

تأثیر ۸ هفته تمرینات منتخب بر گشاور عضلات و حس عمقی زانوی ورزشکاران دارای مینیسک آسیب دیده: یک کار آزمایشی بالینی

سیده مونا حسینی^۱، غلامعلی قاسمی^۲، وحید ذوالاکتاف^۲

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: بهره‌گیری از دستورالعمل‌های توان‌بخشی قبل از جراحی با هدف به حداقل رساندن عوارض جراحی و کاهش زمان بازتوانی پس از عمل، یک اصل است. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات منتخب بر گشاور عضلات و حس عمقی زانوی ورزشکاران با مینیسک آسیب دیده بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع کاربردی بود و به روش نیمه تجربی انجام شد. نمونه‌های آماری را ۲۴ ورزشکار دارای مینیسک آسیب دیده تشکیل داد که به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌ها با توجه به نظر جراح متخصص و در دسترس بودن، به طور مساوی در دو گروه شاهد و تجربی قرار گرفتند. میزان گشاور عضلانی و حس عمقی زانوی آسیب دیده شرکت‌کنندگان در ابتدای تحقیق و پس از ۸ هفته تمرینات منتخب توسط دستگاه ایزوکتیتیک بایودکس اندازه‌گیری و ثبت گردید. مداخله مورد استفاده در پژوهش، روزانه و به صورت یک ساعت در روز انجام می‌شد. جهت تحلیل استنباطی داده‌ها و بیان تفاوت‌های احتمالی بین میانگین گروه‌ها، از آزمون Repeated measures ANOVA در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید.

یافته‌ها: حداکثر گشاور عضلات فلکسور و اکستنسور و همچنین، حس عمقی زانو در هر دو گروه به طور معنی‌داری تغییر کرد (برای هر سه متغیر $P < 0/001$) و روند این تغییرات در دو گروه نیز نسبت به یکدیگر تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P < 0/001$).

نتیجه‌گیری: در مطالعه حاضر، نقش تمرین بر گشاور و حس عمقی زانوی ورزشکاران با مینیسک آسیب دیده تأیید شد و به نظر می‌رسد بهره‌گیری از تمرینات مناسب با فراهم نمودن شرایطی برای به چالش کشیدن سیستم عملکردی، می‌تواند شیوه مؤثری در بهبود عملکرد حرکتی زانو پیش از جراحی باشد.

کلید واژه‌ها: آسیب مینیسک؛ تمرین؛ گشاور عضلانی؛ حس عمقی

ارجاع: حسینی سیده مونا، قاسمی غلامعلی، ذوالاکتاف وحید. تأثیر ۸ هفته تمرینات منتخب بر گشاور عضلات و حس عمقی زانوی ورزشکاران دارای مینیسک آسیب دیده: یک کار آزمایشی بالینی. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۹؛ ۱۶: ۳۶۹-۳۵۸.

تاریخ چاپ: ۱۳۹۹/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۳۰

همچنین، مینیسک‌ها نقش مؤثری در پایداری زانو در ضربه‌ها ایفا می‌کنند (۴). پایداری مینیسک‌ها برای انجام صحیح کارشان لازم است که به وسیله شاخه‌های مینیسک و قرار دادن مناسب آن در جای خود تأمین می‌شود (۵، ۶). مینیسک‌ها در روان‌سازی و حس عمقی مفصل نقش دارند (۷). سه عملکرد برای حس عمقی زانو در ادبیات تحقیق متصور است. اول این‌گونه فرض می‌شود که اطلاعات حس عمقی به واسطه فیدبک، از زانو در برابر حرکات آسیب‌رسان احتمالی حفاظت می‌کند (۸-۱۱). دوم این که دقیق بودن حس عمقی زانو برای پایداری زانو حین پوسچر ایستا ضروری است (۱۳، ۱۲). سوم، چنین فرض می‌شود که حس عمقی زانو در هماهنگ کردن سیستم‌های حرکتی پیچیده و حرکات دقیق مفصل زانو اهمیت بسزایی دارد (۱۳، ۱۲). مفصل زانو یکی از آسیب‌پذیرترین نقاط آناتومیک بدن در ورزشکاران

مقدمه

مینیسک یک ساختار نیم دایره‌ای فیبروکارتیلاژی است که بخش جدایی‌ناپذیری از سلامت درازمدت مفصل زانو به شمار می‌رود (۱). نقش اصلی مینیسک به عنوان یکی از اجزای اصلی مفصل زانو، تحمل فشار و بار وارد آمده بر مفصل زانو می‌باشد (۲). مینیسک سطح تماس انتقال بار بین تیبیا و فیولا را حدود دو برابر می‌کند. فیبرهای کلاژنی به طور محیطی سطح کروی کننیل استخوان ران را برای جذب نیروهای سنگین تحمل وزن مستعد می‌کنند؛ به طوری که فشار سطحی در زانوهای سالم ۵۰ درصد کمتر از زانوهای بدون مینیسک است. بنابراین، نقش مینیسک یک عملکرد محافظتی قابل توجه است (۳). بیش از نیمی از نیروهای تماسی به وسیله کمپارتمان میانی زانو کنترل می‌گردد و حدود ۴۰ تا ۷۰ درصد کل وزن بدن به وسیله مینیسک‌ها به تنهایی تحمل می‌شود.

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشیار، گروه آسیب‌های ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده مسؤول: غلامعلی قاسمی؛ دانشیار، گروه آسیب‌های ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

Email: gh.ghasemi@spr.ui.ac.ir

موفقیت فرد در این زمینه ایفا می‌کنند (۲۴). نتایج تحقیقات نشان داده است که تمرین می‌تواند عضلات و گیرنده‌های حس عمقی را تقویت نماید و به فرد آسیب دیده کمک کند تا زودتر به وضعیت عادی خود بازگردد. در نتیجه، هدف از درمان پارگی مینیسک با تمرینات توان‌بخشی، اغلب کنترل درد و تورم، بازیابی دامنه حرکتی معمول زانو و افزایش قدرت عضلات نگهدارنده زانو می‌باشد (۲۲). برنامه توان‌بخشی باید کاهش التهاب، بازیابی حرکت، افزایش قدرت و برگشت ایمن به مسابقه را در برگیرد. این کار را می‌توان قبل از جراحی آغاز کرد و با یک برنامه مرحله به مرحله که به ورزشکار اجازه تعیین هدف و پیشرفت را بدهد، پیش برد. با مشخص کردن مراحل مختلف توان‌بخشی زانو، ورزشکار و تیم حمایت‌کننده او قادر به پیشرفت در برنامه مناسب جهت برگشت به ورزش خواهند بود. طی این فرایند، می‌توان اقدامات پیشگیرانه برای تکرار نشدن آسیب را مشخص کرد و بدین طریق، سطح اجرا و ایمنی را به حداکثر رساند (۲۳).

میزان بازگشت به سطح قبلی فعالیت‌های ورزشی، شاخص موفقیت درمان برای ورزشکاران حرفه‌ای می‌باشد. همچنین، درک صحیح فرایندهای درمانی و آسیب‌شناسی در مفصل زانو بعد از آسیب و بازسازی، به اندازه جنبه‌های فیزیولوژیک آسیب برای اثرات تمرینات مهم هستند. اگر تمرین به خوبی انجام شود، به تغییرات آشکاری در بافت‌ها و دستگاه‌های بدن می‌انجامد که آن نیز به بهبود عملکرد در ورزش خواهد انجامید (۲۵). در گذشته پژوهش‌های کمی پیش از جراحی مینیسک آسیب دیده انجام گرفته (۲۶، ۲۷) و اغلب عملکرد زانو بعد از عمل ارزیابی شده (۲۹، ۲۸، ۲۳) که بیشتر به میزان قدرت عضلانی توجه شده (۲۸) و به ارزیابی دامنه حرکتی، تعادل و حس عمقی مفصل بعد از یک دوره تمرینات کمتر پرداخته شده است (۲۳). در حالی که از مزیت‌های برنامه تمرینی پیش از جراحی در سایر ضایعات مفصل زانو می‌توان به بازگشت دامنه حرکتی زانو به حالت طبیعی و کاهش خطر خشکی بعد از عمل، حفظ تناسب اندام در آماده‌سازی برای عمل جراحی، بهبود تعادل، تقویت عملکرد زانو، افزایش قدرت کوادریسپس، همسترینگ و وستوس مدیالیس اشاره کرد (۳۲-۳۰). در واقع، اعتقاد بر این است که به کارگیری به موقع تمرینات، علاوه بر پیشگیری از روند ضعیف شدن عضلات در زانوی مبتلا به آسیب مینیسک، بهبود آن را نیز تسریع می‌نماید (۳۳). از آن‌جا که بهبود عملکرد حرکتی پیش از جراحی می‌تواند گام مؤثری در برگشت سریع‌تر به فعالیت و ورزش باشد، بررسی موضوع حاضر با تکیه بر در معرض قرار گرفتن ورزشکاران با آسیب و آسیب مینیسک به عنوان یک آسیب شایع، ضروری به نظر می‌رسد. در مطالعه حاضر این پرسش مطرح شد که آیا ۸ هفته تمرینات منتخب، تأثیر معنی‌داری بر گشتاور عضلات و حس عمقی ورزشکاران دارای مینیسک آسیب دیده دارد؟

مواد و روش‌ها

این تحقیق یک کارآزمایی بالینی بدون کورسازی (Blinding) و از نوع کاربردی بود. جامعه آماری پژوهش را ورزشکاران زن و مرد ۱۸ تا ۲۵ ساله مراجعه‌کننده به کلینیک‌ها و مطب‌های ارتوپدی تهران در سال ۱۳۹۸ دارای سابقه آسیب مینیسک، تشکیل دادند. معیارهای ورود شامل تشخیص آسیب مینیسک ورزشکار توسط جراح متخصص بود که کاندید عمل جراحی در سه ماه آینده بودند و از آسیب آن‌ها حداکثر شش ماه گذشته بود. از آن‌جایی که در بسیاری از موارد آسیب مینیسک با آسیب در سایر لیگامان‌های زانو همراه می‌باشد، سابقه

محسوب می‌شود. یکی از این آسیب‌ها، آسیب مینیسک زانو می‌باشد که تاکنون روش درمان قطعی و به دور از عوارض در ورزشکاران برای آن یافت نشده است (۱۴). به دلیل عملکرد مینیسک در ایجاد پایداری و جذب شوک، این ساختار در معرض آسیب قرار دارد و شیوع پارگی مینیسک در افراد و به خصوص ورزشکاران بسیار زیاد است (۴).

پارگی شعاعی، طولی و پارگی کامل مینیسک، ارتباط قوی با تروما دارد (۱۵). آسیب به مینیسک‌ها بیشتر در افراد جوان حین ورزش کردن یا با تغییر بافت مینیسک اتفاق می‌افتد. همچنین، حوادث غیر تماسی همچون تغییر جهت‌های ناگهانی حین راه رفتن و دویدن، فلکشن ناگهانی و قوی پا و یا وارد شدن یک استرس به پا می‌تواند سبب آسیب به مینیسک‌ها شود (۱۶). پارگی مینیسک ممکن است طولی باشد که اغلب از قسمت‌های خلفی مینیسک شروع می‌شود و می‌تواند به قسمت‌های قدامی مینیسک گسترش یابد (۱۶، ۳). به طور عمومی پذیرفته شده است که با فلکشن صفر تا ۱۲۰ درجه، مینیسک داخلی حدود ۵ میلی‌متر و مینیسک خارجی حدود ۱ میلی‌متر در جهت قدامی-خلفی حرکت می‌کند (۱۷). بخش کمی از این حرکت در شاخ‌های خلفی اتفاق می‌افتد و آن‌ها را مستعد نیروهای برشی در زانوهای که مشکلات لیگامنتی دارند، می‌کند. از سوی دیگر، ۱۰ تا ۳۰ درصد مرز مینیسک داخلی و ۱۰ تا ۲۵ درصد مینیسک خارجی تقریباً خون‌رسانی خوبی دارند که این امر تأثیر بسزایی در بازسازی مینیسک دارد (۱۲).

پارگی مینیسک سالانه ۶۰ تا ۷۰ نفر از هر ۱۰۰ هزار نفر را درگیر می‌کند و حدود یک سوم از این آسیب‌ها به فعالیت‌های ورزشی مربوط است (۱۵). آسیب به مینیسک‌ها بیشتر در افراد جوان حین ورزش کردن یا با تغییر بافت مینیسک اتفاق می‌افتد. همچنین، حوادث غیر تماسی همچون تغییر جهت‌های ناگهانی حین راه رفتن و دویدن، فلکشن ناگهانی و قوی پا و یا وارد شدن یک استرس به پا می‌تواند سبب آسیب به مینیسک‌ها شود (۱۶). بررسی مطالعات گذشته و مشاهدات کلینیکی نشان داده‌اند که تنش‌های فشاری (Compressive stresses) وارد بر مینیسک‌ها، عامل اساسی در آسیب‌های مخرب مفصلی هستند (۱۸، ۱۷).

بازسازی مینیسک به وسیله جراحی آرتروسکوپی، یک روش معمول درمان ناتوانی یا بی‌ثباتی زانو می‌باشد (۱۹). بدون وجود مینیسک، غضروف مفصلی و استخوان‌های زیر آن در معرض فشار زیادی قرار می‌گیرند. ثابت شده است که برداشتن و ترمیم مینیسک، منجر به بروز زودرس التهاب مفاصل و تخریب غضروف مفصلی می‌شود (۵). همچنین، یکی از عوارض آسیب مینیسک که سبب محدودیت در فعالیت‌های روزمره می‌شود، کاهش عملکرد و ضعف عضلات محدوده زانو به دلیل سفتی، بی‌ثباتی و کاهش دامنه حرکتی زانو می‌باشد (۲۰). بسیاری از افراد به دلیل داشتن درد، دامنه حرکتی خود را محدود می‌کنند و همین عامل می‌تواند به تدریج دامنه حرکتی مفصل را کم و عضلات درگیر در حرکت را ضعیف کند و باعث مشکلات تعادلی و حس عمقی شود (۲۱). از جمله عوامل تأثیرگذار در موفقیت یا شکست بازسازی مینیسک می‌توان به شلی (Laxity) زانو قبل از عمل، وضعیت لیگامان متقاطع قدامی (ACL) یا (Anterior cruciate ligament) و دیگر لیگامان‌های زانو، دامنه حرکتی زانو و توان‌بخشی پس از عمل اشاره کرد (۲۲).

ورزشکاری که دچار آسیب مینیسک شده است، با درمان و توان‌بخشی مناسب می‌تواند به سرعت به فعالیت بازگردد (۲۳). طبقه‌بندی آسیب مینیسک، برنامه‌ریزی قبل از جراحی و آموزش‌های مربوط به جراحی، نقش مهمی را در

چرخش زانو قرار گرفت (برای انجام این الگو از اپی‌کندیل خارجی ران به عنوان یک نشانگر استخوانی به عنوان محور چرخش زانو استفاده شد). به منظور جلوگیری و انسداد رگ‌ها، فضای مناسبی بین صندلی و ناحیه پشت زانو در نظر گرفته شد. پد اتصال زانو در قسمت پروگزیمال قوزک داخلی میج پا قرار گرفت و با تسمه ثابت گردید (۳۶).

آزمون در دامنه حرکتی ۹۰ درجه فلکشن تا اکستنشن کامل زانو انجام گرفت. در این آزمایش، ابتدا آزمودنی با ۱۵ تکرار فلکشن و اکستنشن زانو، به گرم کردن پرداخت و سپس از آن‌ها طی دو مرحله و با پنج تکرار (جهت کاهش خطای آزمون) تست گرفته شد و بین هر تکرار ۶۰ ثانیه استراحت داشتند. این تست شامل به دست آوردن حداکثر گشتاور فلکسوری و اکستنسوری در سرعت ۳۰ درجه بر ثانیه بود که برای تمام آزمودنی‌ها ابتدا حداکثر گشتاور فلکسوری در سرعت ۳۰ درجه بر ثانیه و سپس حداکثر گشتاور اکستنسوری در سرعت ۳۰ درجه بر ثانیه ثبت شد. بدین منظور، پای شخص کامل به حالت اکستنشن برده می‌شد و به طوری که شخص هیچ انقباضی در زانو نداشته باشد، رها می‌گشت و دستگاه، وزن پای شخص را ثبت می‌کرد. سپس پای شخص به زاویه ۹۰ درجه فلکشن برده می‌شد و از فرد درخواست می‌گردید تا با شنیدن صدای بوق دستگاه، با حداکثر نیرو پای خود را باز و خم کند (۳۷). دستگاه اطلاعاتی در مورد حداکثر گشتاور عضلات فلکسور و اکستنسور زانو بدون در نظر گرفتن وزن فرد، حداکثر گشتاور عضلات فلکسور و اکستنسور زانو با در نظر گرفتن وزن فرد، گشتاور در زاویه ۳۰ درجه، حداکثر کار شخص در هر انقباض و زمان رسیدن به حداکثر گشتاور، زاویه حداکثر گشتاور، میزان گسترش تنش، نیروی کلی عضلانی، نسبت کار به وزن بدن، کل کار، خستگی در اثر کار، توان میانگین، دامنه حرکتی، زمان افزایش و کاهش شتاب، نسبت گشتاور عضله آگونیسست به آنتاگونیست و گشتاور با تأثیر جاذبه را ثبت کرد که در پژوهش حاضر از حداکثر گشتاور عضلات فلکسور و اکستنسور زانو بدون در نظر گرفتن وزن فرد استفاده شد.

به منظور اطمینان از صحت داده‌های خروجی دستگاه هنگام آزمون، نمودارها با توجه به نتایج مطالعات گذشته توسط محقق بررسی شد. همچنین، به منظور کاهش پارازیت‌ها، فیلترینگ سیگنال‌ها توسط خود نرم‌افزار دستگاه انجام شد و داده‌های پردازش شده برای تحلیل‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفت. پس از این که تمامی اقدامات لازم برای تعیین میزان گشتاور عضلانی انجام گرفت، از آزمودنی درخواست شد که جهت آشنا شدن با نحوه آزمون حس عمقی، یک مرتبه به طور فعال پای خود را در زاویه هدف قرار دهد. سرعت حرکت دستگاه ۱۸۰ درجه بر ثانیه در نظر گرفته شد تا مقاومتی ایجاد نکند. برای آزمون اصلی، زاویه هدف ۳۰ درجه فلکشن زانو بود که ابتدا از فرد درخواست شد تا با چشمان باز پای خود را به این زاویه ببرد. هنگامی که زاویه پای آزمودنی به ۳۰ درجه می‌رسید، دستگاه پا را ثابت می‌کرد و به مدت ۵ ثانیه در این حالت نگه می‌داشت. سپس پای فرد به حالت شروع باز می‌گشت و این بار از فرد درخواست می‌شد که چشمان خود را ببندد و زاویه هدف مورد نظر را بازسازی کند و هنگامی که پای خود را در ۳۰ درجه فلکشن قرار داد، کلید کنترل دستگاه را فشار دهد. این کار سه بار انجام گرفت و میانگین خطای بازسازی زاویه (حس عمقی مفصل)، به عنوان خطای مطلق بازسازی زاویه فعال ثبت گردید (۳۸).

پروتکل مورد استفاده در تحقیق حاضر، برگرفته و تعدیل شده از برنامه تمرینی تحقیق Lennon و Totlis با عنوان توانبخشی و برگشت به بازی به

کامل افراد جمع‌آوری گردید که اگر آزمودنی‌ها آسیبی به غیر از آسیب مینیسک در زانو داشتند، مد نظر قرار گیرد. همچنین، جراح میزان شدت آسیب را گزارش می‌نمود و اگر آزمودنی آسیبی بسیار شدید یا بسیار کم داشت، از مطالعه حذف شد. بدین ترتیب، توسط جراح متخصص ارتوپد حد میانگینی در نظر گرفته شد که شامل پارگی‌های درجه سه در ناحیه قرمز مینیسک بود. همچنین، افزایش درد، عدم شرکت در تمرینات برای سه جلسه متوالی و پنج جلسه منقطع و انصراف از عمل جراحی به عنوان سایر معیارهای خروج در نظر گرفته شد.

نمونه آماری تحقیق را ۲۴ ورزشکار (۱۲ زن و ۱۲ مرد) دارای آسیب مینیسک که به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند، تشکیل داد. با توجه به نظر جراح متخصص و در دسترس بودن، نیمی از آزمودنی‌ها به مدت ۸ هفته در تمرین شرکت کردند (گروه آزمایش) و نیمی دیگر که امکان حضور در برنامه تمرینی را نداشتند، در تمرین شرکت نکردند (گروه شاهد). حداقل حجم نمونه با استفاده از معادله منابع Mead (E = N-B-T) (۳۴)، ۲۲ نفر بود که در پژوهش حاضر، ۲۴ نفر در نظر گرفته شد. در این معادله، E درجه آزادی خطای مؤلفه‌ها، N تعداد واحدهای مورد بررسی، B درجه آزادی مؤلفه بلوکی و T درجه آزادی تیمارها می‌باشد. کلیه مراحل مطالعه به تأیید کمیته اخلاق در پژوهش‌های وزارت بهداشت رسید و قبل از شروع تحقیق، روش انجام آن در سامانه ثبت کارآزمایی‌های بالینی ایران ثبت شد.

پژوهشگر ابتدا با چند جراح متخصص ارتوپدی صحبت کرد و برخی از آن‌ها آمادگی خود را برای معرفی بیماران مناسب با شرایط پژوهش (آزمودنی‌ها) اعلام کردند. به دلیل محدودیت در انتخاب بیمارانی که تمامی شرایط شرکت در مطالعه را داشته باشند، بازه ۱۲ ماهه برای معرفی بیمار توسط متخصص ارتوپد در نظر گرفته شد. در طول این زمان، هر زمان بیماری با مشخصات مورد نظر که تمایل به شرکت در طرح را داشت مراجعه می‌نمود، برای شرکت در تحقیق معرفی شد. آزمودنی‌ها فرم آشنایی با مراحل پژوهش را مطالعه و در صورت توافق به همکاری، رضایت‌نامه شرکت در مطالعه را امضا نمودند. پس از حضور آزمودنی‌ها در آزمایشگاه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی (بیمارستان فوق تخصصی نور افشار، تهران)، ابتدا مشخصات فردی آن‌ها ثبت و در ادامه، میزان گشتاور عضلانی و حس عمقی زانوی آسیب دیده آزمودنی‌ها در ابتدای پژوهش و بعد از ۸ هفته تمرینات منتخب توان‌بخشی جسمانی، قبل از جراحی ثبت گردید. آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت ۸ هفته به صورت انفرادی و تحت نظر محقق، به انجام پروتکل تمرینی پرداختند. لازم به ذکر است که زمان معرفی بیماران توسط جراح متخصص ارتوپد و همچنین، زمان جراحی مینیسک بیماران متفاوت بود و در یک دوره زمانی ۱۲ ماهه صورت گرفت. هدف این تمرینات توان‌بخشی، دستیابی به یک وضعیت عملکردی بالاتر قبل از عمل بود که منجر به افزایش قدرت و کاهش عوامل استرس‌زا گردید (۳۵). سپس میزان گشتاور عضلانی و حس عمقی زانوی آسیب دیده تمامی آزمودنی‌ها مجدداً قبل از جراحی ثبت شد. به منظور جلوگیری از تأثیر عامل مخدوش‌کننده تکرار آزمون، ترتیب انجام آزمون‌ها به صورت تصادفی انتخاب و بین هر دو آزمون متوالی ۵ دقیقه استراحت انجام شد.

دستگاه ایزوکینتیک (Biodex system 3 isokinetic dynamometer). آمریکا، پیش از اجرای آزمون‌ها کالیبره شد تا از صحت نتایج خروجی اطمینان حاصل شود. فرد مورد آزمون روی صندلی دینامومتر قرار گرفت، زاویه تیلت پشتی صندلی ۸۵ درجه در نظر گرفته شد. محور دینامومتر در راستای محور

تفکیک گروه، توزیع متغیرها از توزیع نرمال پیروی کرد ($P > 0.05$). بنابراین، استفاده از رویکرد پارامتریک در تحلیل نتایج منطقی بود. مقایسه مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها بر اساس نتایج آزمون Independent t در جدول ۱ ارایه شده است. مقدار t در هیچ یک از متغیرهای اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0.05$). به این ترتیب، در مجموع می‌توان دو گروه شاهد و تجربی را از نظر جمعیت‌شناسی همگن در نظر گرفت. لازم به ذکر است که تعداد و گروه‌بندی آزمودنی‌های زن و مرد در تحقیق مساوی بود.

نتایج آزمون Box (۳۹) در جدول ۲ نشان داد که ماتریس‌های کواریانس مشاهده شده مربوط به متغیرهای وابسته در گروه‌های دوگانه تحقیق، همسان (بدون تفاوت معنی‌دار) بودند. بنابراین، از آزمون پارامتریک Repeated measures ANOVA جهت تحلیل استنباطی این داده‌ها استفاده شد. آزمون کرویت Mauchly (۴۰) نشان داد که شرط کرویت برقرار بود [شاخص‌های (F) مربوط به اثر Greenhouse-Geisser گزارش گردید]. جدول ۳ نتایج مربوط به آزمون پارامتریک Repeated measures ANOVA را برای متغیرهای پژوهش نشان داد. در گشتاور عضلات فلکسور و اکستنسور و حس عمقی زانو، وقتی معدل نمرات بین گروه‌ها در پیش‌آزمون با پس‌آزمون مقایسه شد، تفاوت‌ها معنی‌دار بود.

دنبال ترمیم مینیسک (۳۵) بود که در کتابچه‌ای با عنوان تکنیک‌های جراحی به چاپ رسید. این برنامه شامل ۸ هفته تمرین روزانه به صورت یک ساعت در روز بود که با استفاده از اصول تواتر، شدت، زمان و نوع تمرین (Frequency, Intensity, Time, Type یا FITT) توسط پژوهشگر و با نظر پزشک متخصص اصلاح شد تا برای آزمودنی‌ها قابل اجرا باشد. این تمرینات شامل حرکات کششی، تقویتی و تعادلی بود (شکل ۱).

جهت خلاصه‌سازی و مرتب نمودن داده‌ها، از آمار توصیفی و آماره‌هایی همچون میانگین و انحراف معیار استفاده گردید. توزیع داده‌ها با آزمون Shapiro-Wilk بررسی شد. جهت تحلیل استنباطی داده‌ها و بیان تفاوت‌های احتمالی بین میانگین گروه‌ها، از آزمون پارامتریک Repeated measures ANOVA استفاده گردید. داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ (IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < 0.05$ به عنوان سطح معنی‌داری داده‌ها در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

ریزش شرکت‌کنندگان دو گروه تجربی و شاهد در شکل ۲ ارایه شده است. بر اساس نتایج آزمون Shapiro-Wilk، در تمام متغیرهای پژوهش به

تا ۶ هفته اول از مقاومت استفاده نشود.

تا ۲ هفته اول دوره تمرینی، به علت درد بیمار و اجتناب از التهاب بیشتر، از حرکات غیر فعال استفاده شود.

تا ۶ هفته اول حین راه رفتن از بریس بلند و لولاداری (Long Knee Cage) که در قسمت زانو در وضعیت اکستنشن قفل (اکستنشن کامل زانو قابل انجام برای هر فرد) است، استفاده شود.

تا ۶ هفته اول به علت اتصال عضلات سمی‌ممبرانوس (Semimembranosus) و پوپلیتوس (Popliteus) به مینیسک داخلی و خارجی، همسترینگ تقویت نشود.

بیمار باید از هفته ششم توانایی خم کردن غیر فعال زانو تا زاویه ۱۲۰ درجه را بدون درد به دست آورد و در کنترل عصبی-عضلانی عضله چهارسر بهبود داشته باشد.

میزان دامنه حرکتی مفصل زانو در هفته‌های تمرینی باید با توجه به پاسخ درد بیمار باشد تا از آب آوردن (افیوژن) پیشگیری شود:

هفته اول: صفر تا ۹۰ درجه، هفته دوم: صفر تا ۱۰۰ درجه، هفته سوم: صفر تا ۱۲۰ درجه، هفته چهارم: صفر تا ۱۳۵ درجه

۱- مرحله محافظتی (هفته ۱-۲)

درمان دستی

تحریک‌پذیری کشکک در زوایای مختلف

بازگشت زود هنگام به دامنه حرکتی در اکستنشن زانو با

اعمال نیرو (اجتناب از هایپراکستنشن در ترمیم شاخ قدامی)

کشش

کشش عضلات گستر و گترنمیوس (Gastrocnemius).

همسترینگ و چهارسر (در دامنه حرکتی محافظت شده)

بازآموزی عصبی-عضلانی چهارسر

سه‌های چهارسر با باز خورد یا حالت پیاپی

(Burst mode) و تمرینات ایزومتریک چهارسر ران

در زوایای مختلف

قدرت

بالا آوردن پا

اکستنشن فعال زانو

تقویت عضلات مرکزی

تمرین راه رفتن با کراچ

تقویت عضلات بالاتنه به کمک کارسنج

کرایوتراپی

۲۰ دقیقه (برای کنترل درد و تورم)

۲- مرحله تقویت (هفته ۳-۶)

کشش

علاوه بر عضلات قبلی، سواس (Psoas)، پریفورمیس

(Priformis) و تنسور فاشیا لاتا (Tensor fascia lata)

نیز کشش یابند.

تقویت

شروع زنجیره حرکتی بسته اسکات (از ۹۰ درجه تا بیشتر از آن)

لانچ، بالا و پایین رفت از پله

شروع پرس پا (از ۹۰ درجه تا بیشتر از آن)

شروع تقویت همسترینگ (از تمرینات ایزومتریک به ایزوتونیک)

گام برداشتن به پهلوی

اسکات دیوار (۷۰ درجه)

ددلیفت

ادامه تقویت عضلات مرکزی

تعادل و حس عمقی

شروع به انتقال وزن (هر دو پا)

حرکات تک پا

تمرین روی سطوح بی‌تعادل

تمرینات راه رفتن (با تمرکز روی الگوی پاشنه-پنجه)

شروع تمرینات با دوچرخه ثابت (وقتی فلکشن ۱۱۰ درجه بدون درد باشد)

کرایوتراپی

۳- مرحله بازسازی (هفته ۷-۸)

بیمار باید دامنه حرکتی غیر فعال کامل زانو، (بدون

افیوژن)، راه رفتن عادی، قدرت مناسب اندام تحتانی

و همچنین، توانایی کنترل زانو در فعالیت‌های تک پا

را داشته باشد تا بتواند وارد این مرحله شود.

کشش

مانند گذشته

تقویت

افزایش شدت (داستن وزنه) و کاهش تعداد در

حرکات

افزایش عمق حرکات زنجیره بسته

تعادل و حس عمقی

استفاده از بوسوبال یا تخته راگر برای تعادل

شروع تمرینات با چشم بسته

اسکات روی بوسوبال (دامنه حرکتی ایمن)

ارتقا حرکات مرتبط با تمرینات تک پا

افزایش زمان و شدت دوچرخه ثابت

انجام شنا و تمرینات در آب به جز شنای کراال سینه

کرایوتراپی

شکل ۱. پروتکل تمرینی استفاده شده در تحقیق حاضر

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

| متغیر | گروه | میانگین \pm انحراف معیار | آماره t | مقدار P |
|----------------|---------------|----------------------------|---------|---------|
| سن (سال) | شاهد (۱۲ نفر) | ۲۲/۱۶ \pm ۲/۴۸ | ۰/۵۶۶ | ۰/۸۹۱ |
| | تجربی (۹ نفر) | ۲۱/۵۵ \pm ۲/۴۰ | | |
| وزن (کیلوگرم) | شاهد (۱۲ نفر) | ۸۰/۰۰ \pm ۱۵/۰۶ | ۰/۵۷۲ | ۰/۰۹۸ |
| | تجربی (۹ نفر) | ۸۳/۲۲ \pm ۸/۶۸ | | |
| قد (سانتی‌متر) | شاهد (۱۲ نفر) | ۱۸۳/۵۰ \pm ۹/۸۵ | ۰/۱۴۵ | ۰/۷۰۲ |
| | تجربی (۹ نفر) | ۱۸۴/۱۱ \pm ۹/۰۴ | | |

اکستنسور و حس عمقی زانوی ورزشکاران با مینیسک آسیب دیده تأثیر گذاشت. میزان ریزش (Attrition rate) افراد در مطالعه حاضر، ۱۲/۵ درصد و فقط مربوط به گروه تجربی بود. پس از انجام تحلیل Intention-to-treat (ITT)، در گشتاور اکستنسوری اثری مشاهده نشد، اما در گشتاور فلکسوری و حس عمقی تغییر معنی‌داری مشاهده گردید. اندازه ITT برای گشتاور فلکسوری، ۰/۰۰۳۵ و برای حس عمقی، ۰/۰۷۶۷ به دست آمد. نتایج آزمون Repeated measures ANOVA نشان داد که تمرینات منتخب، تأثیر معنی‌داری بر حداکثر گشتاور فلکسوری عضلات زانو داشت. همچنین، بر اساس نتایج، تفاوت معنی‌داری بین حداکثر گشتاور عضلات اکستنسور زانو در دو گروه شاهد و تجربی مشاهده شد. بر اساس یافته‌ها، تمرینات منتخب تأثیر معنی‌داری بر حس عمقی زانو داشت. در واقع، در گروه شاهد، کاهش معنی‌دار گشتاورها (به طور متوسط ۱ درصد کاهش نسبت به شرایط قبل از مطالعه) و افزایش معنی‌دار میزان خطای مطلق بازسازی زاویه فعال (حدود ۲/۵ درصد افزایش) هرچند از لحاظ بالینی اندک و قابل اغماض بود، اما بر وخیم‌تر شدن وضعیت عملکردی زانوی ورزشکار در مدت تحقق صحت گذاشت؛ در حالی که در گروه تجربی، بهبود ۸ تا ۱۳ درصدی گشتاور عضلات و کاهش ۱۶ درصدی خطای بازسازی که از لحاظ بالینی قابل تأمل می‌باشد، ارزش تمرینات مورد بررسی در ارتقای وضعیت مفصل زانو را تأیید می‌کند.



شکل ۲. جریان فرایند مطالعه بر اساس نمودار Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT)

به عبارت دیگر، وقتی تغییرات نمرات هر یک از دو گروه به طور تفکیک شده در نظر گرفته شد، سطح معنی‌داری تغییر می‌کند و می‌توان الگوی تغییرات درونی گروه‌ها را به طور معنی‌دار در نظر گرفت. برای این که مقدار تغییرات گروه‌ها مقایسه شود، باید به ستون بعدی جدول ۳ مراجعه نمود. این ستون نشان می‌دهد که تغییرات درون گروهی برای متغیر گشتاور عضلات فلکسور و اکستنسور زانو معنی‌دار و برای متغیر حس عمقی معنی‌دار نبود. در ستون آخر، تعامل تغییرات درون گروهی (شیب خط تغییرات) معنی‌دار بود. نتیجه‌گیری کلی که از داده‌های مربوط به جدول ۳ می‌توان استنباط نمود این است که گشتاور عضلات فلکسور و اکستنسور زانو و همچنین، حس عمقی زانو، در هر دو گروه به طور معنی‌داری تغییر کرد (تغییرات معنی‌دار درون گروهی) و روند این تغییرات نیز در دو گروه نسبت به یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشت. بنابراین، ۸ هفته تمرینات منتخب، بر گشتاور عضلات فلکسور و

بحث

پژوهش حاضر به مقایسه اثر استفاده از یک برنامه خاص تمرینی بر گشتاور عضلات فلکسور و اکستنسور زانو و حس عمقی ورزشکاران مبتلا به آسیب مینیسک که کاندید عمل جراحی بودند، پرداخت. به نظر می‌رسد تمرینات، در ارتقای گشتاور عضلات مذکور و بهبود حس عمقی نسبت به وضعیت اولیه زانو و نیز در مقایسه با گروه شاهد مؤثر بوده است.

تغییرات گشتاور عضلات فلکسور و اکستنسور زانو: با وجود این که گشتاور عضلات فلکسور و اکستنسور زانو در هر دو گروه تجربی و شاهد به طور معنی‌داری تغییر کرد، روند این تغییرات نیز در دو گروه نسبت به یکدیگر دارای تفاوت معنی‌داری بوده است. بنابراین، به نظر می‌رسد که ۸ هفته تمرینات منتخب، تأثیر مثبتی بر گشتاور عضلات زانوی ورزشکاران با مینیسک آسیب دیده دارد.

جدول ۲. آزمون همسانی ماتریس‌های کواریانس Box

| متغیر | M Box | ضریب F | درجه آزادی ۱ | درجه آزادی ۲ | مقدار P |
|-----------------------------------|--------|--------|--------------|--------------|---------|
| حداکثر گشتاور عضلات فلکسور زانو | ۲/۶۸۲ | ۰/۷۸۸ | ۳ | ۲۸۷۶۲/۷۹۶ | ۰/۵۰۰ |
| حداکثر گشتاور عضلات اکستنسور زانو | ۳۱/۸۲۷ | ۹/۳۵۷ | | | ۰/۰۹۴ |
| خطای مطلق بازسازی زاویه فعال | ۷/۲۸۱ | ۲/۱۴۱ | | | ۰/۰۹۳ |

جدول ۳. یافته‌های مربوط به آزمون Repeated measures ANOVA

| متغیر | گروه | پیش آزمون | پس آزمون | درصد پیشرفت | درجه آزادی بین گروهی (۱، ۱۹) | درجه آزادی درون گروهی (۱۹، ۱) | درجه آزادی تعاملی (۱۹، ۲) |
|---|-------|----------------|----------------|-------------|--|--|--|
| حداکثر گشتاور عضلات فلکسور زانو (Nm/BW) | شاهد | ۱۲۰/۳۳ ± ۹/۷۴ | ۱۱۸/۰۸ ± ۸/۶۲ | -۱/۹۰ | F = ۵۸/۲۱۹ *P < ۰/۰۰۱ η ² = ۰/۷۵۴ | F = ۱۱/۵۹۳ *P = ۰/۰۰۳ η ² = ۰/۳۷۹ | F = ۴۰۶۰/۳۷۵ *P < ۰/۰۰۱ η ² = ۰/۸۰ |
| | تجربی | ۱۲۷/۴۴ ± ۸/۴۲ | ۱۳۷/۸۸ ± ۹/۷۲ | ۸/۲۰ | F = ۳۶/۱۳۲ *P < ۰/۰۰۱ η ² = ۰/۶۵۵ | F = ۷۰/۱۵۹ *P = ۰/۰۱۵ η ² = ۰/۲۷۴ | F = ۱۷۸۴/۴۶۵ *P < ۰/۰۰۱ η ² = ۰/۹۸۹ |
| | شاهد | ۲۵۲/۳۳ ± ۲۹/۸۹ | ۲۵۰/۲۵ ± ۲۸/۵۲ | -۰/۸۰ | F = ۲۰/۷۲۵ *P < ۰/۰۰۱ η ² = ۰/۵۲۲ | F = ۲۰/۷۱۹ β - ۱ = ۰/۷۱۹ | F = ۳۷۴/۸۹۵ *P < ۰/۰۰۱ η ² = ۰/۹۵۲ |
| حداکثر گشتاور عضلات اکستنسور زانو (Nm/BW) | تجربی | ۲۶۷/۴۴ ± ۱۹/۸۰ | ۳۰۳/۱۱ ± ۳۷/۹۸ | ۱۳/۳۰ | F = ۲۰/۷۲۵ *P < ۰/۰۰۱ η ² = ۰/۵۲۲ | F = ۲۰/۷۱۹ β - ۱ = ۰/۷۱۹ | F = ۳۷۴/۸۹۵ *P < ۰/۰۰۱ η ² = ۰/۹۵۲ |
| | شاهد | ۳/۶۳ ± ۰/۸۱ | ۳/۷۲ ± ۰/۹۵ | -۲/۵۰ | F = ۲۰/۷۲۵ *P < ۰/۰۰۱ η ² = ۰/۵۲۲ | F = ۲۰/۷۱۹ β - ۱ = ۰/۷۱۹ | F = ۳۷۴/۸۹۵ *P < ۰/۰۰۱ η ² = ۰/۹۵۲ |
| | تجربی | ۳/۹۹ ± ۰/۹۸ | ۳/۳۴ ± ۰/۷۴ | ۱۶/۳۰ | F = ۲۰/۷۲۵ *P < ۰/۰۰۱ η ² = ۰/۵۲۲ | F = ۲۰/۷۱۹ β - ۱ = ۰/۷۱۹ | F = ۳۷۴/۸۹۵ *P < ۰/۰۰۱ η ² = ۰/۹۵۲ |

*وجود تفاوت معنی‌دار در سطح P < ۰/۰۵۰

چهار ماهه، تأثیر مثبتی بر اجرای عملکردی، استقامت و قدرت ران بیماران میانسال بعد از منیسکتومی داشت و هرچه تعداد جلسات درمان بیشتر، اثرات مثبت تمرین فراتر بود (۴۴). از آن‌جا که در بسیاری از مطالعات برای اندازه‌گیری قدرت از بیشینه گشتاور عضلات استفاده شده است (۴۹-۴۵)، می‌توان گفت که نتایج تمامی تحقیقات مذکور (۴۴-۴۲)، با یافته‌های به دست آمده از تمرینات پژوهش حاضر که بیان داشت گشتاور مفصل زانو بعد از ۸ هفته تمرینات منتخب افزایش یافته است، به نوعی همخوانی دارد. بهره‌گیری از دینامومتری ایزوکینتیک، استاندارد طلایی در ارزیابی قدرت عضلانی می‌باشد (۵۰). اندازه‌گیری قدرت عضلانی از این طریق، با ارزیابی و مقایسه شرایط عادی و غیر عادی، اهدافی را برای ریکاوری و توان‌بخشی پایه‌گذاری می‌کند و امکان پیگیری کمی وضعیت بیماری و پاسخ به درمان را فراهم می‌نماید (۵۱).

کاهش گشتاور عضلات زانو به دنبال آسیب منیسک در برخی مطالعات گزارش شده است (۵۳، ۵۲). در ورزشکاران، انجام تمرینات توان‌بخشی اصولی در ترمیم یک منیسک پاره پس از آسیب، نه تنها مزایای بالقوه‌ای برای بهبود ایجاد می‌کند، بلکه از پیامدهای پس از آسیب روی عضو درگیر مانند آتروفی‌های عضلانی و از دست دادن حس عمقی که ممکن است باعث تأخیر در بازگشت به شرایط عادی پس از جراحی گردد نیز جلوگیری می‌نماید (۳۸). برقراری ثبات مکانیکی از طریق جراحی توصیه می‌شود، اما این روش برای به دست آوردن عملکرد طبیعی زانو کافی نیست و استفاده از تمرینات مناسب به عنوان روشی برای بهبود عملکرد عصبی-عضلانی توصیه می‌شود (۵۴). به ویژه که به نظر می‌رسد منیسکتومی از جهت میزان درد و عملکرد کلی، مزیتی بر تمرین درمانی ندارد و درمان‌های محافظه‌کارانه به اندازه جراحی مؤثر است (۵۴). یافته‌های تحقیق حاضر، جایگاه بالینی تمرینات در ارتقای عملکرد عضلات زانوی مبتلا به آسیب منیسک را تأیید کرد.

برای حصول اطمینان از عدم وقفه در پیشرفت گشتاور به دنبال تمرینات، لازم است تا شدت تمرینات به صورت تدریجی افزایش یابد. این تغییرات باید به طریقی کنترل گردد تا هم یک ثبات دینامیکی ایجاد شود و هم این که این نوسانات باعث جابه‌جایی و آسیب رساندن به مفصل نشود. بدین ترتیب، بهبود نیروی عضلات در جهت پایداری مفصل و هم‌زمان، ارتقای گشتاور زاویه‌ای

مطالعه‌ای با هدف یافتن برنامه توان‌بخشی مناسب برای عملکرد زانوی ورزشکاران تحت عمل جراحی منیسک داخلی انجام شد و آزمودنی‌های آن را ۳۰ ورزشکار ۱۸ تا ۳۵ ساله تشکیل داد که به طور مساوی در دو گروه تمرینات عصبی-عضلانی و تمرینات قدرتی قرار گرفتند. تمامی علائم ناشی از جراحی، ۴ و ۸ هفته پس از جراحی به حد معنی‌داری در هر دو گروه بهبود یافت و آزمودنی‌های هر دو گروه افزایش چشمگیری را در استقامت و قدرت عضلانی نشان دادند (۲۸). در تحقیق دیگری، اثر تمرین درمانی نسبت به جراحی آرتروسکوپی منیسکتومی برای عملکرد زانو در بیمارانی میانسال با پارگی منیسک دژنره مقایسه گردید. در ۹۶ درصد آزمودنی‌ها، هیچ شواهد دقیقی رادیوگرافی در مورد استئوآرتریت وجود نداشت. مداخلات شامل ۱۲ هفته تمرین درمانی یا جراحی آرتروسکوپی منیسک بود. هدف از انجام تجزیه و تحلیل، تعیین تفاوت بین دو گروه در تغییر آسیب زانو، قدرت عضلات ران و نمره پرسش‌نامه پیامد صدمات زانو و استئوآرتریت (KOOS) یا Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score طی دو سال بود. هیچ تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در شاخص‌های KOOS طی دو سال مشاهده نگردید و هیچ عارضه جانبی جدی در هر یک از گروه‌ها گزارش نشد؛ در حالی که سه ماهه بعد از مداخله، قدرت عضلانی در گروه تمرینی در مقایسه با گروه شاهد بهبود یافت. در مجموع، تفاوت‌های مشاهده شده در اثر جراحی پس از دو سال پیگیری کم بود، اما تمرین درمانی نسبت به جراحی، اثرات مثبتی در بهبود قدرت عضلات ران داشت (۴۱) که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.

در مطالعه دیگری که روی ۷۰ نفر طی چهار ماه با هدف ارزیابی دو رویکرد توان‌بخشی (تمرین درمانی و بی‌تمرینی) پس از آرتروسکوپی منیسک انجام شد، مشخص گردید که پس از سه ماه تمرین درمانی، گروه تجربی نتایج بهتری را در درد و عملکرد نسبت به گروه شاهد داشت. این نتایج پس از یک پیگیری ۱۲ ماهه همچنان مشابه به نتایج پس‌آزمون به قوت خود باقی ماند (۴۲). نتایج یک تحقیق مروری که در آن ۲۵ مقاله کامل مورد بررسی قرار گرفت، نشان داد که عملکرد و دامنه حرکتی زانوی بیمارانی که تحت آرتروسکوپی جزئی منیسک قرار گرفته بودند، با فیزیوتراپی سرپایی برای گرفتن برنامه تمرینی خانگی، بهبود یافت (۴۳). نتایج پژوهشی نشان داد که برنامه تمرینی عملکردی

این شرایط، دقت حس وضعیت کاهش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد (۶۳). پیام آوران‌های پوست نیز در حس عمقی دخیل می‌باشند، اما پایانه اولیه برای این حس نیستند (۶۳). به طور کلی، آوران‌های دوک عضله و شاید اندام‌های تاندونی گلژی (Golgyi tendon organ یا GTO)، گیرنده‌های اولیه حس عمقی هستند و این اطلاعات در مرحله بعد از ساختمان‌های کپسولی، لیگامنت و پوست و بافت‌های زیر پوست نشأت می‌گیرد (۶۳). بیشینه حساسیت دوک‌های عضلانی و GTO در دامنه انتهایی حرکت مفصل می‌باشد (۶۴، ۳۸) و به همین منظور، در مطالعه حاضر حس عمقی که به روش بازسازی زاویه فعال مورد ارزیابی قرار گرفت، در دامنه انتهایی اندازه‌گیری شد تا نقش گیرنده‌های مربوط به دوک‌های عضلانی و GTO محسوس شود.

همانطور که انتظار می‌رفت، تمامی متغیرهای مربوط به عملکرد حرکتی، در اثر تمرینات توان‌بخشی در گروه آزمایش افزایش معنی‌داری را نشان داد و در گروه شاهد به این صورت نبود. در مواردی که آسیب مینیسک به دلیل تروما اتفاق می‌افتد؛ مانند آنچه اغلب در زانوی ورزشکاران روی می‌دهد، به دلیل فعال شدن آبشار التهابی، تجمع مایع در ناحیه، منجر به اعمال فشار فیزیکی بر پایانه‌های عصبی ناحیه می‌گردد (۶۵). همچنین، در مرحله حاد با تجمع مواد زائد ناشی از آسیب، ترشح هیستامین افزایش می‌یابد و با افزایش قطر عروق در ناحیه آسیب، حساسیت عصب نیز افزایش پیدا می‌کند (۶۵). مجموعه درد و التهاب ایجاد شده، باعث گارد هدفمند (Protective spasm) عضلات اطراف زانو می‌شود. بنابراین، در روزهای اول پس از آسیب، فرد محدودیت حرکتی شدیدی را تجربه می‌کند (۶۶).

شدت درد و محدودیت حرکتی در اغلب موارد به حدی است که در یک تا دو هفته اول، فرد حتی نمی‌تواند تحمل وزن را داشته باشد (۶۷، ۲۳). با کاهش تدریجی التهاب و اسپاسم، درد تخفیف می‌یابد و فرد آسیب دیده در این مرحله پیشرفت خوبی در عملکرد حرکتی دارد، حتی اگر استراحت کند و تمرین فیزیکی نداشته باشد (۶۸).

از آن‌جا که در تحقیق حاضر، انجام پیش‌آزمون پس از گذشت مرحله حاد آسیب صورت گرفت (شرط ورود به پژوهش، گذشت حداقل ۶ ماه از زمان بروز آسیب بود)، آزمودنی‌ها واکنش التهابی را پشت سر گذاشته و به یک ثبات و پایداری در علائم و عملکرد رسیده بودند. با این وجود، افت نسبی مشاهده شده در شاخص‌های مورد بررسی در گروه شاهد که از لحاظ آماری معنی‌دار بود، هرچند از لحاظ بالینی ارزشمند محسوب نمی‌شود، اما نشان دهنده روند افول تدریجی در عملکرد حسی- حرکتی زانوی افراد می‌باشد؛ در حالی که استفاده از برنامه تمرینی پیشنهادی، نه تنها از این افول تدریجی جلوگیری کرده، بلکه طی ۸ هفته، به صورت معنی‌داری باعث بهبود عملکرد زانوی فرد با ارزش بالینی قابل تأمل شده است.

محدودیت‌ها

شرایط روحی آزمودنی‌ها قبل از جراحی بررسی نشد. دست و پنجه نرم کردن با اثرات روحی به دنبال یک افت جسمانی، می‌تواند چالش بزرگی باشد و سلامت روحی و روانی در توان‌بخشی فرد بسیار مؤثر است (۶۹). نداشتن انگیزه برای انجام توان‌بخشی، ترس از آسیب مجدد، انکار مدام در مورد شدت آسیب و...، از جمله مواردی است که فرد آسیب دیده با آن روبه‌رو می‌باشد (۷۰). محدوده سنی در نظر گرفته شده برای انتخاب آزمودنی‌ها، ۱۸ تا ۲۵ سال

عضلات خواهد بود. مکانیزم دقیق افزایش قدرت در اثر تمرین هنوز نامعلوم است، اما اصول اصلی آن شناخته شده است. در مجموع، دو فرایند هایپرتروفی عضلانی و تطبیقات عصبی (Neural adaptations) که تعاملات عصبی-عضلانی (Neuromuscular interactions) را ارتقا می‌دهند، مسؤؤل این افزایش می‌باشد. از آن‌جا که برنامه تمرینی استفاده شده در پژوهش حاضر، شامل تمرینات گوناگون تقویتی با انواع انقباضات عضلانی بود، می‌توان متصور شد که عوامل عصبی همچون افزایش فراخوانی (Recruitment) عضله یا تغییر بازتاب حساسیت‌پذیری (Excitability)، دلیل ارتقای گشتاور عضلانی باشد (۵۶، ۵۵). همچنین، بسیار مهم است توجه شود که تغییر کمتر میزان گشتاور فلکسوری زانو در مطالعه حاضر، می‌تواند به دلیل اتصال عضله سمی‌ممبرانوس (Semimembranosus) به شاخ خلفی مینیسک داخلی باشد. این عضله از عضلات اصلی درگیر در عمل فلکشن زانو می‌باشد و از آن‌جا که آسیب رخ داده در مینیسک داخلی است و این عضله به مینیسک داخلی اتصال دارد، ممکن است موقعیت عضله و شرایط آسیب با ایجاد محدودی، اجازه تغییر کافی در میزان گشتاور را نداده باشد و تغییر کمتر در میزان گشتاور فلکسوری زانو به این علت باشد.

حس عمقی و خطای مطلق بازسازی زاویه فعال: با توجه به نتایج تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد ۸ هفته تمرینات منتخب، تأثیر مطلوبی بر حس عمقی زانوی ورزشکاران با مینیسک آسیب دیده دارد. از لحاظ بالینی، حس عمقی از طریق میزان حرکت غیر فعال یا توانایی جابه‌جایی مفصل به یک موقعیت از پیش تعیین شده ارزیابی می‌شود (۳۸). در پژوهشی، تأثیر تمرینات هماهنگی بر خطاهای حس عمقی زانوی آسیب دیده از جمله در موارد آسیب مینیسک فوتبالیست‌های مرد حرفه‌ای ارزیابی شد (۵۷). تمرینات مورد استفاده در گروه آزمایش تا حدودی با تمرینات مورد استفاده در مطالعه حاضر همخوانی داشت و گروه شاهد تمرینات کششی و تقویتی سنتی انجام دادند. خطای حس عمقی برای مفصل زانوی راست و چپ در گروه آزمایش پس از برنامه تمرین هماهنگی، به طور معنی‌داری کاهش یافت (۵۷). این یافته‌ها با نتایج بررسی حاضر مطابقت داشت. بر اساس تحقیقی که بر روی ۲۰ بیمار دارای سابقه درد زانو و محدودیت‌های عملکردی و پارگی‌های تخریبی مینیسک صورت گرفت، آزمودنی‌ها برنامه تمرینات عصبی-عضلانی و قدرتی را برای ۱۲ هفته انجام دادند که منجر به بهبودی قدرت عضلات و آزمون‌های عملکردی بلافاصله بعد از مطالعه شد. این آثار در بیشتر آزمودنی‌ها تا یک سال پس از اعمال مداخله دوام داشت و با وجود این که برخی از شرکت‌کنندگان در طی انجام پژوهش از درد شکایت کردند، پس از یک سال هیچ یک از بیماران تحت عمل جراحی قرار نگرفتند (۵۸).

گفته می‌شود یک تا دو سال بعد از انجام مینیسکتومی جزئی (Partial)، حس عمقی و توانایی عضلات زانو در سمت جراحی شده در مقایسه با زانوی سالم کمتر می‌شود که این نقصان قابل ملاحظه، نشان دهنده اهمیت ارتقای عملکرد عضله و حس عمقی در این بیماران است (۵۹). حتی فقدان بخش کوچکی از مینیسک‌ها، باعث تخریب حس عمقی در زانو می‌گردد (۶۰). گیرنده‌های مفصل، عضله، تاندون و پوست، دریافت اطلاعات مربوط حس عمقی و حس وضعیت را بر عهده دارند (۶۱)؛ در حالی که دوک‌های عضلانی (Muscle spindle) منبع اولیه دریافت اطلاعات حس عمقی محسوب می‌شوند (۶۲). هنگامی که دریافت پیام از دوک عضلانی کاهش یابد، پیام گیرنده‌های مفصلی اهمیت بیشتری در آگاهی مغز از وضعیت مفصل ایفا می‌کنند؛ هرچند در

مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، خدمات تخصصی آمار، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر، مسؤلیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار، پاسخگویی به نظرات داوران، غلامعلی قاسمی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر، مسؤلیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار، پاسخگویی به نظرات داوران، وحید ذوالاکتاف، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، تحلیل و تفسیر نتایج، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر، مسؤلیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار، پاسخگویی به نظرات داوران را بر عهده داشتند.

منابع مالی

پژوهش حاضر بر اساس بخشی از رساله دکتری تخصصی با کد اخلاق IR.U.I.REC.1399.006 و کد ثبت سامانه کارآزمایی‌های بالینی ایران IRCT20200507047331N1 در پژوهشگاه علوم و فن‌آوری اطلاعات ایران) استخراج و با حمایت دانشگاه اصفهان انجام شده است. دانشگاه اصفهان در جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و گزارش آن‌ها و تنظیم دست‌نوشته و تأیید نهایی مقاله برای انتشار اعمال نظر نداشته است.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند. سیده مونا حسینی دانشجوی مقطع دکتری تخصصی آسیب‌شناسی ورزشی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه اصفهان است که از سال ۱۳۹۳ مشغول به تحصیل در این دانشگاه می‌باشد. دکتر غلامعلی قاسمی و دکتر وحید ذوالاکتاف دانشیار گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه اصفهان می‌باشند.

بود که در مدت حدود ۱۲ ماه این افراد تنها به ۲۴ نفر رسیدند و در طول انجام مطالعه نیز این تعداد کمتر شد (تعداد آزمودنی‌ها در انتهای تحقیق به ۲۱ نفر رسید). هرچند توان پژوهش حاضر قابل قبول می‌باشد، اما با این وجود انجام مطالعه در حجم بالاتر مطلوب خواهد بود. عدم استفاده از روش نمونه‌گیری و تقسیم تصادفی نیز از محدودیت‌های تحقیق حاضر به شمار می‌رود. پژوهشگر در نظر داشت جهت انجام پیگیری در مطالعه، متغیرهای اندازه گرفته شده را پس از جراحی نیز بررسی نماید که به دلیل شیوع بیماری کرونا و عدم علاقه بیشتر آزمودنی‌ها به ادامه همکاری، قادر به انجام این امر نشد.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده میزان ماندگاری این روش تمرینی با انجام آزمون‌های پیگیری مورد بررسی قرار گیرد و گشتاور عضلات و حس عمقی زانو پس از جراحی نیز بررسی شود. همچنین، بهتر است پژوهش حاضر در آسیب‌های دیگر زانو و برای دیگر محدوده‌های سنی و افراد غیر ورزشکار و همچنین، مقایسه با پروتکل‌های دیگر مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، می‌توان گفت که ۸ هفته تمرینات منتخب، بر گشتاور عضلات و حس عمقی زانوی ورزشکاران دارای مینیسک آسیب دیده مؤثر بوده است. استفاده از تمرینات توان‌بخشی با فراهم نمودن شرایطی برای به چالش کشیدن سیستم عملکردی، می‌تواند شیوه مؤثری در بهبود عملکرد حرکتی زانو باشد و به دنبال آن، روند جراحی و بازگشت به ورزش را در ورزشکاران تسهیل و تسریع نماید.

تشکر و قدردانی

ندارد.

نقش نویسندگان

سیده مونا حسینی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام

References

1. Andrews S, Shrive N, Ronsky J. The shocking truth about meniscus. *J Biomech* 2011; 44(16): 2737-40.
2. Li Q, Doyran B, Gamer LW, Lu XL, Qin L, Ortiz C, et al. Biomechanical properties of murine meniscus surface via AFM-based nanoindentation. *J Biomech* 2015; 48(8): 1364-70.
3. Li Q, Qu F, Han B, Wang C, Li H, Mauck RL, et al. Micromechanical anisotropy and heterogeneity of the meniscus extracellular matrix. *Acta Biomater* 2017; 54: 356-66.
4. Carter TE, Taylor KA, Spritzer CE, Utturkar GM, Taylor DC, Moorman CT 3rd, et al. In vivo cartilage strain increases following medial meniscal tear and correlates with synovial fluid matrix metalloproteinase activity. *J Biomech* 2015; 48(8): 1461-8.
5. Li Q, Wang C, Han B, Qu F, Qi H, Li CY, et al. Impacts of maturation on the micromechanics of the meniscus extracellular matrix. *J Biomech* 2018; 72: 252-7.
6. Mow VC, Huiskes R. *Basic Orthopaedic Biomechanics & Mechano-biology*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2005.
7. Petrigliano FA, Musahl V, Suero EM, Citak M, Pearle AD. Effect of meniscal loss on knee stability after single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011; 19(Suppl 1): S86-S93.
8. Barrett DS, Cobb AG, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. *J Bone Joint*

- Surg Br 1991; 73(1): 53-6.
9. Bayramoglu M, Toprak R, Sozay S. Effects of osteoarthritis and fatigue on proprioception of the knee joint. Arch Phys Med Rehabil 2007; 88(3): 346-50.
 10. Jan MH, Lin CH, Lin YF, Lin JJ, Lin DH. Effects of weight-bearing versus nonweight-bearing exercise on function, walking speed, and position sense in participants with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2009; 90(6): 897-904.
 11. Jerosch J, Prymka M. Proprioception and joint stability. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1996; 4(3): 171-9.
 12. Lin DH, Lin YF, Chai HM, Han YC, Jan MH. Comparison of proprioceptive functions between computerized proprioception facilitation exercise and closed kinetic chain exercise in patients with knee osteoarthritis. Clin Rheumatol 2007; 26(4): 520-8.
 13. Wada M, Kawahara H, Shimada S, Miyazaki T, Baba H. Joint proprioception before and after total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2002; (403): 161-7.
 14. Kang DG, Park YJ, Yu JH, Oh JB, Lee DY. A systematic review and meta-analysis of arthroscopic meniscus repair in young patients: Comparison of all-inside and inside-out suture techniques. Knee Surg Relat Res 2019; 31(1): 1-11.
 15. Brelin AM, Rue JP. Return to play following meniscus surgery. Clin Sports Med 2016; 35(4): 669-78.
 16. Feucht MJ, Bigdon S, Bode G, Salzmann GM, Dovi-Akue D, Sudkamp NP, et al. Associated tears of the lateral meniscus in anterior cruciate ligament injuries: risk factors for different tear patterns. J Orthop Surg Res 2015; 10: 34.
 17. Musahl V, Rahnama-Azar AA, Costello J, Arner JW, Fu FH, Hoshino Y, et al. The influence of meniscal and anterolateral capsular injury on knee laxity in patients with anterior cruciate ligament injuries. Am J Sports Med 2016; 44(12): 3126-31.
 18. Herbst E, Hoser C, Tecklenburg K, Filipovic M, Dallapozza C, Herbort M, et al. The lateral femoral notch sign following ACL injury: frequency, morphology and relation to meniscal injury and sports activity. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2015; 23(8): 2250-8.
 19. Rongen JJ, van Tienen TG, Buma P, Hannink G. Meniscus surgery is still widely performed in the treatment of degenerative meniscus tears in The Netherlands. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2018; 26(4): 1123-9.
 20. Roos EM, Herzog W, Block JA, Bennell KL. Muscle weakness, afferent sensory dysfunction and exercise in knee osteoarthritis. Nat Rev Rheumatol 2011; 7(1): 57-63.
 21. Kaya D, Calik M, Callaghan MJ, Yosmaoglu B, Doral MN. Proprioception after knee injury, surgery and rehabilitation. in: kaya d, yosmaoglu b, doral mn, editors. proprioception in orthopaedics, sports medicine and rehabilitation. Cham, Switzerland: Springer International Publishing; 2018. p. 123-42.
 22. Spang Iii RC, Nasr MC, Mohamadi A, DeAngelis JP, Nazarian A, Ramappa AJ. Rehabilitation following meniscal repair: a systematic review. BMJ Open Sport Exerc Med 2018; 4(1): e000212.
 23. Wheatley WB, Krome J, Martin DF. Rehabilitation programmes following arthroscopic meniscectomy in athletes. Sports Med 1996; 21(6): 447-56.
 24. Cengiz IF, Pereira H, Silva-Correia J, Ripoll PL, Espregueira-Mendes J, Kaz R, et al. Meniscal lesions: From basic science to clinical management in footballers. In: van Dijk CN, Neyret P, Cohen M, Della Villa S, Pereira H, Oliveira JM, et al., editors. Injuries and Health Problems in Football: What everyone should know. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2017. p. 145-63.
 25. Petty C, Lubowitz J. Does arthroscopic partial meniscectomy result in knee osteoarthritis? A systematic review with a minimum of 8 years' follow-up. Arthroscopy 2010; 27: 419-24.
 26. Shamshekhohan P, Sadeghi H. Overview of the mechanical function of tissue cells affecting human movement. J Rehab Med 2016; 5(4): 271-81. [In Persian].
 27. Shaarani SR, O'Hare C, Quinn A, Moyna N, Moran R, O'Byrne JM. Effect of prehabilitation on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 2013; 41(9): 2117-27.
 28. Zhang X, Hu M, Lou Z, Liao B. Effects of strength and neuromuscular training on functional performance in athletes after partial medial meniscectomy. J Exerc Rehabil 2017; 13(1): 110-6.
 29. Kise NJ, Risberg MA, Stensrud S, Ranstam J, Engebretsen L, Roos EM. Exercise therapy versus arthroscopic partial meniscectomy for degenerative meniscal tear in middle aged patients: Randomised controlled trial with two year follow-up. Br J Sports Med 2016; 50(23): 1473-80.
 30. Richardson K, Levett DZH, Jack S, Grocott MPW. Fit for surgery? Perspectives on preoperative exercise testing and training. Br J Anaesth 2017; 119(suppl_1): i34-i43.

31. Pouwels S, Hageman D, Gommans LN, Willigendael EM, Nienhuijs SW, Scheltinga MR, et al. Preoperative exercise therapy in surgical care: a scoping review. *J Clin Anesth* 2016; 33: 476-90.
32. Kim DK, Hwang JH, Park WH. Effects of 4 weeks preoperative exercise on knee extensor strength after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Phys Ther Sci* 2015; 27(9): 2693-6.
33. Zatsiorsky VM, Duarte M. Instant equilibrium point and its migration in standing tasks: rambling and trembling components of the stabilogram. *Motor Control* 1999; 3(1): 28-38.
34. Arifin WN, Zahiruddin WM. Sample size calculation in animal studies using resource equation approach. *Malays J Med Sci* 2017; 24(5): 101-5.
35. Lennon O, Totlis T. Rehabilitation and return to play following meniscal repair. *Operative Techniques in Sports Medicine* 2017; 25(3): 194-207.
36. Duarte JP, Valente-Dos-Santos J, Coelho-E-Silva MJ, Couto P, Costa D, Martinho D, et al. Reproducibility of isokinetic strength assessment of knee muscle actions in adult athletes: Torques and antagonist-agonist ratios derived at the same angle position. *PLoS One* 2018; 13(8): e0202261.
37. Van Driessch S, Van Roie E, Vanwanseele B, Delecluse C. Test-retest reliability of knee extensor rate of velocity and power development in older adults using the isotonic mode on a Biodex System 3 dynamometer. *PLoS One* 2018; 13(5): e0196838.
38. Torres R, Vasques J, Duarte JA, Cabri JM. Knee proprioception after exercise-induced muscle damage. *Int J Sports Med* 2010; 31(6): 410-5.
39. Safi S. comparative study of portmanteau tests for the residuals autocorrelation in ARMA models. *Science Journal of Applied Mathematics and Statistics* 2014; 2(1): 1-13.
40. Lee Y. What repeated measures analysis of variances really tells us. *Korean J Anesthesiol* 2015; 68(4): 340-5.
41. Kise NJ, Risberg MA, Stensrud S, Ranstam J, Engebretsen L, Roos EM. Exercise therapy versus arthroscopic partial meniscectomy for degenerative meniscal tear in middle aged patients: Randomised controlled trial with two year follow-up. *BMJ* 2016; 354: i3740.
42. Osteras H, Osteras B, Torstensen TA. Is postoperative exercise therapy necessary in patients with degenerative meniscus? A randomized controlled trial with one year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014; 22(1): 200-6.
43. Dias JM, Mazuquin BF, Mostagi FQ, Lima TB, Silva MA, Resende BN, et al. The effectiveness of postoperative physical therapy treatment in patients who have undergone arthroscopic partial meniscectomy: Systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2013; 43(8): 560-76.
44. Ericsson YB, Dahlberg LE, Roos EM. Effects of functional exercise training on performance and muscle strength after meniscectomy: A randomized trial. *Scand J Med Sci Sports* 2009; 19(2): 156-65.
45. Wang XF, Ma ZH, Teng XR. Isokinetic strength test of muscle strength and motor function in total knee arthroplasty. *Orthop Surg* 2020; 12(3): 878-89.
46. Englund DA, Price LL, Grosicki GJ, Iwai M, Kashiwa M, Liu C, et al. Progressive resistance training improves torque capacity and strength in mobility-limited older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2019; 74(8): 1316-21.
47. Yang S, Chen C, Du S, Tang Y, Li K, Yu X, et al. Assessment of isokinetic trunk muscle strength and its association with health-related quality of life in patients with degenerative spinal deformity. *BMC Musculoskeletal Disord* 2020; 21(1): 827.
48. Osawa Y, Studenski SA, Ferrucci L. Knee extension rate of torque development and peak torque: associations with lower extremity function. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2018; 9(3): 530-9.
49. Tsang WW, Hui-Chan CW. Comparison of muscle torque, balance, and confidence in older tai chi and healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37(2): 280-9.
50. Santos AN, Pavao SL, Avila MA, Salvini TF, Rocha NA. Reliability of isokinetic evaluation in passive mode for knee flexors and extensors in healthy children. *Braz J Phys Ther* 2013; 17(2): 112-20.
51. Munoz-Bermejo L, Perez-Gomez J, Manzano F, Collado-Mateo D, Villafaina S, Adsuar JC. Reliability of isokinetic knee strength measurements in children: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2019; 14(12): e0226274.
52. Cobian DG, Koch CM, Amendola A, Williams GN. Knee extensor rate of torque development before and after arthroscopic partial meniscectomy, with analysis of neuromuscular mechanisms. *J Orthop Sports Phys Ther* 2017; 47(12): 945-56.
53. Perry BD, Levinger P, Morris HG, Petersen AC, Garnham AP, Levinger I, et al. The effects of knee injury on skeletal muscle function, Na⁺, K⁺-ATPase content, and isoform abundance. *Physiol Rep* 2015; 3(2).

54. Osteras H, Osteras B, Torstensen TA. Medical exercise therapy, and not arthroscopic surgery, resulted in decreased depression and anxiety in patients with degenerative meniscus injury. *J Bodyw Mov Ther* 2012; 16(4): 456-63.
55. Trezise J, Blazeovich AJ. Anatomical and neuromuscular determinants of strength change in previously untrained men following heavy strength training. *Front Physiol* 2019; 10: 1001.
56. Wakeling JM, Uehli K, Rozitis AI. Muscle fibre recruitment can respond to the mechanics of the muscle contraction. *J R Soc Interface* 2006; 3(9): 533-44.
57. Paul J, Nagaraj MS, Solomon J. Effectiveness of coordination exercise on proprioception of knee injured male professional footballers. *Drug Invention Today* 2018; 10: 1887-91.
58. Stensrud S, Roos EM, Risberg MA. A 12-week exercise therapy program in middle-aged patients with degenerative meniscus tears: A case series with 1-year follow-up. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012; 42(11): 919-31.
59. Malliou P, Gioftsidou A, Pafis G, Rokka S, Kofotolis N, Mavromoustakos S, et al. Proprioception and functional deficits of partial meniscectomized knees. *Eur J Phys Rehabil Med* 2012; 48(2): 231-6.
60. Karahan M, Kocaoglu B, Cabukoglu C, Akgun U, Nuran R. Effect of partial medial meniscectomy on the proprioceptive function of the knee. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010; 130(3): 427-31.
61. Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, Fry-Welch D. Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001; 9(3): 128-36.
62. Proske U, Gandevia SC. The proprioceptive senses: Their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiol Rev* 2012; 92(4): 1651-97.
63. Nagai T, Bates NA, Hewett TE, Schilaty ND. Effects of localized vibration on knee joint position sense in individuals with anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2018; 55: 40-4.
64. Smilde HA, Vincent JA, Baan GC, Nardelli P, Lodder JC, Mansvelter HD, et al. Changes in muscle spindle firing in response to length changes of neighboring muscles. *J Neurophysiol* 2016; 115(6): 3146-55.
65. Chen L, Deng H, Cui H, Fang J, Zuo Z, Deng J, et al. Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. *Oncotarget* 2018; 9(6): 7204-18.
66. Smith H. *Current therapy in pain*. Philadelphia, PA: Saunders; 2009.
67. VanderHave KL, Perkins C, Le M. Weightbearing versus nonweightbearing after meniscus repair. *Sports Health* 2015; 7(5): 399-402.
68. DeFroda SF, Bokshan SL, Boulos A, Owens BD. Variability of online available physical therapy protocols from academic orthopedic surgery programs for arthroscopic meniscus repair. *Phys Sportsmed* 2018; 46(3): 355-60.
69. Grant T. The effect of psychological response on recovery of sport injury: A review of the literature. *Kinesiology, Sport Studies, and Physical Education Synthesis Projects*; 2018.
70. Kellezi B, Coupland C, Morriss R, Beckett K, Joseph S, Barnes J, et al. The impact of psychological factors on recovery from injury: A multicentre cohort study. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 2017; 52(7): 855-66.

The Effects of 8-Weeks Selected Exercises on Muscle Torque and Proprioception of Knee in Athletes with Injured Meniscus: A Clinical Trial Study

Seyede Mona Hosseini¹, Gholamali Ghasemi², Vahid Zolaktaf²

Original Article

Abstract

Introduction: Applying rehabilitative exercise instructions before surgery is fundamental to minimize surgery complications and rehabilitation period as well. The aim of this research was to study the effects of 8 weeks of selected exercises on knee muscle torque and proprioception among the athletes with injured meniscus.

Materials and Methods: This was an applied research with quasi-experimental method. Subjects were 24 athletes with injured meniscus who were selected through convenience judgmental sampling. Based on the orthopedic surgeon's decision and their availability, subjects were divided equally into two experimental and control groups. Subject's muscle torque and proprioception of the injured knee was recorded at the beginning and after eight weeks of selective exercises. The intervention was performed one hour a day on daily basis. Repeated measures variance ANOVA, within the 0.05 level of significance, was used for inferential data analysis and the probable differences between group means.

Results: In both groups, maximum knee flexion and extension muscle torque and proprioception changed significantly ($P < 0.001$ for all three variables). Moreover, between groups differences were significant ($P < 0.001$).

Conclusion: In this study, positive effects of exercise on torque and proprioception of knee in athletes with injured meniscus were reported. It seems that applying proper exercises challenging functional system can be an effective means of progressing knee motor function preoperatively.

Keywords: Meniscus injury; Exercise; Muscle torque; Proprioception

Citation: Hosseini SM, Ghasemi G, Zolaktaf V. **The Effects of 8-Weeks Selected Exercises on Muscle Torque and Proprioception of Knee in Athletes with Injured Meniscus: A Clinical Trial Study.** J Res Rehabil Sci 2020; 16: 358-69.

Received date: 20.09.2020

Accept date: 12.01.2021

Published: 03.02.2021

1- PhD Student, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, School of Exercise Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, School of Exercise Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Gholamali Ghasemi; Associate Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, School of Exercise Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran; Email: gh.ghasemi@spr.ui.ac.ir