DOI: 10.22122/jrrs.v15i5.3437 Published by Vesnu Publications

طراحی بازی رایانه‌ای– ورزشی و بررسی تأثیر بالینی آن بر احساس درد و قدرت عضلات گردن در افراد مبتلا به استئوآرتریت گردن: یک کارآزمایی بالینی تصادفی مقدماتی

ریحانه آتش‌کار[1]، جواد راستی[2]، ابراهیم صادقی دمنه[3]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: استئوآرتریت گردن، نوعی بیماری ناشی از تحلیل مفصل فاست (Facet) مهره‌های گردن می‌باشد که ممکن است با خواب‌رفتگی، ضعف عضلانی در بازو، درد شدید در گردن و شانه، اختلال عملکرد طناب نخاعی و میلوپاتی همراه شود. این عارضه در افراد مسن شیوع بیشتری دارد. پژوهش حاضر با هدف طراحی بازی رایانه‌ای- ورزشی و بررسی تأثیر بالینی آن بر احساس درد و قدرت عضلات در افراد مبتلا به استئوآرتریت گردن انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی مقدماتی و نمونه‌های آماری آن شامل ۲۳ نفر از مراجعه‌کنندگان به کلینیک فیزیوتراپی بیمارستان شریعتی اصفهان بود که توسط پزشک متخصص ارتوپد معرفی شده بودند. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دو گروه تمرین با بازی (۱۲ نفر) و تمرین روتین (۱۱ نفر) قرار گرفتند. گروه تمرین با بازی درمان رایج فیزیوتراپی به همراه انجام تمرینات ایزومتریک گردن با بازی رایانه‌ای- ورزشی و گروه تمرین روتین نیز درمان رایج فیزیوتراپی به همراه انجام تمرینات ایزومتریک بدون بازی را به مدت چهار هفته و هر هفته ۳ جلسه دریافت کردند. ناتوانی عملکردی گردن، میزان درد و قدرت ایزومتریک عضلات گردن طی سه مرحله (پایه، جلسه آخر و یک ماه پس از درمان) به ترتیب به وسیله پرسش‌نامه‌های سنجش ناتوانی عملکردی گردن (Neck Disability Index یا NDI)، مقیاس دیداری درد (Visual analogue scale یا VAS) و دینامومتر دستی اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: میانگین قدرت عضلات گردن در هر دو گروه افزایش یافت و به دنبال آن، میانگین شدت درد و سطح ناتوانی عملکردی گردن کاهش داشت. در گروه درمان با بازی، شدت درد به طور قابل توجهی نسبت به گروه درمان روتین کمتر بود (P = ۰/۰۴۸).

نتیجه‌گیری: یکی از چالش‌های اصلی در طراحی بازی رایانه‌ای- ورزشی برای گردن، انجام تمرینات ایزومتریک با تکرار، شدت و مدت زمان مشخص است. به نظر می‌رسد که بازی رایانه‌ای، باعث بهبود تدریجی گردن‌درد و سطح عملکردی ناحیه گردن در بیماران مبتلا به استئوآرتریت گردن می‌شود و این بهبودی در میزان درد نسبت به ورزش‌های معمول، برتری دارد

کلید واژه‌ها: استئوآرتریت گردن، بازی رایانه‌ای- ورزشی، قدرت عضلات گردن

ارجاع: آتش‌کار ریحانه، راستی جواد، صادقی دمنه ابراهیم. **طراحی بازی رایانه‌ای- ورزشی و بررسی تأثیر بالینی آن بر احساس درد و قدرت عضلات گردن در افراد مبتلا به استئوآرتریت گردن: یک کارآزمایی بالینی تصادفی مقدماتی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۸؛ ۱۵ (۵): ۲۶۳-۲۵۶.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۷/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۸/۱۶ تاریخ چاپ: ۱۳۹۸/۹/۱۵

مقدمه

اختلالات عملکردی ستون فقرات گردنی شیوع گسترده‌ای دارد و درصد عمده‌ای از کاردرمانگران در هر دو بخش عمومی و خصوصی را تشکیل می‌دهد؛ به طوری که بیماران مبتلا به گردن‌درد مزمن، دو برابر بیشتر از افراد عادی از خدمات بهداشتی- درمانی استفاده می‌کنند و این هزینه‌ها بر اقتصاد کشورها تأثیر منفی می‌گذارد (۲، ۱). همچنین، این فرایند منجر به کاهش حرکات طبیعی انسان و کاهش میزان کارایی دستگاه‌های مختلف بدن به ویژه دستگاه اسکلتی- عضلانی می‌شود (۳). در اثر همین کاهش تحرک، به مرور زمان فرد با کاهش انعطاف‌پذیری، ضعف عضلانی، کاهش قدرت و استقامت عضلانی مواجه می‌شود که مجموع این عوامل باعث شروع انواع دردها و ناراحتی‌ها در بخش‌های مختلف بدن به خصوص گردن می‌شود (۴، ۱).

استئوآرتریت گردن، یکی از اختلالات عملکردی ستون فقرات گردنی

۱- کارشناس ارشد، گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۲- استادیار، گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۳- دانشیار، گروه ارتوپدی فنی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: جواد راستی؛ استادیار، گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
Email: rasti@eng.ui.ac.ir

