مقایسهٔ دو روش تقویتی عضلهٔ چهارسر رانی در محیط خشکی و محیط آب بر درد، عملکرد، تعادل ایستا و پویای زنان مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال

علی یلفانی[۱]، زهرا رئیسی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۲۸

چکیده

سندروم درد پاتلوفمورال یکی از رایج‌ترین آسیب‌های مفصل زانو است که در جوانی و بیشتر در میان زنان شایع است. به‌دلیل وجود درد، ضعف عضلانی و کاهش حس عمقی مفصل زانو، تعادل در این افراد دچار نقصان است. هدف از مطالعهٔ حاضر مقایسهٔ دو روش تمرین درمانی در محیط خشکی و آب بر بهبود درد، عملکرد حرکتی، تعادل ایستا و پویای افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال است. در این تحقیق که به روش نیمه‌تجربی انجام شد، ۲۰ زن مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال شرکت و به‌صورت تصادفی به دو گروه تمرین درمانی در آب و خشکی تقسیم شدند. دو گروه هشت هفته و هر هفته به مدت سه جلسه تمرین درمانی دریافت کردند. از پرسشنامه‌های درد *VAS* و عملکرد حرکتی کوجالا *kujala*، آزمون تعادل ایستای شارپند رومبرگ و آزمون تعادل پویای ستاره، قبل و بعد از دورهٔ تمرینی برای اندازه گیری درد، عملکرد، تعادل ایستا و پویا استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و انجام آزمون‌های آماری لازم در این مطالعه از نرم‌افزار *SPSS* نسخهٔ ۱۸ استفاده شد. سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. هر دو گروه پس از هشت هفته تمرین درمانی در مقیاس درد، عملکرد حرکتی، شاخص تعادل ایستا و پویا تفاوت معنی‌داری نشان دادند ($p<۰/۰۵$). مقایسهٔ داده‌های پس‌آزمون بین دو گروه در مقیاس درد، عملکرد حرکتی، شاخص تعادل ایستا و پویا تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($p>۰/۰۵$). بر اساس یافته‌های این پژوهش، انجام تمرین درمانی در آب و خشکی موجب کاهش درد، بهبود عملکرد، بهبود تعادل ایستا و پویا در مبتلایان به سندروم درد پاتلوفمورال می‌شود. اگرچه نتایج آماری تفاوت معنی داری را بین دو گروه در پس آزمون نشان نداد، تفاوت موجود در میانگین درصد تغییرات دو گروه نشان می‌دهد انجام تمرینات در آب بر کاهش درد، بهبود عملکرد، تعادل ایستا و پویای افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال تأثیر کلینیکی بیشتری نسبت به خشکی دارد. با توجه به نتایج، انجام حرکت درمانی در آب به‌عنوان روشی مؤثر برای درمان مبتلایان به سندروم درد پاتلوفمورال توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: سندروم درد پاتلوفمورال، تمرین درمانی، تعادل.

۱. استادیار دانشگاه بوعلی سینا همدان (نویسنده مسئول) Email: Ali_yalfani@yahoo.com
۲ دانشجوی دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه بوعلی سینا

مقدمه

سندروم درد پاتلوفمورال یکی از رایج‌ترین دلایل مراجعه افراد با درد زانو به کلینیک‌های ارتوپدی و فیزیوتراپی است (۱) که به‌طور گسترده‌ای در میان نوجوانان و جوانان شایع است و میزان شیوع آن در زنان بیشتر از مردان است (۲). سندروم درد پاتلوفمورال به وجود درد در ناحیهٔ قدامی زانو گفته می‌شود که با فعالیت‌هایی مانند دویدن، بالا رفتن و پایین آمدن از پله و ایستادن از حالت نشسته که با تحمل وزن همراه‌اند، افزایش پیدا می‌کند (۳- ۵). اصطلاح درد قدامی زانو در افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال شامل کلیهٔ مشکلات مربوط به بخش قدامی زانو، جدا از آسیب‌های درون مفصلی، سندروم پلیکا، بیماری لارسن جانسون، ازگوداشلاتر، بورسیت یا تندونیت و نوروماست (۵). سندروم درد پاتلوفمورال با سفتی مفصل در ارتباط است و اغلب باعث کاهش کیفیت زندگی افراد مبتلا می‌شود (۶). علت اصلی بروز این سندروم ناشناخته است، اما سه دلیل اصلی برای بروز آن در نظر متخصصان بارزتر است: بد راستایی اندام تحتانی یا کشکک، عدم تعادل عضلانی اکستنسورهای زانو و فعالیت بیش از حد (۶). از میان این سه عامل، عدم تعادل در قدرت عضلات بازکنندهٔ زانو، به‌ویژه عضلهٔ واستوس مدیالیس (پهن داخلی) و بخش تحتانی مورب آن یا زمان شروع به فعالیت همراه با تأخیر این عضله، توجه کلینیکی خاصی را به خود اختصاص داده و هدف بسیاری از تحقیقات توان‌بخشی قرار گرفته است (۷). وجود درد اسکلتی-عضلانی می‌تواند فعالیت حرکتی را تحت تأثیر قرار دهد (۸). تغییر در افزایش و کاهش فعالیت عضله و همچنین تغییرات در پاسچر و الگوی حرکت نشانه‌هایی از عوارض وجود درد اسکلتی-عضلانی است (۸). شواهد علمی نشان می‌دهد در افراد دارای سندروم درد پاتلوفمورال، درد بر الگوهای حرکت و عملکرد اثرگذار است (۹)، به‌طوری که افراد مبتلا به این سندروم از لحاظ کنترل تعادل، در مقایسه با افراد نرمال عملکرد ضعیف‌تری از خود نشان می‌دهند (۱۰، ۱۱). سیستم کنترل پاسچر به‌عنوان نوعی مدار کنترل بازخوردی، بین سیستم عصبی مرکزی و سیستم عضلانی اسکلتی عمل می‌کند (۱۲)، اطلاعات رسیده از ورودی‌های بینایی، شنوایی و حس عمقی به سیستم عصبی مرکزی در حفظ تعادل بسیار مهم‌اند (۱۳) و وجود اختلال در هر یک از سیستم‌های کنترلی، می‌تواند افزایش نوسانات وضعیتی و کاهش تعادل را به همراه داشته باشد (۱۳). به نظر می‌رسد درد قدامی زانو نقش مهمی در ایجاد زمینهٔ افتادن افراد داشته باشد و موجب بروز الگوی راه رفتن غیرطبیعی شود (۱۰). از آنجا که بسیاری از فعالیت‌های معمول زندگی مانند نشستن و برخاستن، ایستادن و راه رفتن نیازمند حفظ تعادل‌اند، کنترل پاسچر و تعادل یکی از شاخص‌های میزان استقلال در انجام فعالیت‌های روزانه زندگی تلقی می‌شود؛ از این رو لازم است به تقویت حس عمقی در

افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال توجه شود. به نظر می‌رسد از بین بردن یا کاهش میزان درد در این افراد باعث بهبود در عملکرد تعادلی و پاسچری می‌شود.

