حرکات اصلاحی به شمار می رود، به دنبال این نوآوری است که با بهره گیری از نقاط قوت و نقاط ضعف رویکردهای سنتی گذشته به بهترین اثربخشی لازم در اصلاح بدراستایی های اسکلتی-عضلانی و عوارض آن ها مانند نقص در کنترل حرکتی، دست یابد. این رویکرد کل بدن را یک سیستم واحد در نظر می گیرد و به جای تمرکز موضعی بر یک یا چند عضله، به زنجیره های عضلانی، مفصلی و عصبی توجه می کند (۹)؛ بدین معنی که در رویکرد جامع، درعین تمرکز بر ساختار زیربنایی اصلی در ناهنجاری، براساس هرم های توان بخشی لدرمن<sup>۴</sup>، بر تمامی تغییرات ایجادشده به عنوان اثرهای جانبی در بخش های پروگزیمال و همچنین، بخش های دیستال بدن نیز توجه می شود (۱۰).

پژوهشگر این مطالعه در مطالعه ادبیات پیشینه موفق به دستیابی به مطالعه ای نشد که در آن به رعایت همزمان همه فاکتورهای مدنظر در تمرین های جامع (راستای صحیح، الگوهای فعالیت عضلانی و الگوهای حرکتی) در طی طراحی تمرین ها، برای تأثیرگذاری بر عوارض، ناهنجاری و لگوس داینامیک پرداخته باشد و اثربخشی این گونه تمرین ها بر این گونه متغیرها را بررسی کرده باشد. به نظر می رسد که پژوهشگران کمتر به این مسئله توجه کرده اند و غالب مطالعات انجام شده، تنها به یک فاکتور از فاکتورهای مدنظر در تمرین های جامع چه در طراحی برنامه و چه در ارزیابی و تشخیص پرداخته اند و متعاقب آن، تأثیراتی بر این عارضه را نیز گزارش کرده اند (۱۱-۱۳)؛ برای

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

مثال، بل<sup>۱</sup> و همکاران (۱۲) در یک مطالعه به اثربخشی یک مداخله ۱۰ جلسه‌ای بر شاخص‌های کینماتیکی افراد دارای والگوس داینامیک زانو پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها تنها حاکی از اثربخشی تمرین بر کنترل حرکات اندام تحتانی در برخی از مراحل اجرای آزمون عملکردی مدنظر (اسکوات تک‌پا) بود. در همین راستا، اورایو<sup>۲</sup> 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، در این زمینه نیز مطالعه‌ای مشاهده نشد؛ بنابراین، به نظر 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 به دنبال ایجاد تغییرات در عملکرد<sup>۳</sup> 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)؛ از این رو، 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 در صورت امکان 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

جامعه آماری پژوهش حاضر دانشجویان مرد ۱۸ تا ۲۸ ساله 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 سابقه ورزش منظم (داشتن حداقل سه جلسه تمرین در هفته) (۱۵) بودند. معیارهای خروج از پژوهش شامل این موارد بودند: داشتن سابقه 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)؛ مشاهده ناهنجاری‌های اسکلتی-عضلانی در ستون فقرات و اندام فوقانی؛ شرکت نکردن در پیش‌آزمون یا پس‌آزمون؛ تکمیل نکردن برنامه تمرینی به هر دلیلی؛ داشتن غیبت بیش از سه جلسه تمرینی یا دو جلسه متوالی (۱۷)؛ داشتن BMI غیرنرمال (کوچک‌تر از ۱۸ یا بزرگ‌تر از ۲۵).

