Studies of Body Posture and Sports Injuries

Comparison of the immediate effect of blood exercise with blood flow restriction on hypoalgesia in patients with patellofemoral pain

Mahdi Khodaei[1*], Sayed Ali Akbar Fallahpour Noushabadi[2], Pegah Hooshangi[3]

1. Msc in Department of Sports pathology and biomechanics, University of Kharazmi University, Tehran, Iran.

2. PhD in Department of Exercise Physiology, Islamic Azad University, Islamshahr Branch, Islamshahr, Iran.

3. PhD in Department of Exercise Physiology, Islamic Azad University, Islamshahr Branch, Islamshahr, Iran.

Abstract

Purpose: Exercise increases pressor pain thresholds in pain-free individuals, known as exercise-induced hypoalgesia. Exercise with blood flow restriction can produce higher hypoalgesic responses, but the effect of exercise with blood flow restriction on hypoalgesia in patients with patellofemoral pain is unknown. The main aim of this study was to compare the immediate effect of exercise with blood flow restriction on quadriceps muscle hypoalgesia in patients with patellofemoral pain.

Methods: Fifty-two patients with patellofemoral pain (based on inclusion criteria) were randomly divided into two groups of isometric squat training with and without blood flow restriction (26 people in each group). The group without blood flow restriction was included in the study as the control group. Pressure pain threshold in the quadriceps muscles was evaluated with a dynamometer and pain tolerance in the leg was evaluated using Algorometry of hand-controlled cuff before and after the intervention.

Results: The change in the pressure threshold of the quadriceps muscle after squat training did not show much difference between the two groups. The squat group with blood flow restriction had a 18.99% increase in quadriceps pain threshold, while the group without blood flow restriction had a 16.55% increase. But the change in pressure pain tolerance in the squat group with blood flow restriction was 7.7% higher than the squat group without blood flow restriction.

Conclusion: Exercise with blood flow restriction compared to exercise without blood flow restriction caused more hypoalgesia in patients with patellofemoral pain. Therefore, this training method can be used as an effective therapeutic intervention for hypoalgesia in patients with this syndrome.

Key words: Patellofemoral pain syndrome, blood flow restriction, exercise-induced hypoalgesia

* Corresponding Author; E-mail: mahdi.khodaii2014@gmail.com
DOI: 10.48308/POSTURE.2024.233822.1021
Submit date : 2023/11/23 Accept date : 2024/2/25

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقایسهٔ اثر آنی تمرین با محدودیت جریان خون بر هیپوآلژزی در بیماران دارای درد پتلوفمورال

مهدی خدائی[1*]، سید علی‌اکبر فلاح‌پور نوش‌آبادی[2]، پگاه هوشنگی[3]

۱. نویسنده مسئول: کارشناس ارشد گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۲. دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر، ایران

۳. دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر، ایران

چکیده

هدف: تمرینات مقاومتی، آستانه‌های درد فشاری را در افراد بدون درد افزایش می‌دهد که به‌عنوان هیپوآلژزی ناشی از تمرین شناخته می‌شود. تمرین با محدودیت جریان خون در افراد بدون درد پاسخ‌های هیپوآلژزی بالاتری ایجاد می‌کند، اما تأثیر این شیوهٔ نسبتاً جدید بر هیپوآلژزی بیماران دارای درد پتلوفمورال ناشناخته است. لذا، هدف اصلی این پژوهش، مقایسهٔ اثر آنی تمرین با محدودیت جریان خون بر هیپوآلژزی عضلهٔ چهارسر ران در بیماران دارای درد پتلوفمورال بود.

روش شناسی: پنجاه و دو بیمار مرد مبتلا به درد پتلوفمورال (براساس معیارهای ورود) به‌طور تصادفی در دو گروه، تمرین اسکوات ایزومتریک با و بدون محدودیت جریان خون (هر گروه ۲۶ نفر) تقسیم شدند. گروه بدون محدودیت جریان خون به‌عنوان گروه کنترل در مطالعه قرار گرفت. آستانهٔ درد فشار در عضلات چهارسرران با الگومتر فشار دستی و تحمل درد در ساق پا با استفاده از الگومتری کاف کنترل‌شدهٔ عقربه‌ای قبل و بعد از مداخله ارزیابی شد.

یافته‌ها: تغییر در آستانهٔ فشار عضلهٔ چهارسرران بعد از تمرین اسکوات تفاوت زیادی بین دو گروه نشان نداد. گروه اسکوات با محدودیت جریان خون ۱۸/۹۹ درصد افزایش در آستانهٔ درد چهارسرران داشتند، درحالی‌که گروه بدون محدودیت جریان خون ۱۶/۵۵ درصد افزایش داشتند. ولی تغییر در تحمل درد فشاری در گروه اسکوات با محدودیت جریان خون ۷/۷ درصد بیشتر از گروه اسکوات بدون محدودیت جریان خون بود.