درمان سندروم درد پاتلوفمورال اغلب شامل کاهش درد و تورم به‌وسیلهٔ سرمادرمانی، گرمادرمانی، ماساژ درمانی، حرکات کششی عضله و تمرینات قدرتی، به‌ویژه تقویت عضلهٔ چهارسر رانی، تیپینگ کشکک، استفاده از وسایل ارتوتیکی، اصلاح بیومکانیک غیر طبیعی و جراحی است (۷). روش درمانی محافظه‌کارانه و مرسوم این سندروم، انجام تمرینات قدرتی برای عضلات گروه چهارسر است (۱۴). اصول این برنامهٔ تمرینی براساس این نظریه استوار است که عضلهٔ چهارسر مسئولیت تثبیت دینامیکی کشکک را درون شیار تروکله‌آ بر عهده دارد (۱۴). مطالعات زیادی نشان داده‌اند که افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال، در مقایسه با افراد سالم عضلات چهارسر ضعیف‌تری دارند (۱۷- ۱۵). همچنین ناکاگاوا و همکارانش (۲۰۱۲) طی مطالعه‌ای بیان کردند که قدرت عضلات اکستنسور زانو با بروز سندروم درد پاتلوفمورال در ارتباط است (۱۸). برای موفقیت در درمان این سندروم میزان قدرت اکستنسوری عضلات چهارسر ران عامل تعیین‌کنندهٔ مهمی است (۱۹). گوتو (۲۰۰۹) و بلوچی (۱۳۹۰) طی مطالعاتشان نشان دادند انجام تمرینات قدرتی باعث کاهش درد و متعاقب آن بهبود عملکرد تعادلی افراد مبتلا به سندروم درد کشککی رانی می‌شود (۲۰، ۱).

تمرین درمانی در آب یکی از روش‌های درمانی این عارضه است و دارای ویژگی‌هایی است که آن را از دیگر روش‌ها متمایز می‌سازد. تمرین در محیط آب این امکان را به بیمار می‌دهد تا در وضعیتی دور از درد، به انجام تمرینات و فعالیت بدنی بپردازد. خاصیت شناوری، فشار هیدرواستاتیک و ویسکوزیتهٔ آب با داشتن ویژگی‌های خود باعث کاهش وزن تحمل‌شده توسط فرد و در نتیجه کاهش نیروهای فشاری وارد بر سطوح مفصلی می‌شود و متعاقباً از پیشرفت آسیب‌های دژنراتیو جلوگیری می‌کند (۱۳). علاوه بر آن، محیط مناسبی برای تحرک آسان برای این افراد فراهم می‌کند. فشار هیدرواستاتیک نیز با جلوگیری از جمع شدن خون در اندام تحتانی به کاهش تورم کمک می‌کند و مقاومتی برابر به تمام گروه‌های عضلانی فعال وارد می‌کند و به‌وسیلهٔ افزایش فعالیت گیرنده‌های مکانیکی مفصل موجب افزایش تعادل می‌شود (۲۱،۲۲). در نهایت، آب به‌علت خاصیت ویسکوزیتهٔ بیشتر نسبت به هوا دارای مقاومت بیشتری است که موجب می‌شود حرکات آهسته‌تر انجام شود و در نتیجه، افراد مدت زمان بیشتری برای ایجاد پاسخ و نشان دادن عکس‌العمل در اختیار داشته باشند؛ از این رو بازخورد حسی را افزایش داده و باعث افزایش حس آگاهی بدن می‌شود (۲۳، ۱۳).

با توجه به ویژگی‌های نام‌برده برای تمرین درمانی در آب، متأسفانه مطالعات کمی به بررسی اثر

تمرین در آب بر افراد دارای سندروم درد پاتلوفمورال پرداخته‌اند و بیشتر مطالعات اثر تمرین درمانی را در محیط خشکی مورد نظر قرار داده‌اند، اگرچه به نظر می‌رسد تمرین درمانی در محیط آب با توجه به ویژگی‌های خاص آن می‌تواند روش درمانی مناسب‌تری برای درمان افراد مبتلا به این عارضه باشد؛ بنابراین هدف از این مطالعه، مقایسهٔ اثربخشی دو روش تقویتی عضلهٔ چهارسر رانی در محیط خشکی و آب بر بهبود میزان درد، عملکرد و تعادل ایستا و پویای زنان مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال است.

روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی[1] است. ۲۰ نفر از زنان مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال به‌صورت داوطلبانه و با تأیید پزشک معالج در اختیار پژوهشگر قرار گرفتند و در این مطالعه شرکت کردند.
مراجعه‌کنندگان پس از تکمیل پرسشنامهٔ اولیه، که دربرگیرندهٔ ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و شخصی بود، در صورت داشتن معیارهای ورود به مطالعه وارد می‌شدند. این معیارها عبارت بودند از: سن بین ۲۰ تا ۴۰ سال، داشتن حداقل نمرهٔ درد ۳ و حداکثر ۸ بر اساس شاخص دیداری سنجش درد[2]، وجود درد در ناحیهٔ قدامی زانو و اطراف کشکک در دست‌کم دو مورد از موارد: راه رفتن، دویدن، پریدن، دوچرخه سواری کردن، اسکات، زانو زدن، بالا و پایین رفتن از پله و نشستن با زانوی خم به مدت طولانی و مثبت بودن نتیجهٔ آزمون کلارک (۲۵، ۲۴، ۱۲). در صورتی که مراجعه‌کنندگان هر یک از علائم ناهنجاری‌های زانو مانند آسیب‌های لیگامانی و مینیسک، آرتریت مفصل زانو، استئو آرتریت، سابقهٔ جراحی، ضرب‌دیدگی زانو، هرگونه شرایط پاتولوژیک از قبیل بیماری عصبی-عضلانی-اسکلتی در اندام تحتانی، نارسایی قلبی، بیماری‌های کلیوی، اختلالات گوارشی، بیماری‌های عفونی پوستی، زخم‌های باز، صرع، فشارخون غیرطبیعی و ظرفیت حیاتی پایین ریه‌ها، آسیب خفیف سر، التهاب گوش میانی و مشکل سیستم وستیبولار را داشتند، از مطالعه خارج می‌شدند (۲۶، ۲۳، ۲۲، ۱۰). آزمودنی‌ها پس از ورود به مطالعه فرم رضایت‌نامه را پر کردند و سپس به‌صورت تصادفی به دو گروه تمرین درمانی در آب و تمرین درمانی در خشکی تقسیم شدند. قبل از شروع جلسات تمرینی، در پیش‌آزمون آزمودنی‌های هر دو گروه شاخص دیداری سنجش درد (VAS) و پرسشنامهٔ عملکرد حرکتی کوجالا را تکمیل کردند و تعادل ایستا و پویای آن‌ها به‌ترتیب به‌وسیلهٔ آزمون شارپندرومبرگ و آزمون گردشی ستاره اندازه‌گیری شد. پس از اتمام اندازه‌گیری‌ها، آزمودنی‌های حاضر در دو

1. Semi-Experimental
2. Visual Analogue Scale

گروه به مدت هشت هفته، هر هفته سه جلسه تمرینات را انجام دادند و پس از پایان جلسات تمرین، از آزمودنی‌ها در موقعیت مشابه پیش‌آزمون، پس‌آزمون گرفته شد.

شدت درد با استفاده از مقیاس سنجش دیداری درد اندازه‌گیری شد که روایی و اعتبار قابل قبولی برای ارزیابی کلینیکی درد در مبتلایان به سندرم درد پاتلوفمورال دارد. به این منظور از آزمودنی‌ها خواسته شد با زدن علامت در پرسشنامه میزان درد خود را در ۴۸ ساعت گذشته نشان دهند. پایایی داخلی[1] این مقیاس بین ۷۷٪ تا ۷۹٪ برای بیماران مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال گزارش شده است (۲۷).

عملکرد حرکتی شرکت‌کنندگان، قبل و بعد از دورهٔ تمرینی، با استفاده از پرسشنامهٔ کوجالا[2] اندازه‌گیری شد که دارای روایی و اعتبار در ارزیابی عملکرد مبتلایان به سندروم درد پاتلوفمورال است (۲۸- ۳۰). پرسشنامهٔ کوجالا به آسانی قابل فهم است و با صرف وقت کمی می‌توان به آن پاسخ دارد. نسخهٔ فارسی این پرسشنامه نیز روایی و اعتبار خوبی (ICC: ٪۰/۹۶) دارد (۲۹).

تعادل ایستای آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون شارپندرومبرگ[3] اندازه‌گیری شد. در این آزمون، آزمودنی در مربعی به ضلع یک متر با پای برهنه طوری می‌ایستاد که یکی از پاها جلو و پای دیگر عقب قرار داشت. پاشنهٔ پای جلو به پنجهٔ پای عقب می‌چسبید و دست‌ها به‌صورت ضربدر روی سینه قرار می‌گرفت. خطاهای این آزمون شامل: جدا شدن دست‌ها از سینه، باز شدن چشم‌ها، جدا شدن پاشنهٔ پای جلو از پنجهٔ پای عقب و از دست دادن تعادل بود. در لحظه‌ای که هر کدام از این خطاها اتفاق می‌افتاد آزمون به پایان می‌رسید و زمان به‌دست‌آمده ثبت می‌شد. آزمون با چشمان بسته و برای هر آزمودنی سه بار انجام شد و در نهایت بهترین زمان به‌دست‌آمده برای هر فرد ثبت شد (۳۲، ۳۱).

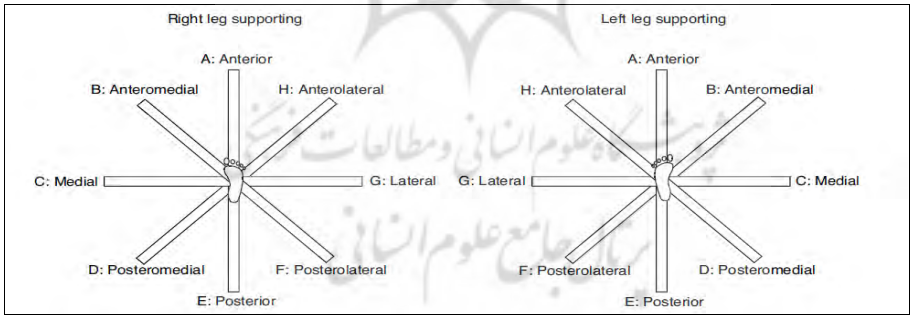
تعادل پویا به‌وسیلهٔ آزمون عملکردی ستاره[4] اندازه‌گیری شد. این آزمون برای ارزیابی تعادل پویا در ضعف‌های عملکردی که به آسیب‌های اسکلتی-عضلانی مرتبط است؛ مانند بی‌ثباتی مزمن مچ پا، جراحی رباط صلیبی قدامی و سندروم درد پاتلوفمورال به‌عنوان آزمونی با حساسیت کافی مطرح شده است (۳۳). آزمون ستاره، آزمونی عملکردی است که از یک پای ایستا و بیشترین فاصلهٔ دست‌یابی با پای دیگر تشکیل شده است. این آزمون دارای هشت جهت است که با یکدیگر زاویهٔ ۴۵ درجه می‌سازند. نحوهٔ اجرای آزمون به صورت زیر است:

آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه مرحلهٔ گرم کردن را انجام دادند و در این مرحله عضلات

---

1. Interclass correlation coefficient
2. Kujala
3. Sharpend Romberg
4. SEBT

همسترینگ، چهارسر ران، سرینی، دوقلو و نعلی تحت کشش قرار می‌گرفت. قبل از شروع، هر آزمودنی برای آشنایی با آزمون و کاهش تأثیر یادگیری، شش بار آزمون را تمرین می‌کرد (۳۴). برای انجام آزمون، آزمودنی‌ها در وسط دایره می‌ایستادند و پای مبتلا به درد خود را در مرکز دایره قرار می‌دادند (در صورت ابتلای دو طرفه پایی که درد بیشتری داشت پای تکیه‌گاه محسوب می‌شد) و با پای دیگر تا دورترین نقطهٔ ممکن عمل رسش (دست یابی) را انجام می‌دادند. از آزمودنی خواسته می‌شد که عمل رسش به دورترین نقطه را با انتهایی‌ترین قسمت پا و با کنترل و به آرامی انجام دهد تا اطمینان حاصل شود که این عمل با کنترل عصبی-عضلانی کافی و مناسب انجام شده است. بین دفعات اجرا ۳ ثانیه استراحت داده می‌شد. نحوهٔ گردش، با توجه به پای رسش راست یا چپ به‌ترتیب در خلاف جهت عقربه‌های ساعت و در جهت عقربه‌های ساعت بود (۳۵). رسش‌ها در صورتی مورد قبول واقع نمی‌شد که: پای رسش خط را لمس نکند، وزن روی پای رسش حمل شود، پای تکیه‌گاه از مرکز دایره بلند شود یا اینکه تعادل در هر نقطه از رسش مختل شود (۳۶). به‌منظور اینکه شاخص مناسبی برای مقایسهٔ بین فردی به دست آید، اطلاعات به‌دست‌آمده با درصد طول پا نرمالایز شد. برای نرمالایز کردن اطلاعات، طول واقعی پا یعنی از خار خاصرهٔ فوقانی تا قوزک داخلی اندازه‌گیری شد. هر آزمودنی عمل رسش را در هر یک از جهت‌ها سه بار انجام می‌داد و در نهایت، میانگین آن‌ها محاسبه و بر اندازه طول حقیقی پا (سانتی‌متر) تقسیم و در ۱۰۰ ضرب شد تا فاصلهٔ دست‌یابی بر حسب درصد اندازهٔ طول پا به‌دست آید (۳۷).



ایستادن روی پای راست ایستادن روی پای چپ

شکل۱

پروتکل تمرینی شامل تمرینات کششی و قدرتی و در هر دو گروه به‌صورت مشابه بود. تمرینات کششی با هدف پیشگیری از آسیب‌های احتمالی و آماده‌سازی عضلات و مفاصل برای انجام تمرینات قدرتی به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه انجام می‌شد و به‌صورت گرم کردن در ابتدا و بازگشت به حالت اولیه در انتهای هر جلسه تمرینی بود. تمرینات کششی شامل تمرینات عضلات چهارسر ران، همسترینگ و

دوقلو بود و در سه نوبت ۲۰ تا ۳۰ ثانیه‌ای اجرا می‌شد. تمرینات تقویتی برای تقویت عضلات چهارسر رانی، با هدف تقویت اختصاصی عضلهٔ پهن میانی و به‌صورتی انتخاب شد که در هر دو محیط آب و خشکی قابل اجرا باشد. در انتخاب تمرینات تقویتی سعی شد از تمرینات ساده استفاده شود که در عین حال اثربخشی زیادی دارند و به‌طور ویژه در درمان مبتلایان به سندروم درد پاتلوفمورال به‌کار می‌رود. این تمرینات عبارت بودند از: اکستنشن زانو، بالا رفتن از پله، اسکات ۳۰ درجه و پایین آمدن جانبی از پله. تمرینات تقویتی با دست‌کم سه نوبت و ۱۰ تکرار در هر نوبت شروع شد. با پیشرفت جلسات تمرین و بالا رفتن توان آزمودنی‌ها تکرارهای تمرین و مدت زمان حفظ انقباض‌ها افزایش می‌یافت، به‌طوری که در انتهای دورهٔ تمرینی آزمودنی‌ها می‌توانستند تمرینات را در سه نوبت و ۳۰-۳۵ تکرار در هر نوبت انجام دهند.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۸ استفاده شد. برای بررسی تفاوت بین دو گروه در ابتدای مطالعه از آزمون تی مستقل استفاده شد. برای مقایسهٔ میانگین درد، عملکرد عضلانی، تعادل ایستا و پویا بین پیش و پس‌آزمون دو گروه تمرینی از آزمون آنالیز واریانس برای اندازه‌های تکراری استفاده شد. سطح معنی‌داری نیز (۰/۰۵=) در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

مشخصات جمعیت‌شناختی و شاخص‌های درد، عملکرد، تعادل ایستا و پویای آزمودنی‌ها در دو گروه در ابتدای مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات جمعیت‌شناختی و مقادیر پیش‌آزمون شاخص‌های مورد بررسی در بیماران تحت مطالعه

متغیرها	گروه خشکی(M±SD)	گروه آب(M±SD)	P
سن (سال)	۲/۹۰ع ۲۳/۳۰	۲/۸ع ۲۴/۸	۰/۲۶
وزن (کیلوگرم)	۴ع ۵۷/۱۷	۶/۱ع ۵۶/۶۷	۰/۸۳
قد (سانتی‌متر)	۲/۶۹ع ۱۶۶/۲	۵/۸ع ۱۶۵/۵	۰/۷۳
نمایه جرم بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲/۲۳ع ۲۰/۵۲	۱/۲۶ع ۲۰/۸۸	۰/۶۶
درد	۰/۷۱ع ۵/۸	۱/۵۳ع ۵/۵۷	۰/۹۲
عملکرد	۷/۲۶ع ۶۹	۱۱/۱۳ع ۷۰	۰/۹۰
تعادل ایستا	۶/۷۲ع ۱۶/۵	۵/۵۶ع ۱۵/۴۵	۰/۷۰
تعادل پویا جهت قدامی	۸/۴ع ۸۵/۲۶	۸/۶۹ع ۸۷/۳۲	۰/۵۹
تعادل پویا جهت قدامی داخلی	۷/۳۶ع ۸۲/۵۴	۷/۷۷ع ۸۴/۹۴	۰/۴۸
تعادل پویا جهت داخلی	۱۰/۵۲ع ۷۸/۶۱	۹/۴۱ع ۸۰/۷۴	۰/۶۴
تعادل پویا جهت داخلی عقبی	۹/۵۴ع ۸۴/۷۷	۱۱/۸۲ع ۸۵/۸۳	۰/۷۷
تعادل پویا جهت عقبی	۹/۵۴ع ۸۴/۷۷	۹/۰۸ع ۸۸/۰۸	۰/۴۵
تعادل پویا جهت عقبی خارجی	۱۰/۵ع ۸۵/۵۲	۷/۶۱ع ۸۶/۳۰	۰/۸۵
تعادل پویا جهت خارجی	۹/۹۴ع ۸۵/۳۲	۷/۸۴ع ۸۶/۷۷	۰/۷۲
تعادل پویا جهت خارجی قدامی	۱۰/۰۵ع ۸۶/۲۴	۷/۶۴ع ۸۵/۸۳	۰/۹۲

نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد انجام تمرینات تأثیر معنی‌داری بر کاهش درد و بهبود عملکرد، بهبود تعادل ایستا و پویای آزمودنی‌ها داشت (جدول ۲).

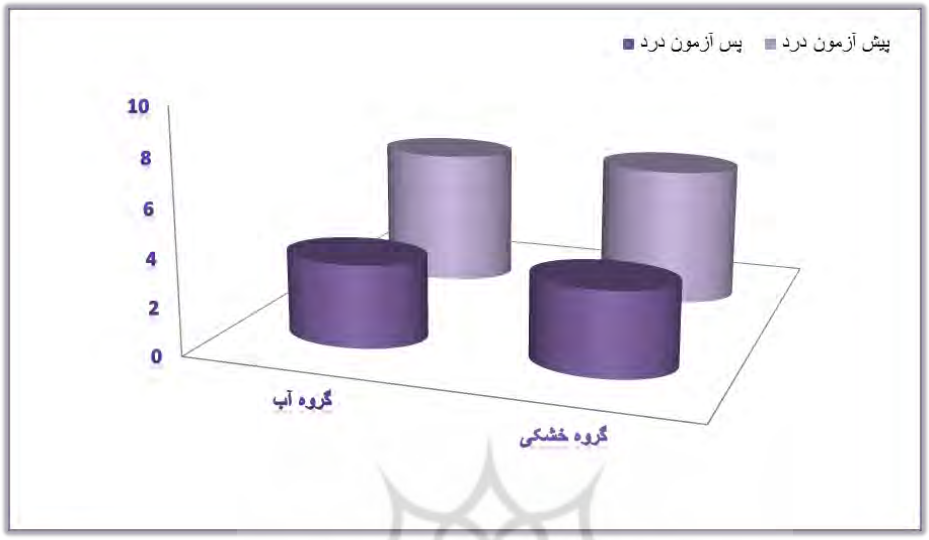
مقایسهٔ داده‌های بین دو گروه در مقیاس‌های درد (F=۰/۰۳، P=۰/۰۸) (نمودار ۱)، عملکرد حرکتی (F=۰/۲۶, P=۰/۶۱) (نمودار ۲)، تعادل ایستا (F=۰/۰۲, P=۰/۸۷) (نمودار ۳) و تعادل پویا در جهت قدامی (F=۰/۹۶, P=۰/۳۳)، قدامی داخلی (F=۰/۶۳, P=۰/۴۳)، داخلی (P=۰/۴۲ ,F=۰/۶۶)، عقبی داخلی (F=۱/۲, P=۰/۲۸)، عقبی (F=۰/۵۴, P=۰/۴۶)، عقبی خارجی (F=۱/۴۷, P=۰/۲۴)، خارجی (F=۰/۳۷, P=۰/۵۵)، قدامی خارجی (F=۰/۴۷, P=۰/۴۹) (نمودار ۴) پس از دورهٔ تمرینی تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین± انحراف معیار پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های تمرینی در آب و خشکی

		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	درصد تغییرات †	P
گروه آب‌درمانی	درد	۵/۷۵±۱/۷۳	۳/۴۵±۱/۰۶	۳۸/۹۹	۰/۰۰۱*
	عملکرد	۷۰±۱۱/۱۳	۸۴/۵±۸/۴۲	۲۲/۲۶	۰/۰۰۱*
	تعادل ایستا	۱۵/۵±۵/۵۶	۳۶/۶۸±۱۱/۲۳	۱۵۲/۶۲	۰/۰۰۱*
	تعادل پویا جهت قدامی	۸۷/۳۲±۸/۶۹	۹۵±۷/۲۶	۱۰/۰۶	۰/۰۰۱*
	تعادل پویا جهت قدامی داخلی	۸۴/۹۴±۷/۷۷	۹۷/۰۷±۹/۴۷	۱۴/۴۲	۰/۰۰۱*
	تعادل پویا جهت داخلی	۸۰/۷۴±۹/۴۱	۹۴/۸۰±۱۲/۱۶	۱۷/۶۶	۰/۰۰۱*
	تعادل پویا جهت عقبی داخلی	۸۵/۸۳±۱۱/۸۲	۹۹/۱۱±۱۱/۸۹	۱۵/۸۶	۰/۰۰۱*
	تعادل پویا جهت عقبی	۸۸/۰۸±۹/۰۸	۹۹/۲۶±۹/۵۳	۱۳	۰/۰۰۱*
	تعادل پویا جهت عقبی خارجی	۸۶/۳۰±۷/۶۱	۹۶/۸۷±۹/۰۸	۱۲/۵۷	۰/۰۰۳*
	تعادل پویا جهت خارجی	۸۶/۷۷±۷/۸۴	۹۷/۵۱±۸/۴۹	۱۲/۵۸	۰/۰۰۱*
	تعادل پویا جهت قدامی خارجی	۸۵/۸۳±۷/۶۴	۹۶/۳۳±۷/۳۱	۱۲/۶۱	۰/۰۰۱*
گروه خشکی	درد	۵/۸±۰/۷۱	۳/۵±۱/۰۱	۳۷/۶۳	۰/۰۰۱*
	عملکرد	۶۹/۵±۷/۲۶	۸۱/۷±۱۰/۵۹	۱۸/۶۲	۰/۰۰۱*
	تعادل ایستا	۱۶/۵±۶/۷۲	۳۶/۷۶±۱۶/۷۷	۱۴۸/۲۲	۰/۰۰۷*
	تعادل پویا جهت قدامی	۸۵/۲۶±۸/۴	۹۱/۷۲±۱۰/۹۷	۷/۴۳	۰/۰۰۱*
	تعادل پویا جهت قدامی داخلی	۸۲/۵۴±۷/۳۶	۹۳/۳۹±۹/۸۹	۱۳/۰۱	۰/۰۰۱*
	تعادل پویا جهت داخلی	۷۸/۶۱±۱۰/۵۲	۸۷/۸۶±۹/۳۰	۱۳/۰۲	۰/۰۲۶*
	تعادل پویا جهت عقبی داخلی	۸۴/۴۲±۹/۵۴	۹۳/۵۷±۹/۸۱	۱۱/۰۱	۰/۰۰۱*
	تعادل پویا جهت عقبی	۸۴/۷۷±۱۰/۴۲	۹۲/۵۵±۹/۷۱	۹/۴۹	۰/۰۰۱*
	تعادل پویا جهت عقبی خارجی	۸۵/۵۲±۱۰/۵۰	۹۳/۱۳±۸/۳۵	۹/۳۹	۰/۰۰۱*
	تعادل پویا جهت خارجی	۸۵/۳۲±۹/۹۴	۹۳/۶۷±۹/۱۴	۱۰/۰۹	۰/۰۰۱*
	تعادل پویا جهت قدامی خارجی	۸۶/۲۴±۱۰/۰۵	۹۵/۰۸±۹/۲۷	۱۰/۵۱	۰/۰۰۱*

د درصد تغییرات : $\Delta = \frac{\text{پس آزمون} - \text{پیش آزمون}}{\text{پیش آزمون}} \times 100$

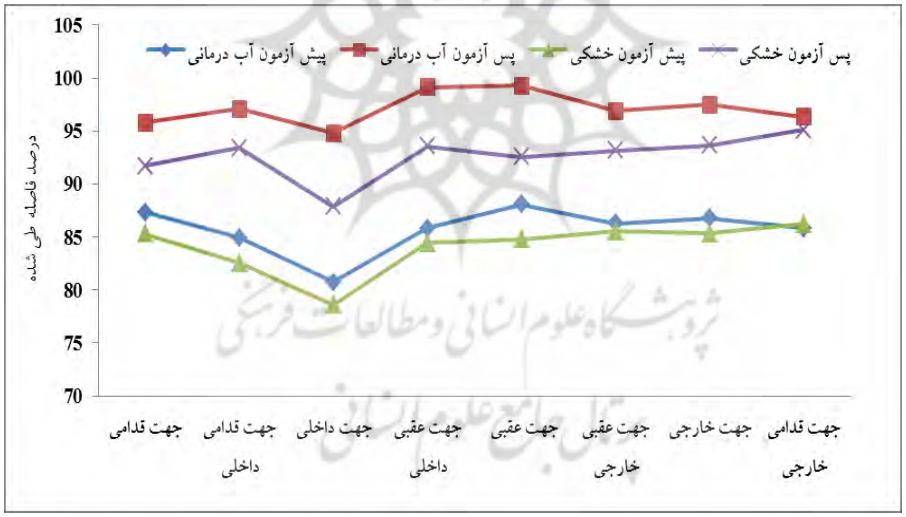
*: نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵= است.



شکل۲. میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون میزان درد آزمودنی‌های گروه آب درمانی و خشکی

شکل۳. میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون عملکرد حرکتی آزمودنی‌های گروه آب درمانی و خشکی

شکل ۴. میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل ایستای آزمودنی‌های گروه آب درمانی و خشکی



شکل ۵. میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون درصد فاصلهٔ طی‌شدهٔ آزمودنی‌های گروه آب درمانی و خشکی

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر مقایسهٔ یک دوره پروتکل تمرینی ورزشی یکسان در دو محیط آب و خشکی بر بهبود درد، عملکرد حرکتی، تعادل ایستا و پویای بیماران زن مبتلا به سندروم درد

پاتلوفمورال بود. نتایج این پژوهش نشان داد در هر دو گروه میزان درد کاهش یافته و انجام تمرینات قدرتی موجب بهبود درد، عملکرد حرکتی، تعادل ایستا و پویا شده است. با این حال، مقایسهٔ نتایج بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

نتایج مطالعهٔ حاضر در مورد بهبود درد، عملکرد حرکتی، تعادل ایستا و پویای مبتلایان به سندروم درد پاتلوفمورال پس از انجام تمرینات، با نتایج دولاک و همکاران (۲۰۱۱)، پیوا و همکاران (۲۰۰۹) و بلوچی و همکاران (۱۳۹۰) همخوانی دارد (۳۸، ۲۰، ۱۷). مقایسهٔ نتایج دو گروه پس از انجام تمرینات، نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های مورد مطالعه نبود. هر چند مطالعات کمی اثر تمرین درمانی در آب را بر مبتلایان به سندروم درد پاتلوفمورال بررسی کرده‌اند، نتایج این پژوهش با نتایج تحقیق مهرپور (۱۳۸۹) که تأثیر یک برنامهٔ تمرینی در آب را بر تعادل ایستا و پویای مردان دارای سندروم درد کشککی-رانی مطالعه کرده است، همسو است. یافته‌های تحقیق مهرپور نشان داد یک دورهٔ تمرینی در آب باعث بهبود در امتیاز آزمون‌های تعادل ایستا و پویای آزمودنی‌ها می‌شود. وی نتیجه گرفت که اعمال تمرین‌های ورزشی در آب، به‌عنوان محیطی نامتعادل و بی‌ثبات، سیستم‌های فیزیولوژیکی درگیر در تعادل را به چالش می‌کشد و به نظر می‌رسد در برطرف کردن ضعف و عدم تعادل عضلانی به‌عنوان یکی از علل شیوع سندروم درد کشککی-رانی نقش قابل توجهی داشته که نتیجهٔ آن بهبود در وضعیت تعادل ایستا و پویای آزمودنی و کاهش درد و محدودیت حرکتی آنان است (۳۹).

در این مطالعه پس از انجام پروتکل تمرینی، تعادل افراد حاضر در گروه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. شواهد علمی نشان می‌دهد که تعادل افراد دارای سندروم پاتلوفمورال از افراد سالم کمتر است (۱۰،۱۱). با توجه به اینکه ضعف عضلانی، عدم انعطاف‌پذیری و مشکلات کنترل حرکتی همگی در حفظ تعادل نقش دارند، اعمال یک برنامهٔ تمرینی مناسب راهبرد مؤثری در بهبود تعادل است (۱۳). ضعف عضلانی و کاهش قدرت عضلات چهارسر رانی در این افراد یکی از دلایل مهم ایجاد درد است (۴۰)، نتایج مطالعات پیشین نشان داده است که ضعف عضلانی و اختلال در سازوکار اکستنسوری زانو عامل انحراف کشکک از راستای اصلی خود و بروز درد در افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال است (۴۲، ۴۱، ۱۰) و این افراد برای حفظ تعادل خود با تغییر در واکنش‌های تعادلی وضعیت‌های بدون درد را انتخاب می‌کنند که این امر موجب محدود شدن عملکرد تعادلی آن‌ها می‌شود (۱۰،۴۳). مطالعات بسیاری نشان می‌دهد که تمرینات قدرتی موجب بهبود تعادل می‌شود (۴۴، ۴۵). نتایج مطالعهٔ دولاک و همکاران (۲۰۱۱) و فلاح و همکاران (۱۳۹۱) در خصوص تأثیر تمرین درمانی بر بهبود قدرت عضلات در افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال نشان داد انجام تمرینات باعث بهبود عملکرد عضلات

می‌شود. قدرت با تولید سفتی در عضله، افزایش حساسیت گیرنده‌های حسی در برابر کشش و کاهش در تأخیر الکترومکانیکی رفلکس کششی دوک‌های عضلانی می‌تواند به بهبود کنترل عصبی-عضلانی منجر و در بهبود تعادل سهیم شود (۴۶، ۳۸)؛ بنابراین انجام تمرینات قدرتی، به‌ویژه تمرینات مخصوص عضلات چهارسر رانی موجب تقویت این عضلات می‌شود و با شروع به‌موقع فعالیت عضلهٔ پهن داخلی به جلوگیری از حرکات اضافی پاتلا کمک می‌کند و فشارهای وارد بر مفصل پاتلوفمورال را کاهش می‌دهد؛ در نتیجه موجب کاهش درد و بهبود عملکرد افراد مبتلا می‌شود. گشتاور اکستنسوری در افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال کمتر است. این مسئله می‌تواند تعادل را تحت تأثیر قرار دهد؛ زیرا این افراد سعی می‌کنند با کمترین تلاش عضلانی فعالیت را انجام دهند و موقعیتی به‌وجود آورند که از تحریک درد جلوگیری کنند (۱۲). با توجه به ماهیت قدرتی تمرینات این مطالعه و کاهش میزان درد افراد حاضر، می‌توان نتیجه گرفت که قدرت عضلات افزایش پیدا کرده و به تبع آن گشتاور اکستنسوری زانو نیز افزایش یافته است. با افزایش گشتاور، کنترل عضلات روی کشکک بیشتر شده، باعث بهبود عملکرد تعادلی افراد می‌شود.

در خصوص تأثیر مثبت انجام تمرینات در آب بر مبتلایان به سندروم درد پاتلوفمورال باید به برخی خصوصیات درمانی ویژهٔ آب توجه کرد: شناوری بر ضد جاذبه عمل می‌کند و به‌وسیلهٔ کاهش نیروهای فشارآورنده روی مفصل، وزن بدن را کاهش می‌دهد. آب اندام آسیب‌دیده را به‌گونه‌ای حمایت می‌کند که بدون افزایش درد در وضعیت راحتی قرار گیرد (۲۲). همچنین خواص فیزیکی و دمای آب نقش مهمی در افزایش یا حفظ دامنهٔ حرکتی مفصل ایفا می‌کنند؛ از این رو حرکت در آب آسان‌تر و با درد کمتری انجام می‌شود (۱۳). نیروهای برهم زنندهٔ ثبات و تعادل در آب نیز محیط مناسبی را برای فعالیت‌های تعادلی و به چالش کشیدن سیستم‌های درگیر در تعادل فراهم می‌کنند (۴۷). همچنین به‌علت افزایش زمان عکس‌العمل، تمرینات در محیط آب برای افراد دچار نقصان در تعادل مناسب است؛ زیرا به‌دلیل خاصیت ویسکوزیتهٔ آب، حرکات آهسته‌تر انجام می‌شود و در نتیجه، افراد مدت زمان بیشتری برای ایجاد پاسخ و عکس‌العمل در اختیار دارند (۴۸، ۲۳). از سوی دیگر، به‌دلیل چگالی آب انجام هر حرکتی در این محیط با مقاومت روبه‌رو می‌شود و این مقاومت باعث کاهش سرعت انجام حرکات و افزایش فعالیت عضلات نسبت به محیط خشکی می‌شود. کاهش تورم و نیروهای وارد بر مفاصل در آب، موجب انجام آسان حرکات در دامنه‌های حرکتی بیشتر می‌شود و اثرات روانی مثبتی مانند افزایش روحیه و اعتمادبه‌نفس بیماران را به دنبال دارد (۱۳،۲۲). از آنجا که عضلات در آب برای تثبیت موقعیت‌های مختلف بدن به‌طور مداوم فعال‌اند و حالت استراحت

ایستایی وجود ندارد، انجام تمرینات در آب موجب تقویت عضلات و در نتیجه بهبود تعادل می‌شود (۴۹).

ماهیت تمرینات و مدت اجرای آن‌ها عامل بسیار مهمی است که در بیشتر مطالعات، به‌ویژه مطالعاتی که در موقعیت‌های خاصی مانند محیط آب انجام می‌شود با محدودیت‌های بسیاری روبرو است. همچنین، بیشتر مطالعات انجام شده در محیط آب جامعهٔ میان‌سالان را به‌عنوان آزمودنی بررسی کرده‌اند و این امر نیز در خصوص نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند اثرگذار باشد. مانند همهٔ مطالعات، این پژوهش نیز دارای محدودیت‌هایی بود که از آن جمله می‌توان به تک جنسیتی بودن و انتخاب تمریناتی اشاره کرد که در هر دو محیط آب و خشکی قابلیت انجام داشته باشند. در این مطالعه سعی شد از پروتکل ورزشی شامل تمرینات ساده، اثربخش، رایج و همسو با زندگی روزانه فرد استفاده شود، به‌طوری که فرد بیمار پس از آموزش قادر باشد تمرینات را به راحتی در هر دو محیط آب و خشکی اجرا کند.

نتایج پژوهش نشان داد انجام تمرین در هر دو محیط آب و خشکی راه‌کاری مناسب برای کاهش درد و بهبود عملکرد و تعادل مبتلایان به درد پاتلوفمورال است. اگرچه تأثیر تمرینات در دو محیط درمانی (استخر و خشکی) تفاوت معنی‌داری نداشت، میانگین درصد تغییرات درد، عملکرد حرکتی و شاخص تعادل ایستا و پویا در گروه آب درمانی پس از انجام تمرینات بیشتر از گروه خشکی بود. این تفاوت در میانگین درصد تغییرات می‌تواند نشان‌دهندهٔ اثربخشی بیشتر انجام تمرینات در آب، در مقایسه با خشکی باشد و متخصصان علوم توان‌بخشی در درمان‌های آتی مبتلایان به سندروم درد پاتلوفمورال می‌توانند با توجه به فواید بی‌شمار تمرین درمانی در آب از آن به‌عنوان رویکردی نوین و روشی مؤثر در روند بهبود مبتلایان به سندروم درد پاتلوفمورال استفاده کنند.

آنچه تاکنون دربارهٔ این موضوع می‌دانستیم:

- تمرین درمانی در خشکی از طریق تقویت عضلات چهارسر رانی باعث کاهش درد، بهبود عملکرد، افزایش تعادل ایستا و پویای افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال می‌شود.

آنچه این تحقیق به اطلاعات موجود اضافه می‌کند:

- حرکت درمانی در آب و هیدروتراپی با هدف تقویت عضلات چهارسر رانی موجب کاهش درد، بهبود عملکرد، بهبود تعادل ایستا و پویای افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال می‌شود.
- با وجود اثرگذاری یکسان نتایج تمرینات در دو محیط آب و خشکی، انجام تمرین درمانی در آب به‌دلیل برخورداری از بعضی مزیت‌ها مانند: داشتن محیط فرح‌بخش و شاد، کاهش

دادن درد متحمل‌شده در حین انجام تمرینات به‌علت کاهش بار واردشده بر مفصل و بهبود وضعیت روانی و افزایش حس اعتمادبه‌نفس در افراد، به‌عنوان روش درمانی تأثیرگذار و مفیدی در درمان مبتلایان به سندروم درد پاتلوفمورال توصیه می‌شود.

منابع:

1. Goto, S. (2009). The effect of PFPS on hip and knee neuromuscular control on dynamic postural control task Master of Science degree Thesis, The university of Toledo.
2. White, Lisa C. Dolphin, Philippa. Dixon, John. (2009). Hamstring length in patellofemoral pain syndrome Journal of Physiotherapy of Elsevier. 95:24-28
3. Drukin, Robert C. Burkhalter, William E. King, Jennifer R. (2006). A guide to Patellofemoral Pain Syndrome (Runner s Knee). The Sport Medicine Patient Advisor.
4. Fagan V, Delahunt E. (2008). Patellofemoral pain syndrome: a review on the associated neuromuscular deficits and current treatment options .Br J Sports Med, 42; PP: 789-795.
5. Lankhorst,N., Bierma-Zeinstra, S., Van Middelkoop, M. (2012). Risk factors for patellofemoral pain: A systematic review. Journal of Orthopaedic and Sport physical therapy, 42; 2: 81-95.
6. Sawatsky, A., Bourne, D., Horisberger, M., Jinha, A., Herzog, W. (2011). Changes in patellofemoral joint contact pressure caused by vastus medialis muscle weakness. Clinical Biomechanics, 27: 595-601.
7. Keet JHL, Gray J, Harley Y, Lambert MI. The effect of medial patellar taping on pain, strength and neuromuscular recruitment in subjects with and without patellofemoral pain. Physiotherapy; 93 (2007) 45˚52.
8. Grenholm A, Stensdotter AK, Häger-Ross C. (2009) Kinematic analyses during stair descent in young women with patellofemoral pain. Clinical Biomechanics; 24(1),88-94.
9. Powers CM. Landel R, Perry J. (1996) Timing and intensity of vastus muscle activity during functional activities in subjects with and without patellofemoral pain. Phys Ther; 76(9), 946˚955.
10. کورش فرد، نگار. علیزاده، محمدحسین. کهریزی، صدیقه.(۱۳۸۸). "مقایسهٔ تعادل پویا در فوتسالیست های زن مبتلا به سندرم درد پتلافمورال و افراد سالم". نشریه طب ورزشی. شماره ۲.
11. Aminaka, N., Gribble, PA. (2008). Patellar Taping, Patellofemoral Pain

Syndrome, Lower Extremity Kinematics, and Dynamic Postural Control . Journal of Athletic Training. Vol. 43.

۱۲.مختاری نیا، حمیدرضا. ابراهیمی تکامجانی، اسماعیل. صلواتی، مهیار.(۱۳۸۴). بررسی مقایسه‌ای شاخص‌های ثباتی دینامیک در افراد مبتلا به درد پاتلوفمورال. مجله توان‌بخشی، دوره ششم، شماره سوم.

13. Spiers Sh.(2010). Comparison of the Effects of Aquatic and Land-Based Balance Training Programs on the Proprioception of College-Aged Recreational Athletes Master of Science degree Thesis, The university of Baylor.

14. Powers CM. (1998) Rehabilitation of patellofemoral joint disorders: a critical review. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy; 28(5), 345-354.

15. Duffey MJ, Martin DF, Cannon DW, Craven T, Messier SP. (2000) Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners. Medicine and Science in Sports and Exercise; 32(11), 1825-1832.

16. Powers CM, Perry J, Hsu A, Hislop HJ. (1997) Are patellofemoral pain and quadriceps femoris muscle torque associated with locomotor function?. Physical Therapy; 77(10), 1063-1075.

17. Piva, S. (2005). Association between impairment and function in individuals with patellofemoral pain syndrome . Thesis D.R University of Pittsburgh.

18. Nakagawa TH, Baldon Rde M, Muniz TB, Serrão FV. Relationship among eccentric hip and knee torques, symptom severity and functional capacity in females with patellofemoral pain syndrome. Physical Therapy in Sport; 12(3), 133-139.

19. Natri A, Kannus P, Järvinen M. (1998) Which factors predict the long-term outcome in chronic patellofemoral pain syndrome? A 7-yr prospective follow-up study. Medicine and Science in Sports and Exercise; 30(11), 1572-1577.

۲۰.بلوچی، رامین. غیاثی، آذر. نادری، عین الله. (۱۳۹۰). بررسی اثر بخشی یک دوره تمرین درمانی منتخب بر کنترل پاسچر دینامیک بیماران مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایران. دوره نوزدهم، شماره اول.

21. Lund, H et al.(2008). A randomized controlled trial of aquatic and land-based exercise patients with knee osteoarthritis. J Rehabil Med; 40: 137˚144.

۲۲.بیتس، آ.، هانسون، ن. (۱۳۸۸). حرکت درمانی در آب. ر. مهدوی نژاد.، ر. بهارلوئی. (مترجم). اصفهان: جهاد دانشگاهی

23. Silva LE, Valim V, Pessanha AP, et al.(2008). Hydrotherapy versus conventional land-based exercise for the management of patients with osteoarthritis of the knee: a randomized clinical trial. Phys Ther; 88(1): 12˚21.

۲۴.گوهرپی، شاهین. فکور، محمد. خالصی، وحید. عمرانی، آنیتا. شاطرزاده، محمدجعفر.(۱۳۸۶). "بررسی ارتباط بین نتایج آزمون‌های عملکردی و مقادیر ایزوکینتیکی قدرت عضلات اطراف مفصل زانو در بیماران مبتلا به نشانگان درد مفصل کشککی-رانی". فصلنامه توان‌بخشی. دوره ششم. شماره ۱.

25. Nijs, J., Van Geel, C., Van Der auwera, C., Van De Velde, B. (2006). Diagnostic value of five clinical tests in patellofemoral pain syndrome. Journal of Manual Therapy; 11: 69-77.

26. Hamstra-Wright, Karrie L. Buz Swanik, C. Ennis, Theresa Y. Swanik, Kathleen A.(2005). Joint Stiffness and Pain in Individuals With Patellofemoral Syndrome . Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. Vol. 35 .

27. Bennell K, Bartam S, Crossley K, Green S.(2002). Outcome measures in PFPS: Test retest reliability and interrelationships. Physical Therapy in Sport;1:32-41.

28. kujala UM, et al. (1993). Scaring of patellofemoral disorders arthroscopy .

29. Negahban H, Pouretezad M, Yazdi MJ, Sohani SM, Mazaheri M, Salavati M, Aryan N, Salehi R. (2012). Persian translation and validitation of kujala patellofemoral scale in patients with patellofemoral pain syndrome. Disability and rehabilitation. Informa Uk Ltd. Vol. 34, No.26, Pages 2259-2263.

30. Besier, Thor F. Fredericson, Michael. Gold, Garry E. Beaupre, Gary S. Delp, Scott L.(2009). Knee muscle force during walking and running in patellofemoral pain patients and pain free controls Journal of biomechanics.

31. Panjan, Andrej., Sarabon, Nejc. (2010). Review of methods for evaluation of human body balance. Sport Science Review, vol. XIX, No. 5-6.

32. Paula K., Yim-Chiplis., Laura AT. (2000). Defining and measuring balance in adults. Biol Res Nurs; 1: 321-331.

33. Robinson, R., Gribble, P. (2008). Support for a Reduction in the Number of Trials Needed for the Star Excursion Balance Test. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 89, 364-370.

34. Kinzey, SJ., Armstrong CW.(1998). The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. J Orthop Sports Phys. 27(5):356-60.

35. Olmsted, L., Carciat, C., Hertel, J., Shultz, S. (2002). Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in Detecting Reach Deficits in Subjects With Chronic Ankle Instability. Journal of Athletic Training;37(4):501˚506.

36. Munro, A., Herrington, L. (2010). Between-session reliability of the star excursion balance test. Physical Therapy in Sport; 11: 128-132.

37. Gribble, P., Hertel, J. (2003). Consideration for the normalizing measure of the star excursion balance test. Measure Phys Edu Exer Sci. 7(9): PP:89-100.

38. Dolak, k., Silkman K, Mckeon J, Hosey R, Lattermann C, Uhl T. (2011). Hip Strengthening Prior to Functional Exercises Reduces Pain Sooner Than Quadriceps Strengthening in Females With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Clinical Trial .journal of orthopaedic & sports physical therapy. Vol41, Number 8.

۳۹.مهرپور، علی اصغر. (۱۳۹۰). تأثیر برنامه تمرین در آب بر تعادل ایستا و پویای مردان دارای سندروم درد کشککی- رانی. دومین همایش ملی تخصصی بیومکانیک و فناوری ورزشی.

40. Stensdotter AK, Grip H, Hodges PW, Hager-Ross C. (2008). "Quadriceps activity and movement reactions in response to unpredictable sagittal support-surface translations in women with patellofemoral pain". Journal of Electromyography and Kinesiology, 18(2); PP: 298-307.

41. Binda, S., Culham, E. and Brouwer, B. (2003) Balance, muscle strength, and fear of falling in older adults.Experimental Aging Research 29, 205-219.

42. Carter, N., Khan, K., Mallinson, A., Janssen, P, Heinonen, A., Petit, M. and McMay, H. (2002). Knee extension strength is a significant determinant of static and dynamic balance as well as quality of life in older community-dwelling women with osteoporosis. Gerontology 48, 360-368.

43. Stane ML, Powers ME. (2005). The effects of plyometric training on selected measures of leg strength and power when compared to weight training and combination weight and plyometric training J Athl Train; 42(3): 186-92.

44. Kalapotharikos, V., Michalopuulou, M., Tokmakidis, S., Godollas, G., Strimpakos, N. and Karterollotis, K. (2004). Effects of a resistance exercise programme on the performance of inactive older adults. International Journal of Therapy and Rehabilitation 11, 318-323.

45. Vanderhoek, K., Coupland, D. and Parkhouse, W. (2000). Effects of 32 weeks of resistance training on strength and balance in older osteopenic/osteoporotic women. Clinical Exercise Physiology 2, 77-80.

۴۶.فلاح علیرضا، خیام باشی خلیل ، رهنما نادر، قدوسی نوید. (۱۳۹۱). مقایسه اثر تقویت عضلات دورکننده و چرخاننده خارجی مفصل ران با عضلات چهارسر در بیماران مبتلا به سندروم درد کشککی رانی. مجله پژوهش در علوم توان‌بخشی، سال۸، شماره ۲.

47. Sadeghi, H., Alirezaei F. (2008). Effect of a training exercise on the water balance in elderly women. Iranian Journal of Aging; 2(6): 402-9.

۴۸.صحبتی‌ها، مهدی. اصلانخانی، محمدعلی. فارسی، علیرضا. (۱۳۹۱). مقایسه تأثیر تمرین در آب و بیرون از آب بر تعادل ایستا و پویای مردان سالمند. مجله سالمندی ایران، سال ۶، شماره ۲۰: ۵۴-۶۳.

49. Roth, A.E., Miller, M.G., Ricard, M., Ritenour, D., & Chapman, B.L. (2006). Comparisons of static and dynamic balance following training in aquatic and land environments. Journal of Sport Rehabilitation, 15; 299-311.

ارجاع مقاله به روش APA

یلفانی، علی؛ رئیسی، زهرا؛ (۱۳۹۲)، مقایسهٔ دو روش تقویتی عضلهٔ چهارسر رانی در محیط خشکی و محیط آب بر درد، عملکرد، تعادل ایستا و پویای زنان مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال ، مطالعات طب ورزشی، ۱۳، ۱۰۸-۹۱

ارجاع مقاله به روش vancouver

یلفانی علی؛ رئیسی زهرا. مقایسهٔ دو روش تقویتی عضلهٔ چهارسر رانی در محیط خشکی و محیط آب بر درد، عملکرد، تعادل ایستا و پویای زنان مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال، مطالعات طب ورزشی، ۱۳۹۲؛ ۵ (۱۳): ۱۰۸-۹۱

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی