بررسی تأثیر یک برنامه تمرینی بر اصلاح پای چرخش یافته به داخل (مطالعه مقدماتی)

امیر داداش‌پور*، سید صدرالدین شجاع الدین[1]، محمد حسین علیزاده[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: پای چرخش یافته به داخل یکی از ناهنجاری‌های رایج می‌باشد که با افتادگی استخوان ناوی و افزایش چرخش داخلی ران همراه بوده و ممکن است متأثر از عضلات ران باشد. هدف این تحقیق، بررسی اثر یک برنامه تمرینی بر اصلاح پای چرخش یافته به داخل بود.

مواد و روش‌ها: در مطالعه حاضر ۳۰ نفر آزمودنی مرد به صورت هدفمند (سن ۲/۰۷ ± ۲۱/۶۳ سال، وزن ۷/۶۲ ± ۷۱/۹۳ کیلوگرم و قد ۷/۵۲ ± ۱۷۷/۳۳ سانتی‌متر) که ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل داشتند انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری شاهد و تجربی قرار گرفتند. با آزمون افتادگی استخوان ناوی، پای چرخش یافته به داخل آزمودنی‌ها اندازه‌گیری و افرادی که دارای افتادگی ناوی بیش از ۱۰ میلی‌متر بودند وارد مطالعه گردیدند و میزان چرخش داخلی ران با گونیامتر اندازه‌گیری و ثبت گردید. همچنین قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران با دینامومتر دستی اندازه‌گیری شد. سپس گروه تجربی، شش هفته و با تواتر سه جلسه در هفته برنامه تمرین قدرتی بر عضلات مذکور را اجرا نمودند و گروه شاهد فعالیت معمول خود را سپری نمود. بعد از اتمام ۶ هفته، افتادگی استخوان ناوی آزمودنی‌ها، میزان چرخش داخلی ران و قدرت عضلات دوباره اندازه‌گیری شد. تحلیل اطلاعات با استفاده از آزمون‌های Independent t و Paired t برای اختلافات درون و بین گروهی اجرا گردید ($P \leq ۰/۰۵$).

یافته‌ها: در گروه تجربی با افزایش معنی‌دار قدرت عضلات ران، میزان چرخش داخلی ران و افتادگی استخوان ناوی آزمودنی‌ها کاهش یافت، اما در گروه شاهد تغییرات معنی‌داری مشاهده نگردید. در مقایسه، گروه تجربی کاهش معنی‌داری در میزان چرخش داخلی و پای چرخش یافته به داخل نسبت به گروه شاهد داشت.

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق بیانگر این بود که با افزایش قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران و با استفاده از مداخله تمرینی می‌توان از شدت پای چرخش یافته به داخل پیشگیری نموده و آن را اصلاح نمود.

کلید واژه‌ها: پای چرخش یافته به داخل، چرخش داخلی ران، برنامه تمرین قدرتی، افتادگی استخوان ناوی

ارجاع: داداش‌پور امیر، شجاع الدین سید صدرالدین، علیزاده محمد حسین. **بررسی تأثیر یک برنامه تمرینی بر اصلاح پای چرخش یافته به داخل (مطالعه مقدماتی).** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۲؛ ۹ (۲): ۲۱۹-۲۰۹.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۲۴

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی می‌باشد.

* کارشناس ارشد، گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران (نویسنده مسؤول)
Email: dadashpoor.amir@gmail.com

۱- دانشیار، گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۲- دانشیار، گروه طب ورزشی و بهداشت، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مقدمه

ناهنجاری‌های اسکلتی- عضلانی بر عملکرد بدن انسان تأثیر می‌گذارد. به ویژه ناهنجاری اسکلتی- عضلانی در اندام تحتانی که بر عملکرد راه رفتن و دویدن اثر منفی دارند (۲، ۱). پای چرخش یافته به داخل (Pronated foot) یکی از ناهنجاری‌های اندام تحتانی است که می‌تواند عوارضی را به همراه داشته باشد، همچنان که موجب آسیب نیز می‌شود (۵-۳). این ناهنجاری در مفصل تحت‌قاپی رخ می‌دهد و در آن مچ پا به داخل می‌چرخد (۶) و میزان اختلاف افتادگی ناوی آزمودنی‌ها در این ناهنجاری بیش از ۱۰ میلی‌متر می‌باشد (۷). عواملی مانند اسپاسم یا کوتاهی عضلات نازک‌نی و ضعف عضلات دو قلو و نعلی، درشت‌نی قدامی، خم کننده دراز شست و عضلات ریز کف پایی در این ناهنجاری وجود دارد و باعث صاف شدن قوس طولی داخلی و افزایش کشش روی نیام کف پایی می‌گردد (۸)، همچنین ذکر شده است که در این ناهنجاری ضعف عضلات چرخاننده خارجی ران وجود دارد (۹) و منجر به ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل می‌گردد.

از طرفی یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهد که در ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل، ران چرخش داخلی پیدا می‌کند (۱۲-۱۰) ضمن این‌که افزایش پرونیشن پا به صورت جبرانی با افزایش چرخش داخلی استخوان ران همراه است (۱۳، ۱۲)، از سوی دیگر عقیده بر این است که افزایش قدرت مفصل ران ممکن است حرکات اضافی ناحیه دیستال اندام تحتانی در صفحات فرونتال و ترنسورس که هنوز مورد بررسی قرار نگرفته است را کاهش دهد (۱۴)، همچنین در بررسی‌ها نشان داده شده است که حرکات مفصل ران مهم‌ترین عامل شرکت کننده در حرکت پای خلفی (Rearfoot) می‌باشد (۱۵). این موضوع با یافته‌هایی که اظهار داشته‌اند انرژی در اندام تحتانی از قسمت پروگزیمال منشأ گرفته و به قسمت دیستال انتقال پیدا می‌کند، نیز حمایت می‌شود و عقیده بر این است که کینماتیک مفاصل پروگزیمال ممکن است بر کینماتیک مفاصل دیستال اثرگذار باشد (۱۶). در حقیقت حرکاتی که در مفصل ران صورت می‌گیرد از جمله عوامل مؤثر مشارکت کننده در حرکات قسمت دیستال اندام تحتانی (مچ پا) می‌باشد (۱۵).

