

## The Effect of Closed Chain Hip Exercise in Correcting Foot Hyperpronation

Amir Dadashpoor<sup>1\*</sup>, Rasoul Mohammadi<sup>2</sup>, Mahsa Khalaj<sup>3</sup>, Ali Dadashpoor<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, School of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Department of Sport Biomechanics, School of Physical Education and Sport Sciences, Tehran Islamic Azad University (Central Branch), Tehran, Iran

<sup>3</sup>Department Physical Education and Sport Sciences, School of Physical Education and Sport Sciences, Karaj Branch Islamic Azad University (Karaj Branch), Karaj, Iran

Received: 11 Jun, 2013      Accepted: 5 Aug, 2013

### Abstract

**Background and Objectives:** In Closed Chain kinetic problem, Foot Hyperpronation leads to lower extremity weakness. The purpose of this study was to examine the effect of closed chain hip exercise in correcting foot hyperpronation.

**Materials and Methods:** Thirty male subjects with foot hyperpronation participated in this study and were divided into case and control groups. First foot hyperpronation was measured by goniometer and the strength of hip abductor and lateral rotator muscles assessed using hand-held dynamometer, then the interventional group participated in closed-chain hip rotation strengthening exercises three days a week for six weeks. The control group asked to continue their daily activity. After a 6 weeks, Foot hyperpronation and muscles strength were measured again. Data analysis with paired and independent samples t test was performed ( $p \leq 0/05$ ).

**Results:** There was significant increase between pre and post-tests in the strength of hip abductor and external rotator muscles and foot hyperpronation in the case group while no differences was found in the control group. Also, both groups at pre-test, had no significant differences in the strength of hip abductor and external rotator muscles and foot hyperpronation however, significant differences were observed in the post test.

**Conclusion:** Body components such as rings are linked together like a chain that each them affects others, thus after performing weight-bearing closed chain hip rotation exercise and increasing muscles strength of proximal lower extremity it can be correct foot hyperpronation in distal lower extremity.

**Keywords:** Foot Hyperpronation, Closed chain exercises, Hip Abductor Muscle, Hip External Rotator Muscle

\*Corresponding author:

**E-mail:** Dadashpoor.amir@gmail.com

## مقاله پژوهشی

### تاثیر یک دوره تمرینات زنجیره بسته حرکتی عضلات ران بر اصلاح هایپر پرونیشن پا

امیر داداش پور: گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران، نویسنده رابط: E-mail: Dadashpoor.amir@gmail.com

رسول محمدی: گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران  
مهسا خلج: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران  
علی داداش پور: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران

دریافت: ۹۲/۳/۲۱ پذیرش: ۹۲/۵/۱۴

## چکیده

**زمینه و اهداف:** در زنجیره بسته حرکتی، هایپر پرونیشن پا سبب راستای نامناسب و تضعیف اندام تحتانی در کل زنجیره حرکتی می شود. هدف این مطالعه بررسی تاثیر یک دوره تمرینات زنجیره بسته حرکتی عضلات ران بر اصلاح ناهنجاری هایپر پرونیشن پا بود.

**مواد و روش ها:** ۳۰ نفر شرکت کننده مرد به صورت هدفمند که هایپر پرونیشن پا داشته انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری مداخله و شاهد قرار گرفتند. ابتدا هایپر پرونیشن پای شرکت کنندگان با گونیامتر و قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران با دیناموتر دستی اندازه گیری شد. سپس گروه مداخله به مدت شش هفته، و با تواتر سه جلسه در هفته تمرینات چرخشی زنجیره بسته حرکتی عضلات ران را اجرا نمودند. گروه شاهد فعالیت معمول خود را سپری نمود. پس از شش هفته میزان قدرت عضلات و هایپر پرونیشن پا مجدداً اندازه گیری شد. تغییرات درون و بین گروهی با استفاده از آزمون های Paired t و Independent t در سطح معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) تحلیل گردیدند.

**یافته ها:** نتایج آزمون Paired t مشخص ساخت که اختلاف معنی داری در قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی و همچنین هایپر پرونیشن پا بین پیش و پس آزمون گروه مداخله وجود دارد اما این تغییرات در گروه شاهد معنی داری مشاهده نشد. نتایج آزمون Independent t بیانگر بود که بین دو گروه مداخله و شاهد در پیش آزمون قدرت عضلات ابداکتور، چرخاننده خارجی و هایپر پرونیشن پا تفاوت معنی داری وجود ندارد اما در پس آزمون تفاوت معنی داری مشاهده گردید.

**نتیجه گیری:** اجزای بدن مانند حلقه های بهم پیوسته یک زنجیرند که هر جزء روی دیگری تاثیر می گذارد پس با اجرای تمرینات زنجیره بسته حرکتی در حالت متحمل وزن و افزایش قدرت عضلات نزدیک به تنه (Proximal) اندام تحتانی می توان هایپر پرونیشن پا ناحیه دور از تنه (Distal) اندام تحتانی را اصلاح نمود.