برای غربالگری اولیه و مشخص کردن افرادی که هنگام اجرای حرکات عملکردی دارای نقص داینامیک والگوس بودند، از آزمون اسکوات تک‌پا استفاده شد؛ براین اساس، هر فرد باید بعد از گرم کردن، تمرین و یادگیری مناسب آزمون، پنج تکرار اسکوات تک‌پا، در حدود ۶۰ درجه فلکشن زانو با پای برتر را اجرا می‌کرد (۱۸، ۱۹) (آموزش‌های لازم به فرد برای رسیدن به زاویه 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 ضربه دیگر به نقطه شروع آزمون برمی‌گشت. در صورتی‌که نقطه میانی استخوان کشکک هر فرد در سه مرتبه از پنج مرتبه اسکوات به سمت 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. در صورتی آزمون یک فرد موفقیت‌آمیز تلقی می‌شد که: ۱- فرد راستای صحیح را در طول آزمون حفظ کند؛ ۲- آزمون را با آهنگ از پیش تعیین شده اجرا کند؛ ۳- پای آویزان فرد، زمین را لمس نکند؛ ۴- پاشنه پای تکیه روی زمین قرار گیرد (۱). علاوه بر مثبت بودن آزمون بالا، افراد باید درحین اجرای این آزمون، دارای راستای قابل مشاهده چرخش داخلی ران افزایش یافته، چرخش داخلی افزایش یافته تیبیا و پرونیشن کف پای باشد (۱۹). برای اطمینان از این مورد، یک مارکر روی شفت درشت‌نی و یک مارکر روی بخش میانی محور مکانیکی ران چسبانده شد تا با دنبال کردن حرکات این مارکرها در فیلم‌های ضبط شده، نحوه 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<sup>۱</sup> روی لندمارکهای آزمودنی‌ها نصب شدند (۲۲). در پژوهش حاضر، هشت مارکر بازتابنده اشعه مادون قرمز استفاده شدند. مارکرها روی کناره خارجی ران در هر دو سمت، اپی‌کندیدل خارجی ران در دو سمت، کناره 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 به‌وسیله دستگاه آنالیز حرکت وایکن<sup>۲</sup> ساخت کشور انگلستان، با استفاده از شش دوربین با نرخ نمونه‌برداری ۲۴۰ هرتز و با استفاده از نرم‌افزار نکسوس<sup>۳</sup> انجام شد. پس از انجام تنظیمات اولیه 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 به‌وسیله قراردادان مرکز یک گونیامتر در مرکز مفصل زانو و قراردادن یکی از دسته‌ها روی کناره خارجی ران و دیگری روی کناره خارجی ساق پا به آزمودنی اعلام شد- با سه بار تکرار انجام دهد و زاویه ذکرشده را به‌خاطر بسپارد. بعد از استراحت کافی و اعلام آمادگی آزمودنی، از وی خواسته شد تا در سه اجرای بعدی، زاویه 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 ضربه دیگر، به نقطه شروع آزمون برمی‌گشت. فرد سه تکرار از این حرکت را با پای برتر (پای پایینی است که فرد با آن به توپ ضربه می‌زند) انجام داد و زاویه به‌دست‌آمده مربوط به میانگین سه تکرار برای هر فرد، به‌عنوان داده حس عمقی مفصل زانو ثبت شد (۱۸، ۱۹).

اندازه‌گیری مربوط به کیفیت اجرای حرکات

برای اندازه‌گیری کیفیت اجرای حرکات، از آزمون مربوط به ارزیابی کیفیت اجرای آزمون اسکوات تک‌پا استفاده شد (فرم شماره یک). این آزمون برای ارزیابی و نمره‌دهی کیفی به نحوه 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 نمره صفر به‌معنی بهترین اجرا و نمره ۱۰

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

به معنی بدترین اجرا برای فرد است. همچنین، برای این آزمون در اندازه گیری نقص حرکتی در اندام تحتانی، روایی بالایی (۰/۹۶) گزارش شده است (۲۴، ۲۳). آزمونگر برای تکمیل این آزمون بعد از دریافت آموزش های لازم، با استفاده از یک دوربین دیجیتال که در ارتفاع ۶۰ سانتی متری و در فاصله ۱۰ متری از آزمودنی قرار می گرفت (۲۳)، از چگونگی اجرای سه اسکوات تک پا، از هر آزمودنی ویدئو ثبت کرد. سپس، براساس مشاهده فیلم های جمع آوری شده، به هر کدام از سه آزمون اجرا شده امتیاز داد که میانگین نمره این سه آزمون، نمره آزمودنی در آن آزمون تلقی می شد.