یکی از روش‌های اصلاح ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل، استفاده از برنامه‌های تمرینی و تقویت عضلات می‌باشد؛ به گونه‌ای که نشان داده شده است، تقویت عضلات ناحیه مچ پا (۱۷) منجر به اصلاح پای چرخش یافته به داخل می‌گردد، ولی همان گونه که ذکر گردید یافته‌های پژوهشی نشان داده‌اند که ممکن است تغییرات کینماتیکی در نواحی پروگزیمال اندام تحتانی (ران) منجر به تغییرات کینماتیکی در ناحیه دیستال اندام تحتانی شوند (۱۶)؛ چرا که وقتی ناحیه دیستال اندام تحتانی بر جایی ثابت شده باشد حرکت یک بخش بر دیگر بخش‌های زنجیره حرکت اثر می‌گذارد (۱۸) به طور نمونه خیام‌باشی و همکاران ذکر کرده‌اند که تقویت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران منجر به تغییرات کینماتیکی در ناحیه دیستال اندام تحتانی می‌گردد (۱۹). در تحقیقی Synder و همکاران نیز پس از شش هفته تمرین مقاومتی با استفاده از زنجیره بسته حرکتی تمرینات عضلات ران مشاهده نمودند که چرخش داخلی ران تمایل به کاهش داشت، ولی زاویه پشت پای (Rearfoot angle) آن‌ها با وجود کاهش، معنی‌دار نگردیده است (۱۴). بنابراین در این تحقیق پروتکل تمرینی بر توسعه قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران متمرکز شد تا از طریق افزایش قدرت عضلات مذکور، تأثیر تغییرات کینماتیکی در ناحیه پروگزیمال اندام تحتانی را بر اصلاح ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل که در ناحیه دیستال اندام تحتانی است بررسی گردد.

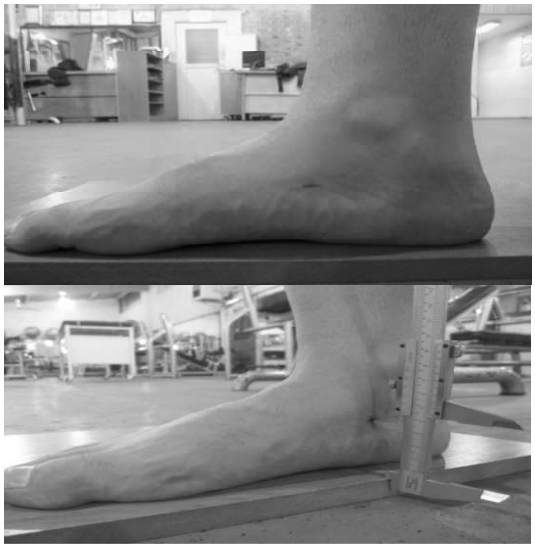
مواد و روش‌ها

مطالعه نیمه تجربی حاضر مداخله‌ای و از نوع قبل و بعد بود. جامعه تحقیق را مردان ۱۸ تا ۲۵ ساله که به یک باشگاه ورزشی در غرب تهران مراجعه کرده بودند و به مدت حداقل یک سال فعالیت ورزشی در باشگاه را داشتند، تشکیل می‌دادند و محل اجرای تمرینات نیز مکان مذکور بود. روش انجام مطالعه برای شرکت کنندگان توضیح داده شد و آن‌ها با آگاهی کامل فرم رضایت‌نامه را تکمیل نمودند. به آن‌ها

www.mui.ac.ir

اطمینان داده شد که خطری آن‌ها را تهدید نمی‌کند و در صورت بروز کوچک‌ترین مشکل می‌توانند از تحقیق کنار بروند. سپس ۳۰ آزمودنی بر اساس تحقیقات قبلی (۱۴) [سن ۲/۰۷ ± ۲۱/۶۳ سال، وزن ۷/۶۲ ± ۷۱/۹۳ کیلوگرم، قد ۷/۵۲ ± ۱۷۷/۳۳ سانتی‌متر و شاخص توده بدنی (BMI یا Body mass index) ۰/۹۹ ± ۲۲/۸۱ کیلوگرم/مترمربع] که دارای افتادگی استخوان ناوی بیشتر از ۱۰ میلی‌متر بودند به صورت هدفمند انتخاب شده و وارد این تحقیق گردیدند و به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری قرار گرفتند. یک گروه به عنوان گروه تجربی و یک گروه به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شدند. در گزینش، آزمودنی‌ها سابقه جراحی در اندام تحتانی و زانوی پرانتزی نداشتند و شاخص توده بدنی آنان بین ۲۰ تا ۲۵ بود. پای برتر آزمودنی‌ها با جواب به این سؤال که با کدام پا به توپ ضربه می‌زنند، مشخص گردید.