**کلیده واژه ها:** هایپر پرونیشن پا، تمرینات زنجیره بسته حرکتی، عضلات ابداکتور ران، عضلات چرخاننده خارجی ران

## مقدمه

مفصل ساب تالار از هم گسیخته شود. ذکر گردیده که در زنجیره بسته حرکتی، هایپر پرونیشن پا در مفصل ساب تالار با اداکشن و پلاننار فلکشن تالوس و ایورژن همراه است (۲) همچنین در این ناهنجاری میچ پا به داخل می چرخد (۳).

بر اساس مشاهدات بالینی، هایپر پرونیشن پا (Hyperpronation Feet) یک ناهنجاری بسیار شایع است که منجر به راستای نامناسب اندام تحتانی می گردد. راستای پا به عنوان انتهایی ترین بخش در زنجیره حرکتی اندام تحتانی، نقش مهمی در ایستادن و راه رفتن فرد دارد (۱) و بیومکانیک طبیعی پا می تواند در نتیجه عملکرد غیر طبیعی

تهران تشکیل می‌دادند و حداقل به مدت دو سال عضویت در باشگاه تناسب اندام را داشتند. از میان آنها به روش convenient sampling ۳۰ شرکت‌کننده که زاویه هایپرپرونیشن آنها بیشتر از ۹ درجه بود، انتخاب شده و پس از کسب رضایت نامه کتبی وارد تحقیق شدند و به طور تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری قرار گرفتند. یک گروه به عنوان گروه شاهد و یک گروه به عنوان گروه مداخله در نظر گرفته شدند. تمامی شرکت‌کنندگان سابقه جراحی در اندام تحتانی، شاخص توده بدنی (Body Mass Index) بالاتر از ۲۵ و پایین‌تر از ۲۰ را نداشتند که در صورت وجود هر یک از این موارد از نمونه خارج شده و حذف می‌گردیدند. همچنین پای برتر شرکت‌کنندگان با پاسخ به این سؤال که با کدام پا به توپ ضربه می‌زنند، مشخص شد. میزان هایپرپرونیشن پا از طریق اندازه‌گیری زاویه والگوس پاشنه مشخص شد، به این صورت که خط میانی ساق پا در یک سوم تحتانی و خط میانی پشت پا (پاشنه) شرکت‌کننده در وضعیت خوابیده به شکم (Prone) رسم شد، سپس در حالت ایستاده و متحمل وزن زاویه تشکیل شده بین این دو خط با گونیامتر اندازه‌گیری شد (۱۰). در مطالعه‌ای آزمایشی روی ۱۵ شرکت‌کننده، پایایی (Intraclass Coefficient Correlation, ICC) اندازه‌گیری زاویه والگوس پاشنه ( $ICC = ۰/۶۹$ ) نتایج خوبی را نشان داد. محاسبه قدرت ایزومتریک عضلات ابداکتور ران و چرخاننده خارجی ران با استفاده از دینامومتر دستی (Lafayette, USA) براساس روشی که Ireland و همکاران ذکر نموده‌اند صورت گرفت. این روش‌ها اعتبار بالایی را نشان داده‌اند (۱۹). اندازه‌گیری قدرت عضلات ابداکتور به این صورت بود که شرکت‌کننده به پهلو خوابیده به نحوی که مفصل لگن در حالت طبیعی و مفصل زانو باز باشد، بین زانوها آنقدر بالش گذاشته می‌شد تا اندام تحتانی در حالت طبیعی قرار گیرد و با استرپ (Strap)، کمر (تنه) به تخت ثابت می‌شد. سپس دینامومتر در پنج سانتیمتر بالای کندیل خارجی ران قرار می‌گرفت و با استرپ دیگری بر روی پا و به زیر تخت ثابت می‌شد (تصویر ۱) و از شرکت‌کننده خواسته می‌شد در برابر مقاومت استرپ اندام تحتانی خود را به سمت بالا ببرد و دور کردن ران را انجام دهد و حداکثر نیروی وارده به دستگاه به ثبت رسید (۱۹، ۲۰).

