

پژوهش در پزشکی (مجله پژوهشی دانشکده پزشکی)
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
سال ۲۸، شماره ۲، صفحات ۱۱۵ تا ۱۱۹، تابستان ۸۳

بررسی تاثیر تمرینات زنجیره حرکتی باز، بسته و تعادلی بر خطای حس عمقی مفصل زانو در زنان جوان سالم

مینو خلخالی، مهری قاسمی، زهرا طالبیان، مرضیه ابویی*

* دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

چکیده

سابقه و هدف: ضایعات از جمله استئوآرتریت باعث اختلال حس عمقی مفصل زانو می‌شوند که این اختلال می‌تواند منجر به افزایش میزان عود و بروز آسیبهای مجدد و مزمن گردد. فیزیوتراپیستها در جستجوی راههای مؤثر و تمرینات مفید برای برگرداندن حس عمقی مفصل به وضعیت طبیعی می‌باشند تا ثبات و تحرک مطلوب در وضعیتهای استاتیک و دینامیک تامین گردد. تمرینات تعادلی و تمرینات زنجیره بسته معمولا برای بهبود حس عمقی مفاصل پیشنهاد می‌شوند. اغلب مطالعات ترکیبی از تمرینات فوق را بکار می‌برند با این حال تاثیر هیچ کدام از این تمرینات بر حس عمقی بررسی نشده است. همچنین علیرغم مزایای تئوریک مطرح شده برای تمرینات زنجیره بسته حرکتی و مقایسه با تمرینات زنجیره باز در بهبود حس عمقی، هیچ مطالعه‌ای این روشها را با هم مقایسه ننموده است. هدف از این تحقیق تعیین میزان تاثیر سه روش تمرینی زنجیره باز، زنجیره بسته و تعادلی بر خطای حس عمقی مفصل زانوی دختران سالم و جوان در بازسازی زاویه از پیش تعیین شده در مفصل زانو بود.

مواد و روش‌ها: این تحقیق از نوع نیمه تجربی بر روی ۲۶ نفر از دانشجویان سالم دختر دانشگاه شهید بهشتی صورت گرفت. افراد به صورت تصادفی در سه گروه تمرینی قرار گرفتند. گروه ۱ شامل ۹ نفر بود که با تخته تعادلی تمرین می‌کردند. گروه ۲ شامل ۹ نفر بود که تمرینات زنجیره بسته زانو را انجام می‌دادند و گروه ۳ شامل ۸ نفر بود که تمرینات زنجیره باز زانو را انجام می‌دادند. تحقیق در سه مرحله پیش آزمون، اجرای تمرینات و پس آزمون صورت گرفت. از گونیامتر لیزری برای ارزیابی خطای حس عمقی مفصل زانو استفاده گردید.

یافته‌ها: مقدار خطای حس عمقی پس از ۱۰ جلسه تمرین در گروه یک کاهش معنی دار آماری نشان داد یعنی تمرین تعادلی باعث بهبود حس عمقی زانو در افراد سالم گردید اما دو روش تمرینی دیگر کاهش معنی دار آماری نشان ندادند. مقایسه تاثیر دو روش تمرینی زنجیره بسته و باز حرکتی بر تغییرات حس عمقی تفاوت معنی دار آماری نشان نداد. افرادی که خطای اولیه حس عمقی بیشتری داشتند پس از تمرین درمانی، حس عمقی آنها بهبودی بیشتری در مقایسه با سایر نمونه‌ها نشان داد یعنی توانبخشی حس عمقی در افرادی که حس عمقی بدتری دارند مؤثرتر است.

نتیجه گیری و توصیه‌ها: با توجه به نتایج این تحقیق تمرینات تعادلی به عنوان روش مؤثرتری در بازآموزی حس عمقی زانو در زنان سالم مطرح می‌گردد. **واژگان کلیدی:** حس عمقی، زانو، تمرینات زنجیره بسته حرکتی، تمرینات زنجیره باز حرکتی، تمرینات تعادلی.