از آزمون افتادگی ناوی با استفاده از روش Brody (۷) برای اندازه‌گیری پای چرخش یافته به داخل استفاده گردید. مقادیر افتادگی ناوی، اندازه کلینیکی معتبر و پایایی از پای چرخش یافته به داخل را نشان دادند (۲۳-۲۰) McPoil و Cornwall پایایی روش افتادگی ناوی را ۹۸-۹۴ درصد ذکر نموده‌اند (۲۴). در مطالعه‌ای آزمایشی بر روی ۱۵ آزمودنی، پایایی اندازه‌گیری ارتفاع ناوی (ICC (Intraclass correlation coefficient) = ۰/۷۸) و افتادگی ناوی (ICC = ۰/۷۱) نتایج خوبی را نشان داد. ابتدا از آزمودنی خواسته شد تا با پای برهنه روی صندلی نشسته، پای خود را روی تخته‌ای به ارتفاع چندین سانتی‌متر قرار دهد؛ به طوری که زاویه ران و زانو ۹۰ درجه باشد. مفصل ران در حالت معمولی قرار داشت. آزمونگر سمت داخلی و خارجی کام (قله) مچ پا (Ankle dome) را در حالی که انگشت شست و انگشت اشاره در بخش قدامی استخوان نازک‌نی و بخش تحتانی قوزک داخلی قرار داده می‌شد، لمس می‌کرد. آزمودنی اندکی به مچ پا حرکت اینورشن و اورشن می‌داد تا برآمدگی‌های استخوانی در زیر انگشتان در ارتفاع یکسان قرار گیرند و آزمونگر مطمئن می‌گشت که مفصل تحت‌قاپی در حالت معمولی قرار دارد. سپس برآمدگی استخوان ناوی که در زیر و جلو قوزک داخلی قرار دارد، مشخص و علامت‌گذاری شد. با استفاده از کولیس فاصله برجستگی استخوان ناوی تا سطح تخته در واحد میلی‌متر اندازه‌گیری گردید، سپس از آزمودنی خواسته شد که در حالت ایستاده به گونه‌ای وزن را بین دو پا تقسیم کند و قرار گیرد، در این حالت نیز فاصله برجستگی استخوان ناوی تا سطح تخته اندازه‌گیری و ثبت شد (شکل ۱). آزمونگر فاصله برجستگی استخوان ناوی تا سطح تخته را در حالت تحمل وزن (ایستاده) از میزان فاصله استخوان ناوی تا سطح تخته در حالت بدون تحمل وزن (نشسته روی صندلی) کسر نموده و عدد به دست آمده به عنوان میزان افتادگی استخوان ناوی ثبت گردید. اندازه‌گیری میزان افتادگی ناوی در هر آزمودنی سه بار برای پای برتر انجام گرفت و میانگین سه نمره به دست آمده از اختلاف بین وضعیت نشسته و ایستاده به عنوان شاخص افتادگی ناوی فرد لحاظ شد (۷).



شکل ۱. علامت‌گذاری برجستگی استخوان ناوی و اندازه‌گیری ارتفاع آن با کولیس

به منظور اندازه‌گیری چرخش داخلی ران نیز ابتدا نقاط آناتومیک مورد نیاز یعنی برجستگی درشت‌نی و مرکز مفصل زانو در رویه قدامی کشکک و نیز ستیغ درشت‌نی مشخص شده، سپس مرکز گونیامتر بر روی مرکز مفصل زانو و بازوی ثابت گونیامتر عمود بر زمین قرار داده شد. راستای گونیامتر به

www.mui.ac.ir

این صورت بود که مرکز کشکک به عنوان محور در نظر گرفته شد، بازوی ثابت گونیامتر هم‌راستا با خط عمود به سمت زمین بود و بازوی متحرک گونیامتر نیز هم‌راستا با ساق پا (تاج درشتنی) بود. محاسبه میزان چرخش داخلی ران به این صورت بود که آزمودنی به نحوی بر لبه تخت می‌نشست که مفصل زانو و ران ۹۰ درجه فلکشن داشته باشند و قسمت دیستال استخوان ران توسط استرپی ثابت گردید، سپس از آزمودنی خواسته می‌شد تا چرخش داخلی ران را سه بار انجام دهد (شکل ۲). بین هر یک از تکرارها چندین ثانیه استراحت داده می‌شد و چرخش داخلی ران توسط گونیامتر اندازه‌گیری و ثبت می‌گردید (۲۶، ۲۵). در مطالعه‌ای آزمایشی بر روی ۱۵ آزمودنی، پایایی اندازه‌گیری چرخش داخلی ران، ICC = ۰/۶۴ را نشان داد.

شکل ۲. اندازه‌گیری چرخش داخلی ران با گونیامتر

محاسبه قدرت ایزومتریک عضلات ابداکتور ران و چرخاننده خارجی ران با استفاده از دینامومتر دستی (Lafayeette, USA) بر اساس روشی که Ireland و همکاران ذکر نموده‌اند، صورت گرفت. این روش‌ها اعتبار بالایی را نشان داده‌اند (۲۷). اندازه‌گیری قدرت عضلات ابداکتور به این صورت بود که آزمودنی به پهلو خوابید؛ به نحوی که مفصل لگن در حالت طبیعی و مفصل زانو باز باشد و بین زانوها آن‌قدر بالش گذاشته می‌شد تا اندام تحتانی در حالت طبیعی قرار گیرد و با استرپ، تنه به تخت ثابت می‌گشت. سپس دینامومتر در ۵ سانتی‌متر بالای کندیل خارجی ران قرار می‌گرفت و با استرپ دیگری بر روی پا و به زیر تخت ثابت می‌شد (شکل ۳) و از آزمودنی خواسته می‌شد در برابر مقاومت استرپ اندام تحتانی خود را به سمت بالا ببرد و دور کردن ران را انجام دهد و حداکثر نیروی وارد شده به دستگاه به ثبت رسید (۲۷، ۱۸).

محاسبه قدرت ایزومتریک عضلات چرخاننده خارجی ران با استفاده از دینامومتر به این صورت بود که آزمودنی به نحوی می‌نشست که مفصل زانو و ران ۹۰ درجه خم باشند، قسمت دیستال استخوان ران توسط استرپی ثابت می‌شد، دینامومتر در ۵ سانتی‌متری بالای قوزک داخلی پا توسط استرپ دیگری به گونه‌ای بسته می‌شد تا در برابر حرکت چرخش خارجی ران مقاومت اعمال کند، سر دیگر استرپ به پایه تخت بسته شده و از آزمودنی خواسته می‌شد در برابر مقاومت استرپ پاشنه خود را به سمت داخل ببرد (۲۷، ۱۸) و حداکثر نیروی وارد شده به دستگاه به ثبت رسید (شکل ۳). آزمودنی‌ها یک کوشش تمرینی را اجرا نموده و سپس هر تست قدرت ایزومتریک سه بار تکرار شد و هر انقباض ۵ ثانیه حفظ گردید و آزمودنی بین هر تکرار ۱۵ ثانیه استراحت نموده و در نهایت حداکثر قدرت، به عنوان رکورد وی ثبت می‌گردید (۱۸).