فرم شماره ۱		
برگه ارزیابی نحوه اجرای آزمون اسکوات		
تاریخ:	کد آزمودنی:	پای اجرای آزمون:
سگمنت	مورد قابل مشاهده	چپ راست
وضعیت بازوها	حرکت زیاد دستها برای حفظ تعادل	
راستای تنه	خم شدن به هر جهت	
لگن	چرخش در صفحه هرizonتال وجود هرگونه تیلت اضافی	
ران	انحراف پای با تحمل وزن به سمت اداکشن طبیعی نبودن پای بدون تحمل وزن	
زانو	انتقال کشکک به سمت خط میانی بدن (داخل تر از انگشت دوم پا) انتقال کامل کشکک به سمت خط میانی بدن (ولگوس شدید)	
پا	لمس زمین به پای آویزان فقدان تعادل و بی ثباتی پای تکیه نمره کل	

### برنامه تمرینی

برنامه تمرینی برای پژوهش حاضر (شکل شماره یک)، در سه فاز طراحی شده است. درعین اینکه تمرکز بر تقویت عضلات دخیل در عارضه (در سگمان های پایینی عضلات اینورتور<sup>۱</sup> و سوپینیتور<sup>۲</sup> به خصوص تیبیالیس خلفی<sup>۳</sup> و در سگمان های بالاتر عضلات چرخش دهنده خارجی و اداکتورهای ران) بود، تلاش شد تمامی حرکات با داشتن اجزای عصبی-عضلانی، برای بهبود کنترل عصبی-

1. Inverter
2. Supinator
3. Tibialis Posterior

عضلانی سعی کنند؛ براین اساس، کیفیت اجرای حرکات در برنامه 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 شماره یک تا شماره سه بود. در تمرین شماره یک - که برای تقویت و بهبود عضله درشت‌نی خلفی که اصلی‌ترین عضله 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 پلانتر 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 شماره 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 به مدت تعیین‌شده نگه می‌داشت.

تمرین شماره سه (تمرین صدف) 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 شش تکراری با پنج ثانیه نگاه‌داشتن، در هفته اول شروع شد و در انتهای هفته دوم، با یک ست شش تکراری با شش تا هشت ثانیه نگاه‌داشتن به‌اتمام رسید. این تمرین‌ها بعد از اتمام دو هفته 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 مرحله 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 مرحله قبل، در این مرحله با توالی درست و در زنجیره صحیح به‌کار گرفته شوند. این بخش شامل تمرین‌های شماره‌های چهار تا هشت بود.

## 1. Oyster Exercise



حرکات ذکر شده در هفته سوم از یک ست شش تکراری با سه ثانیه نگه داشتن شروع شدند و با یک ست ۱۴ تکراری، با پنج ثانیه نگه داشتن در هفته هشتم، به اتمام رسیدند (۲۴-۲۶).

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

هدف این فاز تمرینی، فراهم آوردن بیشترین اثرگذاری بر کنترل عصبی-عضلانی و بهبود کنترل حرکات و حفظ راستای صحیح در فرد به هنگام اجرای وظایف عملکردی بود. سعی شد توالی‌های صحیح به کارگیری عضلات که در مراحل قبلی ایجاد شدند، در طی انجام حرکات عملکردی نیز به درستی به کار گرفته شوند. این بخش شامل حرکات ۹، ۱۰ و ۱۱ بود.

در حرکت شماره ۹، 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. در حالی که کش را در دستش نگه داشته بود، چرخش کند و هم‌زمان سعی می‌کرد مچ پای خم شده را به سوپینیشن و دورسی فلکشن ببرد و این حالت را در حین اجرای حرکت حفظ کند. بعد از انجام چرخش و رسیدن به دامنه ذکر شده، به میزان تعیین شده حالت مورد نظر را حفظ می‌کرد.