محاسبه قدرت ایزومتریک عضلات چرخاننده خارجی ران با استفاده از دینامومتر به این صورت بود که شرکت‌کننده به نحوی می‌نشست که مفصل زانو و ران ۹۰ درجه خم باشند، قسمت دور از تنه (Distal) استخوان ران توسط استرپی ثابت می‌شد، دینامومتر در پنج 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 شرکت‌کننده خواسته می‌شد در برابر مقاومت استرپ پاشنه خود را به سمت داخل ببرد (۱۹، ۲۰) و حداکثر نیروی وارده به دستگاه به ثبت رسید (تصویر ۱). شرکت‌کننده یک کوشش تمرینی را اجرا نموده و سپس هر تست قدرت ایزومتریک سه بار تکرار شده و هر انقباض پنج ثانیه حفظ شده و شرکت‌کننده بین هر تکرار پانزده ثانیه استراحت نموده و در نهایت حداکثر قدرت، به عنوان رکورد

مطالعات نشان داده‌اند که در یک زنجیره حرکتی بسته در افراد سالم، هایپرپرونیشن پا سبب چرخش داخلی ساق و ران می‌شود (۴، ۵، ۶) و ذکر شده در این ناهنجاری ضعف عضلات چرخاننده خارجی ران وجود دارد (۷) بنابراین شناخت ساختار بیومکانیکی هر بخش از بدن به منظور پیشگیری و درمان موثر هر بخش از سیستم اسکلتی-عضلانی بدن حائز اهمیت است (۸).

در گذشته اصلاح هایپرپرونیشن پا با استفاده از شیوه‌هایی که مستقیماً بر ناحیه دور از تنه (Distal) اندام تحتانی اثر گذار می‌باشد نظیر: پوشیدنی‌های پا (Footwear) (۹)، ارتز (Orthoses) (۱۰)، نواربندی (Taping) (۱۱) و یا تقویت عضلات ناحیه مچ پا (۱۲) اجرا گردیده است. اخیراً عقیده بر این است که افزایش قدرت مفصل ران ممکن است حرکات اضافی ناحیه انتهایی دور از تنه (Distal) اندام تحتانی (Distal end of the lower extremity) را در صفحات فرونتال و ترنسورس کاهش دهد (۹) و نیز بررسی‌ها نشان داده‌اند که حرکات مفصل ران به عنوان مهمترین عامل شرکت‌کننده در حرکت پای خلفی (Rear foot) می‌باشد (۱۳) زیرا که وقتی ناحیه دور از تنه (Distal) اندام تحتانی بر جایی ثابت شده باشد حرکت در یک بخش بر دیگر بخش‌های زنجیره حرکت اثر می‌گذارد (۱۴). به طور نمونه در Dadashpoor و همکاران اثر گذاری برنامه تمرین قدرتی خوابیده به پهلو و ایستاده عضلات دور کننده و چرخاننده خارجی ران، و افزایش قدرت عضلات مذکور را در کاهش و اصلاح پای چرخش یافته به داخل ذکر نموده‌اند (۱۵، ۱۶) و یا در تحقیقی دیگر Snyder و همکاران پس از شش هفته تمرین مقاومتی با استفاده از تمرینات چرخشی زنجیره بسته عضلات ران (Closed Chain Hip Rotation Exercise, CCHRE) مشاهده نمودند، که چرخش داخلی ران تمایل به کاهش داشته ولی زاویه والگوس پاشنه (زاویه پشت پا) (Rear foot Angle) آنها با وجود کاهش، معنی‌دار نگردیده است (۹). با توجه به اینکه اجزای بدن مانند حلقه‌های به هم پیوسته یک زنجیرند که هر جزء روی دیگری تاثیر می‌گذارد (۱۷) این احتمال وجود دارد که افزایش قدرت عضلات نزدیک به تنه (Proximal) در وضعیت متحمل وزن منجر به تغییرات ناحیه انتهایی دور از تنه (Distal) اندام تحتانی گردد. بنابراین تمرینات چرخشی زنجیره بسته حرکتی مفصل ران، که مقاومت را بر عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران در وضعیت ایستاده بر روی یک پا (Single Leg Stance)، که در تحقیقات پیشینه مقدار فعالیت زیاد عضلات سرینی میانی را در برداشته انتخاب گردیدند (۱۸). همچنین این تمرینات به علت اینکه ثبات را در اندام تحتانی در صفحات فرونتال و ترنسورس در یک وضعیت کاربردی به چالش می‌کشند، مفید است. وجود تحقیقات اندک در زمینه تمرینات زنجیره بسته حرکتی ران منجر به انجام این تحقیق گردید تا تاثیر تمرینات CCHRE در اصلاح ناهنجاری هایپر پرونیشن پا بررسی گردد.

## مواد و روش‌ها

مطالعه نیمه تجربی حاضر، مداخله‌ای به صورت پیش و پس - آزمون بود. جامعه تحقیق حاضر را مردان ۲۰ تا ۲۵ ساله غرب

رساند و به آرامی زمین را لمس می نمود و بعد به وضعیت شروع بر می گشت (تصویر ۲).

در تمرین AWAY شرکت کننده بر روی پای غالب (در تصویر پای راست) که به سمت پشت می باشد ایستاده و وزن را بروی آن پا انداخته و پای غیر غالب (در تصویر پای چپ) خود را صاف نموده در حالی که تنه را در جهت خلاف عقربه ساعت می چرخاند. و پا را تا حد ممکن به دورترین نقطه خط سفید می رساند و به آرامی زمین را لمس می نمود و بعد به وضعیت شروع بر می گردد (تصویر ۳).