می‌باشد که به صورت گسترده در بزرگسالان مشاهده می‌گردد. این بیماری با تغییرات فرسایشی (Degenerative) در مهره‌های گردنی همراه است و تا حدودی در تمام افراد بالای ۵۰ سال مشاهده می‌گردد. تغییرات فرسایشی به طور طبیعی در ساختمان غضروف‌ها و لیگامان (Ligament) ایجاد می‌شود. استرس‌های مکرر ناشی از فعالیت روزانه در این ناحیه بسیار متحرک، این پدیده را تسریع می‌کند. استئوآرتریت گردن از دیسک بین مهره‌ای شروع می‌شود و به طور ثانویه بر مفاصل بین مهره‌ای خلفی (Facet joint) تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، دامنه حرکت گردن آنچنان کاهش می‌یابد که حرکات چرخشی و دیگر حرکات فرد را نیز دچار اختلال می‌کند (۸-۵). استئوآرتریت گردن اغلب به علت کار طولانی‌مدت و عدم تمرین رخ می‌دهد و علایم آن به سختی بهبود می‌یابد. درمان کامل استئوآرتریت پیشرفته گردن به دلیل نیاز به مشاوره و درمان پزشکی منظم بیمارستان، دشوار است. علایم استئوآرتریت گردن به احتمال زیاد خودبه‌خود کاهش می‌یابد. اگرچه این علایم ممکن است تا هفته‌ها ادامه پیدا کند و تغییرات ساختاری این بیماری دایمی است. بنابراین، هدف از درمان در این بیماران، کمک به کاهش التهاب موقتی یا ادم بافت‌های نرم می‌باشد. درمان‌ها در موارد خفیف شامل داروهای ضد درد التهابی و داروهای شل‌کننده عضلات است. از جمله روش‌های مختلف فیزیوتراپی می‌توان به اولتراسوند، استفاده از امواج گرمایی با طول موج کوتاه، ماساژ (Massage) و اعمال کشش به طور متناوب و تمرین درمانی اشاره کرد. تمرینات افزایش تحرک بیماران و افزایش قدرت عضلات گردن تا حدودی مفید بوده‌اند. بنابراین، برای بیماران در مراحل اولیه یا افرادی که به بیماری مبتلا نشده‌اند، اما فقط درد در ناحیه شانه دارند، تمرین گردنی انتخاب خوبی برای پیشگیری از استئوآرتریت گردن می‌باشد (۱۰، ۹).

یک برنامه تمرینی معمول برای گردن شامل تمرینات ایزومتریک گردن است (۱۱). برخی عوامل می‌تواند به طور مثبت یا منفی بر پایبندی افراد مبتلا به استئوآرتریت گردن به تمرینات تجویز شده و همچنین، بر سلامت آن‌ها تأثیر بگذارد. از سوی دیگر، خستگی بر پایبندی به تمرین تأثیر منفی می‌گذارد. همان‌طور که تمرینات گردن شامل تکرارهای متعدد می‌باشد، خستگی عامل مهمی است که باید مورد توجه قرار گیرد (۱۲، ۹). بنابراین، در پژوهش حاضر، سیستمی ارایه گردید که منجر به ایجاد انگیزه در کاربران برای انجام تمرینات گردن از طریق غوطه‌وری در یک بازی جدی رایانه‌ای- ورزشی شد. مروری بر مطالعات گذشته نشان می‌دهد که مفیدترین فرکانس تمرین برای کاهش درد، ضعف و بهبود قدرت عضلات گردن در افراد مبتلا به گردن‌درد مزمن با محدوده سنی مختلف، سه بار در هفته به مدت ۴ تا ۶ هفته و بهترین مدت زمان تمرین در هر بار، بین ۱۰ تا ۴۵ دقیقه می‌باشد. شدت تمرین ایزومتریک گردن با شدت ۲۰ تا ۷۰ درصد حداکثر انقباض ارادی (Maximum voluntary contraction یا MVC) برای افراد مبتلا به گردن‌درد تجویز می‌شود (۱). در تحقیقات مختلف، بررسی تأثیر روش‌های گوناگون درمان استئوآرتریت گردن بر بیماران به طور کلی با استفاده از شاخص ناتوانی عملکردی گردن (Neck Disability Index یا NDI) و مقیاس دیداری درد (Visual analog scale یا VAS) طی سه مرحله (زمان پایه، جلسه آخر و یک ماه بعد از درمان) اندازه‌گیری می‌شود (۱۳، ۱۱).

با توجه به پژوهش‌های پیشین، شاخص‌های آنتروپومتریک قد، وزن، شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI)، جنسیت، سن و شغل قبل از شروع مطالعه باید اندازه‌گیری شود تا یکسان بودن گروه‌های مورد بررسی مشخص گردد (۱۵، ۱۴). بر اساس تحقیقات صورت گرفته، تاکنون بازی رایانه‌ای- ورزشی برای درمان بیماران مبتلا به استئوآرتریت گردن با رویکرد پروتکل استاندارد ارزیابی بالینی درمان و تمرین، طراحی و ساخته نشده است (۱۶، ۱۲، ۹).

در مطالعه حاضر، بازی رایانه‌ای- ورزشی به منظور درمان بیماران مبتلا به استئوآرتریت گردن با رویکرد پروتکل استاندارد ارزیابی بالینی درمان (اندازه‌گیری میزان ناتوانی عملکردی گردن، میزان درد و قدرت ایزومتریک عضلات گردن طی سه مرحله پایه، جلسه آخر و یک ماه پس از درمان)، به ترتیب به وسیله مقیاس‌های NDI، VAS و دینامومتر دستی و پروتکل استاندارد تمرین (شدت، مدت زمان و فرکانس) طراحی و ساخته شد. به نظر می‌رسد انجام تمرینات ایزومتریک گردن، باعث افزایش قدرت ایزومتریک عضلات گردن، کاهش درد و سطح ناتوانی عملکردی گردن در هر دو گروه تمرین با بازی و تمرین روتین شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع کارآزمایی بالینی مقدماتی و متغیرهای وابسته شامل میزان درد و ناتوانی گردن، قدرت عضلات گردن قبل از درمان، بلافاصله پس از درمان و چهار هفته بعد از درمان بود. برنامه تمرینی با بازی رایانه‌ای- ورزشی و برنامه تمرینی در خانه به مدت چهار هفته و هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه حدود ۲۰ تا ۳۰ دقیقه، متغیرهای مستقل تحقیق را تشکیل داد. جامعه مورد مطالعه شامل مراجعه‌کنندگان به کلینیک فیزیوتراپی بیمارستان شریعتی اصفهان بود که از تاریخ ۲۱ اردیبهشت سال ۱۳۹۸ به این مرکز مراجعه کرده بودند. شرکت‌کنندگان از بین افرادی که توسط پزشک متخصص ارتوپد معرفی شده بودند، انتخاب شدند. بیماران با سابقه علایم بالینی مانند گردن‌درد، درد عضلات زیرکتفی (Subscapular) یا شانه، سفتی گردن و تنش عضلانی با علایم شدیدتر از جمله ضعف، تغییرات حساسیت، بی‌ثباتی در راه رفتن، نمره درد حداقل ۳ در VAS و بی‌حسی غیر معمول وارد تحقیق شدند.