برای اجرای حرکت شماره ۱۰ (لانچ)، فرد حرکت لانچ را اجرا می‌کرد. در حالی که آزمونگر با قراردادن یک کش در دور مفصل زانوی فرد سعی می‌کرد نیروی ولگوس به پای وی وارد کند، از وی می‌خواست در مقابل این نیرو مقاومت کند و زانوی خود را در راستای صحیح حفظ کند و حرکت را به شکل صحیح و با تمپوی مشخص شده اجرا کند.

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

هر سه این حرکات با یک ست شش تکراری شروع شدند و با همین میزان به پایان رسیدند. حرکات ۱۰ و ۱۱ با تمپوی سه ثانیه‌ای اجرا شدند (دو ثانیه بخش منفی و یک ثانیه بخش مثبت) (۲۴-۲۶).

1. Functional
2. Tempo



شکل ۱- تمرین‌های اصلاحی جامع

## نتایج

در جدول شماره یک، اطلاعات مربوط به شاخص‌های پیکرشناختی آزمودنی‌ها قابل مشاهده است که تفاوت معناداری در این شاخص‌ها بین گروه‌های مورد مطالعه مشاهده نشد ( $P \geq 0/05$ ).

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

متغیر	گروه تمرین	گروه کنترل	معناداری
سن (سال)	$24/5 \pm 5/2$	$24/1 \pm 4/5$	۰/۸۱
قد (سانتی‌متر)	$178/7 \pm 9/2$	$179/3 \pm 8/5$	۰/۴۴
وزن (کیلوگرم)	$76/2 \pm 7/5$	$74/3 \pm 7/9$	۰/۵۸
BMI	۲۴/۸	۲۴/۷۸	۰/۳۱

بعد از مشخص شدن توزیع طبیعی داده‌ها توسط آزمون کلموگروف- اسمیرنوف، نتایج مربوط به آزمون تحلیل کواریانس نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین متغیرهای پژوهش بود؛ به طوری که در هر دو متغیر پژوهش؛ یعنی حس وضعیت مفصل زانو و نمره آزمون اسکوات تک‌پا، به ترتیب تفاوت معناداری بین گروه‌های پژوهش وجود داشت ( $P = 0/001$ ,  $P = 0/02$ )؛ به طوری که نمرات مربوط به هر دو آزمون کاهش معناداری را در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل نشان داد ( $P < 0/05$ ) (جدول شماره دو و شماره سه). همچنین، برای بررسی حداقل تفاوت کلینیکی بااهمیت<sup>۳</sup> برای میزان اثربخشی تمرین‌های اصلاحی جامع بر کاهش خطای بازسازی زاویه، از فرمول کوپای<sup>۴</sup> و همکاران (۳۲) برای این پژوهش استفاده شد:

$$MCID = SD \times 0.5$$

که بر اساس مقادیر ذکر شده در بالا برای مفصل زانو،  $3/6$  درجه به دست آمد. با توجه به اینکه میانگین کاهش خطای بازسازی زاویه در این پژوهش برای مفصل زانو  $6/07$  درجه بود، این مورد نشان می‌دهد علاوه بر اینکه تغییرات به دست آمده از لحاظ آماری معنادار بودند، از لحاظ کیلینیکی نیز میزان تغییرات به دست آمده دارای ارزش هستند.