و تمرین HIP HIKE که شرکت کننده بر روی پای غالب (در تصویر پای راست) به پهلو ایستاده در وضعیتی که وزن را بر روی پای غیر غالب (در تصویر پای چپ) انداخته و بعد سمت چپ لگن به سمت سقف بالا برده و بعد به وضعیت شروع بر می گرداند (تصویر ۴).

شرکت کنندگان گروه شاهد در طول این مدت فعالیت های طبیعی خود را حفظ کرده و در برنامه تمرینی خاصی شرکت نکردند. پس از اتمام برنامه تمرینی برای گروه مداخله، تمام شرکت کنندگان گروه مداخله و شاهد در تمامی متغیرهای مورد نظر تحقیق به روش پیش آزمون، پس آزمون بعمل آمد.

از آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده ها و برای مقایسه میانگین های پیروینیشن پا و قدرت عضلات ابدکتور و چرخاننده خارجی ران بین پیش و پس آزمون گروه مداخله و شاهد از آزمون Paired t و برای تغییرات بین گروهی از آزمون های Independent t در سطح آلفای (0/05) با استفاده از نرم افزار آماری SPSS16 استفاده گردید.

## یافته ها

ویژگی های فردی شرکت کنندگان دو گروه مداخله و شاهد در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج مربوط به مقایسه ویژگی های فیزیکی همچون قد، وزن، سن، BMI، قدرت عضلات ابدکتور و چرخاننده خارجی ران و زاویه والگوس پاشنه (پای خلفی) در دو گروه در پیش آزمون حاکی از عدم تفاوت، در نتیجه همگنی دو گروه پس از تقسیم تصادفی است.

نتایج مقایسه دو گروه پیش و پس از تمرینات CCHRE نشان دهنده آن است که در گروه مداخله با استفاده از تمرینات CCHRE در حالت متحمل وزن قدرت عضلات ابدکتور ( $p < 0/001$ )، چرخاننده خارجی ران ( $p < 0/001$ ) و هایپرپرونیشن پا ( $p < 0/001$ ) کاهش یافته است، لیکن در گروه شاهد تغییرات معنی داری در قدرت عضلات ابدکتور ( $P=0/836$ ) و چرخش دهنده خارجی ران ( $P=0/619$ ) و هایپرپرونیشن پا ( $P=0/719$ ) مشاهده نگردید (جدول ۲).

در مقایسه شرکت کنندگان دو گروه مداخله و شاهد در پیش آزمون تفاوت معنی داری مشاهده نشد ( $p < 0/05$ )، اما در پس آزمون اختلاف معنی داری در میزان هایپرپرونیشن پا ( $p < 0/001$ ) قدرت عضلات ابدکتور ( $p < 0/001$ ) و چرخش دهنده خارجی ران ( $p < 0/001$ ) دو گروه وجود داشت. بنابراین در گروه مداخله،

وی ثبت می گردید (۲۰). در برنامه تمرین تقویت عضلاتی از یک سری تمرینات چرخشی زنجیره بسته حرکتی عضلات ابدکتور و چرخاننده خارجی ران استفاده گردید. این تمرینات به دلیل اینکه بارهای تمرینی را در مفصل ران در وضعیت کاربردی تر از روش های سنتی و قدیمی تمرینات عضلات ابدکتور و چرخاننده خارجی ران در حالت خوابیده به پهلو به کار می برند، انتخاب شدند. علاوه بر این، استفاده از دستگاه سیم کش به عنوان بهترین تمرین مقاومتی استاندارد در تمرینات شناخته شده است. همچنین این تمرینات در تحقیقات، فعالیت الکترومیوگرافی سطح بالایی را در عضله سربینی میانی نشان داده اند (۱۸).

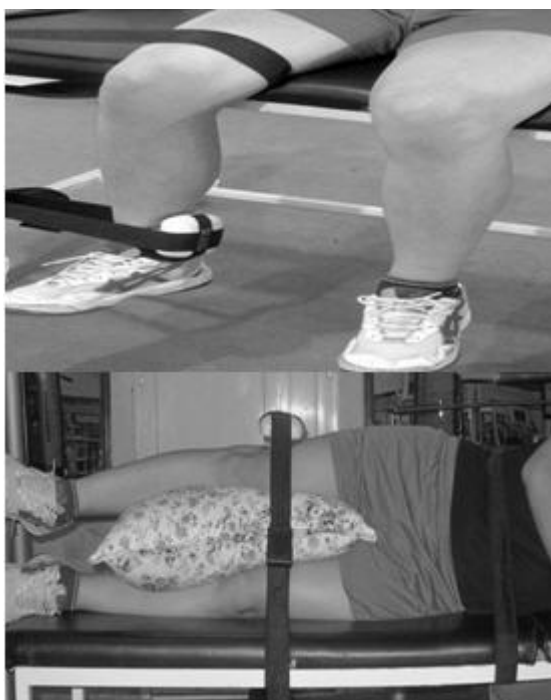
سه تمرین برای عضلات ابدکتور و چرخاننده خارجی ران استفاده گردید: تمرینات TOWARD و AWAY (بر این اساس که صورت رویه جلو و یا عقب ستون دستگاه سیم کش باشد) و تمرین HIP HIKE.