شکل ۳. وضعیت آزمودنی‌ها در ارزیابی قدرت ایزومتریک عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران

www.mui.ac.ir

برنامه تمرین قدرتی برای گروه‌های عضلانی مورد نظر بر اساس روش تمرینی Delorm جهت بهبود قدرت عضلانی برای گروه تجربی استفاده گردید؛ بدین صورت که در دور اول ده تکرار با ۵۰ درصد حداکثر وزنه مذکور، دور دوم ده تکرار با ۷۵ درصد وزنه مذکور و دور سوم ده تکرار با ۱۰۰ درصد وزنه مذکور استفاده می‌شد (۲۸، ۱۲). پیش از شروع برنامه تمرینی کلیه آزمودنی‌های گروه تجربی به منظور تعیین شدت تمرین و مناسب بودن وزنه تمرینی مورد ارزیابی قرار گرفتند. تمرینات طی شش هفته، هفته‌ای سه جلسه برنامه‌ریزی شد. تمام جلسات تمرینی با حداقل ۴۸ ساعت جدا شده بودند (۲۹)، اما با توجه به دسترسی به آزمودنی‌ها این زمان متغیر بود. همچنین به منظور رعایت اصول تمرین و در صورتی که آزمودنی‌ها پیشرفت داشتند، هر دو هفته ۱۰ درصد بر میزان وزنه اضافه می‌شد. برای فاز فزاینده کردن تمرینات، به هر وزنه‌ای حدود ۱۰ درصد وقتی که آزمودنی‌ها به ۱۲ تکرار می‌رسیدند، اضافه می‌گشت. تعداد تکرارهایی که باعث خستگی می‌گردید، شدت تمرین قدرتی را مشخص می‌ساخت (۲۹) این روند اضافه بار اجرا می‌گردید تا عضلات به طور مناسب تحت بار اضافی قرار گرفته و اثر تقویت عضلات را تسهیل نماید. تمرینات هر کدام سه ست اجرا شدند و دوره استراحت ۶۰ ثانیه بود (۱۷). پیش از شروع برنامه تمرینی کلیه آزمودنی‌های گروه تجربی به منظور تعیین شدت تمرین و مناسب بودن وزنه تمرینی مورد ارزیابی قرار گرفتند و با راهبرد تمرینی آشنا شده و به آن‌ها توضیح داده شد که در تمامی تمرین‌ها تمرکز باید بر ثابت کردن لگن و حرکت اندام تحتانی باشد و اهمیت زیادی دارد که محل تماس پروگزیمال عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران ثابت و استوار باشد (۳۰). چهار تمرین برای این گروه‌های عضلانی در وضعیت‌های ایستاده، خوابیده به پهلو و نشسته استفاده گردید.

دور کردن ران در وضعیت خوابیده به پهلو

پس از این‌که وزنه تمرین به مچ پای آزمودنی بسته می‌شد، آزمودنی در حالت خوابیده به پهلو قرار می‌گرفت و دست رویی خود را روی خار خاصره قدامی اندامی که حرکت می‌نمود قرار می‌داد. این حالت به فرد یادآوری می‌کرد هنگامی که لگن حرکت نمود، حرکت را ادامه نداده و آن را متوقف سازد (۳۲، ۳۱) و حرکت دور کردن ران را تنها در طول دامنه حرکتی با اعمال نیرو علیه مقاومت اجرا می‌نمود (شکل ۴).

چرخش خارجی ران در وضعیت خوابیده به پهلو

در حالت خوابیده به پهلو پس از این‌که وزنه تمرینی بسته می‌شد، فرد در حالتی که زانو و ران هر دو پا خمیدگی دارند و دست رویی بر خار خاصره قدامی فوقانی قرار دارد (۳۰) (شکل ۴) حرکت چرخش خارجی ران را در طول دامنه حرکتی با اعمال نیرو علیه مقاومت اجرا می‌نمود. این حرکت با دور کردن ران همراه می‌باشد (۳۲).

دور کردن ران در وضعیت ایستاده

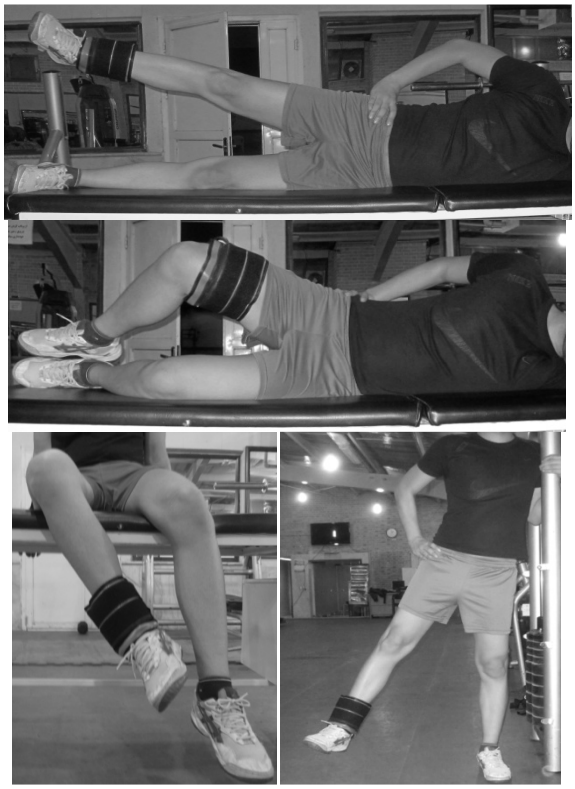
در حالت ایستاده پس از بسته شدن وزنه، آزمودنی خود را به ستونی تکیه می‌داد تا استواری خود را حفظ کند. همچنین دست خود را بر روی خار خاصره قدامی فوقانی اندامی که حرکت می‌نمود قرار داده (۳۱) و حرکت را در طول دامنه حرکتی با اعمال نیرو علیه مقاومت اجرا می‌کرد (شکل ۴).

چرخش خارجی ران در وضعیت نشسته

در حالت نشسته نیز پس از این‌که وزنه‌ها بسته شدند، آزمودنی روی تخت نشسته و پاهای خود را از تخت آویزان می‌کرد؛ به گونه‌ای که پاها از ناحیه زانو بیرون از لبه تخت بودند (۱۲) و آزمودنی حرکت چرخش خارجی ران را در طول دامنه حرکتی با اعمال نیرو علیه مقاومت اجرا می‌نمود (شکل ۴).