نتیجه‌گیری: تمرین با محدودیت جریان خون در مقایسه با تمرین بدون محدودیت جریان خون باعث هیپوآلژزی بیشتر در بیماران مبتلا به درد پتلوفمورال شد. لذا می‌توان از این شیوهٔ تمرینی به‌عتوان یک مداخله‌گر درمانی مؤثر برای هیپوآلژزی بیماران مبتلا به این سندرم استفاده کرد.

واژگان کلیدی: سندرم درد پتلوفمورال، محدودیت جریان خون، هیپوآلژزی ناشی از تمرین

مقدمه

درد پتلوفمورال[1] (PFP) یک مشکل شایع زانو، با شیوع ۶ تا ۷٪ در نوجوانان و تا ۱۳٪ در بزرگسالان، همراه با استفادهٔ مکرر از مسکن‌ها، سطح فعالیت بدنی و کیفیت زندگی پایین است (۱). بررسی‌های نظام‌مند اخیر و یک فراتحلیل مروری تمرین درمانی را برای بهبود درد و عملکرد در افراد مبتلا به PFPتوصیه می‌کند (عمدتاً شامل تمریناتی برای لگن، زانو یا هر دو لگن و زانو) (۲، ۳).

تمرین مداخلهٔ درمانی توصیه‌شده برای طیف وسیعی از شرایط درد مزمن است (۱). بهبودهای مهم بالینی درد معمولاً پس از ۸ تا ۱۲ جلسه تمرین درمانی مشاهده می‌شود (۴)، اما یک جلسه تمرین

نویسنده مسئول: دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
ایمیل: mahdi.khodaii2014@gmail.com
تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۰۹/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۰۶

1. Patellofemoral pain

می‌تواند بر حساسیت درد تأثیر بگذارد. در افراد بدون درد، یک جلسه تمرین هوازی یا ایزومتریک به‌طور مداوم به آستانهٔ درد بالاتر و تحمل درد منجر می‌شود (۵). این پدیده به‌عنوان هیپوآلژزی ناشی از تمرین (EIH)[1] شناخته می‌شود (۶، ۷). چندین مکانیسم به‌طور بالقوه مسئول کاهش درد پس از تمرین در انسان فرضیه و بررسی شده است، از جمله ترشح هورمون‌های اپیوئیدی (۸) و پدیدهٔ مدولاسیون درد شرطی (۹). در بیمارانی که درد مزمن دارند، پاسخ EIH کمتر گزارش شده است یا اینکه تمرین حتی تأثیر منفی بر آستانهٔ درد یا تحمل درد (یعنی پردردی) دارد (۶). همچنین نشان داده شده اضافه شدن انتظارات درمان به گروه تمرین، به EIH در مقایسه با تمرین بدون انتظارات درمان منجر می‌شود (۱).

تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که انجام تمرینات مقاومتی کم‌شدت با محدودیت جریان خون (BFR-RE)[2] ممکن است اثر تعدیل درد داشته باشد. BFR-RE به‌ترتیب شامل محدودیت جزئی و کامل جریان خون شریانی و وریدی، در اندام فعال هنگام تمرین با استفاده از بارهای ۲۰-۳۰٪ 1RM می‌شود (۱۰). این تمرین به‌طور گسترده‌ای برای افزایش هایپرتروفی عضلانی و سازگاری با قدرت شناخته شده است (۱۱). BFR-RE همچنین یک اثر حاد EIH را ارائه می‌دهد (۱۲) و نشان داده شده است که درد را در طول یک برنامهٔ تمرینی در افراد مبتلا به آسیب زانو کاهش می‌دهد (۱۰، ۱۳). برای جمعیت‌های تحت توان‌بخشی با درد مزمن که نمی‌توانند تمرین با شدت بالا یا تمرین با شدت کم را تا ناتوانی تحمل کنند، BFR-RE اثری دوگانه برای درد و سازگاری‌های عضلانی دارد. با توجه به اینکه تمرینات مقاومتی، آستانه‌های درد فشاری را در افراد بدون درد افزایش می‌دهد که به‌عنوان هیپوآلژزی ناشی از تمرین شناخته می‌شود و در کنار این تمرین با محدودیت جریان خون در افراد بدون درد پاسخ‌های هیپوآلژزی بالاتری را ایجاد می‌کند، اما تأثیر این شیوهٔ نسبتاً جدید بر هیپوآلژزی بیماران دارای درد پتلوفمورال ناشناخته است. دلیل استفاده از این روش، اثرگذاری حاد بر EIH به‌دلیل بهبود سریع و فوری EIH است.