برای این تمرینات کمربندی دور کمر شرکت کننده همراه با حلقه ای در سمت مفصل ران (غیر غالب) که به دستگاه سیم کش متصل بود؛ قرار گرفت. قرقره دستگاه سیم کش در پایین ترین نقطه نزدیک به کف زمین قرار گرفت. نشانه های نواری (Tape Marks) بر روی زمین زده شده بود، که منجر به راهنمایی برای ایجاد وضعیت (Position) صحیح شرکت کننده می گردید. همچنین فیدبک های شفاهی جهت اطمینان از اینکه شانه ها، تنه و مفاصل ران در وضعیت صحیح قرار گیرد توسط آزمونگر داده می شد. پیش از شروع برنامه تمرینی کلیه شرکت کنندگان گروه مورد به منظور تعیین شدت تمرین و مناسب بودن وزنه مناسب هر حرکت مورد ارزیابی قرار گرفتند. میزان بار اولیه هر سه تمرین بر اساس روش تمرینی Delorme جهت بهبود قدرت عضلانی مشخص گردید بدین صورت که در دور اول ده تکرار با پنجاه درصد حداکثر وزنه مذکور، دور دوم ده تکرار با هفتاد و پنج درصد وزنه مذکور و دور سوم ده تکرار با صد درصد وزنه مذکور استفاده می شد (۲، ۲۱). تمرینات طی شش هفته، هفته ای سه جلسه برنامه ریزی شد. تمام جلسات تمرینی با حداقل چهل و هشت ساعت جدا شده بودند (۲۲). اما با توجه به دسترسی به شرکت کنندگان متغیر بود، و به منظور رعایت اصول تمرین، هر دو هفته در صورت امکان ده درصد بر میزان وزنه اضافه می شد. برای فاز فزاینده کردن در هر وزنه ای حدود ده درصد وقتی که شرکت کننده به دوازده تکرار می رسیدند، در صورت پیشرفت اضافه می شد؛ تعداد تکرارهایی که باعث خستگی می گردید شدت تمرین قدرتی را مشخص می ساخت (۲۲). این روند اضافه بار اجرا می گردید تا عضلات به طور مناسب تحت بار اضافی قرار گرفته و اثر تقویت عضلات را تسهیل نماید. تمرینات هر کدام سه ست اجرا شدند. دوره استراحت شصت ثانیه بود (۲).

تمرین TOWARD که شرکت کننده بر روی پای غالب (در تصویر پای راست) که به سمت جلو می باشد ایستاده و وزن را بر روی آن پا انداخته و پای غیر غالب (در تصویر پای چپ) خود را صاف نموده در حالی که تنه را در جهت خلاف عقربه ساعت می چرخاند. و پا را تا حد ممکن به دورترین نقطه خط سفید می

تمرینات CCHRE باعث افزایش قدرت عضلات ران می گردد، که انحراف پاشنه را به سمت والگوس کاهش داده و هایپر پرونیشن

پا شرکت کنندگان اصلاح گردیده است لیکن در گروه شاهد تغییر معنی داری ایجاد نشده است (جدول ۲).



تصویر ۱: وضعیت شرکت کنندگان در ارزیابی قدرت ایزومتریک عضلات چرخاننده خارجی و ابدکتور ران



تصویر ۲: تمرین TOWARD



تصویر ۳: تمرین AWAY



تصویر ۴: تمرین HIP HIKE

جدول ۱: مقایسه میانگین ویژگی‌های فردی شرکت‌کنندگان در پیش‌آزمون

| متغیر       | تعداد | سن (سال)   | قد (سانتیمتر) | وزن (کیلوگرم) | BMI (کیلوگرم بر متر مربع) | قدرت ابدکتور (کیلوگرم) | قدرت چرخاننده خارجی (کیلوگرم) | زاویه والگوس پاشنه (درجه) |
|-------------|-------|------------|---------------|---------------|---------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| گروه مداخله | ۱۵    | ۲۲٫۶۰±۲٫۰۲ | ۱۷۶٫۰۰±۵٫۴۵   | ۷۱٫۰۶±۴٫۶۵    | ۲۲٫۹۲±۰٫۷۶                | ۲۲٫۲۰±۲٫۰۸             | ۹٫۸۰±۱٫۴۸                     | ۱۱٫۶۶±۰٫۹۷                |
| گروه شاهد   | ۱۵    | ۲۱٫۳۳±۲٫۱۹ | ۱۷۹٫۲۷±۹٫۱۶   | ۷۳٫۸۳±۹٫۵۴    | ۲۲٫۸۴±۱٫۰۷                | ۲۲٫۸۰±۱٫۵۵             | ۹٫۳۴±۱٫۵۶                     | ۱۱٫۱۳±۱٫۰۶                |
| P           |       | ۰/۱۱۲      | ۰/۲۴۸         | ۰/۳۴۲         | ۰/۸۰۷                     | ۰/۳۷۴                  | ۰/۴۰۹                         | ۰/۱۶۳                     |

آزمون t مستقل،  $P < ۰/۰۵$  معنی‌داری در نظر گرفته شد

جدول ۲: نتایج آزمون t مستقل (مقایسه بین گروهی) و t وابسته (مقایسه درون گروهی) در گروه شاهد و مورد

| پارامتر                             | گروه شاهد (تعداد=۱۵) |            | مداخله (تعداد=۱۵) |            | مقایسه بین گروهی P |
|-------------------------------------|----------------------|------------|-------------------|------------|--------------------|
|                                     | پیش‌آزمون            | پس‌آزمون   | پیش‌آزمون         | پس‌آزمون   |                    |
| قدرت عضلات ابدکتور (کیلوگرم)        | ۲۲/۸۰±۱/۵۵           | ۲۲/۸۰±۱/۵۳ | ۲۲/۲۰±۲/۰۸        | ۲۶/۰۲±۱/۲۲ | ۰/۰۰۰              |
| قدرت عضلات چرخاننده خارجی (کیلوگرم) | ۹/۳۴±۱/۵۶            | ۹/۳۶±۱/۵۹  | ۹/۸۰±۱/۴۸         | ۱۱/۷۰±۱/۱۱ | ۰/۰۰۰              |
| زاویه والگوس پاشنه (درجه)           | ۱۱/۱۳±۱/۰۶           | ۱۱/۲۰±۱/۰۱ | ۱۱/۶۶±۰/۹۷        | ۹/۶۰±۱/۱۸  | ۰/۰۰۰              |

آزمون t زوجی و مستقل،  $P < ۰/۰۰۵$  معنی‌داری در نظر گرفته شد.

## بحث

هدف از تحقیق حاضر تحقیق بررسی اثر یک دوره تمرینات زنجیره بسته حرکتی عضلات ابدکتور و چرخاننده خارجی ران بر اصلاح ناهنجاری هایپرپرولینیشن پا بود. یافته‌ها نشان دادند که با استفاده از تمرینات قدرت عضلات ابدکتور و چرخاننده خارجی ران افزایش پیدا کرده و منجر به اصلاح ناهنجاری هایپرپرولینیشن پا می‌گردد. با توجه به اینکه اجزای بدن مانند حلقه‌های به هم پیوسته یک زنجیرند که هر جزء روی دیگری تأثیر می‌گذارد (۱۷) این احتمال وجود دارد که با تمرینات CCHRE به علت اینکه بارهای تمرینی را در مفصل ران در وضعیت کاربردی‌تر از روش‌های سنتی و قدیمی تمرینات عضلات ابدکتور و چرخاننده خارجی ران در حالت خوابیده به پهلو در وضعیت متحمل وزن به کار می‌برند منجر به تغییرات ناحیه دور از تنه (Distal) اندام تحتانی (هایپرپرولینیشن پا) گردد. نتایج تحقیقی فوق با یافته‌های تحقیقات Hasnvand و همکاران (۲۳) و Dadashpoor و همکاران (۱۵، ۱۶) در توافق می‌باشد و آنها را تایید می‌کند اما یافته‌های تحقیق Skynder و همکاران (۹) را تایید نمی‌کند و همخوانی ندارد.

Hasanvand و همکاران در تحقیقی تأثیر حرکات اصلاحی را بر ناهنجاری‌های اسکلتی عضلانی دختران دانش آموز شهر خرم آباد 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 (۲۳). اگر چه نتایج تحقیق حاضر تا حدودی با نتایج آنها همخوانی دارد لیکن بایستی توجه داشت که برنامه تمرین قدرتی در تحقیق حاضر با تحقیق آنها تفاوت دارد، چرا که آنها عضلاتی را که مستقیماً بر پا و مچ پا (ناحیه دور از تنه Distal) اندام تحتانی اثر گذارند مورد استفاده قرار داده‌اند اما در تحقیق حاضر از عضلات ناحیه نزدیک به تنه (Proximal) اندام تحتانی (عضلات ابدکتور و چرخاننده خارجی) در کاهش هایپر پرولینیشن پا استفاده گردید. Dadashpoor و همکاران نیز در تحقیقی اثرگذاری عضلات دورکننده و چرخاننده خارجی ران را در ناهنجاری پرولینیشن پا ذکر نموده‌اند (۱۵، ۱۶). وجه تمایز تحقیق حاضر با تحقیق فوق در تمرینات داده شد بود چراکه در این تحقیق از تمرینات CCHRE در وضعیت ایستاده بر روی یک پا (Single Leg Stance) که بارهای تمرینی را در مفصل ران در

ادداکشن اندام تحتانی را در حالی که پا بر روی زمین ثابت شده است کنترل و کاهش می‌دهد و در نتیجه این کاهش در ادداکشن اندام تحتانی در ناحیه نزدیک به تنه (Proximal) اندام تحتانی به قسمت انتهایی دور از تنه (Distal) اندام تحتانی انتقال داده شده و باعث حرکت در مفصل ساب‌تالار خواهد گردید و پاشنه به سمت داخل حرکت کرده و در نتیجه قوس پا چرخش بیشتری پیدا کرده و قوس کف پا افزایش پیدا می‌کند. بنابراین با تمرینات CCHRE مفصل ساب‌تالار سوپینیت شده و در نتیجه هایپر پرونیشن پا اثر می‌گذارد. در صفحه ساجیتال نیز به نظر می‌رسد با استفاده از تمرینات CCHRE قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران افزایش پیدا کرده و اکستنشن اندام تحتانی را در حالی که پا بر روی زمین ثابت شده است کنترل و کاهش می‌دهد و در نتیجه این کاهش در اکستنشن اندام تحتانی در ناحیه نزدیک به تنه (Proximal) اندام تحتانی به قسمت انتهایی دور از تنه (Distal) اندام تحتانی رفته و باعث پلتار فلکشن شدن مچ پا می‌گردد در نتیجه هایپر پرونیشن پا اثر می‌گذارد.

### محدودیت‌ها

در انجام پژوهش حاضر محدودیت‌هایی هم وجود داشت. از جمله محدودیت‌ها سن شرکت‌کنندگان (۱۸ تا ۲۵ سال)، عدم استفاده شرکت‌کنندگان از سایر شیوه‌های اصلاح ناهنجاری (پوشیدنی‌های پا، ارتز، نواربندی و سایر شیوه‌های تمرین)، شاخص توده بدنی (بین ۲۰ تا ۲۵)، مدت زمان مداخله تمرینی (۶ هفته) و تعداد کم شرکت‌کنندگان بود.

### نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر به نظر می‌رسد می‌توان با تمرینات CCHRE در حالت متحمل وزن که پاها بر روی زمین قرار می‌تواند در هر سه صفحه حرکتی اثر گذاشته و ناهنجاری هایپر پرونیشن پا را اصلاح کند، و در واقع از مفصل نزدیک به تنه (Proximal) برای اصلاح ناهنجاری در مفصل انتهایی دور از تنه (Distal) استفاده نمود.

### تقدیر و تشکر

از کلیه شرکت‌کنندگان محترمی که همکاری لازم در انجام این پژوهش داشته، کمال تشکر را داریم.

### References

- Ledoux WR, Hillstrom HJ. The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planus feet. *Gait & posture* 2002; **15**(1): 1-9.
- Prentice WE. *Rehabilitation techniques for sports medicine and athletic training with laboratory manual and esims password card*. McGraw-Hill Humanities, Social Sciences Languages, 2004; PP: 170-172.
- Starkey C, Rayan JL. *Evaluation of Orthopedic and Athletic Injuries*. FA Davis Company, Philadelphia PA, 1996; PP: 66-69.
- Khamis S, Yizhar Z. Effect of feet hyper pronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait & Posture* 2007; **25**(1):127-34.
- Pinto RZA, Souza TR, Trede RG, Kirkwood RN, Figueiredo EM, Fonseca ST. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. *Manual Therapy* 2008; **13**(6): 513-519.
- Parker N, Greenhalgh A, Chockalingam N, Dangerfield P. Positional relationship between leg rotation and

وضعیت کاربردی‌تر از روش‌های سنتی و قدیمی تمرینات عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران در حالت خوابیده به پهلو به کار می‌برند، انتخاب شدند. علاوه بر این، استفاده از دستگاه سیم کش به عنوان بهترین تمرین مقاومتی استاندارد در تمرینات شناخته شده است. نتایج حاصل از تحقیق حاضر با تحقیق Skynder و همکاران همخوانی ندارد. احتمالاً دلیل عدم همخوانی نتایج تحقیق حاضر با تحقیق Skynder و همکاران نیز در این است که شرکت‌کنندگان آنها کسانی بودند که پای آنها نرمال بوده لیکن در تحقیق حاضر سعی بر این بوده که شرکت‌کنندگان دچار هایپر پرونیشن پا باشند و با استفاده از افزایش قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران با استفاده از تمرینات CCHRE ناهنجاری هایپر پرونیشن پا را کاهش داده و اصلاح نماییم. همانگونه که سیندر و همکاران نیز اشاره نموده‌اند افرادی که افزایش هایپر پرونیشن پا دارند، احتمالاً تغییرات بیشتری در هایپر پرونیشن پا خواهند داشت (۹). این نظر بر پایه سابقه تحقیقات قبلی استوار بوده است که فرض آنها بر این بوده که افزایش قدرت عضلات نیرومند مفصل ران با کاهش حرکات اضافی ناحیه دور از تنه (Distal) اندام تحتانی (مچ پا) در صفحات فرونتال و ترنسورس مرتبط است (۱۳).

همانگونه که ذکر شد عقیده بر این است که حرکات مفصل ران ممکن است حرکات اضافی در صفحات فرونتال و ترنسورس در ناحیه دور از تنه (Distal) اندام تحتانی (مچ پای) افراد را در زنجیره بسته حرکتی کاهش دهد (۹). احتمالاً با توجه به اینکه ناهنجاری هایپر پرونیشن پا در هر سه صفحه حرکتی ترنسورس، فرونتال و ساجیتال در مچ پا اثر می‌گذارد، به نظر می‌رسد در زنجیره بسته حرکتی در صفحه ترنسورس استفاده از تمرینات CCHRE و افزایش قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران چرخش داخلی اندام تحتانی در وضعیتی که پا بر روی زمین ثابت شده است را کنترل و کاهش می‌دهد و در نتیجه این کاهش در چرخش داخلی اندام تحتانی در ناحیه نزدیک به تنه (Proximal) به قسمت انتهایی دور از تنه (Distal) اندام تحتانی رفته و باعث حرکت در مفصل ساب‌تالار خواهد گردید به طوریکه مفصل ساب‌تالار سوپینیت شده و در نتیجه قوس پا چرخش بیشتری پیدا کرده و قوس کف پا افزایش پیدا می‌کند و هایپر پرونیشن پا اصلاح می‌گردد. در صفحه فرونتال با استفاده از تمرینات CCHRE قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران افزایش پیدا کرده و

- lumbar spine during quiet standing. *Studies in Health Technology and Informatics* 2008; **140**: 231.
7. Peterson-Kendall F, Kendall-McCreary E, Geise-Provance P, McIntyre-Rodgers M, Romani W. *Muscles testing and function with posture and pain*. Baltimore MD, Lippincott Williams & Wilkins, 2005; PP: 113-114.
  8. Abboud R. Relevant foot biomechanics. *Current Orthopedics* 2002; **16**(3): 165-179.
  9. Snyder KR, Earl JE, O'Connor KM, Ebersole KT. Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)* 2009; **24**(1): 26-34.
  10. Nejati P, Forough B, Kouhpayehzadeh J, Moein Aldin R, Nejati M. Effects of foot orthoses on knee pain and function of female athletes with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Zanjan University of Medical Sciences and Health Services* 2009; **17**(66): 49-60.
  11. Holmes C, Wilcox D, Fletcher J. Effect of a modified, low-dye medial longitudinal arch taping procedure on the subtler joint neutral position before and after light exercise. *The Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy* 2002; **32**(5): 194.
  12. Feltner ME, MacRae H, MacRae PG, Turner NS, Hartman CA, Summers ML, et al. Strength training effects on rearfoot motion in running. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1994; **26**(8): 1021.
  13. Knutzen K, Price A. Lower extremity static and dynamic relationships with rear foot motion in gait. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 1994; **84**(4): 171-180.
  14. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IMC. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *Journal of the American Academy of Orthopedic Surgeons* 2005; **13**(5): 316-325.
  15. Dadashpoor A, Shojaedin SS. The Effect of Strength Exercise Program on the Hip Lateral Rotator Muscles on Correcting Pronated Abductor Foot. *Journal of Sport Medicine* 2012; **4**(8): 73-88.
  16. Dadashpoor A, Shojaedin SS, Alizadeh MH. The effect of an exercise program in correcting pronated foot (pilot study). *J Res Rehabil Sci* 2013; **9**(2): 108-112.
  17. Chaitow L, DeLany J. Neuromuscular techniques in orthopedics. *Techniques in Orthopaedics* 2003; **18**(1): 74-86.
  18. Earl J. Gluteus medius activity during 3 variations of isometric single-leg stance. *J sport Rehabil* 2004; **13**: 1-11.
  19. Ireland M, Willson J, Ballantyne B, Davis I. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sport Phys Ther* 2003; **33**: 671-676.
  20. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IMC. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2005; **13**(5): 316-325.
  21. Gould JA. *Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. CV Mosby, 1990; PP: 95-98.
  22. Armstrong L. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. American College of Sport Medicine, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2006; PP: 47-48.
  23. Hasnvand B, Bahrami F, Darvishi A, Karami K, Chengeni M. The effect of regular corrective exercise on musculoskeletal deformities in Khorramabad school girls. *J Lorestan Medical Sciences* 2011; **13**(1): 79-85.