آزمودنی‌های گروه شاهد هیچ مداخله‌ای دریافت نکردند و از آن‌ها خواسته شد فعالیت معمول خود را سپری نمایند. پس از اتمام برنامه تمرینی از تمام آزمودنی‌ها در تمامی متغیرهای مورد نظر تحقیق به روش پیش‌آزمون، پس‌آزمون به عمل آمد.

از آزمون Kolmogorov-Smirnov برای بررسی نرمال بودن داده‌ها، برای مقایسه میانگین افتادگی استخوان ناوی، میزان چرخش داخلی و قدرت عضلات ران بین پیش و پس‌آزمون گروه تجربی و گروه شاهد از آزمون Paired t و همچنین به منظور مقایسه تفاوت‌های بین دو گروه شاهد و تجربی از آزمون Independent t در سطح $P \leq ۰/۰۵$ استفاده گردید.



شکل ۴. تمرینات عضلات دور کننده و چرخش دهنده خارجی ران

یافته‌ها

نتایج آزمون Kolmogorov-Smirnov بیانگر نرمال بودن توزیع داده‌ها بود که در جدول ۱ ارایه شده است. همچنین ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های دو گروه تجربی و شاهد نیز در جدول ۲ آمده است. نتایج مربوط به مقایسه بین دو گروه از نظر ویژگی‌های فیزیکی و آنتروپومتریکی دو گروه در پیش‌آزمون حاکی از عدم تفاوت در نتیجه همگنی دو گروه بود. جدول ۳ نیز نتایج مقایسه دو گروه قبل و بعد از برنامه تمرین قدرتی را نشان می‌دهد. نتایج حاصل شده نشان دهنده آن است که گروه تجربی با شرکت در برنامه تمرین قدرتی و افزایش معنی‌دار قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران، میزان پای چرخش یافته به داخل و چرخش داخلی ران کاهش یافته و ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل اصلاح گردیده است، ولی در گروه شاهد تغییرات معنی‌داری مشاهده نگردید؛ بدین معنا که گروه تجربی با افزایش قدرت عضلات ران کاهش معنی‌داری در میزان چرخش داخلی ران و افتادگی استخوان ناوی را تجربه کردند؛ در حالی که در گروه شاهد تغییر معنی‌داری مشاهده نگردید.

مقایسه آزمودنی‌های دو گروه شاهد و تجربی در پس‌آزمون اختلاف معنی‌داری در میزان چرخش داخلی ران ($P = ۰/۰۳۳$) و افتادگی استخوان ناوی ($P = ۰/۰۴۳$) دو گروه را نشان داد. در نمودار ۱ و ۲ مشاهده می‌گردد که در گروه تجربی، پس از اعمال برنامه تمرینی میزان چرخش داخلی ران و افتادگی استخوان ناوی کاهش یافته و به دنبال آن پای چرخش یافته به داخل آزمودنی‌ها کاهش و اصلاح گردیده است، اما در گروه شاهد تغییر معنی‌داری در چرخش

جدول ۱. نتایج آزمون Kolmogorov-Smirnov

متغیر	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI (کیلوگرم بر متر^۲)	قدرت ابداکتور (کیلوگرم)	قدرت چرخاننده خارجی (کیلوگرم)	چرخش داخلی ران (درجه)	پای چرخیده به داخل (میلی‌متر)
معنی‌داری	۰/۶۰۳	۰/۸۴۳	۰/۴۰۱	۰/۵۷۷	۰/۹۳۵	۰/۴۸۰	۰/۸۷۱	۰/۲۲۰

BMI: Body mass index

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیر	تعداد	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI (کیلوگرم بر متر^۲)
گروه تجربی	۱۵	۲۱/۹۳ ± ۱/۹۸	۱۷۵/۴۰ ± ۵/۰۲	۷۰/۱۳ ± ۴/۷۴	۲۲/۷۷ ± ۰/۹۴
گروه شاهد	۱۵	۲۱/۳۳ ± ۲/۱۹	۱۷۹/۲۷ ± ۹/۱۶	۷۳/۷۳ ± ۹/۵۴	۲۲/۸۴ ± ۱/۰۷
P		۰/۴۳۸	۰/۱۶۳	۰/۲۰۱	۰/۸۶۷

BMI: Body mass index

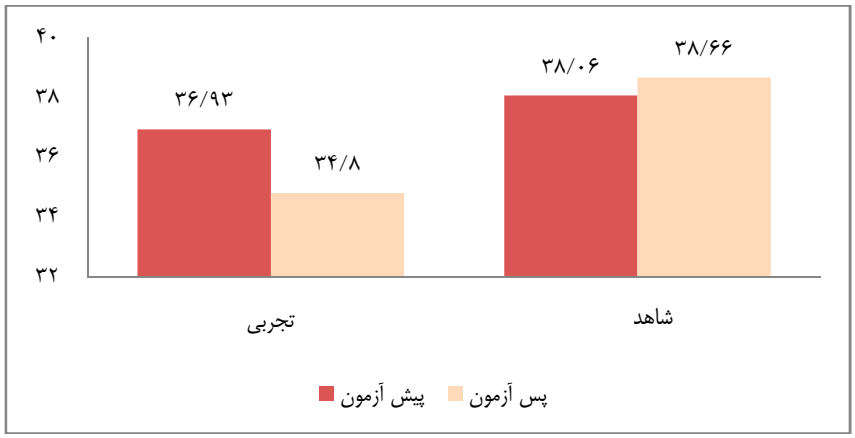
آزمون Independent t در سطح $P < ۰/۰۵$ معنی‌دار در نظر گرفته شد

www.mui.ac.ir

جدول ۳. میانگین قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران، چرخش داخلی ران وافتادگی ناوی در پیش و پس‌آزمون

پارامتر	گروه	شاهد			تجربی		
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P	Power	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P	Power
قدرت عضلات ابداکتور (کیلوگرم)	۲۲/۸۰ ± ۱/۵۵	۲۲/۸۰ ± ۱/۵۳	۰/۸۳۶	۰/۰۵۴	۲۲/۹۵ ± ۲/۵۸	۲۵/۰۶ ± ۲/۵۰	< ۰/۰۰۱	۱/۰۰۰
قدرت عضلات چرخاننده خارجی (کیلوگرم)	۹/۳۴ ± ۱/۵۶	۹/۳۶ ± ۱/۵۹	۰/۶۱۹	۰/۰۷۶	۹/۶۸ ± ۱/۵۹	۱۰/۹۸ ± ۱/۴۷	< ۰/۰۰۱	۱/۰۰۰
میزان چرخش داخلی ران (درجه)	۳۸/۰۶ ± ۵/۴۰	۳۸/۶۶ ± ۴/۹۳	۰/۱۵۶	۰/۲۸۷	۳۶/۹۳ ± ۴/۰۷	۳۴/۸۰±۴/۵۲	۰/۰۰۱	۰/۹۸۲
میزان افتادگی استخوان ناوی (میلی‌متر)	۱۱/۹۳ ± ۱/۲۷	۱۱/۸۶ ± ۱/۰۶	۰/۷۵۱	۰/۰۶۰	۱۱/۸۰ ± ۱/۳۲	۱۰/۹۳±۱/۳۳	۰/۰۰۱	۰/۹۶۲

آزمون Independent t در سطح P < ۰/۰۵ معنی‌داری در نظر گرفته شد



نمودار ۱. تغییرات چرخش داخلی ران گروه شاهد و تجربی در پیش و پس‌آزمون

نمودار ۲. تغییرات افتادگی استخوان ناوی گروه شاهد و تجربی در پیش و پس‌آزمون

داخلی ران (P = ۰/۵۲۲) و افتادگی استخوان ناوی (P = ۰/۷۸۱) ایجاد نشد.

بحث

هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثر یک برنامه تمرینی قدرتی بر اصلاح پای چرخش یافته به داخل بود. یافته‌های پژوهش حاضر بیانگر این مطلب بود که با افزایش قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران پس از مداخله تمرینی، میزان چرخش داخلی ران و افتادگی استخوان ناوی کاهش پیدا کرده و منجر به اصلاح ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل

www.mui.ac.ir

می‌گردد. نکته قابل توجه در این تحقیق آن بود که تأثیر تغییرات کینماتیکی در ناحیه پروگزیمال اندام تحتانی در اصلاح ناهنجاری پای چرخش یافته داخل –که در ناحیه دیستال اندام تحتانی است– بررسی گردد که با یافته‌های تحقیقات Feltner و همکاران (۱۷) و حسن‌وند و همکاران (۳۳) در توافق می‌باشد و آن‌ها را تأیید می‌کند، اما یافته‌های تحقیق Synder و همکاران (۱۴) را تأیید نمی‌کند و همخوانی ندارد.

Feltner و همکاران (۱۷) تحقیقی بر روی ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل انجام دادند و دو برنامه تمرین کاربردی و ایزوکنتیکی را استفاده کرده و گزارش نمودند، با وجود افزایش معنی‌دار قدرت در هر دو گروه تمرینی، پای چرخش یافته به داخل فقط در گروهی که تمرین ایزوکنتیکی انجام داده بودند کاهش یافته و اصلاح گردیده است، در واقع برنامه تمرین قدرتی می‌تواند بر پای چرخش یافته به داخل پا اثرگذار باشد. اگرچه نتایج تحقیق حاضر تا حدودی با نتایج آن‌ها همخوانی دارد، اما باید توجه داشت که برنامه تمرین قدرتی در تحقیق حاضر با تحقیق آن‌ها تفاوت دارد؛ چرا که آن‌ها عضلاتی را که به طور مستقیم بر پا و مچ پا (ناحیه دیستال اندام تحتانی) اثرگذار هستند مورد استفاده قرار داده‌اند، اما در تحقیق حاضر از عضلات ناحیه پروگزیمال اندام تحتانی (عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی) در کاهش پای چرخش یافته به داخل استفاده گردید.

حسن‌وند و همکاران (۳۳) نیز در تحقیقی تأثیر حرکات اصلاحی را بر ناهنجاری‌های اسکلتی– عضلانی دختران دانش‌آموز شهر خرم‌آباد اجرا کرده و گزارش نمودند که بعد از اعمال تمرینات تقویتی و کششی برای عضلات، میزان ناهنجاری کف پای صاف آنان کاهش معنی‌داری داشته است. اگرچه نتایج تحقیق حاضر تا حدودی با نتایج پژوهش آن‌ها همخوانی دارد، اما باید توجه داشت که برنامه تمرینی و عضلاتی که تقویت شده‌اند و همچنین روش اندازه‌گیری ناهنجاری در تحقیق حاضر با تحقیق آن‌ها تفاوت دارد. Synder و همکاران (۱۴) نیز در تحقیقی یک برنامه تمرین مقاومتی را برای عضلات مفصل ران به کار بردند و اثر این افزایش قدرت عضلانی را بر میزان پای چرخش یافته به داخل سنجیدند. نتایج تحقیق آن‌ها مشخص نمود که افزایش قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران منجر به کاهش زاویه پشت پا (معیار پای چرخش یافته به داخل) می‌گردد، اما این کاهش معنی‌دار نبود. در واقع برنامه تمرین قدرتی نتوانسته است بر پای چرخش یافته به داخل اثر بگذارد. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نتایج تحقیقات Synder و همکاران (۱۴) را حمایت نمی‌کند و مشخص ساخت که با استفاده از برنامه تمرین قدرتی برای عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل کاهش پیدا کرده و تا حدودی اصلاح می‌گردد.