ازاین‌رو، هدف این مطالعه بررسی این بود که آیا افرادی که تمرین اسکوات ایزومتریک را همراه با محدودیت جریان خون دریافت می‌کنند، در مقایسه با افرادی که فقط تمرین اسکوات ایزومتریک را دریافت می‌کنند، پاسخ EIH بیشتری را تجربه می‌کنند یا نه؟

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از جمله تحقیقات نیمه‌تجربی (به‌علت وجود مداخله و گروه کنترل) بود که به‌صورت میدانی انجام شد. طرح تحقیق در این پژوهش به‌صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون (اثر آنی) در دو گروه (گروه ۱: تمرین اسکوات دیواری ایزومتریک با محدودیت جریان خون و گروه ۲: تمرین اسکوات دیواری ایزومتریک بدون محدودیت جریان خون) بود. این طرح تحقیق به‌دلیل نبود شواهد کافی از BFR-RE بر EIH در افراد مبتلا به PFP انتخاب شد. در حین پژوهش بیماران مبتلا به PFP از طریق تبلیغات در رسانه‌های اجتماعی، پوسترهای روی بیلبوردهای دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر و مراکز

1. Exercise-induced hyperalgesia
2. Blood Flow Restriction Resistance Exercise

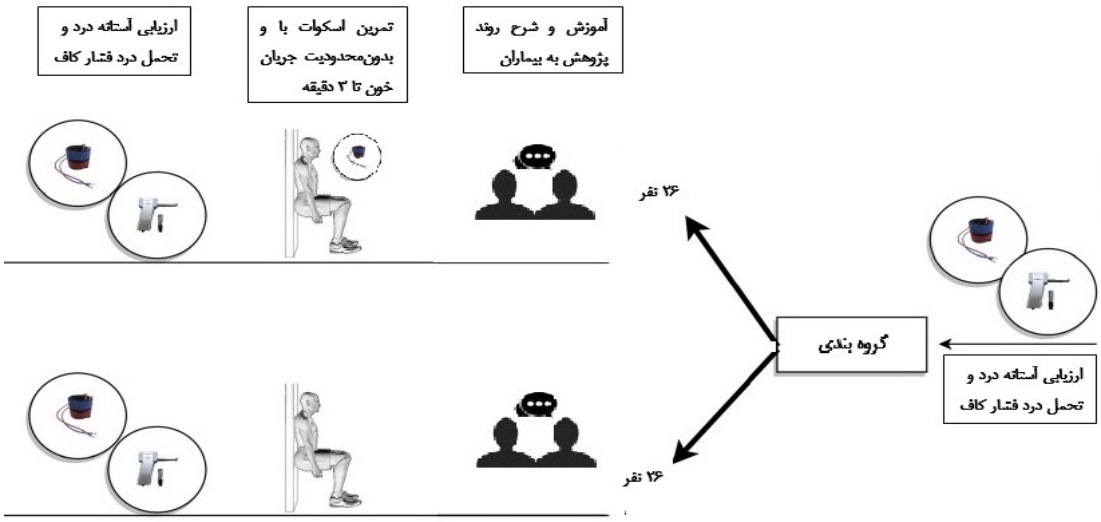
فیزیوتراپی به کار گرفته شدند. جامعهٔ آماری تحقیق حاضر را بیماران مرد فعال بدون سابقهٔ ورزشی ۲۰ تا ۴۰ سال مبتلا به PFP (براساس معیارهای ورود به پژوهش) تشکیل دادند. حجم نمونه طی این پژوهش به‌صورت هدفمند با استفاده از نرم‌افزار G*Power 3.1.7 (دانشگاه دوسلدورف آلمان)، با در نظر گرفتن توان (۰/۸)، آلفا (۰/۰۵) و اندازهٔ اثر بزرگ (۰/۸) براساس مطالعات قبلی (۱۴، ۱۵) و معیارهای ورود و خروج تعیین شد. تعداد آزمودنی‌های مورد نیاز برای پژوهش حاضر ۵۲ نفر (مرد فعال بدون سابقهٔ ورزشی) به دست آمد. بیماران به‌طور تصادفی با استفاده از روش وب‌سایت http://randomizer.org/ (شبکهٔ روان‌شناسی اجتماعی، کنتیکت، ایالات متحد آمریکا)، به یکی از دو گروه ۲۶ نفره اختصاص داده شدند. گروه اسکوات دیواری ایزومتریک بدون محدودیت جریان خون به‌عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شد که به روشن شدن اینکه آیا تفاوت بین اضافه کردن محدودیت جریان خون به این تمرین باعث افزایش یا کاهش EIH می‌شود، کمک می‌کرد. همهٔ بیماران قبل از شرکت رضایت‌نامهٔ آگاهانهٔ کتبی ارائه کردند.

معیارهای ورود این مطالعه شامل بیماران مرد فعال مبتلا به PFP، تشخیص بالینی درد پتلوفمورال در حداقل یک زانو که یک پزشک باتجربهٔ پزشکی ورزشی تأیید کرده باشد، درد متوسط زانو در طول فعالیت‌های روزمرهٔ زندگی در هفتهٔ آخر ≤۳/۱۰ در مقیاس درجه‌بندی کلامی درد، شروع علائم غیرمرتبط با تروما، درد مداوم برای حداقل ۴ هفته و درد قدامی زانو همراه با حداقل سه مورد از موارد زیر: در حین یا بعد از فعالیت، نشستن طولانی‌مدت، بالا رفتن یا پایین آمدن از پله یا چمباتمه زدن (۱). معیارهای خروج از این مطالعه عبارت بود از: سایر شرایط زانو از جمله منیسک یا دیگر آسیب‌های داخل مفصلی زانو، سابقهٔ سابلوکساسیون یا دررفتگی مکرر کشکک و جراحی قبلی زانو (۱). شرکت‌کنندگان بالقوه در حین مصاحبه با یک متخصص پزشکی ورزشی در مورد هدف تحقیق آشنا شدند. علامت‌دارترین زانو در ابتدا به‌عنوان زانوی مورد مطالعه انتخاب شد.