افراد در صورت دارا بودن هرگونه سابقه تروما در گردن یا بخش فوقانی ستون فقرات سینه‌ای از مهره اول تا ششم، سابقه جراحی در ستون فقرات گردن، ابتلا به استئوآرتریت شدید گردن (درجه ۴) بر اساس کلیشه رادیوگرافی، تنگی کانال نخاعی، علایم با منشأ غیر اسکلتی، سابقه شکستگی ستون فقرات یا پوکی استخوان شدید مهره و آرتریت روماتوئید، ناهنجاری‌های مشهود مادرزادی ستون فقرات، ناکارامدی شریان مهره‌ای، بارداری، صرع یا سایر بیماری‌های عصبی، اختلالات قلب و عروق یا تنفسی تأثیرگذار بر عملکرد فیزیکی، سابقه آسیب مغزی، سابقه دریافت هرگونه درمان فیزیوتراپی به علت گردن‌درد طی شش هفته اخیر، از مطالعه خارج شدند. در مجموع، ۳۰ نفر در پژوهش شرکت کردند. ۴ بیمار معیارهای ورود به مطالعه را نداشتند و ۳ بیمار پس از شنیدن روند درمان، مایل به ادامه همکاری نبودند. بدین ترتیب، ۲۳ بیمار مبتلا به استئوآرتریت گردن درجه ۲ (ملایم) و ۳ (متوسط) که معیارهای ورود را داشتند، وارد تحقیق شدند.

شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی و انتخاب اعداد ۱ (گروه تمرین با بازی) و ۲ (گروه تمرین روتین) از داخل پاکت سربسته، به دو گروه تقسیم‌بندی شدند. بیماران در دو گروه تمرین با بازی (درمان رایج فیزیوتراپی به همراه انجام تمرین ایزومتریک گردن با بازی رایانه‌ای- ورزشی) و تمرین روتین (درمان رایج فیزیوتراپی به همراه انجام تمرین ایزومتریک بدون بازی) قرار گرفتند. در پژوهش حاضر، از ابزار و وسایلی همچون فرم اطلاعات بیمار و رضایت‌نامه، پرسش‌نامه NDI، VAS و دینامومتر دستی (JTECH Medical Industries, Salt Lake City, Utah, USA) استفاده شد.

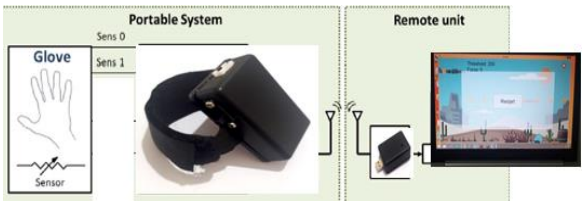
http://jrrs.mui.ac.ir

NDI یک مقیاس ۱۰ بخشی می‌باشد که توسط بیماران تکمیل می‌گردد. هر بخش مشکلات مختلف گردن‌درد را بررسی می‌کند. بیشتر این بخش‌ها با محدودیت‌هایی در فعالیت‌های زندگی روزمره در ارتباط است و هر بخش به صورت شش زیرمجموعه در دامنه نمرات صفر تا ۵ توضیح داده می‌شود؛ به طوری که صفر نشان دهنده نداشتن اختلال و ۵ بیانگر بیشترین ناتوانی می‌باشد. کل نمره این پرسش‌نامه بین صفر تا ۵۰ است. این مقیاس جهت ارزیابی ناتوانی عملکردی افراد استفاده می‌شود و یک ابزار به طور متوسط تکرارپذیر و سریع است که به سرعت کامل می‌شود و تکرارپذیری (۰/۷۰-۰/۶۹) و پیوستگی داخلی مرتبط با ارزیابی ناتوانی متوسط تا زیادی دارد. از جمله ویژگی‌های این ابزار می‌توان به قابلیت‌های استاندارد و قابل تکرار بودن اشاره نمود. در پژوهش حاضر، از نسخه فارسی این ابزار استفاده گردید که تکرارپذیری و اعتبار آن در جوامع مورد بررسی آماری مبتلایان به گردن‌درد، قابل قبول ارزیابی شده است (۱۷).

VAS شدت درد با استفاده از این مقیاس و بر اساس سانتی‌متر سنجیده می‌شود. VAS میزان دردی که بیمار تجربه کرده است را به صورت دامنه نمرات صفر تا ۱۰ مورد سنجش قرار می‌دهد. صفر یعنی بیمار دردی ندارد و ۱۰ بیشترین درد بیمار را گزارش می‌کند. اعتبارپذیری این ابزار به عنوان یک سنجش درد تکرارپذیر، تعمیم‌پذیر و دارای پیوستگی داخلی مرتبط با کلینیک و تجربی اثبات شده است. بدین ترتیب، از افراد درخواست شد که میزان سطح دردی را که در همان لحظه ارزیابی احساس می‌کنند، نشان دهند (۱۸). به منظور اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک گردن و با توجه به مطالعات پیشین (۱۹، ۱۴)، استندی طراحی شد که متناسب با قد بیمار ارتفاع آن تنظیم می‌شود. از دینامومتر دستی که قابلیت اطمینان آن در تحقیق Catenaccio و همکاران اثبات شده بود (۱۹)، جهت اندازه‌گیری قدرت عضلات گردن استفاده گردید. لودسل دینامومتر دستی بر روی کلاهک استند قرار می‌گیرد. بیمار از چهار طرف سر به لودسل نیرو وارد می‌کند. پس از گرم کردن عضلات گردن، نحوه صحیح انجام آزمون به بیمار آموزش داده شد و از فرد درخواست گردید که از عضلات تنه هنگام اجرای آزمون استفاده نکند و تنه خود را شل نگه دارد و آزمون را فقط با استفاده از عضلات گردن انجام دهد. سپس فرد جهت یادگیری بهتر آزمون و گرم شدن عضلات، آزمون را سه بار با انقباض بیشینه انجام می‌داد و در نهایت، حداکثر قدرت ایزومتریک گردن در چهار جهت فلکشن، فلکشن جانبی راست، فلکشن جانبی چپ و اکستنشن با سه بار تکرار در هر جهت اندازه‌گیری و ثبت شد (۲۰، ۱۵) (شکل ۱).

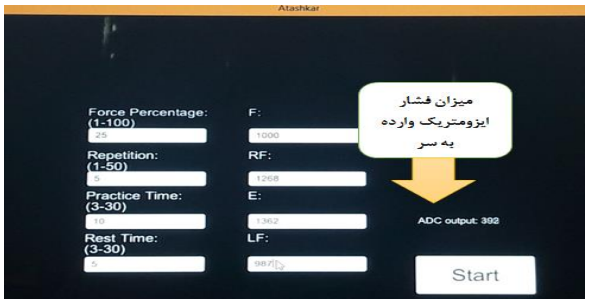
شکل ۱. شیوه اندازه‌گیری قدرت عضلات اکستنسور گردن با استفاده از دینامومتر دستی

میزان ناتوانی عملکردی گردن، میزان درد و بیشینه قدرت ایزومتریک گردن (به ترتیب در چهار جهت فلکشن، فلکشن جانبی راست، اکستنشن و فلکشن جانبی چپ) بیماران پیش از مطالعه، بلافاصله پس از مطالعه و چهار هفته بعد از پایان جلسات درمانی اندازه‌گیری شد. شرکت‌کنندگان ۱۲ جلسه (طی چهار هفته) تحت درمان قرار گرفتند. برای این افراد مطابق با روش درمانی گروه مربوط، به ترتیب درمان به صورت انجام تمرینات ایزومتریک گردن با بازی رایانه‌ای- ورزشی به همراه فیزیوتراپی رایج (گروه تمرین با بازی) و درمان به صورت انجام تمرینات روتین ایزومتریک گردن با مقاومت دستی به همراه فیزیوتراپی رایج (گروه تمرین روتین) در نظر گرفته شد. گروه تمرین با بازی و گروه تمرین روتین به صورت یک جلسه در میان تحت درمان گرفتند و در جلسات اول، دوازدهم و چهار هفته بعد از پایان جلسات درمانی ارزیابی شدند. زمان درمان گروه تمرین با بازی، ۶۰ دقیقه و گروه تمرین روتین، ۵۰ دقیقه به طول انجامید. بازی رایانه‌ای- ورزشی طراحی شده برای گروه تمرین با بازی شامل یک بخش سخت‌افزاری و یک بخش نرم‌افزاری بود. بخش سخت‌افزاری متشکل از دستکش مجهز به حسگر فشار و مچ‌بندی بود که بیمار می‌پوشید و ماژول گیرنده‌ای داشت که به لپ‌تاپ وصل می‌شد. بخش نرم‌افزاری آن بازی، توسعه داده شده در محیط یونیتی می‌باشد که انجام بازی منوط به فشار دستکش به سر توسط بیمار بود (شکل ۲).



شکل ۲. سیستم طراحی شده برای انجام تمرینات ایزومتریک گردن در گروه تمرین با بازی

در صفحه اول بازی، یونیت قابلیت تعریف پروتکل تمرینی (شدت تمرین، مدت زمان تمرین، مدت زمان استراحت، تکرار تمرین و شدت فشار وارد آمده به دستکش) در نظر گرفته شده است (شکل ۳).



شکل ۳. صفحه تنظیمات بازی رایانه‌ای- ورزشی طراحی شده برای بیماران مبتلا به استئوآرتریت گردن

F: بیشینه قدرت ایزومتریک فلکشن (Flexion)، RF: بیشینه قدرت ایزومتریک فلکشن راست (Right flexion)، E: بیشینه قدرت ایزومتریک اکستنشن (Extension)، LF: بیشینه قدرت ایزومتریک فلکشن راست (Left flexion)

http://jrrs.mui.ac.ir

شیوه انجام تمرینات به‌کمک دستکش هوشمند و بازی رایانه‌ای در شکل ۴ نشان داده شده است.

شکل ۴. انجام تمرینات بازی رایانه‌ای- ورزشی با دستکش هوشمند

همه داده‌ها در سه مقطع زمانی شامل قبل از اولین جلسه درمان، بعد از آخرین جلسه درمان و چهار هفته پس از جلسات درمان جمع‌آوری شد. از آزمون Independent t به منظور مقایسه مشخصات جمعیت‌شناسی بیماران بین دو گروه و از آزمون Repeated measures ANOVA جهت تعیین اثر درمان (در زمان پایه، جلسه آخر درمانی و چهار هفته بعد از جلسات درمانی) استفاده گردید. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ (version 16, SPSS Inc., Chicago, IL) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < ۰/۰۵$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در پژوهش حاضر، ۳۰ بیمار (۷ مرد و ۲۳ زن) مورد بررسی قرار گرفتند که از بین آن‌ها تنها ۲۶ بیمار حایز کلیه شرایط ورود بودند. در نهایت، ۲۳ بیمار مبتلا به استئوآرتریت گردن درجه ۲ (ملایم) و ۳ (متوسط) وارد مطالعه شدند. در شکل ۵، روند ورود افراد مبتلا به آرتروز گردن به تحقیق و میزان ریزش نمونه‌ها ارایه شده است.

اطلاعات جمعیت‌شناختی و نتایج حاصل از ارزیابی بیماران قبل از شروع درمان در جدول ۱ ارایه شده است، بر این اساس، در ابتدای مطالعه هیچ تفاوت معنی‌داری از لحاظ میانگین سن، قد، وزن و BMI بین دو گروه وجود نداشت و گروه‌های تمرین با بازی و تمرین روتین از لحاظ ویژگی‌های دموگرافیک همگن بودند.

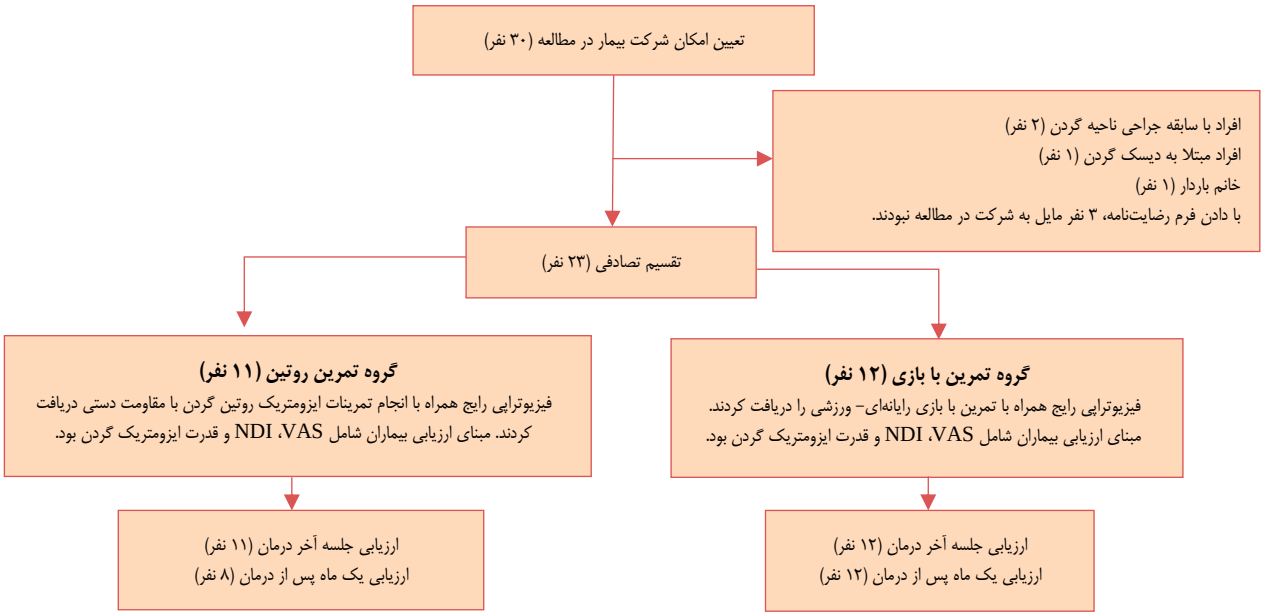
جدول ۱. میانگین مشخصات جمعیت‌شناختی در دو گروه تمرین با بازی و تمرین روتین

متغیر	گروه تمرین بازی	گروه تمرین روتین	مقدار P
سن (سال)	۴۵/۵۸ ± ۹/۴۹	۵۱/۵۴ ± ۹/۸۳	۰/۱۵
قد (متر)	۱/۶۳ ± ۰/۰۸	۱/۶۰ ± ۰/۰۸	۰/۴۶
وزن (کیلوگرم)	۷۳/۰۲ ± ۱۳/۱۹	۶۷/۴۳ ± ۹/۶۶	۰/۲۶
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۷/۴۳ ± ۳/۷۸	۲۶/۳۵ ± ۳/۹۵	۰/۵۱

BMI: Body mass index

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

از لحاظ توزیع جنسیتی، ۹ (۷۵/۰ درصد) زن و ۳ (۲۵/۰ درصد) مرد در گروه تمرین بازی و ۱۰ (۹۰/۹ درصد) زن و ۱ (۹/۱ درصد) مرد در گروه تمرین روتین شرکت نمودند. با توجه به این که فراوانی جمعیت در مطالعه بین ۲۰ تا ۴۰ نفر بود، جهت بررسی وابستگی بین دو گروه زنان و مردان، از آزمون Fisher's exact استفاده شد و نتایج نشان داد که توزیع فراوانی جنسیت بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت ($P = ۰/۳۳$).



شکل ۵. روند ورود افراد به مطالعه و میزان ریزش نمونه‌ها

http://jrrs.mui.ac.ir

به منظور بررسی معنی‌داری فراوانی شغل بیماران بین دو گروه، از آزمون χ^2 استفاده گردید. بر این اساس، تفاوت معنی‌داری در توزیع فراوانی شغل بین دو گروه مشاهده نشد (P = ۰/۳۵) (جدول ۲).

جدول ۲. توزیع فراوانی شغل بیماران در دو گروه مورد بررسی

شغل	گروه تمرین بازی [تعداد (درصد)]	گروه تمرین روتین [تعداد (درصد)]	مقدار P
خانه‌دار	۷ (۵۸/۳)	۶ (۵۴/۵)	۰/۳۵
کارمند	۲ (۱۶/۷)	۳ (۲۷/۳)	
کار سنگین	۲ (۱۶/۷)	۰ (۰)	
بازنشسته	۰ (۰)	۱ (۹/۱)	
مشاغل خانگی	۱ (۸/۳)	۱ (۹/۱)	

جهت بررسی معنی‌داری هر یک از متغیرها در زمان پایه، جلسه آخر و چهار هفته بعد از درمان، در هر دو گروه از آزمون Repeated measures ANOVA استفاده شد.

به منظور بررسی اثرات اصلی یعنی اثر گروه (بین گروهی) و زمان (درون‌گروهی)، ابتدا اثر متقابل بین گروه و زمان با استفاده از آزمون Mauchly (فرضیه کرویت) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که اثر متقابل معنی‌دار نبود (P = ۰/۰۸۰). بنابراین، به طور مستقیم به تفسیر اثرات اصلی پرداخته شد و اثر زمان معنی‌دار شد ($P_1 \leq$ ۰/۰۰۱) و میانگین NDI در طی زمان به طور معنی‌داری تغییر کرد. از آن‌جایی که اثر گروه معنی‌دار نبود (P = ۰/۶۳۹)، میانگین NDI در میان گروه‌های درمانی به لحاظ آماری یکسان بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که در طی زمان، میانگین NDI در هر دو گروه کاهش یافت، اما به طور کلی تفاوت معنی‌داری در میانگین NDI بین دو گروه وجود نداشت؛ به این معنی که کاهش امتیاز NDI در دو گروه تا حدودی یکسان گزارش شد.

برای مقایسه VAS در دو گروه نیز فرضیه کرویت مورد بررسی قرار گرفت. پس از بررسی آزمون اثر متقابل (P = ۰/۰۶۰)، اثرات اصلی [گروه و زمان (درمان)] تفسیر و مشاهده گردید که اثر عامل زمان معنی‌دار بود ($P_1 \leq$ ۰/۰۰۱)؛ بدین معنی که به طور کلی میانگین VAS در طی زمان به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. بر اساس نتایج جدول ۳، اثر عامل گروه معنی‌دار شد (P_2 = ۰/۰۴۸). درد در گروه تمرین با بازی، بیشتر از گروه تمرین روتین کاهش یافت.

مقایسه قدرت ایزومتریک گردن در چهار جهت (فلکشن، فلکشن راست، اکستنشن و فلکشن چپ) در دو گروه درمانی با استفاده از فرضیه کرویت مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه آزمون نشان داد که اثر زمان معنی‌دار می‌باشد ($P_1 \leq$ ۰/۰۰۱)؛ به این معنی که میانگین قدرت ایزومتریک گردن در طی زمان، افزایش معنی‌داری داشته است. یافته‌های جدول ۳ نشان داد که اثر گروه در شاخص‌های قدرت ایزومتریک فلکشن (P_2 = ۰/۷۷۸)، فلکشن راست (P_2 = ۰/۹۷۶)، اکستنشن (P_2 = ۰/۶۶۴) و فلکشن چپ (P_2 = ۰/۷۸۸) گردن معنی‌دار نشد و اختلاف معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد.

نتایج به دست آمده از آزمون Repeated measures ANOVA نشان داد که میانگین VAS و NDI در هر دو گروه در طی زمان کاهش و قدرت ایزومتریک گردن افزایش یافت (P < ۰/۰۵۰).

جدول ۳. میانگین متغیرهای مورد بررسی در زمان‌های ارزیابی مختلف در دو گروه

متغیر	زمان ارزیابی	گروه تمرین بازی	گروه تمرین روتین	مقدار P_1	مقدار P_2
NDI	زمان پایه	۴۲/۱۱ ± ۱۸/۴۹	۴۲/۷۵ ± ۱۶/۷۹	≤ ۰/۰۰۱*	۰/۶۳۹
	جلسه آخر	۲۸/۱۰ ± ۱۷/۴۲	۳۱/۸۰ ± ۱۷/۵۷		
	یک ماه پس از درمان	۲۵/۹۷ ± ۱۶/۶۳	۳۲/۳۳ ± ۱۷/۸۲		
VAS (سانتی‌متر)	زمان پایه	۷/۱۹ ± ۲/۱۷	۷/۹۲ ± ۱/۹۹	≤ ۰/۰۰۱*	*۰/۰۴۸
	جلسه آخر	۳/۰۸ ± ۲/۳۹	۵/۵۷ ± ۲/۳۸		
	یک ماه پس از درمان	۲/۲۴ ± ۲/۲۶	۴/۵۴ ± ۱/۶۱		
قدرت ایزومتریک فلکشن گردن (نیوتون)	زمان پایه	۳۲/۹۰ ± ۱۴/۲۹	۳۰/۲۵ ± ۱۷/۶۳	≤ ۰/۰۰۱*	۰/۷۷۸
	جلسه آخر	۴۳/۱۵ ± ۱۳/۹۴	۴۴/۱۰ ± ۲۲/۹۷		
	یک ماه پس از درمان	۴۹/۳۳ ± ۱۴/۳۷	۴۵/۰۰ ± ۱۶/۰۶		
قدرت ایزومتریک فلکشن راست گردن (نیوتون)	زمان پایه	۳۱/۳۲ ± ۱۱/۰۴	۲۸/۳۰ ± ۱۶/۰۰	≤ ۰/۰۰۱*	۰/۹۷۶
	جلسه آخر	۴۰/۱۶ ± ۹/۹۳	۴۵/۱۷ ± ۱۳/۰۱		
	یک ماه پس از درمان	۴۸/۱۲ ± ۱۶/۹۴	۴۵/۶۵ ± ۱۱/۴۸		
قدرت ایزومتریک اکستنشن گردن (نیوتون)	زمان پایه	۳۸/۲۸ ± ۲۱/۳۴	۴۴/۰۰ ± ۲۱/۰۷	≤ ۰/۰۰۱*	۰/۶۶۴
	جلسه آخر	۵۱/۶۶ ± ۱۶/۸۷	۵۹/۱۷ ± ۲۴/۶۷		
	یک ماه پس از درمان	۶۲/۵۳ ± ۲۲/۸۷	۶۱/۴۲ ± ۲۱/۶۰		
قدرت ایزومتریک فلکشن چپ گردن (نیوتون)	زمان پایه	۲۹/۳۲ ± ۱۲/۹۷	۲۹/۷۰ ± ۱۵/۴۷	≤ ۰/۰۰۱*	۰/۷۸۸
	جلسه آخر	۳۸/۵۷ ± ۱۱/۹۷	۴۴/۵۲ ± ۲۱/۳۱		
	یک ماه پس از درمان	۴۵/۰۳ ± ۱۴/۲۳	۴۳/۶۸ ± ۱۳/۶۸		

P_1: اثر زمان (درمان)، P_2: اثر گروه، *وجود تفاوت معنی‌دار در سطح P < ۰/۰۵

VAS: Visual analogue scale; NDI: Neck Disability Index

http://jrrs.mui.ac.ir

بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر بالینی بازی رایانه‌ای- ورزشی بر احساس درد و قدرت عضلات گردن بر روی ۲۳ بیمار مبتلا به استئوآرتریت گردن ناشی از آرتروز در دو گروه تمرین با بازی و تمرین روتین انجام شد. نتایج مطالعه حاضر مبنی بر تغییرات ایجاد شده به دنبال تمرین با بازی رایانه‌ای- ورزشی شامل کاهش درد در VAS، افزایش قدرت ایزومتریک عضلات گردن و کاهش سطح ناتوانی عملکردی گردن، با یافته‌های تحقیق باقری‌پور و همکاران (۱۳) همخوانی داشت. بر اساس نتایج بررسی حاضر، هر دو روش درمانی در طی زمان (جلسه پایه، آخرین جلسه و چهار هفته بعد از درمان)، اثرات مثبتی بر کاهش ناتوانی عملکردی گردن داشت و توانست میانگین ناتوانی عملکردی گردن را کاهش دهد. اگرچه این کاهش میانگین در گروه تمرین با بازی بیشتر از گروه تمرین روتین بود، اما این تفاوت میانگین معنی‌دار نبود. به عبارت دیگر، هر یک از دو گروه درمانی توانستند ناتوانی عملکردی گردن را در بیماران کاهش دهند، اما بین مؤثر بودن هر یک از این دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. نتایج پژوهش حاضر در زمینه کاربرد تمرین ایزومتریک گردن در کاهش ناتوانی عملکردی گردن، با یافته‌های مطالعات Hu و همکاران (۱۱) و باقری‌پور و همکاران (۱۳) مطابقت داشت. با توجه به عدم وجود تحقیق مشابه در زمینه مزیت تمرین ایزومتریک با بازی در کاهش ناتوانی عملکردی گردن در مقایسه با گروه تمرین روتین، لازم است این پژوهش با جمعیت آماری گسترده‌تری بررسی شود.

به منظور اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک گردن، از دستگاه دینامومتر دستی استفاده شد. قدرت ایزومتریک گردن در چهار سمت سر (فلکشن، اکستنشن، فلکشن راست و فلکشن چپ) اندازه‌گیری گردید و نتایج نشان داد که میانگین قدرت ایزومتریک گردن در هر دو گروه درمانی به طور معنی‌داری در طول زمان افزایش پیدا کرد. اگرچه این افزایش میانگین در گروه تمرین با بازی بیشتر از گروه تمرین روتین بود، اما این تفاوت میانگین به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. به عبارت دیگر، هر یک از دو گروه درمانی مذکور توانستند قدرت ایزومتریک گردن را در بیماران افزایش دهند، اما تفاوت معنی‌داری بین مؤثر بودن هر یک از این دو گروه مشاهده نشد. نتایج پژوهش حاضر در زمینه کاربرد تمرین ایزومتریک گردن در افزایش میانگین قدرت ایزومتریک گردن، با یافته‌های مطالعه Strimpakos و همکاران (۲۱) همسو بود. بر اساس تجزیه و تحلیل انجام شده، میزان درد در بیمارانی که تمرین با بازی رایانه‌ای- ورزشی انجام داده بودند، به صورت قابل توجهی نسبت به گروه تمرین روتین کاهش پیدا کرد. به عبارت دیگر، درمان تمرین با بازی نسبت به درمان تمرین روتین در کاهش درد بیماران مؤثرتر بود. بر اساس نتایج تحقیق حاضر، وضعیت درد بیماران نه تنها در هر گروه طی جلسات درمانی بهبود یافت، بلکه این بهبود وضعیت درد در پیگیری‌هایی که تا چهار هفته پس از درمان نیز صورت گرفت، همچنان پا بر جا بود که این نتایج با یافته‌های پژوهش Strimpakos و همکاران پیرامون اثربخشی تمرین ایزومتریک گردن در کاهش درد (۲۱) همسو بود. به نظر می‌رسد که بازی رایانه‌ای- ورزشی تأثیر بسزایی در بهبود شدت درد و ناتوانی عملکردی گردن بیماران داشت. بنابراین، می‌توان از بازی رایانه‌ای- ورزشی طراحی شده در جهت کاهش درد، بهبود قدرت عضلات گردن و کاهش سطح ناتوانی عملکردی گردن استفاده کرد.

محدودیت‌ها

زمان پیگیری اندک، از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر بود.

پیشنهادها

در بازی رایانه‌ای- ورزشی طراحی شده، بهتر است جلوه‌های صوتی و تصویری بازی ارتقا داده شود؛ به گونه‌ای که بیمار در صورت اتمام تمرین، موسیقی زیبایی را بشنود. بیماران بهبود درد گردن را بعد از درمان بیان کردند، اما احساس درد در شانه‌هایشان را همچنان گزارش می‌کردند. پیشنهاد می‌گردد در ادامه ارتقای بازی طراحی شده، تمریناتی برای شانه‌ها در بازی گنجانده شود.

نتیجه‌گیری

بازی رایانه‌ای- ورزشی تأثیر بسزایی در بهبود شدت درد و ناتوانی عملکردی گردن بیماران داشت. بنابراین، می‌توان از این بازی به منظور کاهش درد، بهبود قدرت عضلات گردن و کاهش سطح ناتوانی عملکردی گردن استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با شماره ۹۵۲۰۱۱۴۸۴۰۰۱، کد اخلاق IR.UI.REC.1397.147 مصوب دانشگاه اصفهان و و کد ثبت در سامانه ثبت کارآزمایی‌های بالینی ایران به شماره IRCT201502100210m4N6 می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از کارکنان بخش فیزیوتراپی بیمارستان شریعتی اصفهان که در جمع‌آوری داده‌ها همکاری داشتند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند. همچنین، از مرکز آموزش و پژوهش تأمین اجتماعی و کلیه بیمارانی که در اجرای این پژوهش مساعدت نمودند، سپاسگزاری می‌گردد.

نقش نویسندگان

ریحانه آتش‌کار، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران، جواد راستی، طراحی و ایده پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران، ابراهیم صادقی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، تحلیل و تفسیر نتایج، خدمات تخصصی آمار، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران را به عهده داشتند.

منابع مالی

پژوهش حاضر بر اساس تحلیل ثانویه بخشی از اطلاعات مستخرج از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با شماره ۹۵۲۰۱۱۴۸۴۰۰۱، کد اخلاق IR.UI.REC.1397.147 مصوب دانشگاه اصفهان و و کد ثبت در سامانه ثبت کارآزمایی‌های بالینی ایران به شماره IRCT201502100210m4N6 می‌باشد.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند.

References

1. O'Riordan C, Clifford A, Van De V, Nelson J. Chronic neck pain and exercise interventions: Frequency, intensity, time, and type principle. Arch Phys Med Rehabil 2014; 95(4): 770-83.
2. Leininger B, McDonough C, Evans R, Tosteson T, Tosteson AN, Bronfort G. Cost-effectiveness of spinal manipulative therapy, supervised exercise, and home exercise for older adults with chronic neck pain. Spine J 2016; 16(11): 1292-304.
3. Cohen SP. Epidemiology, diagnosis, and treatment of neck pain. Mayo Clin Proc 2015; 90(2): 284-99.
4. Farooq MN, Mohseni-Bandpei MA, Gilani SA, Ashfaq M, Mahmood Q. The effects of neck mobilization in patients with chronic neck pain: A randomized controlled trial. J Bodyw Mov Ther 2018; 22(1): 24-31.
5. Douglass AB, Bope ET. Evaluation and treatment of posterior neck pain in family practice. J Am Board Fam Pract 2004; 17(Suppl): S13-S22.
6. Rao R. Neck pain, cervical radiculopathy, and cervical myelopathy: Pathophysiology, natural history, and clinical evaluation. Instr Course Lect 2003; 52: 479-88.
7. Young WF. Cervical spondylotic myelopathy: A common cause of spinal cord dysfunction in older persons. Am Fam Physician 2000; 62(5): 1064-70, 1073.
8. Abdel-aziem AA, Draz AH, Battecha KH, Mosaad DM. Effect of ultrasound combined with conventional therapy on neck pain, function, and disability in patients with cervical spondylosis: a randomized placebo-controlled trial. J Musculoskelet Pain 2014; 22(2): 199-205.
9. Liu Y, Li S, Liu B. Synaesthesia design research of motion game in order to cure the white-collar□çös cervical spondylosis. Proceedings of the International Conference on Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management. DHM 2016: Digital Human Modeling: Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management. 2016 Jul 17-22; Toronto, Canada. p 170-178.
10. Khalil KB. Exercise therapy in musculoskeletal disorders. Isfahan, Iran: University of Isfahan; 2015. p. 70-100. [In Persian].
11. Hu Z, Tang Z, Wang S, Ye X, Wang Y, Shi Q, et al. A 12-Words-for-Life-Nurturing Exercise Program as an Alternative Therapy for Cervical Spondylosis: A Randomized Controlled Trial. Evid Based Complement Alternat Med 2014; 2014: 961418.
12. Mihajlovic Z, Popovic S, Brkic K, Cosic K. A system for head-neck rehabilitation exercises based on serious gaming and virtual reality. Multimedia Tools and Applications 2018; 77(15): 19113-37.
13. Bagheripour B, Kamyab M, Azadinia F, Amiri A, Akbari M. The effect of sustained traction by air neck traction device on neck pain, medication and disability level in females with cervical osteoarthrosis: A randomized clinical trial study. J Mod Rehabil 2016; 9 (S1): 68-77. [In Persian].
14. Alpayci M, Senkoy E, Delen V, Sah V, Yazmalar L, Erden M, et al. Decreased neck muscle strength in patients with the loss of cervical lordosis. Clin Biomech (Bristol , Avon) 2016; 33: 98-102.
15. Rezasoltani A, Ahmadi A, Nehzate-Khoshroh M, Forohideh F, Ylinen J. Cervical muscle strength measurement in two groups of elite Greco-Roman and free style wrestlers and a group of non-athletic subjects. Br J Sports Med 2005; 39(7): 440-3.
16. Jansen-Kosterink SM, Huis In 't Veld RM, Schonauer C, Kaufmann H, Hermens HJ, Vollenbroek-Hutten MM. A serious exergame for patients suffering from chronic musculoskeletal back and neck pain: A pilot study. Games Health J 2013; 2(5): 299-307.
17. Mousavi SJ, Parnianpour M, Montazeri A, Mehdian H, Karimi A, Abedi M, et al. Translation and validation study of the Iranian versions of the Neck Disability Index and the Neck Pain and Disability Scale. Spine (Phila Pa 1976) 2007; 32(26): E825-E831.
18. Jacobs SS, Morris KK, Mooney JJ, Raj R, Swigris JJ. Assessment of a Cough Visual Analogue Scale with Validated Instruments in Patients with Idiopathic Pulmonary Fibrosis. C101. Non-Idiopathic Interstitial Pneumonia Natural History and Prognosis and ILD Therapy. American Thoracic Society; 2019. p. A5630.
19. Catenaccio E, Mu W, Kaplan A, Fleysher R, Kim N, Bachrach T, et al. Characterization of Neck Strength in Healthy Young Adults. PM R 2017; 9(9): 884-91.
20. Geary K, Green BS, Delahunt E. Intrarater reliability of neck strength measurement of rugby union players using a handheld dynamometer. J Manipulative Physiol Ther 2013; 36(7): 444-9.
21. Strimpakos N, Sakellari V, Gioftsos G, Oldham J. Intratester and intertester reliability of neck isometric dynamometry. Arch Phys Med Rehabil 2004; 85(8): 1309-16.

DOI: 10.22122/jrrs.v15i5.3437 Published by Vesnu Publications

Designing an Exergame and Clinical Evaluation of its Effect on Pain Sensation and Muscle Strength in People with Cervical Osteoarthritis: A Randomized Clinical Trial

Reihaneh Atashkar[1], Javad Rasti[2], Ebrahim Sadeghi-Demneh[3]

Original Article

Abstract

Introduction: Cervical osteoarthritis is a disease resulting from degeneration of facet joints in cervical vertebra which may be associated with paresthesia, muscle weakness in limbs, severe pain in neck, shoulder, and back, spinal cord dysfunction, and myelopathy. Cervical osteoarthritis is more prevalent among the elderly. The present study aims to design an exergame and clinically evaluate its effect on pain sensation and muscle strength in people with cervical osteoarthritis.

Materials and Methods: This was a randomized clinical trial study conducted on 23 patients referred to the Physiotherapy Clinic of Shariati Hospital in Isfahan, Iran, who were referred by an orthopedic specialist. The subjects were randomly allocated to two groups of exercise with game (n = 12) and routine exercise (n = 11). The exercise with game group received routine physiotherapy treatment along with performing isometric neck exercises with the exergame and the routine exercise group received routine physiotherapy treatment with isometric exercises without the game. Both groups were treated for 4 weeks as 3 sessions per week. The Neck Disability Index (NDI), visual analogue scale (VAS), and hand-held dynamometer (HHD) were respectively used to measure the neck functional disability, pain severity, and isometric strength of the neck muscles in three steps (baseline, post-treatment assessment, and follow-up at 1 month).

Results: The results of this study showed that in both routine treatment and treatment with exergame groups, mean neck muscle strength increased, followed by a decrease in the mean pain intensity and mean level of functional disability. In the treatment with exergame group, the pain intensity was significantly lower than the routine treatment group ($P \leq 0.048$).

Conclusion: One of the main challenges in designing an exergame is to perform isometric neck exercises with specific repetition, intensity, duration, and the standard training protocol. Playing a game seems to gradually improve neck pain and neck functional level in patients with cervical osteoarthritis.

Keywords: Cervical osteoarthritis, Exergame, Neck muscle strength

Citation: Atashkar R, Rasti J, Sadeghi-Demneh E. **Designing an Exergame and Clinical Evaluation of its Effect on Pain Sensation and Muscle Strength in People with Cervical Osteoarthritis: A Randomized Clinical Trial.** J Res Rehabil Sci 2019; 15(5): 256-63.

Received: 21.09.2019 Accepted: 06.11.2019 Published: 06.12.2019

1-Department of Biomedical Engineering, School of Engineering, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2- Assistant Professor, Department of Biomedical Engineering, School of Engineering, University of Isfahan, Isfahan, Iran
3- Associate Professor, Department of Orthotics and Prosthetics, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Javad Rasti; Assistant Professor, Department of Biomedical Engineering, School of Engineering, University of Isfahan, Isfahan, Iran; Email: rasti@eng.ui.ac.ir