مقدمه

بر این است که تمرینات زنجیره بسته با ایجاد نیروی فشارنده بیشتر باعث تسهیل ثبات پوسچرال و دینامیک شده هماهنگی مفصل را افزایش می‌دهند و پروپریوسپتورها را بازآموزی می‌کنند. لذا عده‌ای این تمرینات را در درجه اول برای بازآموزی حس مفاصل پیشنهاد می‌کنند (۴). به نظر Gahery و Bouet این تمرینات با بهبود ارتباطات عصبی - عضلانی موجب کاهش خطای حس عمقی می‌گردند (۵). از طرفی تمرینات تعادلی که عمدتاً با استفاده از تخته

عوامل متعددی از جمله استئوآرتریت و صدمات مفصلی و لیگامانی باعث اختلال حس عمقی مفصل زانو می‌شوند (۲،۱) که به دلیل اهمیت حس عمقی در کنترل مفصل تداوم این اختلال می‌تواند موجب آسیب مجدد و بروز صدمات مزمن مفصلی گردد (۳). تمرینات متعددی برای بهبود حس عمقی پیشنهاد گردیده است از جمله تمرینات تعادلی و زنجیره بسته. گرچه کارایی هیچ یک از تمرینات فوق به طور تجربی بررسی نشده، اما به طور تئوریک عقیده

تعادلی صورت می‌گیرند نیز به عنوان روشی برای بازآموزی حس عمقی مطرح گردیده‌اند (۶). افزایش قدرت عضلانی، بهبود حس وضعیت مفصل و دقت حس عمقی، بهتر شدن فعالیت‌های عملکردی و کاهش ناتوانی از نتایج توانبخشی و انجام تمرینات ورزشی است. بهبود حس عمقی باعث بهبود عملکرد و کاهش ناتوانی در بیماران مبتلا به ضایعات زانو از جمله استئوآرتریت می‌شود. عدم عملکرد حسی - حرکتی عضله چهار سر ران ممکن است در ایجاد ضایعه و پیشرفت اختلال مفصلی زانو مؤثر باشد (۷)، بنابراین از آنجا که درمان اختلال حس عمقی مفاصل در پیشگیری و درمان ضایعات مفصلی زانو مؤثر است، یافتن بهترین روش برای بهبودی آن در تمرین درمانی ضروری است.

با این حال اغلب مطالعات انجام شده ترکیبی از تمرینات مختلف را مورد استفاده قرار داده‌اند و آثار تفکیکی هیچ یک از آنها بر حس عمقی مفاصل ارزیابی نشده‌است بنابراین از آنجا که پرداختن به مساله حس عمقی در ارزیابی و تنظیم برنامه درمانی حائز اهمیت است لزوم انجام بررسی‌های بیشتر در این زمینه مطرح می‌شود.

مواد و روش‌ها

جمعیت مورد مطالعه در این تحقیق نیمه تجربی ۲۶ نفر از دانشجویان سالم دختر دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی بودند که به صورت داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. افراد پس از ارزیابی که توسط متخصص فیزیوتراپی با استفاده از یک پرسشنامه شامل اطلاعات دموگرافیک و شرایط رد و قبول صورت گرفت، وارد تحقیق شدند. نمونه‌های مورد بررسی ورزشکار نبودند درد زانو که نیازمند درمان باشد، سابقه جراحی در اندام تحتانی و سابقه بیماری‌های عصبی - عضلانی، منحنی، سیستم دهلیزی و اختلال حس در اندام تحتانی نداشتند و از داروهای مسکن و اعصاب به طور مرتب استفاده نمی‌کردند.

در این تحقیق از ترازو برای اندازه‌گیری وزن، متر نواری برای تعیین قد نمونه‌ها، گونیامتر فلزی برای تعیین زاویه مناسب در تمرینات و گونیامتر لیزری برای ارزیابی خطای حس عمقی مفصل زانو قبل و بعد از برنامه تمرینی استفاده شد. همچنین از یک پد برای ایجاد ۳۰ درجه فلکسیون زانو و یک تخته تعادلی برای انجام تمرینات تعادلی استفاده گردید.