همهٔ اندازه‌گیری‌ها را یک ارزیاب انجام داد که در تمام مدت از تخصیص گروهی بیماران بی‌اطلاع بود. اندازه‌گیری‌ها در دو مرحله (قبل از اجرای تمرین اسکوات ایزومتریک دیواری با و بدون محدودیت جریان خون و بعد یا حین این تمرین) اندازه‌گیری شد. علاوه‌براین، محقق مسئول تحلیل‌های آماری به تخصیص گروهی کور شد. مداخلات همهٔ بیماران در یک جلسه به‌مدت تقریبی ۳ دقیقه بود (شکل ۱) که مطابق با پروتکل تمرینی وگتر[1] و همکاران (۲۰۲۰) انجام شد (۱۶). یکی از گروه‌ها این پروتکل را با تعدیل (اضافه کردن محدودیت جریان خون) انجام داد. در ابتدای جلسه، به‌صورت شفاهی و از طریق تصاویر و نمایش‌های تصویری، مقدمه‌ای کامل بر رویه‌ها ارائه شد و همهٔ بیماران با تعاریف آستانهٔ درد و تحمل درد آشنا شدند. بیماران همچنین از طریق تصویر با تمرین اسکوات ایزومتریک دیواری آشنا شدند، اما طی مراحل آشنایی، تمرین اسکوات را انجام ندادند. در مرحلهٔ بعد از جلسه همهٔ بیماران یک تمرین اسکوات دیواری ایزومتریک ۳ دقیقه‌ای انجام دادند که قبلاً پاسخ‌های قوی EIH را نشان داده بود (۵،

1. Vaegter

۱۷). یکی از گروه‌ها تمرین اسکوات ایزومتریک با دیوار را با محدودیت جریان خون انجام دادند، در این گروه از کاف محدودکنندهٔ جریان خون با عرض ۱۰ سانتی‌متر و طول ۶۵ سانتی‌متر برای محدودیت جریان خون با فشار صد میلی‌متر جیوه استفاده شد. کاف محدودکنندهٔ جریان خون در بالاترین قسمت پا بسته شد. بعد از اجرای تمرین اسکوات با محدودیت جریان خون، فشار کاف به صفر می‌رسید تا جریان خون برقرار شود. وضعیت اجرای تمرین به این شکل بود که از بیماران خواسته شد که در حالت عمودی بایستند و پشت خود را به دیوار، پاشنه‌ها در فاصلهٔ ۴۵ سانتی‌متری از دیوار، پاها موازی و به عرض شانه‌ها از هم باز کنند و دست‌ها را در کنار هم قرار دهند. یک گونیامتر با اپی کندیل جانبی استخوان ران راست تراز شد و به بیماران اعلام شد که عمل اسکوات را تا جایی که زاویهٔ مفصل زانو ۱۰۰ درجه خم شود، ادامه دهند. از همهٔ بیماران خواسته شد که این وضعیت را حداکثر تا ۳ دقیقه یا تا زمان خستگی حفظ کنند. حین اسکوات شدت درد در پاها را بیماران براساس مقیاس عددی درد ۰ تا ۱۰، ۰ «بدون درد» و ۱۰ «بدترین درد قابل تصور» بیان کردند. شدت درد در پاها در دقایق ۱، ۲ و ۳ در طول تمرین ارزیابی شد.



شکل ۱ – نگارهٔ کلی از روند اجرای پژوهش

متغیرهای آستانهٔ درد فشاری از عضله چهارسرران در علامت‌دارترین زانو و تحمل درد فشار کاف در ساق همان پایی که پیامد آستانهٔ درد فشاری اندازه‌گیری گردید، سنجیده شد. ترتیب ارزیابی‌ها همان‌طور بود که در بالا ارائه شد. آستانهٔ درد فشاری با الگومتر فشار دستی (Somedic Sales AB، سوئد) با روایی ۰/۷۰ (۱۸) که در وسط عضلهٔ چهارسر ران، ۱۵ سانتی‌متر نزدیک به کشکک قرار داشت و منطقهٔ تحریک ۱ سانتی‌متر مربع و نرخ افزایش فشار ۳۰ کیلوپاسکال بر ثانیه–۱ بود، ارزیابی شد. برای ارزیابی تحمل درد فشار در ساق از الگومتری کاف کنترل‌شده عقربه‌ای با فشار خون ۱۰ سانتی‌متری

استفاده شد. فشار با نرخ ۱ کیلوپاسکال افزایش یافت و حداکثر حد فشار ۱۰۰ کیلوپاسکال بود. بیماران از این محدودیت بی‌اطلاع بودند. بیماران شدت درد ناشی از فشار را با استفاده از اساس مقیاس عددی درد که در بالا توضیح داده شد، گزارش کردند. هنگامی که شدت درد در این مقیاس به حداکثر ۱۰ سانتی‌متر رسید، فشار پایان یافت و مقدار فشار به‌عنوان تحمل درد فشار کاف تعریف شد. پس از ارزیابی متغیرهای پژوهش حاضر، برای تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS[1] نسخهٔ ۲۴ استفاده شد. از آمار توصیفی به‌منظور توصیف داده‌های حاصل از پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. در بخش آمار استنباطی با آزمون شاپیرو- ویلک نرمال بودن داده‌های خام بررسی شد (P>۰/۰۵). برای بررسی اثر تعاملی زمان بر گروه از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و برای بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی و بین‌گروهی به‌ترتیب از آزمون تی- زوجی و تی- مستقل استفاده شد.

نتایج

در حین این پژوهش ۵۲ بیمار مبتلا به PFP از نظر واجد شرایط بودن ارزیابی شدند و در روند این تحقیق، کسی از مطالعه خارج نشد. نتایج آزمون شاپیرو- ویلک طبیعی بودن توزیع داده‌ها را در دو گروه نشان داد، همچنین نرمال بودن مشخصات دموکرافیک از این آزمون مورد تأیید بود (p≤۰/۰۵). مشخصات دموگرافیک و میانگین و انحراف معیار مقیاس رتبه‌بندی درد در ۳ دقیقه حین انجام اسکوات ایزومتریک در جدول ۱ آورده شده است. نتایج آزمون تی مستقل نشان داد بین میانگین مشخصات دموگرافیک تفاوت معنادار وجود ندارد (p≤۰/۰۵). از نظر شدت درد در دو گروه فقط در دقیقهٔ سوم تفاوت معناداری در شدت درد مشاهده شد که این درد به‌علت افزایش فشار و محدود کردن جریان خون در گروه تجربی در حین تمرین می‌تواند باشد.

1. Statistical Package for Social Sciences

جدول ۱ – مشخصات دموگرافیک و شدت درد

متغیر/ گروه	تجربی*(۲۶ نفر) میانگین±انحراف معیار	کنترل**(۲۶ نفر) میانگین±انحراف معیار	معناداری
سن (سال)	۲۶/۹۲ ± ۴/۱۴	۲۷/۷۷ ± ۴/۸۶	۰/۴۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۱/۵۸ ± ۱۱/۰۵	۱۶۷/۲۷ ± ۱۰/۹۸	۰/۷۳
وزن (کیلوگرم)	۶۷/۴۶ ± ۱۲/۲۲	۶۶/۳۱ ± ۱۰/۴۹	۰/۱۸۹
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۳/۰۲ ± ۲/۴۱	۲۳/۳۴ ± ۲/۶۶	۰/۶۴
شدت درد (دقیقه ۱)	۴/۰۴ ± ۰/۸۷	۳/۹۲ ± ۰/۷۹	۰/۶۴
شدت درد (دقیقه ۲)	۶/۵۰ ± ۱/۰۶	۵/۹۲ ± ۰/۷۹	۰/۰۶
شدت درد (دقیقه ۳ یا ناتوانی)	۸/۷۷ ± ۰/۹۵	۷/۹۶ ± ۰/۸۷	۰/۰۱

* گروه تجربی (گروه تمرین اسکوات ایزومتریک دیواری با محدودیت جریان خون) و ** گروه کنترل (گروه تمرین اسکوات ایزومتریک دیواری بدون محدودیت جریان خون)

متغیرهای آستانهٔ درد فشاری و تحمل درد فشار کاف به‌عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شدند. میانگین و انحراف معیار هر دو گروه در جدول ۲ آورده شده است. نتایج آزمون لون نیز همگنی واریانس‌ها را در آستانهٔ درد فشاری ($p\leq$۰/۸۸، F= ۰/۰۲) و تحمل درد کاف ($p\leq$۰/۶۰، ۰/۲۷ =F) را نشان داد. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر اثر تعاملی زمان در گروه نشان داد که تفاوت معناداری در متغیر آستانهٔ درد ($p\leq$۰/۰۳۵) و تحمل درد ($p\leq$۰/۰۰۰) وجود داشت. نتایج آزمون تی زوجی نشان داد که اختلاف معنادار درون‌گروهی جز در متغیر تحمل درد فشاری کاف در گروه کنترل وجود داشت (جدول۲). ولی اختلاف معنادار بین‌گروهی در هیچ کدام از متغیرها مشاهده نشد (جدول۲). با توجه به درصد تغییرات درون‌گروهی می‌توان بیان داشت که تغییرات آستانهٔ درد فشاری و تحمل درد فشاری کاف در گروه تجربی بیشتر بود که می تواند نشان از برتری مداخلهٔ این گروه باشد.