وجه تمایز تحقیق حاضر با تحقیق آن‌ها در آن است که آنان اثر افزایش قدرت عضلات مفصل ران را بر ناحیه دیستال اندام تحتانی در آزمودنی‌هایی که پای آن‌ها نرمال بود مطالعه نموده‌اند، ولی در تحقیق حاضر سعی بر این بود که آزمودنی‌ها دارای افزایش پای چرخش یافته به داخل باشند و با استفاده از افزایش قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران میزان چرخش داخلی ران و افتادگی استخوان ناوی را کاهش داده و ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل را اصلاح نماییم. همان گونه که Synder و همکاران نیز اشاره نموده‌اند افرادی که افزایش پای چرخش یافته به داخل دارند، ممکن است تغییر بیشتری در پای چرخش یافته به داخل داشته باشند. این نظر بر پایه سابقه تحقیقات قبلی (که فرض آن‌ها بر این بوده که افزایش قدرت عضلات نیرومند مفصل ران با کاهش حرکات اضافی ناحیه دیستال اندام تحتانی (مچ پا) در صفحات فرونتال و ترنسورس مرتبط است) استوار بوده است (۱۵).

همان گونه که ذکر شد، عقیده بر این است که حرکات مفصل ران ممکن است حرکات اضافی در صفحات فرونتال و ترنسورس در ناحیه دیستال اندام تحتانی (مچ پای) افراد را در زنجیره بسته حرکتی کاهش دهد. شاید با افزایش قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران حرکت چرخش داخلی و نزدیک شدن ران و اندام تحتانی به خط میانی بدن کاهش پیدا کرده و کنترل گردد و این کاهش به ناحیه دیستال اندام تحتانی (مچ پا) انتقال داده شود و بر آن ناحیه

www.mui.ac.ir

اثر گذارد و موجب اصلاح و کاهش اورژن پاشنه و حرکت قاپ به سمت داخل گردد؛ چرا که وقتی ناحیه دیستال اندام تحتانی بر جایی ثابت شده باشد حرکت یک بخش بر دیگر بخش‌های زنجیره حرکت اثر می‌گذارد (۱۸) و در زنجیره بسته حرکتی، مچ پا تحت تأثیر نواحی بالای مچ یعنی بخش‌های فوقانی اندام تحتانی می‌باشد، اما با توجه به مطالب مذکور، تغییر در قدرت عضلات مفصل ران در ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل می‌تواند یک روش جدید باشد.

همچنین باید توجه داشت که روش اندازه‌گیری ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل در تحقیق حاضر با تحقیق Synder و همکاران تفاوت دارد؛ چرا که آن‌ها زاویه پشت پا را مورد ارزیابی قرار داده‌اند، اما در تحقیق حاضر برای مشخص کردن ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل آزمون افتادگی استخوان ناوی که روشی معتبر و پایا است (۲۳-۲۰) و میزان چرخش داخلی استخوان ران استفاده گردیده است. بنابراین شاید دلیل عدم همخوانی نتایج تحقیق حاضر با تحقیق Synder و همکاران در نوع آزمودنی‌ها و روش اندازه‌گیری پای چرخش یافته به داخل باشد؛ چرا که احتمال دارد آزمودنی‌هایی که دارای آزمون افت ناوی بیش از ۱۰ میلی‌متر می‌باشند، دارای پتانسیل بیشتری برای اصلاح میزان پای چرخش یافته به داخل با آزمون افتادگی ناوی که روشی معتبر و پایاست هستند.

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، متخصصان حرکات اصلاحی که درصدد اصلاح پای چرخش یافته به داخل در مردان ۱۸ تا ۲۵ سال می‌باشند، می‌توانند با یک برنامه تمرین قدرتی ۶ هفته‌ای عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران موجب کاهش چرخش داخلی ران و افتادگی استخوان ناوی شوند و ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل را اصلاح نمایند. بنابراین احتمال دارد با تغییرات در ناحیه پروگزیمال اندام تحتانی بتوان پای چرخش یافته به داخل که در ناحیه دیستال اندام تحتانی است را اصلاح نمود.

محدودیت‌ها

جنس (مردان دارای افتادگی ناوی بیش از ۱۰ میلی‌متر)، سن آزمودنی‌ها (افراد ۱۸تا ۲۵ سال)، شاخص توده بدنی (بین ۲۰ تا ۲۵) و عدم جراحی در اندام تحتانی محدودیت‌های قابل کنترل تحقیق حاضر بودند. همچنین از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان داشتن حجم نمونه کم با وجود نرمال بودن توزیع را ذکر نمود که ممکن است بر نتایج اثرگذار باشد، بنابراین پیشنهاد می‌شود این موضوع در مطالعات آینده با حجم نمونه بالاتر مورد بررسی قرار گیرد.

پیشنهادها

به طور کلی و بر اساس نتایج به دست آمده پیشنهاد می‌گردد که در تحقیقی ماندگاری تمرینات عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران در اصلاح ناهنجاری پای چرخش یافته به داخل بررسی گردد.

تشکر و قدردانی

از کلیه شرکت کنندگان محترمی که در انجام این پژوهش همکاری داشتند، کمال تشکر را داریم.

References

1. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability. J Athl Train 2005; 40(1): 41-6.
2. Hertel J, Gay MR, Denegar CR. Differences in Postural Control during Single-Leg Stance among Healthy Individuals with Different Foot Types. J Athl Train 2002; 37(2): 129-32.
3. Barton CJ, Bonanno D, Levinger P, Menz HB. Foot and ankle characteristics in patellofemoral pain syndrome: a case control and reliability study. J Orthop Sports Phys Ther 2010; 40(5): 286-96.
4. Dahle LK, Mueller MJ, Delitto A, Diamond JE. Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. J Orthop Sports Phys Ther 1991; 14(2): 70-4.
5. Neely FG. Biomechanical risk factors for exercise-related lower limb injuries. Sports Med 1998; 26(6): 395-413.
6. Ryan JL. Evaluation of orthopedic and athletic injures. 2nd ed. Philadelphia, PA: F a Davis Company; 2002.