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

متغیر	اختلاف میانگین	درجه 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	اندازه اثر
کیفیت حرکت	تجربی	۶/۴۶ ± ۰/۶۶	۱/۸۴ ± ۰/۳۷	۱۹۷/۰۹	۰/۰۰۱	۰/۸۹
اسکوات	کنترل	۵/۳۸ ± ۱/۱۹	۵/۳۰ ± ۱/۰۳			
حس وضعیت	تجربی	۶۷/۵ ± ۵/۷۱	۶۰/۹۰ ± ۳/۰۱	۱۸/۷۱	۰/۰۰۱	۰/۵۴
زانو	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؛ به‌گونه‌ای که میزان خطای بازسازی زاویه هدف در پس‌آزمون و پس از اعمال پروتکل تمرینی، به‌طور معناداری کمتر از پیش‌آزمون بود ( $P \leq 0/05$ ). هم‌راستا با نتایج پژوهش حاضر، بل و همکاران (۱۲) و اورایو و همکاران (۱۴) اثربخشی برنامه‌های تمرینی بر کینماتیک و نحوه اجرای آزمون‌های عملکردی در افراد دارای والگوس داینامیک زانو را بررسی کردند و اثربخشی این پروتکل‌های بر فاکتورهای مورد مطالعه را گزارش کردند؛ اما وایلی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۲) و پالمر<sup>۲</sup> 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 معنادار نبودن اثر تمرین‌ها بر فاکتورهای مدنظر، به دلیل 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<sup>۳</sup> (۱۱) بیان کرد که شکل‌های مختلفی از فعالیت‌ها می‌توانند به فعالیت‌وداشتن و در نتیجه، تقویت حس عمقی منجر شوند. از طرفی، 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<sup>۴</sup> عضلات موافق<sup>۵</sup> و مخالف<sup>۱</sup> 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، به صورت هم‌زمان اجرا می‌شوند، می‌توانند با افزایش فشار درون مفصلی و افزایش تحریک پایانه‌های عصبی رافیانی<sup>۴</sup> 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 علاوه بر تقویت عضلات درگیر در عارضه، به زنجیره‌های عضلانی، مفصلی و عصبی دخیل که در مطالعات گذشته مانند مطالعه پالمرو و همکاران (۳۲) کمتر به آن توجه شده است، برای دستیابی به بهترین نتیجه در اصلاح این ناهنجاری توجه شود؛ بنابراین، به نظر 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، زمینه بهبود حس عمقی و کاهش خطای بازسازی زاویه در آزمودنی‌ها فراهم شود.

همچنین، در حین انجام فعالیتی که در آن برای تحمل وزن به اندام تحتانی نیاز است (مانند اسکوات تک‌پا)، عضلات و مفاصل باید بتوانند به طور هم‌زمان و در هم‌کای با یکدیگر کار کنند (۱۰). به نظر 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 رافیانی، اجسام گلژی-وتری<sup>۴</sup> را یکپارچه‌تر کنند و باعث تقویت حس عمقی زانو و در نتیجه، کاهش خطای بازسازی زاویه در پس‌آزمون شوند.

همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده کاهش معنادار خطاهای اجرای حرکت اسکات تک‌پا بود ( $P = 0/02$ )؛ به طوری که 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 در هنگام اجرای تمرین‌ها (مانند آنچه در تمرین‌های موجود در پژوهش حاضر وجود داشت)، باعث ایجاد تغییرات آنی در طول واحدهای تاندونی-عضلانی<sup>۵</sup> و فعالیت‌های عصبی-عضلانی می‌شود که این موارد باعث به‌چالش کشیده‌شدن توانایی تشخیص و

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

پاسخ (فعالیت‌های و ابرانی)<sup>۱</sup> 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 در هنگام 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 در نظر 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 برنامه 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.

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, Sahrman 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*. Missouri: 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.

### ارجاع دهی

مظفری پور اسماعیل، صیدی فواد، مینونژاد هومن، شیرزاد الهام. تأثیر هشت هفته برنامه اصلاحی جامع بر حس عمقی مفصل زانو و کیفیت اجرای حرکت اسکات تک پا در افراد دارای ناهنجاری داینامیک ولگوس. مطالعات طب ورزشی. بهار و تابستان ۱۳۹۸؛ ۱۱(۲۵)، ۳۴-۱۷. شناسه 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<sup>1</sup>, F. Seidi<sup>2</sup>, H. Minoonejad<sup>3</sup>, E. Shirzad<sup>4</sup>

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