جدول ۲ – اختلافات درون‌گروهی و بین‌گروهی

اختلاف درون‌گروهی (تی زوجی)						اختلاف بین‌گروهی (تی مستقل)	
متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	درصد تغییرات	t	معناداری (فاصلهٔ اطمینان) پیش آزمون	پس آزمون
آستانهٔ درد فشاری	تجربی	۱۰۰/۴۳ ± ۳۶۲/۶۹	۱۰۳/۸۱ ± ۴۳۱/۵۸	۱۸/۹۹	۰/۰۰۰*	۰/۵۵ (۶۹/۹۷, −۳۸/۲۰)	۰/۱۰ (−۸/۷۳, ۹۰/۴۲)
	کنترل	۱۰۰/۴۳ ± ۳۴۶/۶۹	۱۰۰/۴۳ ± ۳۹۰/۶۹	۱۶/۱۵	۰/۰۰۰*		
تحمل درد فشاری کاف	تجربی	۱۲/۵۲ ± ۵۸/۴۲	۱۱/۱۷ ± ۶۴/۸۱	۱۰/۹۳	۰/۰۰۰*	۰/۷۱ (−۷/۹۸, ۵/۵۲)	۰/۳۱ (−۳/۱۰, ۹/۵۶)
	کنترل	۱۱/۷۱ ± ۵۹/۶۵	۱۱/۵۶ ± ۶۱/۵۸	۳/۲۳	۰/۰۵۶		

تفاوت زیادی در تغییر آستانهٔ درد در عضلهٔ چهارسرران بین هر دو گروه مشاهده شد. گروه با محدودیت جریان خون نزدیک ۱۹ درصد افزایش در آستانهٔ درد چهارسرران را تجربه کردند، درحالی‌که گروه بدون محدودیت جریان خون نزدیک ۱۶ درصد در آستانه درد چهارسرران داشت.

تجزیه‌وتحلیل تحمل درد فشاری کاف در ساق پا، تفاوت زیادی بین دو گروه با و بدون محدودیت جریان خون را نشان داد. گروه اسکوات ایزومتریک دیواری با محدودیت جریان خون نزدیک ۱۱ درصد افزایش در تحمل درد فشاری ساق پا داشتند، درحالی‌که گروه اسکوات ایزومتریک دیواری با محدودیت جریان خون نزدیک ۳ درصد افزایش در تحمل درد فشاری ساق پا داشتند (جدول ۲).

بحث

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر آنی تمرین با محدودیت جریان خون بر هیپوآلژزی در بیماران دارای درد پتلوفمورال انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که هر دو گروه (تمرین اسکوات ایزومتریک دیواری با محدودیت جریان خون و تمرین اسکوات ایزومتریک بدون محدودیت جریان خون) بعد از یک جلسهٔ تمرینی می‌تواند اثرات مثبتی بر آستانهٔ درد و تحمل درد فشاری ناشی از کاف داشته باشد. با توجه به درصد تغییرات حاصل از جدول ۲ نشان داده شد که تمرین اسکوات دیواری با محدودیت جریان خون باعث آستانهٔ درد و تحمل درد فشاری بیشتری نسبت به گروه کنترل می‌شود که تمرین اسکوات ایزومتریک بدون محدودیت جریان خون داشتند. پس انتظارات ما از تمرین بر EIH مطابقت داشت. اثرگذاری بیشتر تمرین اسکوات ایزومتریک دیواری با محدودیت جریان خون بر تحمل درد ناشی از فشار کاف می‌تواند به مکانیسم و اثرگذاری استفاده از محدودیت جریان خون که در طول تمرین گروه تجربی را داشته باشد.

تغییرات مشاهده‌شده هر دو گروه در آستانهٔ درد و تحمل درد در عضلات در حال تمرین پس از تمرین ۳ دقیقه‌ای اسکوات ایزومتریک دیواری مطابق با میزان کاهش دردی است که قبلاً پس از تمرینات ایزومتریک مشاهده شده بود (۱۷، ۱۹–۲۱). تحقیقات قبلی که به بررسی تأثیر اضافه کردن محدودیت جریان خون به تمرینات مقاومتی، هوازی یا ایزومتریک می‌پردازد، گزارش کرده است که اضافه کردن محدودیت جریان خون می‌تواند کم‌دردی با اثرات درمانی کوچک تا بزرگ ایجاد کند (۱۰، ۲۲، ۲۳).

نتایج ما قابل مقایسه با مطالعهٔ قبلی با مشاهدهٔ افزایش هیپوآلژزی پس از تمرین با محدودیت جریان خون است (۲۴). بااین‌حال، اگرچه ما یک پاسخ مثبت در EIH را در عضلهٔ چهارسرران مشاهده کردیم، تغییرات اندک بین‌گروهی ناشی اثرات فیزیولوژیکی تمرین با محدودیت جریان خون بود. تأثیر متوسط استفاده از محدودیت جریان خون در این مطالعه می‌تواند به‌دلیل مداخلهٔ کوتاه (یعنی ۲ تا ۳ دقیقه) در مقایسه با مطالعات قبلی که به‌مدت ۱۵ دقیقه بودند (۲۴) باشد که نشان‌دهندهٔ تأثیر بیشتر پس از یک مداخله با مدت طولانی‌تر است، بااین‌حال تأثیر مدت‌زمان در حال حاضر ناشناخته است. نکتهٔ شایان توجه، اگرچه تفاوت‌های گروهی واضح در EIH مشاهده نشد، اما درصد تغییرات نشان از برتری گروه با محدودیت جریان خون داشت.