7. Brody DM. Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. Orthop Clin North Am 1982; 13(3): 541-58.
8. Letafatkar Kh, Bakhsheshi Heris M, Ghorbani S. Corrective exercises and treatment. Tehran, Iran: Bamdad Publications. 2010. p:148-9. [In Persian]
9. Kendall McCreary EK, Provance PG. Muscles: testing and function with posture and pain. 5th ed. New York, NY: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
10. Parker N, Greenhalgh A, Chockalingam N, Dangerfield PH. Positional relationship between leg rotation and lumbar spine during quiet standing. Stud Health Technol Inform 2008; 140: 231-9.
11. Powers CM, Chen PY, Reischl SF, Perry J. Comparison of foot pronation and lower extremity rotation in persons with and without patellofemoral pain. Foot Ankle Int 2002; 23(7): 634-40.
12. Prentice WE. Rehabilitation techniques in sports medicine. 4th ed. New York, NY: McGraw-Hill Education; 2009.
13. Donatelli RA. Normal anatomy and biomechanics. In: Donatelli R, editor. The biomechanics of the foot and ankle. 2nd ed. Philadephia, PA: F.A. Davis; 1996. p. 3-30.
14. 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. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2009; 24(1): 26-34.
15. Knutzen KM, Price A. Lower extremity static and dynamic relationships with rearfoot motion in gait. J Am Podiatr Med Assoc 1994; 84(4): 171-80.
16. Bellchamber TL, van den Bogert AJ. Contributions of proximal and distal moments to axial tibial rotation during walking and running. J Biomech 2000; 33(11): 1397-403.
17. Feltner ME, MacRae HS, MacRae PG, Turner NS, Hartman CA, Summers ML, et al. Strength training effects on rearfoot motion in running. Med Sci Sports Exerc 1994; 26(8): 1021-7.
18. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. J Am Acad Orthop Surg 2005; 13(5): 316-25.
19. Khayambashi K, Mohammadkhani Z, Ghaznavi K, Lyle MA, Powers CM. The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: a randomized controlled trial. J Orthop Sports Phys Ther 2012; 42(1): 22-9.
20. Cornwall MW, McPoil TG. Relative movement of the navicular bone during normal walking. Foot Ankle Int 1999; 20(8): 507-12.
21. Menz HB. Alternative techniques for the clinical assessment of foot pronation. J Am Podiatr Med Assoc 1998; 88(3): 119-29.
22. Saltzman CL, Nawoczenski DA, Talbot KD. Measurement of the medial longitudinal arch. Arch Phys Med Rehabil 1995; 76(1): 45-9.
23. Williams DS, McClay IS. Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. Phys Ther 2000; 80(9): 864-71.
24. McPoil TG, Cornwall MW. The relationship between static lower extremity measurements and rearfoot motion during walking. J Orthop Sports Phys Ther 1996; 24(5): 309-14.
25. Rajabi R, Samadi H. Laboratory guide corrective exersice. 1st ed. Tehran, Iran: Tehran University; 2009.
26. Bierma-Zeinstra SM, Bohnen AM, Ramlal R, Ridderikhoff J, Verhaar JA, Prins A. Comparison between two devices for measuring hip joint motions. Clin Rehabil 1998; 12(6): 497-505.
27. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. J Orthop Sports Phys Ther 2003; 33(11): 671-6.
28. Gould JA. Orthopaedic and sports physical therapy. 2nd ed. Mosby; 1990.
29. Franklin BA, Whaley MH, Howley ET. ACSM's guide line for exercise testing and prescription. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2000.
30. Nadler SF, Malanga GA, Bartoli LA, Feinberg JH, Prybicien M, Deprince M. Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: influence of core strengthening. Med Sci Sports Exerc 2002; 34(1): 9-16.
31. Jacobs CA, Lewis M, Bolgla LA, Christensen CP, Nitz AJ, Uhl TL. Electromyographic analysis of hip abductor exercises performed by a sample of total hip arthroplasty patients. J Arthroplasty 2009; 24(7): 1130-6.
32. Mascal CL, Landel R, Powers C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. J Orthop Sports Phys Ther 2003; 33(11): 647-60.
33. Hasnvand B, Bahrami F, Darvishi A, Karami K, Changi M. Effectiveness of regular corrective exercisein musculoskeletal abnormalities on girls khorramabad. J Lorestan Medical Scienses 2011; 13(1):79-85.

www.mui.ac.ir

The effect of a selected exercise program on correcting foot pronation (Pilot study)

Amir Dadashpoor*, Seyyed Sadreddin Shojaeddin[1], Mohammad Hossein Alizadeh[2]

Original Article

Abstract

Introduction: Pronated foot is one of the most common abnormalities associated with navicular drop and increased internal rotation of the hip and may be influenced by the hip muscles. The purpose of this study was to examine the affect of a selected exercise program on pronated foot correction.

Materials and Methods: Thirty male subjects (Mean age ± SD; 21.36 ± 2.07 years, weight ± SD; 71.93 ± 7.62 kg, height ± SD; 177.33 ± 7.52 cm) with pronated foot participated in this study and randomly divided into two control and experimental groups. Pronated foot was measured by navicular drop test and medial rotation of hip was measured by goniometric method. The strength of hip abductor and lateral rotator muscles was assessed using hand-held dynamometer. The experimental group participated in strength training program three times a week for six weeks. Control group were asked to continue their daily activity. After 6 weeks, navicular drop, hip internal rotation and muscles strength were measured again. Data analysis with paired and independent samples t-test was performed.

Results: The results revealed that in experimental group, there was a hip internal rotation and navicular drop reduction with increase in hip muscle strength. The experimental group has significant decreased in the rate of hip internal rotation and pronated foot in comparison to control group ($P \leq 0.05$).

Conclusion: The results indicated that increasing in hip abductor and lateral rotator muscles strength by a selected exercise program may prevent foot pronation and help to correct this deformity.

Keywords: Pronated foot, Medial rotation of hip, Strength exercise program, Navicular drop

Citation: Dadashpoor A, Shojaeddin SS, Alizadeh MH. **The effect of a selected exercise program on correcting foot pronation (Pilot study).** J Res Rehabil Sci 2013; 9(2): 209-19.

Received date: 01/11/2012 Accept date: 14/05/2013

* Department of Corrective Exercises and Sport Injury, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Kharazmi, Tehran, Iran (Corresponding Author) Email: dadashpoor.amir@gmail.com
1- Associate Professor, Department of Corrective Exercises and Sport Injury, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Kharazmi, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Department of Sport Medicine and Hygiene, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran