طب ورزشی ـ پاییز و زمستان ۱۳۹۶
دورهٔ ۹، شمارهٔ ۲، ص : ۱۶۷- ۱۵۳
تاریخ دریافت : ۱۹/ ۰۸ / ۹۵
تاریخ پذیرش : ۲۴ / ۰۷ / ۹۶

بررسی تغییرات حس عمقی مفصل زانو در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو متعاقب یک دوره فعالیت کنترل‌شدهٔ هوازی

ادریس باوردی‌مقدم[۱] - سید صدرالدین شجاع‌الدین[۲] - نرمین غنی‌زاده‌حصار[۳] - علی اکبرنژاد[*۴]

۱.کارشناس‌ارشد حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران ۲. دانشیار حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران ۳. استادیار گروه حرکات اصلاحی و فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ایران ۴. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

این مطالعه به‌منظور بررسی تغییرات حس عمقی مفصل زانو در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو متعاقب یک دوره فعالیت کنترل‌شده هوازی انجام گرفت. جامعهٔ آماری شامل مردان سالمند فعال مبتلا به استئوآرتریت زانو آذربایجان غربی است که از بین آنها ۲۰ نفر که حداقل ۲ جلسه در هفته به فعالیت ورزشی می‌پرداختند، به‌عنوان نمونهٔ آماری انتخاب و به‌صورت تصادفی به دو گروه ۱۰ نفری (هوازی و کنترل) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته برنامهٔ تمرین هوازی را اجرا کردند. برای اندازه‌گیری حس عمقی زانو از الکتروگونیامتر استفاده شد. از آزمون آماری t مستقل برای بررسی نتایج بین‌گروهی و آزمون t زوجی برای بررسی نتایج درون‌گروهی استفاده شد. یافته‌ها نشان داد حس عمقی، در مقایسهٔ درون‌گروهی (P=۰/۰۰۰۱) در گروه هوازی و در مقایسهٔ بین‌گروهی (P=۰/۰۰۱) اختلاف معنادار بود. به‌طور کلی نتایج نشان داد که به‌کارگیری ۸ هفته تمرین هوازی می‌تواند عاملی اثرگذار بر بهبود حس عمقی زانو مردان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو باشد.

واژه‌های کلیدی

استئوآرتریت زانو، الکتروگونیامتر، تمرین هوازی، حس عمقی زانو، مردان سالمند.

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۹۱۲۰۷۶۰۴۷۲ **Email:** a.akbarnejad@yahoo.com

مقدمه

با افزایش سن به‌خصوص در دورهٔ سالمندی بدن مستعد بیماری‌های مرتبط به ضعف عضله و عوامل مرتبط با پایداری و ثبات مفاصل می‌شود. یکی از بیماری‌های شایع دوران سالمندی، استئوآرتریت[1] (OA) است، به‌گونه‌ای که در ۴۰ درصد از افراد بالای ۶۰ سال نشانه‌های استئوآرتریت در زانو را می‌توان یافت. افزایش میانگین سن جامعه و شیوع روزافزون اضافه‌وزن موجب افزایش شایان توجهی در شیوع این بیماری شده که انتظار می‌رود درد و محدودیت‌های فعالیتی مرتبط با آن ایجاد شود. اجتناب از فعالیت‌های مربوط به درد سبب ضعف عضلات و در نتیجه محدودسازی فعالیت‌ها می‌شود (۱). همچنین ضعف عضلانی ویژگی مهم در استئوآرتریت زانوست و به‌کرات در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو مشاهده می‌شود (۲). از دیگر علائم مشاهده‌شده می‌توان به کاهش عملکرد کلی به‌خصوص در اندام استئوآرتریتی، سفتی، کاهش دامنهٔ حرکتی، بی‌ثباتی و کمانی[2] شدن زانو اشاره کرد. اختلالات و علائم مرتبط با استئوآرتریت سبب محدود شدن فعالیت‌هایی مانند راه رفتن، بالا رفتن از پله‌ها، نشستن، خم شدن یا بلند کردن اجسام می‌شود. یکی از عوارض بیماری استئوآرتریت زانو که سبب محدودیت در فعالیت‌های ذکرشده می‌شود، کاهش حس عمقی مفصل زانوست (۳). حس عمقی واژهٔ جامعی از حس وضعیت فضایی مفصل و حرکت انجام‌گرفته در اندام‌هاست که ورودی حسی را از گیرنده‌های دوک عضلانی، تاندون و مفاصل دریافت می‌کند و موقعیت، جهت، شدت و سرعت حرکت مفصل را تعیین و مشخص می‌کند (۴). منظور از حس عمقی در این تحقیق، حس وضعیت[3] مفصل است که از لحاظ تئوریکی جزیی از حس عمقی به‌حساب می‌آید (دیگر اجزای آن شامل حس حرکت[4]، حس سرعت[5] و حس نیرو[6] است). تحقیقات حاکی از این است که کاهش ایمپالس‌های حس عمقی از گیرنده‌های مفصلی می‌تواند در نهایت به بروز آسیب به‌خصوص حین فعالیت‌های ورزشی منجر شود (۵، ۳). ازاین‌رو، تجویز تمرینات متعددی برای بهبود دقت عملکرد مرتبط با حس عمقی و پیشگیری از بروز آسیب‌های مرتبط با حس عمقی امری ضروری است که در مفاصل مختلف از جمله زانو توسط دکر (۲۰۱۴)، پیشنهاد شده است (۶). از مهم‌ترین تمرینات می‌توان به تمرینات تعادلی اشاره کرد که ماهیت تمرینات

1. Osteoarthritis (OA)
2. Buckling
3. Sense Of Position
4. Kinesthesia
5. Velocity sense
6. Force sense

هوازی تحقیق حاضر نیز در اصل تعادلی است، ازاین‌رو که انجام پروتکل بر روی تردمیل بوده و افراد مدام در حین تلاش برای حفظ تعادل خود هستند. در بررسی‌های انجام‌گرفته در زمینهٔ حس عمقی اسکینر و همکاران (۱۹۹۳) (۷) و لیفارت (۱۹۹۷) (۸)، کاهش حس حرکت مفصل زانو را با افزایش سن و اختلال در لیگامان‌های متقاطع قدامی گزارش کردند. تاکنون درمانی قطعی برای پیش‌روندگی استئوآرتریت و افزایش و بهبود حس عمقی مفصل زانو مشخص نشده، لیکن در تحقیقاتی با به‌کار بردن فعالیت ورزشی سعی در بهبود وضعیت این بیماران داشته‌اند. دراکگلو[1] و همکاران (۲۰۰۵)، با به‌کار بردن یک برنامهٔ تمرینات تقویتی تعادلی حس عمقی سبب بهبود حس عمقی در گروه آزمایشی شدند (۹). در مطالعهٔ فیتزجرالد[2] و همکاران (۲۰۱۱)، افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو تحت تمرین ترکیبی چابکی اغتشاشی و تمرینات تقویت‌کنندهٔ عضلات، قرار گرفتند. هر دو گروه بهبودی را در محدودیت فعالیت خود گزارش داده‌اند (۱۰). همچنین یانگ و همکاران (۲۰۱۰) عنوان کرده‌اند که تمرینات تعادلی، بر میزان حس عمقی تأثیر معناداری داشته و سبب بهبود کنترل وضعیت بدن شده است (۱۱).

با توجه به اینکه درمان قطعی برای استئوآرتریت وجود ندارد و تمرین‌درمانی می‌تواند به‌عنوان مداخله‌ای غالب در استئوآرتریت انجام گیرد (۱۲،۱۰، ۹). پزشکان نیز راهکارهای غیردارویی به‌خصوص تمریناتی همچون تمرین هوازی، قدرتی و تمرینات داخل آب را توصیه کرده‌اند (۱۴،۱۳). ازاین‌رو پژوهش حاضر در نظر دارد تا بررسی تغییرات حس عمقی زانو در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو متعاقب یک دوره فعالیت کنترل‌شدهٔ هوازی را بررسی کند.

روش تحقیق

روش تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و به لحاظ هدف کاربردی است. طرح تحقیق پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعهٔ آماری تحقیق شامل مردان فعال مبتلا به استئوآرتریت زانو استان آذربایجان غربی است. نمونه‌های تحقیق نیز از میان این جامعهٔ آماری با توجه به معیارهای ورود به این تحقیق به‌صورت نمونه‌های در دسترس بودند که پس از همگن کردن نمونه‌ها (از لحاظ قد، وزن و سن) به‌صورت تصادفی به دو گروه ۱۰ نفری (گروه هوازی و گروه کنترل) تقسیم شدند. شایان ذکر است که آزمودنی‌ها حداقل ۲ جلسه در هفته به فعالیت ورزشی می‌پرداختند و براساس شاخص‌های انجمن

1. Diracoglu
2. Fitzgerald

روماتولوژی آمریکا (ACR[1])، بیماری آنان توسط پزشک تشخیص داده شده (۳) و برای درمان به مراکز فیزیوتراپی ارجاع داده می‌شدند و به شیوهٔ غیرتصادفی و از نمونه‌های در دسترس انتخاب شدند.

معیارهای ورود به مطالعه شامل مردان سالمند فعال مبتلا به استئوآرتریت زانو که دارای درد زانو به مدت شش ماه یا بیشتر (داشتن درد مزمن و تشدید درد به‌صورت حاد) (۱۳)، قرار داشتن در سطح عملکردی "II و III یا ۲ و ۳" (برای مقاصد پژوهشی، استئوآرتریت را می‌توان به‌صورت پاتولوژی، رادیولوژیکی و بالینی طبقه‌بندی کرد که دو مورد آخر اغلب استفاده می‌شود. در تحقیق حاضر طبقه‌بندی رادیولوژیکی مدنظر است که به پنج درجه "۰ تا ۴" تقسیم‌بندی می‌شود؛ که افراد منتخب براساس پروندهٔ پزشکی"عکس رادیولوژی" و تشخیص پزشک مربوط بوده است) (۱۳،۳)، نبودن در مرحلهٔ حاد بیماری، تمایل به شرکت در پژوهش، سن ۷۰ -۶۰ سال، مصرف نکردن داروی تزریقی داخل‌مفصلی از ۳ ماه قبل، مصرف نکردن داروی خوراکی (ضدالتهابی غیراستروئیدی) از یک هفته قبل از ورود به مطالعه (۱)، نداشتن سابقهٔ ضربه، آسیب یا عمل جراحی، بیماری، شکستگی یا ناهنجاری‌های وضعیتی اثرگذار در روند تحقیق (۱۵)، BMI[2] کمتر از ۳۰ (۱۶)، عدم سابقهٔ طولانی مصرف داروی مؤثر بر سیستم عضلانی- اسکلتی (۱)، نداشتن اعتیاد (۱۳) و نیز شرکت نکردن در برنامهٔ ورزشی منظم بود. معیارهای خروج از تحقیق شامل عدم مراجعهٔ منظم فرد در جلسهٔ تمرینی، مصرف داروهای ضدالتهابی غیراستروئیدی در طول مطالعه (۱)، تشدید علائم و درد (۱۳) و تمایل نداشتن فرد به ادامهٔ درمان بود.

در ابتدا تمامی نمونه‌ها رضایت‌نامهٔ لازم (کتبی) برای انجام پژوهش را امضا کردند. سپس فرم جمع-آوری اطلاعات تکمیل و توسط متخصصان طب ورزشی و ارتوپدی تأیید شد و به‌صورت مصاحبهٔ حضوری تکمیل شد و شرایط سلامتی یا بیماری و آسیب‌دیدگی این افراد کنترل شد. سپس رادیوگرافی از زانوی نمونه‌ها که قبلاً توسط پزشک متخصص ارتوپدی معاینه و از زانوی استئوآرتریتی هر کدام در دو نما (نمای قدامی- خلفی، نمای جانبی) به‌عمل آمده بود، استفاده شد (از طرف محققان رادیوگرافی-ای انجام نگرفت و از پروندهٔ پزشکی نمونه‌ها استفاده شد). تمامی رادیوگرافی‌ها توسط متخصص رادیولوژی مشاهده و براساس معیارهای کلگرن- لاورنس[3] (کاهش فضای مفصلی، تشکیل استئوفیت، اسکلروز استخوان زیر غضروف) (۱۰)، بررسی شد و وضعیت هر یک از نماها گزارش شد. سپس علائم کلینیکی و رادیولوژیکی توسط پزشک متخصص بررسی و استئوآرتریت زانو به درجات زیر تقسیم شد:

1. American Rheumatology Association
2. Body mass index (BMI)
3. Kellgren-Lawrenc

۱. هیچ علامت یا یافته پاتولوژیکی مشهود نیست؛ ۲. یافته‌ها بیانگر تغییرات دژنراتیو (استئوآرتریت) خفیف در زانوست؛ ۳. یافته‌ها نشان‌دهندهٔ تغییرات دژنراتیو (استئوآرتریت) متوسط در زانوست؛ ۴. یافته‌ها بیانگر تغییرات دژنراتیو (استئوآرتریت) پیشرفته یا شدید در زانوست (افراد منتخب در سطح عملکردی ۲ و ۳ قرار داشتند). در نهایت براساس معیارهای ورود و خروج ۲۰ نفر به‌صورت در دسترس هدفمند زیر نظر پزشک متخصص انتخاب شدند و در ادامه به‌صورت تصادفی به دو گروه مساوی (هر گروه ۱۰ نفر) تقسیم شدند.

پیش از اجرای پروتکل تمرینی حس عمقی مفصل زانو اندازه‌گیری شد. از آنجا که گزارش‌هایی مبنی بر عدم تفاوت حس وضعیت مفصل، بین اندام غالب و غیرغالب وجود دارد (۱۸،۱۷)، در افرادی که هر دو زانوی آنها درگیر استئوآرتریت بود، فقط از زانوی پای غالب برای ارزیابی استفاده شد. به‌منظور تعیین پای غالب در افراد از آزمون بالا رفتن از پله استفاده شد، و نیز حس وضعیت مفصل در افرادی که تنها یکی از زانوها درگیر استئوآرتریت بود، در پای درگیر ارزیابی شد. با توجه به اینکه بیشترین کارایی دوک‌های عضلانی (به‌عنوان گیرنده‌های اصلی حس عمقی)، در دامنهٔ میانی حرکتی مفصل است (۱۹)، براساس نظر محققان زاویهٔ موردنظر برای اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو باید در دامنهٔ میانی حرکت (۸۰-۴۰ درجهٔ فلکشن)، باشد (۲۰). در این تحقیق از زاویهٔ هدف ۴۵ درجهٔ فلکشن زانو برای بازسازی زاویهٔ هدف که یک زاویهٔ استاندارد جهت اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو در حالت نشسته است، استفاده شد (۲۱). همچنین برای جلوگیری از یادگیری ناشی از پیش‌آزمون، هیچ‌گونه بازخوردی در مورد نتیجهٔ پیش‌آزمون به نمونه‌ها داده نشد.

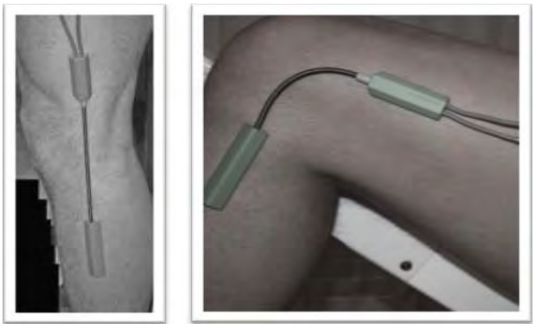
اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو: به‌منظور اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو، آزمودنی روی صندلی می‌نشست. ارتفاع صندلی به‌گونه‌ای انتخاب شد که کف پای آزمودنی به زمین نرسد. سپس بازوهای الکتروگونیامتر به مفصل زانوی شخص و در محل‌های مشخص‌شده توسط لندمارک‌ها وصل شدند. حس وضعیت مفصل زانو توسط الکتروگونیامتر مدل SG150 (ساخت شرکت Biometrics LTD بریتانیا) اندازه‌گیری شد. به‌منظور انجام آزمون، هر فرد از یک شورت ورزشی استفاده کرد و هیچ‌گونه پوشش دیگری در اندام تحتانی خود نداشت. هر کدام از افراد در حالت ایستاده و کاملاً راحت قرار گرفتند و چهار عدد مارکر پوستی برای تعیین محل چسباندن بازوهای الکتروگونیامتر در سمت خارجی اندام مورد آزمون در چهار نقطه چسبانده شد. برای مشخص کردن لندمارک‌های موردنیاز ابتدا تروکانتر بزرگ استخوان ران لمس شده، سپس نوک تروکانتر بزرگ با خط‌کش به قسمت میانی خط مفصلی

خارجی زانو وصل می‌شد. مارکر اول در یک‌چهارم فوقانی این خط، مارکر دوم در گردن فیبولا و مارکر سوم در قسمت فوقانی قوزک خارجی پا چسبانده شد. سپس فرد روی صندلی در وضعیتی که زانو ۹۰ درجه خم است، می‌نشست و مارکر چهارم در قسمت فوقانی چین پوپلیته آل در راستای لبهٔ فوقانی کشکک چسبانده می‌شد. بازوی ثابت الکتروگونیامتر در امتداد تروکانتر بزرگ و قسمت فوقانی چین پوپلته‌آل (مارکرهای اول و چهارم) و بازوی محرک آن در راستای سر فوقانی استخوان نازک‌نی و قوزک خارجی (مارکرهای دوم و سوم) نصب شد. انتخاب محل مارکرها براساس مطالعات لافورتون و[1] همکاران (۱۹۹۲) (۲۲)، کاپوزو[2] و همکاران (۱۹۹۶) (۲۳)، لاموورکس[3] (۱۹۹۶) (۲۴)، و استیلمن و تولی[4] (۱۹۹۵) (۵)، صورت گرفت.

برای ارزیابی حس وضعیت مفصل زانو، وضعیت نشسته در نظر گرفته شد. در این وضعیت فرد مورد مطالعه در انتهای یک صندلی با قابلیت تنظیم ارتفاع و تنظیم پشتی (تکیه‌گاه)، نشست، به‌طوری‌که پاهای از زمین فاصله داشتند و آویزان بودند. در این حالت از فرد خواسته شد تا سر خود را در امتداد تنه نگه‌دارد و دست‌ها و ساعدش را روی محل مخصوص تعبیه‌شده روی صندلی قرار دهد. در این حالت، مفصل زانو تقریباً ۸۵ درجهٔ فلکشن و مچ پا در حالت استراحت و تنه نیز ۳۰ درجه از سطح عمود عقب‌تر و ران تقریباً افقی بود. پس از تنظیم وضعیت صحیح فرد بر روی صندلی، از وی خواسته شد که با چشمان باز، به‌صورت فعال، ۳ مرتبه ساق پای خود را تا زاویهٔ ۴۵ درجه حرکت دهد و ۵ ثانیه در همان وضعیت نگه‌دارد. در ادامه به‌منظور حذف مداخلهٔ بینایی در حین اندازه‌گیری، چشم‌های نمونه با چشم‌بند بسته و از او خواسته شد که سرش را صاف و ثابت نگه‌دارد. پس از ۷ ثانیه از فرد مورد آزمایش درخواست می‌شد تا ساق پا را به‌صورت فعال حرکت دهد و زاویهٔ موردنظر را بازسازی و آن را با کلمه «رسیدم» اعلام کند.

میزان اختلاف موجود بین زاویهٔ ایجادشده توسط آزمودنی (زاویهٔ تخمین زده‌شده) با زاویهٔ هدف، بدون در نظر گرفتن مثبت یا منفی بودن جهت حرکت به‌عنوان زاویهٔ خطا (خطای مطلق) بررسی آماری شد. هر حرکت سه بار تکرار شد و در نهایت میانگین سه زاویهٔ خطای به‌دست‌آمده به‌عنوان رکورد اصلی برای هر حرکت در نظر گرفته شد و نتایج به‌دست‌آمده به‌عنوان رکورد پیش‌آزمون ثبت شد (شکل ۱).

1. Lafortune
2. Cappozzo
3. Lamoreux
4. Tully & Stillman



شکل ۱. اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو

پروتکل تمرین هوازی: آزمودنی‌ها به مدت ۸ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه برنامهٔ تمرینی منتخب را اجرا کردند. شایان ذکر است که برنامهٔ تمرین براساس توصیه‌های ویژهٔ کالج آمریکایی طب ورزشی (ACSM[1])، برای سالمندان و براساس اصول علم تمرین که با توصیهٔ دکر[2] (۲۰۱۴) (۶) تطبیق داده شد، اجرا شد. به‌منظور اجرای برنامهٔ پیاده‌روی از نوار گردان استفاده شد. مدت زمان هر جلسهٔ تمرینی ۱۵ تا ۳۰ دقیقه بود. ضربان قلب آزمودنی‌ها هنگام فعالیت روی نوار گردان با استفاده از ضربان‌سنج دستگاه کنترل و برای حفظ شدت تمرین در محدودهٔ تعیین‌شده، سرعت نوار گردان پیوسته تنظیم شد. در شروع فعالیت، به‌دلیل احتمال کم بودن آمادگی بدنی، طول مدت و شدت فعالیت به‌صورت تدریجی اضافه شد، به‌طوری‌که در شروع فعالیت طول مدت جلسهٔ تمرینی ۱۵ دقیقه در نظر گرفته شد که پس از دو هفته از فعالیت آزمودنی‌ها ۲۰ دقیقه به فعالیت پرداختند. در هفته‌های بعد با ۳۰ دقیقه به فعالیت پرداختند. در این فاصلهٔ زمانی، شدت فعالیت نیز از ۶۰ درصد ضربان قلب حداکثر، شروع و تا ۷۵ درصد به‌صورت تدریجی افزایش یافت. این برنامهٔ تمرینی ۳ جلسه در هفته روزهای شنبه، دوشنبه و چهارشنبه بود (جدول ۱)، (۲۷، ۲۶، ۲۵، ۶).

جدول ۱. پروتکل تمرین هوازی

هفته	شدت	مدت
اول	۶۰ درصد	۱۵ دقیقه
هفتهٔ دوم تا آخر هفتهٔ چهارم	۶۵ درصد	۲۰ دقیقه
هفتهٔ پنجم تا آخر هفتهٔ هشتم	۷۵ درصد	۳۰ دقیقه

1. American College of Sports Medicine
2. Dekker

گروه کنترل: این گروه از آزمودنی‌ها در طول آزمون پروتکل تمرینی را تجربه نکردند و فعالیت‌های روزمرهٔ خود را داشتند (۶).

تجزیه‌وتحلیل آماری: برای نرمال بودن توزیع داده‌های پیش‌آزمون از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل یافته‌های تحقیق علاوه‌بر آمار توصیفی، از آزمون آماری t مستقل برای بررسی نتایج بین‌گروهی و از آزمون t زوجی برای بررسی نتایج درون‌گروهی استفاده شد. همچنین از فرمول زیر (۲۷، ۶)، برای بررسی نتایج درصد تغییرات استفاده شد:

درصد تغییرات = x

$$x = \frac{b-a}{a} \times 100$$

متغیر پیش‌آزمون = a

متغیر پس‌آزمون = b

کلیهٔ محاسبات آماری با بهره‌گیری از نرم‌افزار SPSS نگارش ۲۲ انجام گرفت. همچنین سطح معناداری در تحقیق حاضر برابر با ۹۵٪ ($\alpha \leq ۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

تعداد آزمودنی‌ها و مشخصات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در مطالعه در جدول ۲ ذکر شده است. در ضمن در طول تحقیق یک نفر از گروه هوازی به‌دلیل شرکت نکردن منظم در تمرینات از ادامهٔ تحقیق حذف شد و نیز یک نفر از گروه کنترل انصراف داد (جدول ۲).

جدول ۲. تعداد آزمودنی‌ها و مشخصات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در مطالعه

	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	تعداد آزمودنی‌ها
هوازی	۶۴/۶۶±۳/۴۶	۱۷۳/۵۵±۱/۸۱	۷۵/۰۵±۲/۲۵	۹
کنترل	۶۸/۷۷±۲/۹۹	۱۷۴/۲۲±۴/۶۵	۷۷/۰۵±۴/۸۹	۹

نتایج آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و همچنین آزمون t مستقل نرمال بودن و غیرمعنادار بودن تفاوت داده‌های دو گروه در متغیرهای حس عمقی زانو (P=۰/۹۶۲)، وزن (کیلوگرم) (P=۰/۸۲۴)، را در مرحلهٔ پیش‌آزمون نشان داد.

نتایج آزمون تی همبسته (درون‌گروهی) نشان داد که در خطای مطلق بازسازی زاویهٔ هدف در متغیر حس عمقی مفصل زانو (درجه)، در گروه انجام‌دهندهٔ تمرینات هوازی بر روی تردمیل از مرحلهٔ پیش‌آزمون به مرحلهٔ پس‌آزمون به میزان ۴۳/۳۰ درصد کاهش محسوس و معناداری داشت (P=۰/۰۰۰۱)، در گروه کنترل از مرحلهٔ پیش‌آزمون به مرحلهٔ پس‌آزمون به میزان ۲/۶۰ درصد کاهش جزیی و غیرمعناداری داشت (P=۰/۶۸۱) (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج آزمون درون‌گروهی

متغیر	گروه	SD±M پیش‌آزمون	SD±M پس‌آزمون	درصد تغییرات	t همبسته P
خطای حس وضعیت مفصل زانو (درجه)	هوازی	۴/۱۱±۱/۰۵	۲/۳۳±۰/۵۰	۴۳/۳۰ کاهش	۰/۰۰۰۱
	کنترل	۴/۲۲±۰/۹۷۱	۴/۱۱±۱/۱۶	۲/۶۰ کاهش	۰/۶۸۱
وزن (کیلوگرم)	هوازی	۷۵/۰۵±۲/۲۵	۷۲/۳۱±۰/۷۱	۳/۶۵ کاهش	۰/۰۰۰۱
	کنترل	۷۷/۰۵±۴/۸۹	۷۷/۰۱±۳/۲۸	----------	۰/۹۷۴

همچنین نتایج آزمون تی مستقل (بین‌گروهی) نشان داد که در خطای مطلق بازسازی زاویهٔ هدف در متغیر حس عمقی مفصل زانو (درجه) و متغیر وزن (کیلوگرم)، در مقایسه با گروه کنترل در مرحلهٔ پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت (P=۰/۰۰۱) (جدول ۴).

جدول ۴. نتایج آزمون بین‌گروهی

متغیر	گروه	M±SD پس‌آزمون	مستقل P t
خطای حس وضعیت مفصل زانو (درجه)	هوازی	۲/۳۳±۰/۵۰	۰/۰۰۱
	کنترل	۴/۱۱±۱/۱۶	
وزن (کیلوگرم)	هوازی	۷۲/۳۱±۰/۷۱	۰/۰۰۱
	کنترل	۷۷/۰۱±۳/۲۸	

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی تغییرات حس عمقی مفصل زانو در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو متعاقب یک دوره فعالیت کنترل‌شده هوازی انجام گرفت.

نتایج تحقیق حاضر در گروه تمرین هوازی در خصوص خطای مطلق بازسازی زاویهٔ هدف در متغیر حس وضعیت مفصل زانو حاکی از آن بود که حس وضعیت مفصل زانو در گروه انجام‌دهندهٔ تمرین هوازی از مرحلهٔ پیش‌آزمون به مرحلهٔ پس‌آزمون (درون‌گروهی)، به مقدار ۴۳/۳۰ درصد کاهش معنا-داری داشت.

حس عمقی واژهٔ جامعی از حس وضعیت فضایی مفصل و حرکت انجام‌گرفته در اندام‌هاست. تحقیقات حاکی از این است که کاهش ایمپالس‌های حس عمقی از گیرنده‌های مفصلی می‌تواند در نهایت به بروز آسیب به‌خصوص حین فعالیت‌های ورزشی منجر شود (۶، ۵،۳). ازاین‌رو، تجویز تمرینات متعددی برای بهبود دقت عملکرد حس عمقی و پیشگیری از بروز آسیب در مفاصل مختلف از جمله زانو پیشنهاد شده است که از مهم‌ترین آنها تمرینات تعادلی است که ماهیت تمرینات هوازی تحقیق حاضر در اصل تعادلی است، زیرا بر روی تردمیل انجام گرفته و افراد مدام در حین انجام پروتکل در تلاش برای حفظ تعادل خود هستند.

با توجه به اهمیت حس عمقی در ثبات مفصل زانو، محققان این حس را در زمینه‌های مختلف بررسی کرده‌اند. باراک و اسکینر (۱۹۹۳)، کاهش حس حرکت مفصل زانو را با افزایش سن و اختلال در لیگامان‌های متقاطع قدامی گزارش کردند (۷).

در همین زمینه لیفارت (۱۹۹۷)، گزارش کرد که عوارض و ناپایداری‌های حاصل از آسیب‌های ورزشی و بیماری‌ها (مفصلی مانند استئوآرتریت) می‌توانند زانو را تحت تأثیر قرار دهند و موجب کاهش حس عمقی در آن شوند. این فقدان حس عمقی موجب تغییر در الگوی راه رفتن و فشار مکانیکی بر مفصل می‌شود؛ از طرفی کاهش حس عمقی مفصل زانو، دوک‌های عضلانی عضلات اطراف مفصل را تحت تأثیر قرار می‌دهد و با کاهش فعالیت این گیرنده‌ها، انقباض عضلانی مهار می‌شود که می‌تواند مفصل را مستعد آسیب کند (۸).

نتایج تحقیق یانگ و همکاران (۲۰۱۰)، نشان داد که تمرینات تعادلی، بر میزان حس عمقی و متعاقباً حفظ نوسانات قامتی تأثیر معناداری داشته و سبب بهبود کنترل وضعیت بدن و در نتیجه موجب بهبود سطح عملکرد شده است که می‌تواند از آسیب اندام تحتانی جلوگیری کند (۱۱).

در تحقیق حاضر نیز احتمالاً تلاش برای حفظ تعادل بر روی تردمیل با افزایش حساسیت دوک‌های عضلانی توسط سیستم عصبی مرکزی آزمودنی‌ها، موجب بهبود نسبی حس عمقی مفصل زانو در این افراد شده است.

از آنجا که ماهیت پروتکل تمرینات هوازی-تعادلی یک ماهیت فعال است، آزمودنی هنگام اجرای تمرینات، الگوهای حرکتی مختلفی را بر روی تردمیل انجام می‌دهد که این ویژگی فعال بودن موجب افزایش دمای عضله می‌شود (۲۸). گزارش‌های مختلف علمی حاکی از آن است که افزایش دمای عضله سبب تأثیرات مثبتی مانند کاهش سفتی عضلات و لیگامان‌ها، افزایش حساسیت گیرنده‌های عصبی، افزایش هدایت پیام‌های عصبی، افزایش گیلکوژنولیز، افزایش گلیکولیز، افزایش مصرف فسفات پرانرژی (۳۲-۲۹)، و دفع مواد زائد (۲۸) می‌شود. با توجه به اینکه افزایش دمای عضله موجب افزایش حساسیت گیرنده‌های عصبی و افزایش هدایت پیام‌های عصبی می‌شود و از طرفی به‌دلیل اینکه گیرنده‌های حس عمقی همگی جزیی از گیرنده‌های عصبی‌اند، شاید یکی از عواملی که بتواند بهبودی نسبی حس عمقی در یافته‌های این تحقیق را توجیه کند، همین افزایش دمای عضله منتج از تمرینات هوازی تعادلی باشد. البته از آنجا که ثبت این فاکتور در تحقیق ما صورت نگرفته است، نمی‌توان تفاوت نتایج حاصله را با اطمینان به این عامل نسبت داد.

عامل مؤثر دیگر در بهبود نسبی دقت حس عمقی می‌تواند با توجه به این واقعیت باشد که گیرنده‌های حس عمقی در تنش‌های لحظه‌ای تحریک شده (۳۴)، و به‌نظر می‌رسد که در تحقیق حاضر، تحریک لحظه‌ای گیرنده‌های حس عمقی مفصل زانو حین تمرین موجب تأثیرات نسبتاً مثبتی بر درک وضعیت مفصل شده باشد. همچنین عامل دیگری که می‌تواند سبب بهبودی نسبی ایجادشده در حس عمقی پس از تمرینات باشد، انقباضات همزمان عضلانی[1] است. در همین زمینه رجحانی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که احتمالاً انقباضات همزمان عضلانی موجب کارکرد بهتر و سازمان‌یافته‌تر گیرنده‌های موجود در عضله، پوست، مفصل و کپسول مفصلی شده و در نتیجه عملکرد حس عمقی را ارتقا داده است (۳۵).

شایان ذکر است نتایج تحقیق حاضر در خصوص وزن در گروه تجربی حاکی از کاهش معناداری بود. پژوهش‌های متعددی اثر از دست دادن وزن و فعالیت بدنی را در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو و اضافه‌وزن ارزیابی کرده‌اند (۳۸، ۳۷، ۳۶، ۲۹، ۲۵، ۱۶، ۱۵، ۶) کاهش وزن با استفاده از انجام فعالیت

1. cocontraction

هوازی و نیز رژیم غذایی ثابت، مؤثر است و در دستورالعمل‌های ملی و بین‌المللی در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو توصیه می‌شود.

نمونه‌هایی از تمرینات هوازی شامل دوچرخه‌سواری، ورزش‌های آبی و پیاده‌روی است که افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو می‌توانند این ورزش‌ها را با خیال راحت بدون افزایش خطر پیشرفت انجام دهند. تمریناتی که اثر بیشتری دارند، مانند ورزش‌هایی که نیاز به پریدن دارند (بسکتبال، والیبال و رقص)، باید با احتیاط بیشتری انجام گیرند، چراکه آنها ممکن است درد یا افزایش خطرهای ناشی از صدمات را تشدید کنند (۳۹).

باید توجه داشت که هدف اصلی از تمرینات هوازی، بهبود ظرفیت هوازی است، یعنی بهبود وضعیت قلب و ریه‌ها برای جذب اکسیژن موردنیاز برای عضلات (۳۸) که می‌توان گفت به‌صورت غیرمستقیم بر افزایش حس عمقی تأثیرگذار است، زیرا خون و اکسیژن بیشتری در اختیار بافت، عضله و همچنین سیستم مفصلی قرار می‌دهد و این موارد خود می‌تواند سبب افزایش کارایی سیستم مفصلی شود، به‌نحوی که مواد غذایی و اکسیژن کافی در اختیار بدن و سیستم مفصلی قرار می‌گیرد و بدین طریق و به مرور سبب بهبود حس عمقی می‌شود (۳۷، ۱۳، ۴).

نتایج این مطالعه نشان داد که ۸ هفته تمرین هوازی سبب بهبود و افزایش معناداری در حس عمقی زانو و نیز کاهش معنادار وزن مردان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو شد.

منابع و مآخذ

1. Kastelein M, Luijsterburg PA, Belo JN, Verhaar JA, Koes BW, Bierma-Zeinstra SM. (2011). "Six-year course and prognosis of nontraumatic knee symptoms in adults in general practice: a prospective cohort study". Arthritis Care Res (Hoboken), 63(9):1287–1294.
2. Holla JF, Steultjens MP, Roorda LD, Heymans MW, Ten Wolde S, Dekker J. (2010). "Prognostic factors for the two-year course of activity limitations in early osteoarthritis of the hip and/or knee". Arthritis Care Res (Hoboken), 62(10):1415–1425.
3. Altamn RD, Alarcon G, Appelrouth D, et al. (1991). "The American college of rheumatology criteria for callsification and reporting of osteoarthritis of the hip". Arthritis & Rheumatology, 34:505-14.
4. Brunnstrom, S., Lehmkuhl, L. D., Smith, L. K. (1983). "Brunnstrom's clinical kinesiology". FA Davis, 111.

5. Tully, E., Stillman, B. A. (1995). " revised model for 2D kinematic analysis of Supine hip and Knee motion in the sagittal plane". Proceeding of the 12th international congress of the world confederation for physical therapy. Washington: 732.
6. Dekker J. (2014). "Exercise and Physical Functioning in Osteoarthritis Medical, Neuromuscular and Behavioral Perspectives". New York Heidelberg Dordrecht London: Springer, pp: 132-8.
7. Skinner, H. B., Barrack, R. L., Cook, S. D., Haddad, R. J. (1993)." Joint position sense in total knee arthroplasty". Journal of orthopaedic research, 1(3): 276-283.
8. Lephart, S.M., Pincivero, D.M., Giraldo, J.L., Fu, F.H. (1997). "The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries". Am J Sports Med, 25(1):130-7.
9. Diracoglu, D., Aydin, R., Baskent, A., Celik, A. (2005). "Effects of kinesthesia and balance exercises in knee osteoarthritis". Journal clin rheumatol 11(6):303–10.
10. Fitzgerald, G.K., Piva, S.R., Gil, A.B., Wisniewski, S.R., Oddis, C.V., Irrgang, J.J. (2011). "Agility and perturbation training techniques in exercise therapy for reducing pain and improving function in people with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial". Phys ther, 91(4): 452–69.
11. Young, W.K., Metzl, J.D. (2010). "Strength Training for the Young Athlete". Pediatric Annals, 39(5): 293-9.
12. Diracoglu, D., Baskent, A., Celik, A., Issever, H., Aydin, R. (2008)." Long-term effects of kinesthesia/ balance and strengthening exercises on patients with knee osteoarthritis: a one-year follow-up study". Journal back musculoskelet rehabil, 21(4): 253–62.
13. Dieppe PA, Lohmander LS. (2005). "Pathogenesis and management of pain in osteoarthritis". Lancet, 365(9463):965 973.
14. Beckwée D, Ivan Bautmans, Thierry Scheerlinck, Peter Vaes. (2015). "Exercise in knee osteoarthritis – preliminary findings: Exercise-induced pain and health status differs between drop-outs and retainers". Experimental Gerontology, 72.;29–37.
15. Conaghan PG, Dickson J, Grant RL. (2008). "Care and management of osteoarthritis in adults: summary of NICE guidance". BMJ, 336(7642):502–503.
16. Hunter DJ, Eckstein F. (2009). "Exercise and osteoarthritis". J Anat, 214(2):197–207.
17. Herrington, L. (2005). "Knee-Joint Position Sense: The Relationship Between Open and Closed Kinetic Chain Tests". Journal Of Sport Rehabilitation, 14(4): 356.
18. Jerosch, J., Prymka, M. (1996). "Proprioception and joint stability". Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy, 4(3),: 171-179.
19. Hall, J. E. (2010). "Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology: Enhanced E-book". Elsevier Health Sciences.
20. Larsen, R., Lund, H., Christensen, R., Røgind, H., Danneskiold-Samsøe, B., Bliddal, H. (2005). "Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense". British journal of sports medicine, 39(1): 43-46.

21. Piriyaprasarth, P., Morris, M. E., Winter, A., Bialocerkowski, A. E. (2008). "The reliability of knee joint position testing using electrogoniometry". BMC musculoskeletal disorders, 9(1): 6.
22. Lafortune, M.A., Lambert, C., Lake, M. (1992). "Skin marker displacement at the knee joint". Proceedings of NACOB II. The second north american congress on biomechanics; Chicago, Illinois: 101–02.
23. Cappozzo, A., Catani, F., Leardini, A., Benedetti, M.G., Della Croce, U. (1996). "Position and orientation in space of bones during movement: experimental artefacts". Clinical biomechanics, 11(2): 90-100.
24. Lamoreux, L.W. (1996). "Coping with soft tissue movement in human motion analysis". In: Harris GF, Smith PA (Ed): Human motion analysis: Current applications and future directions, New York: Institute of electrical and electronic engineers: 43–70.
25. American College of Sports Medicine. (2000). "ACSM's guidelines for exercise testing and prescription". 6th. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, pp: 210-7.
26. King, A.C., Oman, R.F. Brassington, G.S., Bliwise, D.L. and Haskell, W.L. (1997). "Moderate – intensity exercise and self – rated quality of sleep in older adluts. A randomized controlled trial". The journal of the American medical association, 277, PP:32-37.
27. Bavardi Moghadam E, Rajabi A, Valizade A, Shojaedin S S. Exercise and Physical Functioning in Osteoarthritis Medical. University of Mohaghegh Ardebili Press, First Edition. 2017. [Persian]
28. Perrier, E. T. (2009). "The effects of static and dynamic stretching on reaction time and performance in a countermovement jump". Thesis of Master of Science. Oregon State University.
29. Fransen M, McConnell S, Bell M. (2003). "Exercise for osteoarthritis of the hip or knee". Cochrane Database Syst Rev, 3:CD004286.
30. McMillian, D.J., Moore, J. H., Hatler, B. S., Taylor, D. C. (2006). "Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance". J of Strength and Conditioning Research, 20(3); 492-499.
31. Yamaguchi, T. Ishii, K. (2005). "Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power". The Journal of Strength and Conditioning Research, 19: 677-683.
32. Arabaci, R. (2009). "Acute effects of differential stretching protocols on physical performance in young soccer players". E-Journal of New World Sciences Academy (NWSA), 4(2):50-65
33. Sekir, U., Arabaci, R., Akova, B., Kadagan, S. M. (2010). "Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes". Scandinavian journal of medicine and science in sports, 20(2): 268-281.
34. Farimah Forouhideh , Sedighesadat Naeimi Dr , Khosro Khademi Kalantari Dr, Abas Rahimi Dr, Ali Farhadi . (2011). The short term effects of one-session of whole body

vibration training on isokinetic strength of rotator cuff and shoulder proprioception in young healthy subjects. SJKU, 15(4): 52-64. [Persian]

35. Rojhani shirazi Z, Shafaee R, Afarandide M. (2012). Survey on the effects of balance training on proprioception of knee and ankle joints and equilibrium time in single leg in healthy female students. J Rafsanjan Univ Med Sci, 10(4): 289-98. [Persian]
36. Chapple CM, Nicholson H, Baxter GD, Abbott JH. (2011). "Patient characteristics that predict progression of knee osteoarthritis: a systematic review of prognostic studies". Arthritis Care Res (Hoboken), 63(8):1115–1125.
37. Fransen M, McConnell S. (2008). "Exercise for osteoarthritis of the knee". Cochrane Database Syst Rev, 4.:CD004376.
38. Westby MD, Minor MA. (2006). "Exercise and physical activity. In: Bartlett SJ, Bingham CO, Maricic MJ, Daly Iversen M, Ruffing V (eds) Clinical care in the rheumatic diseases". 3rd edn. Atlanta, Association of Rheumatology Health Professionals, pp 211–220.
39. Tully, E., Stillman, B. A. (1995). " revised model for 2D kinematic analysis of Supine hip and Knee motion in the sagittal plane". Proceeding of the 12th international congress of the world confederation for physical therapy. Washington: 732.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Evaluation of Knee Proprioception Changes in the Elderly with Knee Osteoarthritis following a Period of Controlled Aerobic Activity

Edris Bavardi Moghadam[1]- Seyed Sadredin Shojaedin[2] - Narmin Ghanizadeh Hesar[3] - Ali Akbarnejad[4*]

1. MSc of Corrective Exercises and Sport Injury, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran 2. Associate Professor of Corrective Exercises and Sport Injury, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran 3. Assistant Professor, Department of Corrective Exercises and Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran 4. Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

(Received: 9/11/2016;Accepted: 16/10/2017)

Abstract

This study was conducted to evaluate knee proprioception changes in the elderly suffering from knee osteoarthritis following a period of controlled aerobic activity. The statistical population included active older men with knee osteoarthritis in West Azerbaijan. 20 subjects who exercised at least twice a week were selected as the sample and divided into two groups (each group 10 patients): aerobic and control. Subjects participated in the aerobic exercise for 8 weeks, 3 sessions a week. Electro-goniometer was used to measure the knee proprioception. Independent t test was used to evaluate intergroup results, and paired t test was used to check intragroup results. Results showed a significant difference in proprioception in intragroup comparison in aerobic group (P=0.0001) and in intergroup comparison (P=0.001). Overall, the results showed that 8 weeks of aerobic exercise can considerably improve knee proprioception in older men with knee osteoarthritis.

Keywords

Aerobic exercise, electro-goniometer, knee osteoarthritis, knee proprioception, older men.

* Corresponding Author: Email: a.akbarnejad@yahoo.com, Tel: +989120760472