اطلاعات قبل از درمان یک عامل، تمرین و خود بیماری به‌خوبی نشان داده که می‌تواند برای تعدیل نتیجهٔ درمان اثر گذار باشد (۲۵–۲۷)، حتی نشان داده شده تعدیل تمرین و اضافه کردن روش درمانی اثرگذار به مداخلات می‌تواند بر نتیجهٔ درمان اثرگذار باشد. برخی افراد مبتلا به درد مزمن ممکن است انتظاراتی داشته باشند که براساس اطلاعات یا روایت‌های غیرمفید قبلی از متخصصان مراقبت‌های بهداشتی، منابع وب غیرمبتنی بر شواهد یا تجربیات درمانی منفی شکل گرفته است که ممکن است توضیح دهد که چرا پاسخ EIH در افراد مبتلا به درد مزمن کمتر سازگار است (۲۸)، ولی طی این تحقیق هیچ‌گونه اثر منفی از مداخلات بر EIH دیده نشد.

یافته‌های این مطالعه پیامدهای بالینی مهمی دارد. بیماران گروه تمرین اسکوات ایزومتریک دیواری با محدودیت جریان خون در مقایسه با بیماران گروه کنترل تغییرات بیشتری بر EIH نشان دادند که تصور کلی این است که تمرینات برای درد مفید است. بااین‌حال، تعدیل این تمرینات (اضافه کردن محدودیت جریان خون و ...) است به‌راحتی می‌تواند نتایج را تغییر دهد. نتایج نشان می‌دهد که محدودیت جریان خون به‌شدت نقش مهمی در پاسخ به درد در یک جلسه تمرینی ایفا می‌کنند.

این اولین مطالعه‌ای است که تأثیر اضافه کردن محدودیت جریان خون به تمرین را بر پاسخ درد ناشی از تمرین بررسی می‌کند. بنابراین، پزشکان توجه کنند که چگونه با تعدیل تمرین می‌توانند باعث EIH شوند. احتمالاً این امر در مورد سایر مداخلات درمانی نیز صدق می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که پزشکان باید به‌طور کامل و نظام‌مند اثرات مداخلات درمانی را بر EIH ارزیابی کنند.

این مطالعه دارای محدودیت‌هایی بود: ۱) نبود گروه تمرینی، بنابراین ممکن است انتظارات واقعی قبل از تمرین را بر EIH منعکس نکند، ۲) شرکت‌کنندگان بیماران مبتلا به درد پتلوفمورال بودند، بنابراین، نتایج را نمی‌توان با افراد بدون درد مقایسه کرد.

نتیجه‌گیری

بیمارانی که محدودیت جریان خون را در حین تمرین اسکوات ایزومتریک دیواری دریافت می‌کردند، در مقایسه با افرادی که تمرینات اسکوات ایزومتریک دیواری را به‌تنهایی دریافت می‌کردند شدت درد بیشتری را شاهد بودند، ولی پس از تمرین آستانهٔ درد و تحمل درد بیشتری را از خود نشان دادند. تفاوت اندک بین گروه‌ها در پاسخ تمرینی عمدتاً ناشی از نبود محدودیت جریان خون در گروه دیگر بود. مطالعات آینده باید اثرات بلندمدت و ماندگاری در افراد مبتلا به درد پتلوفمورال بررسی کند، همچنین بررسی دو گروه با افراد سالم و افراد با درد پتلوفمورال می‌تواند در استفادهٔ بیشتر از محدودیت جریان خون در بیماران دارای درد پتلوفمورال مفید باشد.

تشکر و قدردانی

گروه پژوهشی این مطالعه از تمامی بیماران و تمام کسانی که در انجام این پژوهش همکاری کردند، تشکر و قدردانی می‌نماید.

منابع

1. Hansen R, Brushøj C, Rathleff MS, Magnusson P, Henriksen M. 17 Quadriceps or hip exercises for patellofemoral pain? A randomized controlled equivalence trial. BMJ Specialist Journals; 2023.
2. Winters M, Holden S, Lura CB, Welton NJ, Caldwell DM, Vicenzino BT, et al. Comparative effectiveness of treatments for patellofemoral pain: a living systematic review with network meta-analysis.

British journal of sports medicine. 2021;55(7):369-77.
3. van der Heijden RA, Lankhorst NE, van Linschoten R, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M. Exercise for treating patellofemoral pain syndrome. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2015(1).
4. Roush JR, Bay RC. Prevalence of anterior knee pain in 18–35 year-old females. International journal of sports physical therapy. 2012;7(4):396.
5. Smith BE, Selfe J, Thacker D, Hendrick P, Bateman M, Moffatt F, et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. PloS one. 2018;13(1):e0190892.
6. Collins NJ, Barton CJ, Van Middelkoop M, Callaghan MJ, Rathleff MS, Vicenzino BT, et al. 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. British journal of sports medicine. 2018;52(18):1170-8.
7. Saltychev M, Dutton RA, Laimi K, Beaupre GS, Virolainen P, Fredericson M. Effectiveness of conservative treatment for patellofemoral pain syndrome: A systematic review and meta-analysis. Journal of rehabilitation medicine. 2018;50(5):393-401.
8. Hott A, Brox JI, Pripp AH, Juel NG, Paulsen G, Liavaag S. Effectiveness of isolated hip exercise, knee exercise, or free physical activity for patellofemoral pain: a randomized controlled trial. The American journal of sports medicine. 2019;47(6):1312-22.
9. Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gøtzsche PC, Devereaux PJ, et al. CONSORT 2010 explanation and elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. International journal of surgery. 2012;10(1):28-55.
10. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. British journal of sports medicine. 2017;51(13):1003-11.
11. Fukuda TY, Melo WP, Zaffalon BM, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, et al. Hip posterolateral musculature strengthening in sedentary women with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial with 1-year follow-up. Journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2012;42(10):823-30.
12. Korakakis V, Whiteley R, Giakas G. Low load resistance training with blood flow restriction decreases anterior knee pain more than resistance training alone. A pilot randomised controlled trial. Physical Therapy in Sport. 2018;34:121-8.
13. Ferraz RB, Gualano B, Rodrigues R, Kurimori CO, Fuller R, Lima FR, et al. Benefits of resistance training with blood flow restriction in knee osteoarthritis. Med Sci Sports Exerc. 2018;50(5):897-905.
14. Sheikhi B, Rabiei P, Letafatkar A, Rossettini G. Is Adding Education to Trunk and Hip Exercises Beneficial for Patellofemoral Pain? A Randomized Controlled Trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2023.
15. Ferber R, Bolgla L, Earl-Boehm JE, Emery C, Hamstra-Wright K. Strengthening of the hip and core versus knee muscles for the treatment of patellofemoral pain: a multicenter randomized controlled trial. Journal of athletic training. 2015;50(4):366-77.
16. Vaegter HB, Thinggaard P, Madsen CH, Hasenbring M, Thorlund JB. Power of Words: Influence of Preexercise Information on Hypoalgesia after Exercise-Randomized Controlled Trial. Medicine and Science in sports and exercise. 2020;52(11):2373-9.
17. Vaegter HB, Lyng KD, Yttereng FW, Christensen MH, Sørensen MB, Graven-Nielsen T. Exercise-induced hypoalgesia after isometric wall squat exercise: a test-retest reliabilty study. Pain Medicine. 2019;20(1):129-37.
18. Mentiplay BF, Perraton LG, Bower KJ, Adair B, Pua Y-H, Williams GP, et al. Assessment of lower limb muscle strength and power using hand-held and fixed dynamometry: a reliability and validity study. PloS one. 2015;10(10):e0140822.
19. Vaegter H, Hoeger Bement M, Madsen A, Fridriksson J, Dasa M, Graven-Nielsen T. Exercise increases pressure pain tolerance but not pressure and heat pain thresholds in healthy young men. European Journal of Pain. 2017;21(1):73-81.
20. Vaegter HB, Handberg G, Graven-Nielsen T. Similarities between exercise-induced hypoalgesia and conditioned pain modulation in humans. PAIN®. 2014;155(1):158-67.
21. Vægter HB, Handberg G, Graven-Nielsen T. Isometric exercises reduce temporal summation of pressure pain in humans. European Journal of Pain. 2015;19(7):973-83.
22. Hughes L, Patterson SD. Low intensity blood flow restriction exercise: Rationale for a hypoalgesia effect. Medical hypotheses. 2019;132:109370.
23. Hughes L, Rosenblatt B, Haddad F, Gissane C, McCarthy D, Clarke T, et al. Comparing the effectiveness of blood flow restriction and traditional heavy load resistance training in the post-surgery rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction patients: A UK national health service randomised controlled trial. Sports Medicine. 2019;49:1787-805.
24. Jones MD, Valenzuela T, Booth J, Taylor JL, Barry BK. Explicit education about exercise-induced hypoalgesia influences pain responses to acute exercise in healthy adults: A randomized controlled trial. The Journal of Pain. 2017;18(11):1409-16.
25. Bingel U, Wanigasekera V, Wiech K, Ni Mhuircheartaigh R, Lee MC, Ploner M, et al. The effect of treatment expectation on drug efficacy: imaging the analgesic benefit of the opioid remifentanil. Science translational medicine. 2011;3(70):70ra14-70ra14.
26. Colloca L, Benedetti F. Nocebo hyperalgesia: how anxiety is turned into pain. Current Opinion in Anesthesiology. 2007;20(5):435-9.
27. Holm LW, Carroll LJ, Cassidy JD, Skillgate E, Ahlbom A. Expectations for recovery important in the prognosis of whiplash injuries. PLoS medicine. 2008;5(5):e105.
28. Staud R, Robinson ME, Price DD. Isometric exercise has opposite effects on central pain mechanisms in fibromyalgia patients compared to normal controls. Pain. 2005;118(1-2):176-84.