دقت اندازه‌گیری زاویه توسط گونیامتر لیزری ۰/۰۵۷ درجه بود. این دستگاه با سیستم Encoder سه هزار قسمتی کالیبره شد، حداکثر خطای دستگاه ۰/۰۵۵٪ بود. بخشهای مختلف این گونیامتر عبارت بود

از: قسمتی که فرد روی آن می‌نشست، قسمتی که لیزر روی آن سوار می‌شد، کاف آلومینیومی که ساق پا درون آن قرار می‌گرفت، محلی که با یک استرپ درون آن ثابت می‌شد، یک نیمدایره مدرج که در وسط آن میله‌ای عمودی قرار داشت و در انتهای فوقانی آن محور ثابت گونیامتر و محور متحرک آن که منبع نور لیزری به آن وصل بود قرار داشت. نیمدایره مدرج به ۱۸۰ درجه تقسیم می‌شد که پرتو لیزری با حرکت محور متحرک، روی صفحه مدرج جابجا می‌شد و تقسیم‌بندی آن بگونه‌ای بود که عدد ۴۵ در وسط نیم‌دایره قرار داشت و دو طرف آن عدد ۹۰ را نشان می‌داد.

نمونه‌ها به طور تصادفی در سه گروه تمرینی قرار گرفتند. گروه یک شامل ۹ نفر بود که با تخته تعادلی تمرین می‌کردند، گروه دو شامل ۹ نفر بود و تمرینات زنجیره بسته زانو را انجام می‌دادند و گروه سوم شامل ۸ نفر بود که تمرینات زنجیره باز را انجام می‌دادند. تمرینات در حضور فیزیوتراپیست صورت گرفت. این تحقیق در سه مرحله پیش آزمون، اجرای تمرینات و پس آزمون صورت گرفت.

در این مرحله آزمون، خطای حس عمقی زانوی غالب در نمونه‌ها توسط گونیامتر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری خطای حس عمقی خطای بازسازی زاویه از پیش تعیین شده (Repositioning Error) توسط زانو محاسبه شد. از آنجا که خستگی باعث اختلال حس عمقی می‌شود (۴) نمونه‌ها می‌بایست قبل از انجام تست فعالیت ورزشی خاصی انجام نمی‌دادند و خسته نبودند. به منظور ارزیابی در پیش آزمون افراد روی سکو می‌نشستند. (زانو و ساق پای راست بدون پوشش بود) و محور زانوی راست روی زانو علامت گذاری می‌شد سپس فرد کاف آلومینیومی مخصوص را می‌پوشید. محور متحرک گونیامتر روی بخش خارجی کاف قرار می‌گرفت و به این طریق کاف به محور متحرک وصل می‌شد و با بازوبسته شدن زانو نقطه نوری نیز با آن حرکت می‌کرد. پس از آن محور ثابت گونیامتر روی روی محور زانو قرار می‌گرفت. در این حالت ساق پا کاملاً ریلکس و آویزان بود و پرتو لیزری عدد ۴۵ درجه را نشان می‌داد که معرف وضعیت ۹۰ درجه زانو بود. در این حالت فرد می‌توانست حرکت نقطه نوری را ببیند یعنی افراد پس از آموزش باید با چشم باز از ۹۰ درجه فلکسیون زانو حرکت را شروع کرده و به سمت اکستانسیون رفته و زاویه ۶۵ درجه فلکسیون را بازسازی کنند. فرد در این زاویه جدید ۳ ثانیه صبر می‌کرد تا بتواند کاملاً روی مفصل زانو تمرکز یابد. قبل از شروع به ساخت مجدد زاویه، در وضعیت فلکسیون ۹۰ درجه به فرد ۳ ثانیه استراحت داده می‌شد. این کار پنج بار برای یادگیری و بخاطر سپردن زاویه مورد نظر صورت می‌گرفت.

سپس با دو شماره به حالت عادی برمی گشت و در این حالت ۶ ثانیه استراحت می کرد. فاصله زمانی بین دو تمرین ۲ دقیقه بود و استراحت در حال نشسته صورت می گرفت.

گروه سه: تمرین در زنجیره باز

در این گروه ۲ تمرین انجام شد. در تمرین اول انقباض عضله چهار سر ران در حالت نشسته صورت می گرفت. در این تمرین فرد می نشست به طوری که مفصل ران در ۹۰ درجه فلکسیون بود. یک پد سخت به پشت زانو بسته می شد و زانو را به ۳۰ درجه فلکسیون می برد. از فرد خواسته می شد پشت زانو را به پد فشار داده و انقباض عضله را انجام دهد. تقسیم بندی سری های تمرین و زمان بندی آن نیز شبیه گروه دوم و ۶/۵ دقیقه بود.

در تمرین دوم SLR انجام می شد به این صورت که فرد روی تخت می خوابید و با زانوی صاف اندام تحتانی را بالا می برد. نقطه پایانی SLR زاویه ۳۰ درجه فلکسیون بود و پا را ۶ ثانیه در این نقطه نگاه می داشت. سپس مجدداً پا به حالت اول برگشته و ۶ ثانیه استراحت می کرد. تقسیم بندی سری های تمرین و زمان بندی آن شبیه موارد قبل و فاصله بین دو تمرین برای استراحت ۱ دقیقه در نظر گرفته شد.

مرحله پس آزمون

این مرحله یک روز پس از اتمام جلسات تمرین صورت گرفت. مراحل کار شبیه مرحله پیش آزمون بود به این صورت که ابتدا زاویه فلکسیون ۶۵ درجه زانو به فرد نشان داده می شد و سپس از او می خواستیم با چشم بسته زاویه مورد نظر را بازسازی نماید. سپس زاویه بازسازی شده ثبت می گردید. برای مقایسه زاویه هدف و زاویه بازسازی شده توسط افراد از دو مقیاس خطای مطلق و خطای ثابت استفاده شد. برای بررسی طبیعی بودن متغیرها از آزمون برازندگی استفاده می شد که نشان دهنده توزیع نرمال بود. در نهایت برای تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات از آزمون های Pair t-test و آزمون های آنالیز واریانس و رگرسیون خطی استفاده شد.

یافته ها

خصوصیات فردی نمونه های شرکت کننده در سه گروه تمرینی در جدول یک نمایش داده شده است. مقایسه میانگین مقادیر خطای ۵ تکرار برای افراد تفاوت معنی دار آماری نشان نداد (NS) به این ترتیب برای بررسی های آماری از میانگین پنج تکرار انجام شده برای هر اندازه گیری (هم قبل و هم بعد از تمرینات) استفاده شد.

در مرحله بعد از فرد خواسته می شد فقط با کمک حس عمقی و بدون استفاده از حس بینایی زاویه مذکور را بازسازی نماید. وقتی فرد احساس می کرد به زاویه مورد نظر رسیده اطلاع می داد. در این وضعیت ۳ ثانیه مکث نموده و زاویه ساخته شده ثبت می گردد و سپس به حالت عادی برمی گشت. در این وضعیت نیز ۳ ثانیه استراحت می کرد. این کار ۵ بار تکرار می شد. در ارزیابی اولیه برای هر نفر ۵ عدد ثبت شد که تفاضل هریک از این اعداد با زاویه از پیش تمرین شده میزان خطای فرد را در بازسازی اولیه زانو مشخص می نماید.

مرحله اجرای تمرینات

افراد ۳ گروه در ۱۰ جلسه تمرینات را انجام دادند و هر جلسه به مدت ۱۵ دقیقه اجرا شد. نحوه اجرای تمرینات به این شرح بود:

گروه یک: تمرینات تعادلی

در این گروه ابتدا فرد با پای راست به مدت ۴ دقیقه روی تخته تعادلی می ایستاد. سپس پایین آمده و در حالت نشسته یک دقیقه استراحت می کرد مجدداً به مدت ۴ دقیقه روی تخته تعادلی می ایستاد و سعی می کرد تعادل خود را حفظ کند. پس از اتمام زمان مورد نظر یک دقیقه استراحت می کرد و در انتها نیز ۴ دقیقه با ۲ پا روی تخته تعادلی می ایستاد.

گروه دو: تمرین در زنجیره بسته

در این گروه ۲ تمرین انجام شد. در تمرین اول انقباض ایزومتریک عضله ۴ سر ران در حالت ایستاده صورت می گرفت. به این صورت که فرد بدون کفش کنار دیوار می ایستاد به گونه ای که نواحی گلوئال و پاشنه پا با دیوار تماس داشت و به پشت زانوی راست یک پد سخت بسته می شد که زانو را به ۳۰ درجه فلکسیون می برد. از فرد خواسته می شد پشت زانو را به پد فشار دهد و در این زاویه انقباض عضله صورت می گرفت. این تمرین در ۳ سری ۱۰ تایی صورت می گرفت و زمان انجام هر سری ۱۲۰ ثانیه بود. فرد ۶ ثانیه با فشردن پشت زانو به پد انقباض عضله چهار سر را انجام می داد و ۶ ثانیه زانو را ریلکس می کرد این عمل ۱۰ بار تکرار می شد و بین هر سری ۱۰ ثانیه استراحت وجود داشت. در مجموع زمان این تمرین ۶/۵ دقیقه بود.

در تمرین دوم که به صورت انجام mini squat بود فرد در حال ایستاده قرار می گرفت. فاصله پاها به اندازه عرض شانه ها بود و زانو را تا ۳۰ درجه فلکسیون می برد. تقسیم بندی سری های تمرین شبیه تمرین قبل بود. فرد با ۲ شماره از حالت عادی ایستاده به وضعیت فلکسیون ۳۰ درجه زانو می رفت و ۶ ثانیه در این حالت می ایستاد

بحث

در میان سه روش تمرینی روش اول یا تمرینات تعادلی کاهش معنی‌دار آماری در مقدار خطای ثابت حس عمقی ایجاد کرد ولی در دو روش دیگر تفاوت آماری معنی‌دار مشاهده نشد. یعنی از بین سه روش مطالعه شده تنها تمرینات تعادلی منجر به بهبود حس عمقی مفصل زانو گردید.

در مقایسه تأثیر دو روش تمرینی زنجیره باز و بسته بر تغییرات حس عمقی تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد. این مساله با پیش فرض‌های توریک که انتظار بهبود محسوس حس عمقی را در اثر تمرینات زنجیره بسته ایجاد می‌کرد، مغایرت دارد (۸،۴). تمرینات حرکتی زنجیره بسته نه تنها در بهبود حس عمقی اثر نداشت بلکه خطای حس عمقی را بیشتر کرد که البته این تأثیر معنی‌دار نبود که شاید علت این تفاوت کم بودن زمان تمرینات بوده است.

Stillman در مطالعه خود نشان داد که تمرین غیرخستگی‌زای غیر تروماتیک isokinetic eccentric concentric چهار سران اثر معنی‌داری روی دقت (خطای مطلق و ثابت) حس وضعیت مفصل زانو در مدت ۵۰-۲۵ دقیقه پس از قطع تست قدرت نداشته است (۹). Bouet و همکاران بعد از تمرین زنجیره بسته روی دوچرخه ارگونوتر بهبودی حس عمقی مفصل زانو را مشاهده کردند و اظهار داشتند افزایش عملکرد حرکتی پس از ورزش می‌تواند ناشی از بهبود خواص مکانیکی عضله و نیز حساسیت کینستتیک (Kinesthetic sensibility) بهتر باشد (۵).

Hurley که تمرینات زنجیره بسته را همراه با تمرینات تعادلی به کار برده بود، نشان داد که تمرینات تعادلی موجود در رژیم ورزشی منجر به بهبود حس عمقی شده است (۷).

در تحقیقات دیگر تمرینات حرکتی زنجیره باز به عنوان تمرین انتخابی برای بهبود حس عمقی ذکر نشده است (۱۰، ۷، ۶). اما در تحقیق حاضر این نوع تمرینات نیز در یک گروه تمرینی انجام شد تا اثر آن بر حس عمقی مفصل زانو بررسی شود. ۱۰ جلسه تمرین عضله ۴ سران در زنجیره باز حرکتی تأثیری در مقدار خطای بازسازی زاویه به عنوان معیاری برای ارزیابی حس عمقی نداشت و بهبودی ایجاد نکرد که با نتایج Stillman مشابهت دارد. در تحقیقات دیگر بین سن نمونه‌ها و مقدار خطای حس عمقی در مفصل زانو ارتباط معنی‌دار آماری وجود داشت اما در تغییر حاضر این ارتباط به دست نیامد. از آنجا که در مطالعات فوق افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو بودند و با افزایش سن، استئوآرتریت زانو تشدید می‌شود. نمی‌توان نتایج آنها را با تحقیق حاضر مقایسه کرد (۱).

جدول ۱- میانگین سن، قد و وزن نمونه‌ها در سه گروه تمرینی، تهران، ۱۳۸۰

گروه تمرینی	سن (سال)	قد (سانتیمتر)	وزن (کیلوگرم)
گروه یک	$23/67 \pm 2/7$	$158/89 \pm 5/26$	$50/94 \pm 7/58$
گروه دو	$23/11 \pm 1/45$	$160/89 \pm 3/16$	$55/33 \pm 5/5$
گروه سه	$23/94 \pm 1/20$	$161/12 \pm 7/44$	$57/81 \pm 5/11$

گروه‌ها از نظر وضعیت پیش‌آزمون هماهنگ بودند و تفاوت معنی‌دار آماری نداشتند میانگین خطای مطلق در بازسازی زاویه هدف قبل از تمرین $4/08 \pm 0/58$ و میانگین خطای ثابت قبل از تمرین $1/77 \pm 0/84$ بود. یعنی افراد جوان سالم با خطای حدود $4/08$ درجه می‌توانند زاویه‌های مفصلی زانو را دوباره سازی نمایند. در جدول زیر مقدار خطای حس عمقی زانو قبل و پس از ۱۰ جلسه تمرین آورده شده است.

جدول ۲- مقدار خطای حس عمقی زانو قبل و بعد از ۱۰ جلسه تمرین در سه گروه تمرینی تهران، ۱۳۸۰

نوع خطا	گروه تمرینی		
	تمرین تعادلی	زنجیره بسته	زنجیره باز
خطای مطلق قبل از تمرین	$4/88 \pm 2/69$	$3/39 \pm 2/87$	$3/96 \pm 3/03$
خطای مطلق بعد از تمرین	$3/41 \pm 2/27$	$4/31 \pm 2/92$	$3/67 \pm 2/67$
خطای ثابت قبل از تمرین	$2/70 \pm 0/01$	$1/42 \pm 4/11$	$0/79 \pm 4/97$
خطای ثابت بعد از تمرین	$-1/37 \pm 3/95$	$0/42 \pm 5/33$	$0/53 \pm 4/65$

مقدار تغییر خطای مطلق و خطای ثابت در ۳ گروه تمرین بعد از ۱۰ جلسه به شرح زیر می‌باشد.

مقدار تغییر خطای مطلق پس از تمرین درمانی در گروه یک ($1/47 \pm 2/62$)، گروه دو ($0/92 \pm 4/72$) و گروه سه ($0/29 \pm 4/87$) بود که در گروه‌های یک و سه مقدار خطای مطلق پس از تمرین کاهش یافته بود که این کاهش در گروه یک مقدار مرزی ($P=0/06$) را دارا بود ولی در گروه ۳ معنی‌دار نبود.

در گروه دوم مقایسه تغییر خطای مطلق مقادیر مثبت را نشان داد یعنی پس از تمرین خطا افزایش یافته بود اما این افزایش معنی‌دار نبود (NS).

آنالیز واریانس مقدار تغییر خطای مطلق و خطای ثابت را بین سه گروه معنی‌دار نشان نداد. بین آمار اولیه خطای مطلق و مقدار تغییر خطا پس از تمرین به طور کلی و صرف نظر از گروه تمرینی همبستگی آماری معنی‌دار ($r=0/792$) وجود داشت.

قد، وزن و سن نمونه‌ها با مقدار اولیه خطا و تغییر آن در اثر تمرین درمانی همبستگی آماری معنی‌دار نداشت.

پیشنهادهات

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر و مطالعات گذشته پیشنهاد می‌شود بررسی‌های وسیع‌تری با تعداد نمونه‌های بیشتر، افزایش زمان هر جلسه و تعداد جلسات تمرین، تنوع بیشتر تمرینات، انتخاب گروه کنترل و داشتن دوره پیگیری صورت گیرد. انجام تحقیقات مشابه و مقایسه ۳ روش تمرینی برای بهبود حس عمقی و تاثیر آن بر تغییر این حس در مفاصل زانوی نمونه‌های بیمار به خصوص افراد مبتلا به استئوآرتریت و صدمات لیگامانی زانو توصیه می‌گردد.

در تحقیق حاضر افرادی که خطای اولیه بیشتری در بازسازی زاویه هدف داشتند پس از تمرین درمانی کاهش بیشتری در میزان خطای حس عمقی نشان دادند یعنی این تحقیقات در افرادی که خطای اولیه بیشتری دارند، مؤثرتر است. این نتیجه با برخی تحقیقات موافق است (۱۱، ۱۲). آنها معتقدند افرادی که از محدوده‌های طبیعی حس عمقی خود دورترند در اثر تمرین درمانی بهبودی بیشتری می‌یابند. بنابر این می‌توان انتظار داشت که این تمرینات در نمونه‌های بیمار که نقایص حس عمقی دارند مؤثرتر باشد که البته در این زمینه نیاز به مطالعات تجربی بیشتری وجود دارد.

REFERENCES

1. Cleman R, Wegener L, Kistner C, Nichols D. Static and dynamic balance responses with bilateral Knee osteoarthritis. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997; 25(1): 13-18.
2. Shorman L, Yi Ch, Holtkamp K, Zev R. Is knee joint proprioception worse in the arthritic knee versus the unaffected knee in unilateral knee osteoarthritis? *Arthritis Rheum* 1997; 40(8): 1518-25.
3. Lephart S, Dnny P, Goge G, Fu F. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sport Med* 1997; 25(1): 130-37.
4. Anderson MK, Susan JH, Martin M, editors. *Sport injury management*. 2nd edi. Lippincott Company: 2000; p: 167, 322, 353.
5. Bouet V, Gahery Y. Muscular exercise improves knee position sense in humans. *Neurosci Lett* 2000; 289: 143-46.
6. Laskowski ER, Newcomer K, Smit J. Refining rehabilitation with propriception training: Expediting return to play. *Sport Med* 1997; 25(10): 1-9.
7. Hurley MR, Scott DL. Improvements in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. *Br J Rheum* 1998; 37: 1181- 87.
8. Brotzman S. *Clinical orthopaedic rehabilitation*. New York: Mosby Year book: 1996.
9. Stillman BC, McMeeken JM, MacDan RA. After effects of resisted muscle contraction on the accuracy of joint position sense in elite male athletes. *Arch Phys Med Rehab* 1998; 79(10): 1250-4.
10. Kessler R, editor. *Common musculoskeletal disorders: physical therapy principle and methods*. Lippincott-Raveen Publishers: 1996; p: 345.
11. Ashton Miller JA, Mc Glashen KM, Schultz AB. Trunk positioning accuracy in children 7-8 years old. *J Orthop Res* 1992; 10(2): 217-25.
12. McNair P, Teline J. Trunk proprioception enhancement through lumbar bracing. *Arch Phys Med Rehab* 1999; 18: 96-99.