Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

May & June 2026. Volume 15. Num 2

Research Paper

Studying the Effect of Exercise Therapy Based on Virtual Reality on Photogrammetric Data, Pain, Disability, Neck Range of Motion and Balance in Young Subjects With Forward Head Posture

Yasaman Makoolati[1], *Minoo Khalkhali Zavieh[2], Khosro Khademi Kalantari[2], Alireza Akbarzadeh Baghban[3]

1. Department of Physiotherapy, Student Research Committee, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Department of Biostatistics, Proteomics Research Center, School of Paramedicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Use your device to scan and read the article online

Citation Makoolati Y, Khalkhali Zavieh M, Khademi Kalantari Kh,Akbarzadeh Baghban A. [Studying the Effect of Exercise Therapy Based on Virtual Reality on Photogrammetric Data, Pain, Disability, Neck Range of Motion and Balance in Young Subjects With Forward Head Posture (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2026; 15(2):286-301. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.15.2.3318

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.15.2.3318

ABSTRACT

Background and Aims Forward head posture (FHP) is a prevalent postural disorder characterized by a straightened cervical arch, resulting in the head being positioned forward of the body's vertical line. This condition has become increasingly common with the rise of computer and mobile device usage. Exercise therapy is recognized as the most effective treatment for FHP, and incorporating innovative methods like virtual reality (VR) could enhance its effectiveness by increasing motivation, repetitions, and exercise duration. This study aims to investigate the impact of virtual reality-based exercise therapy on individuals with forward head posture.

Methods In this interventional clinical trial, 50 young adults aged 18 to 29 with FHP were randomly assigned to two groups. The virtual reality group performed the chin tuck exercise in a game format using VR glasses, while the control group carried out the same exercise at home without VR assistance. Key variables, including craniovertebral angle, pain levels, neck disability index, range of motion, and balance, were assessed before and after the intervention for both groups.

Results The results indicated that both the chin tuck exercise with VR and the exercise without VR significantly improved the measured variables ($P<0.05$). However, there was no significant difference in the outcomes between the two groups.

Conclusion This study concluded that both conventional exercise therapy and exercise therapy enhanced by virtual reality effectively improved the craniovertebral angle, pain levels, neck disability, range of motion, and balance in young individuals with forward head posture.

Keywords Exercise therapy, Virtual reality, Forward head posture

Received: 24 Dec 2024
Accepted: 14 Jan 2026
Available Online: 22 May 2026

Corresponding Author:
Minoo Khalkhali Zavieh, Associate Professor.
Address: Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
Tel: +98 (912) 3934886
E-Mail: minoo_kh@yahoo.com

Copyright © 2026 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC 4-0: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Extended Abstract

Introduction

Forward head posture (FHP) is one of the most prevalent postural disorders, characterized by the straightening of the cervical arch and the positioning of the head anterior to the vertical line. Its occurrence in the population is approximately 66%, and it has become more widespread with the increased use of computers and mobile devices. Contributing factors include prolonged improper sitting, poor muscle flexibility, muscle weakness and imbalance, and decreased joint mobility. Common treatment modalities for FHP encompass stability exercises, stretching, strengthening routines, upper body mobilization, posture retraining, taping, and lifestyle modifications. Among these, exercise therapy has emerged as the most effective intervention. Given that postural disorders develop gradually, effective treatment requires time and persistence.

Consequently, innovative approaches, such as virtual reality (VR), can enhance the effectiveness of exercise therapy by fostering motivation, increasing exercise repetitions, and extending the duration of workouts. VR, defined as a computer-generated environment designed to immerse users, can be categorized into 3 types: non-immersive, semi-immersive, and fully immersive. While numerous studies have explored the effectiveness of VR in neurological, orthopedic, and musculoskeletal contexts, there is a scarcity of research addressing its application in postural disorders, particularly FHP. Therefore, this study aims to evaluate the impact of VR-based exercise therapy on the craniovertebral angle, pain levels, balance, neck disability index, and neck range of motion.

Methods

This interventional clinical trial included 50 young men and women, aged 18 to 29, diagnosed with FHP, who met specified inclusion and exclusion criteria. Participants were randomly assigned to two groups. The craniovertebral angle was measured using photogrammetry, pain intensity was assessed via a numerical pain scale, the neck disability index (NDI) was evaluated through a questionnaire, and range of motion (both flexion and extension) was recorded with a goniometer. Additionally, static and dynamic balance were assessed before the intervention in both groups. In the VR treatment group, participants performed the chin tuck exercise in a game format using VR glasses, while the control group executed the same exercise at home without VR assistance.

Both groups engaged in their respective exercises over a period of four weeks, three times per week. Following the treatment sessions, pre-intervention assessments were repeated, and results were analyzed using SPSS version 20 software.

Results

Within-group comparisons revealed significant improvements in all measured variables, except for static balance with eyes open ($P>0.05$), in both the VR and control groups ($P<0.05$). The Mann-Whitney test indicated no statistically significant differences between the two groups across any of the dependent variables, suggesting that the treatment effects were comparable in both settings ($P>0.05$).

Conclusion

The findings indicate that both exercise therapy (chin tuck exercise) alone and the combination of exercise therapy with VR gaming significantly improved the craniovertebral angle, neck range of motion, pain intensity, static balance with eyes closed, dynamic balance, and neck disability. However, there was no significant enhancement in static balance with eyes open. While it was anticipated that the VR group would exhibit greater improvements, the differences between the two groups were not statistically significant. Future research with a broader variety of games and extended treatment durations is recommended to further explore the potential benefits of VR in managing FHP.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Research Ethics Committee of Ethics Committee of Shahid Beheshti University of Medical Sciences (Cod: IR.SBMU.RETECH.REC.1402.331) and this study was registred by Iranian Clinical Trial Registration Center (Code: IRCT20231010059686N1).

Funding

This article was extracted from the master's thesis of Yasaman Makoolati at the Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences. This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors contributed equally to the conception and design of the study, data collection and analysis, interpretation of the results, and drafting of the manuscript. Each author approved the final version of the manuscript for submission.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thanks the people who participated in this study.

مقاله پژوهشی

بررسی اثر تمرین‌درمانی مبتنی بر واقعیت مجازی بر داده‌های فتوگرامتری، درد، دامنه حرکتی گردن، ناتوانی وتعادل در افراد جوان دارای وضعیت جلوآمده سر

یاسمن مأکولاتی[۱]، *مینوخلخالی زاویه[۲]، خسرو خادمی کلانتری[۲]، علیرضا اکبرزاده باغبان[۳]

۱. گروه فیزیوتراپی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳. گروه آمار زیستی، مرکز تحقیقات پروتئومیکس، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Makoolati Y, Khalkhali Zavieh M, Khademi Kalantari Kh,Akbarzadeh Baghban A. [Studying the Effect of Exercise Therapy Based on Virtual Reality on Photogrammetric Data, Pain, Disability, Neck Range of Motion and Balance in Young Subjects With Forward Head Posture (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2026; 15(2):286-301. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.15.2.3318

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.15.2.3318

چکیده

مقدمه و اهداف جلوآمدگی سر یکی از شایع‌ترین اختلالات پوسچرال است. در این وضعیت قوس گردنی صاف می‌شود و درنتیجه سر جلوتر از خط عمود قرار می‌گیرد. در جوامع امروزی با گسترش استفاده از کامپیوتر و تلفن همراه شیوع این مشکل پوسچرال افزایش‌یافته است. در میان روش‌های درمانی، مؤثرترین درمان، تمرین‌درمانی است. استفاده از روش‌های جدیدی، ازجمله واقعیت مجازی ممکن است با ایجاد انگیزه، افزایش تعداد تکرار و افزایش مدت تمرینات به اثربخشی بیشتر تمرین‌درمانی کمک کند.هدف از این مطالعه بررسی اثر تمرین‌درمانی مبتنی بر واقعیت مجازی در افراد دارای جلوآمدگی سر است.

مواد و روش‌ها در این مطالعه که از نوع مداخله‌ای و کارآزمایی بالینی است، ۵۰ نفر آقا و خانم جوان ۱۸ تا ۲۹ ساله که دارای جلوآمدگی سر بودند به‌صورت تصادفی به ۲ گروه تقسیم شدند. در گروه واقعیت مجازی، افراد تمرین چین‌تاک را در قالب بازی و با عینک واقعیت مجازی انجام دادند و در گروه کنترل، افراد همان تمرین را بدون استفاده از واقعیت مجازی در خانه انجام دادند. متغیرهای زاویه کرانیوورتبرال، درد، شاخص ناتوانی گردن، دامنه حرکتی و تعادل قبل و بعد از مداخله در هر گروه ارزیابی شدند.

یافته‌ها نتایج نشان داد که تمرین چین تاک با و بدون استفاده از واقعیت مجازی هر دو موجب بهبودی معنادار متغیرهای اندازه‌گیری‌شده می‌شود ($P<0/05$) و بین ۲ گروه، تفاوت معناداری وجود ندارد ($P>0/05$).

نتیجه‌گیری مطالعه حاضر نشان داد تمرین‌درمانی معمول و تمرین‌درمانی بر بستر واقعیت مجازی، هر دو موجب بهبودی زاویه کرانیوورتبرال، درد، ناتوانی، دامنه حرکتی گردن و تعادل در افراد جوان دارای جلوآمدگی سر می‌شود.

کلیدواژه‌ها تمرین‌درمانی، واقعیت مجازی، وضعیت جلوآمده سر

تاریخ دریافت: ۰۴ دی ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش: ۲۴ دی ۱۴۰۴
تاریخ انتشار: ۰۱ خرداد ۱۴۰۵

* **نویسنده مسئول:**
دکتر مینوخلخالی زاویه
نشانی: تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده علوم توانبخشی، گروه فیزیوتراپی.
تلفن: ۳۹۳۴۸۸۶ (۹۱۲) ۹۸+
رایانامه: minoo_kh@yahoo.com

Copyright © 2026 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC 4-0: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه و اهداف

جلوآمدگی سر[1] یکی از شایع‌ترین اختلالات پوسچرال است و به‌عنوان جلو آمدن سر در صفحه ساژیتال تعریف می‌شود. در جلوآمدگی سر مهره‌های بالایی گردن به اکستنشن و مهره‌های پایینی گردن به فلکشن می‌روند و در این وضعیت قوس گردنی صاف می‌شود و درنتیجه سر جلوتر از خط عمود قرار می‌گیرد [۱]. امروزه با گسترش استفاده از کامپیوتر و تلفن همراه شیوع این مشکل پوسچرال افزایش یافته است. همچنین وضعیت نشستن طولانی‌مدت و نامناسب، انعطاف‌پذیری ضعیف عضلات، ضعف و عدم تعادل عضلانی و کاهش تحرک مفاصل عوامل زمینه‌ای مرتبط با جلوآمدگی سر هستند [۲].

در صورت عدم درمان، این وضعیت باعث افزایش بار اضافه بر روی ساختارهای انقباضی و غیرانقباضی و اعمال فشار غیر طبیعی به ساختارهای خلفی گردنی شده و موجب درد مایوفاشیال می‌شود [۳]. به‌طورکلی جلوآمدگی سر می‌تواند با عوارضی، مانند تخریب ستون فقرات، سردرد تنشنی و میگرن، اختلال در مفصل فکی‌گیجگاهی و کاهش ظرفیت حیاتی همراه باشد. از سوی دیگر در جلوآمدگی سر مرکز ثقل بدن تغییر می‌کند که موجب به‌هم خوردن کنترل پوسچر و تعادل در تنه و مفاصل می‌شود [۴]. همچنین مطالعات نشان می‌دهد جلوآمدگی سر با ایجاد درد در ناحیه گردن و کاهش دامنه حرکتی سبب ناتوانی عملکردی و تغییر شاخص ناتوانی گردن می‌شود. باتوجه‌به مشکلات یادشده ایجاد عادت‌های وضعیتی صحیح جهت اصلاح پوسچر و دستیابی به راستای نرمال ستون فقرات ضروری است [۵].

درمان‌های رایج برای اصلاح جلوآمدگی سر، شامل تمرینات ثباتی، تمرینات کششی، تمرینات تقویتی، موبیلیزاسیون قسمت فوقانی تنه، بازآموزی پوسچر، تیپینگ[2] و اصلاح سبک زندگی است. علاوه بر این‌ها، باتوجه‌به بی‌ثباتی ستون فقرات، به‌خصوص در قسمت میانی آن در افراد دارای جلوآمدگی سر، به نظر می‌رسد تقویت عضلات ثبات‌دهنده گردن نقش مهمی در اصلاح این پاسچر ایفا می‌کند [۶]. کومر و همکاران نقش ورزش‌های ثباتی گردن را بر روی اصلاح وضعیت سر بررسی کردند و نتایج نشان داد پروتکل ورزش‌های ثباتی گردن، آموزش‌های حسی‌حرکتی[3] و تمرینات کششی‌تقویتی باعث بهبود وضعیت سر و اصلاح شاخص ناتوانی می‌شود [۶]. باتوجه‌به مطالعات انجام‌شده، در میان روش‌های درمانی مؤثرترین درمان برای این اختلال، تمرین‌درمانی است [۷]. ازآنجایی‌که یک اختلال پوسچرال در طولانی‌مدت ایجاد می‌شود، طبیعتاً مدت درمان آن هم طولانی خواهد بود [۷]؛ بنابراین در توان‌بخشی این بیماران، نیاز به استفاده از روش‌های جدیدی، مانند واقعیت مجازی وجود دارد تا با ایجاد انگیزه، افزایش تعداد تکرار و افزایش مدت تمرینات به اثربخشی بیشتر تمرین‌درمانی کمک کند [۸]. واقعیت مجازی[4] یک رابطه همه‌جانبه بین انسان و کامپیوتر است که برای غوطه‌ور کردن انسان در یک محیط مجازی طراحی شده است. واقعیت مجازی شامل سه نوع مختلف غیرشناور[5]، نیمه‌شناور[6] و شناور[7] است [۹].

نوع غیرشناور به بیمار اجازه می‌دهد تا با استفاده از موس یا دستگاه‌های مختلف دستی، با تصویری که توسط کامپیوتر تولید می‌شود و روی صفحه نمایش می‌بینند، ارتباط داشته باشد. در نوع نیمه‌شناور، نمایشگرهای پیشرفته‌تری، مانند صفحه نمایش پانوراما یا منحنی برای حس غوطه‌وری بیشتر استفاده می‌شود. در نوع شناور از یکسری نمایشگرهای نصب‌شده روی سر شبیه به عینک استفاده می‌شود که تجربه چندحسی را برای بیمار ایجاد می‌کند [۹]. در حوزه توان‌بخشی واقعیت مجازی به‌عنوان یک ابزار تعاملی و ارزیابی مورد استفاده قرار گرفته است و می‌تواند ازطریق ۳ فاکتور تکرار و تمرین، فیدبک و ایجاد انگیزه در بیمار به‌عنوان ابزاری مفید، منجر به تسهیل روند توان‌بخشی شود. مطالعات درزمینه تمرین‌درمانی با استفاده از تکنولوژی واقعیت مجازی، تأثیر مثبت تمرین‌درمانی مبتنی بر واقعیت مجازی را در توان‌بخشی نشان داده‌اند [۱۰].

اگرچه مطالعاتی درزمینه کارایی واقعیت مجازی در حیطه اختلالات نورولوژی، ارتوپدی و مشکلات عضلانی‌اسکلتی انجام شده است، ولی مطالعات کمی به استفاده از واقعیت مجازی در اختلالات پوسچرال، به‌خصوص جلوآمدگی سر پرداخته اند و تنها مطالعه در دسترس ما مطالعه سان و همکاران است که در سال ۲۰۲۰ اثر ۴ هفته تمرینات اصلاحی به کمک عینک واقعیت مجازی به همراه دسته بازی را با تمرین‌درمانی در بیماران با جلوآمدگی سر مقایسه کرده‌اند. اندازه جلوآمدگی سر براساس فاصله اکرومیون[8] و لاله گوش اندازه‌گیری شده است و از روش معمول فتوگرامتری و اندازه‌گیری زاویه کرانیوورتبرال توسط دوربین دیجیتال استفاده نشده است. براساس نتایج این مطالعه هر دو گروه افزایش دامنه حرکتی گردن، کاهش فاصله بین اکرومیون و لاله گوش و همچنین کاهش میزان نوسان[9] در حالت چشم باز و بسته را نشان دادند، اما در گروه درمان واقعیت مجازی محدوده ثبات دینامیک بهتر از گروه کنترل شده بود. با اینکه نتایج این مطالعه امیدوارکننده است، اما باتوجه‌به تعداد نسبتاً کم نمونه‌های این مطالعه (مجموعاً ۳۰ نفر)، نیاز به انجام مطالعات بیشتری است [۱۱]. همچنین ازآنجاکه استفاده از عینک واقعیت مجازی متصل به دسته بازی هزینه زیادی دارد و ممکن است در

1.Forward Head Posture (FHP)
2. Tapping
3. Sensory-motor training

4. Virtual reality (VR)
5. Non-immersive
6. Semi-immersive
7. Full-immersive
8. Acromion
9. Sway

دسترس همه نباشد، محققان مطالعه حاضر به دنبال روشی بودند که بتوانند فقط با استفاده از عینک واقعیت مجازی (بدون دسته بازی) و با هزینه بسیارکمتری از واقعیت مجازی برای تمرین استفاده کنند. هدف این مطالعه بررسی اثر تمرین‌درمانی مبتنی بر واقعیت مجازی بر زاویه کرانیوورتبرال، درد، تعادل، شاخص ناتوانی گردن و دامنه حرکتی گردن بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع مداخله‌ای و کارآزمایی بالینی تصادفی بود. در این مطالعه با معاینه سر و گردن دانشجویان دختر و پسر دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی، ۵۰ فرد مبتلا به جلوآمدگی سر با میانگین سنی ۲۳سال باتوجه‌به معیارهای ورود و خروج به شرح زیر انتخاب شدند:

معیارهای ورود به مطالعه: سن بین ۱۸ تا ۲۹ سال، زاویه کرانیوورتبرال کمتراز ۴۸ درجه، عدم وجود گردن درد با علت خاص مانند ضربه، آسیب شلاقی[10] و مشکلات بدخیمی، عدم وجود وضعیت جلوآمده سر، مرتبط با اختلالات ساختاری استئوپروز و یا بارداری، عدم وجود سابقه تشخیص رادیکولوپاتی و میوپاتی، عدم وجود سابقه بیماری‌های التهابی، تومور ستون فقرات و التهاب ستون فقرات، عدم وجود سابقه جراحی و شکستگی گردن و ستون فقرات، عدم وجود مشکلات بینایی و عدم وجود سابقه درمان فیزیوتراپی در ۱ ماه گذشته.

معیارهای خروج از مطالعه: وجود سرگیجه در حین بازی‌های واقعیت مجازی وترک مطالعه به هر دلیل.

تمام افراد شرکت‌کننده جهت ورود به مطالعه پس از آشنایی با پژوهش، رضایت‌نامه کتبی را امضا کردند و سپس به‌صورت تصادفی به ۲ گروه تقسیم شدند: ۱. گروه درمان با واقعیت مجازی (۲۰دختر، ۵ پسر)؛ ۲. گروه کنترل (۲۱ دختر و ۴ پسر). هر دو گروه قبل از شروع درمان و بعد از پایان ۴ هفته درمان، ازنظر زاویه کرانیوورتبرال، شدت درد، دامنه حرکتی گردن با پرسش‌نامه ناتوانی گردن، تعادل استاتیک و دینامیک ارزیابی شدند.

نحوه ارزیابی

ابتدا سن، قد و وزن افراد اندازه‌گیری و ثبت شد و شاخص توده بدنی افراد محاسبه شد. سپس ارزیابی‌های زیر انجام شد:

زاویه کرانیوورتبرال

زاویه کرانیوورتبرال به‌عنوان زاویه بین یک خط فرضی از زائده خاری C7 به تراگوس گوش و خط افقی تعریف می‌شود و پایایی درون‌آزمونگر آن ۰/۹۸ و پایایی بین‌آزمونگر آن ۰/۹۵ گزارش شده است [۱۲] و به روش فتوگرامتری اندازه‌گیری می‌شود. به این صورت که فرد آرام، درحالی‌که هر دو دستش در کنار تنه قرار دارد می‌ایستد و در حالت ریلکس به یک نقطه در دیوار روبه‌رو نگاه می‌کند و پس از چند بار خم و راست کردن گردن به پوسچر عادتی سر و گردن می‌رسد. سپس آزمونگر ۲ مرتبه توسط دوربین دیجیتال که در فاصله ۱ متری روی یک پایه ثابت، بدون شیب و چرخش قرار داده شده است، ازطرف چپ شرکت‌کننده عکس می‌گیرد **(تصویر شماره ۱)**.

زاویه کرانیوورتبرال ازطریق نرم‌افزار Image J روی عکس اندازه‌گیری می‌شود و میانگین ۲ اندازه‌گیری ثبت می‌شود **(تصویر شماره ۲)** [۱۳]. زاویه کرانیوورتبرال در افراد نرمال و سالم ۴۸ تا ۵۰ درجه است و کمتر از آن به‌عنوان جلوآمدگی سر درنظر گرفته شد [۱۴، ۱۵].

شدت درد

در این مطالعه از معیار عددی درد[11] (NRS) برای ثبت شدت درد استفاده شد. در معیار عددی درد ۱۱ شماره از صفر تا ۱۰ مشخص می‌شود. عدد صفر به معنای عدم وجود درد و عدد ۱۰ به معنای حداکثر درد است. از بیمار خواسته شد شدت درد خود را براساس یکی از این اعداد مشخص کند [۱۶].

دامنه حرکتی گردن

در این مطالعه برای اندازه‌گیری دامنه حرکتی فلکشن و اکستنشن گردن از گونیامتر استفاده شد که روایی آن در مطالعات پیشین خوب گزارش شده و پایایی درون‌آزمونگر آن ۰/۹۸ و بین‌آزمونگر آن ۰/۹۴ است [۱۷]. فرد بر روی صندلی بدون پشتی می‌نشست، طوری‌که کف پاها بر روی زمین و کف دست‌ها بر روی پاها قرار می‌گرفت. پس از نشان دادن حرکت موردنظر به آزمون‌شونده، آزمونگر با دست خود، سر فرد را در وضعیت مناسب قرار می‌داد. به‌طوری‌که خط فرضیِ که از نرمه گوش به قاعده سوراخ‌های بینی متصل می‌شود، کاملاً موازی با زمین باشد. سپس مرکز گونیامتر بر روی نرمه گوش قرار می‌گیرد. بازوی ثابت به‌صورت عمود بر زمین و بازوی متحرک بر روی قاعده بینی قرار داده می‌شد و حرکت فلکشن و اکستنشن توسط فرد شرکت‌کننده انجام می‌شد **(تصویر شماره ۳)**. هر حرکت ۳ مرتبه انجام و میانگین آن‌ها ثبت شد [۱۸].

تعادل استاتیک

برای ارزیابی تعادل استاتیک از تست ایستادن روی یک پا[12] با چشم باز و بسته استفاده شده است که پایایی و اعتبار آن در مطالعات پیشین به‌ترتیب ۷۷ و ۸۸ درصد گزارش شده است [۱۹]. پس از تعیین پای غالب با تست توپ ،از افراد شرکت‌کننده

10. Injury whiplash

11. Numeric Rating Scale (NRS)
12. Unipedal Stance Test (UST)

تصویر ۱. تکنیک فتوگرامتری

خواسته شد تا با پای برهنه روی پای غالب خود بایستند و پای دیگر خود را ۹۰ درجه بالا بیاورند و دست‌های خود را کنار بدن قرار دهند. این تست در ۲ حالت چشم باز با تمرکز روی نقطه‌ای از دیوار در سطح چشمان خود و با چشمان بسته انجام شد و از کرونومتر برای اندازه‌گیری مدت‌زمانی که فرد قادر به ایستادن روی پا است، استفاده شد. تست زمانی آغاز می‌شد که فرد پای خود را از روی زمین بلند می‌کرد و زمانی به پایان می‌رسید که فرد پای خود را روی زمین قرار می‌داد، دست‌های خود را حرکت می‌داد، دست‌های خود را برای حمایت به جایی می‌گرفت، چشم‌های خود را در تست با چشم بسته، باز می‌کرد و یا حداکثر ۴۵ ثانیه زمان سپری می‌شد **(تصویر شماره ۴)**. این تست ۳ مرتبه با چشم باز و ۳ مرتبه با چشم بسته انجام شد و میانگین زمان به‌دست‌آمده برای هرکدام از وضعیت‌های چشم باز و چشم بسته ثبت شده است [۱۹]. ترتیب انجام تست‌ها تصادفی بود.

تعادل دینامیک

برای ارزیابی و اندازه‌گیری تعادل دینامیک از تست تعادل Y[۱۳]

13. Y-balance test

در ۳ جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی استفاده شد. ابتدا توسط نوارهای رنگی روی زمین شکل Y (زاویه بین جهات ۹۰، ۱۳۵ و ۱۳۵) ترسیم شد و پس از آموزش تستپ از فرد خواسته شد تا ۳ مرتبه آن را تمرین کند تا اثر یادگیری به حداقل برسد. سپس از فرد خواسته شد تا با پای غالب بدون کفش روی مرکز Y بایستد و درحالی‌که تعادل خود را حفظ می‌کند، سعی کند با پای آزادش در ۳ جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی زمین را لمس کند **(تصویر شماره ۵)** بدون اینکه تعادل خود را از دست دهد یا پایش کامل روی زمین قرار گیرد یا پس از هر اجرا قادر به برگرداندن پا نباشد و یا پای تکیه‌گاه از زمین جدا شود. تست در هر جهت ۳ بار تکرار شد و حداکثر مقدار به‌دست‌آمده در هر جهت ثبت شد و زمان استراحت بین هر تکرار ۱۰ ثانیه بود.

سپس درنهایت طول اندام هر فرد (از خار خاصره فوقانی تا قوزک داخلی[۱۴]) برای از بین بردن تفاوت‌های فردی در قد، اندازه‌گیری شد و ازطریق **فرمول شماره ۱** مقدار نهایی محاسبه شد [۲۰]:

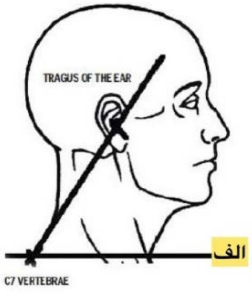
۱.

فاصله دستیابی (سانتی‌متر) / طول اندام (سانتی‌متر) × ۱۰۰

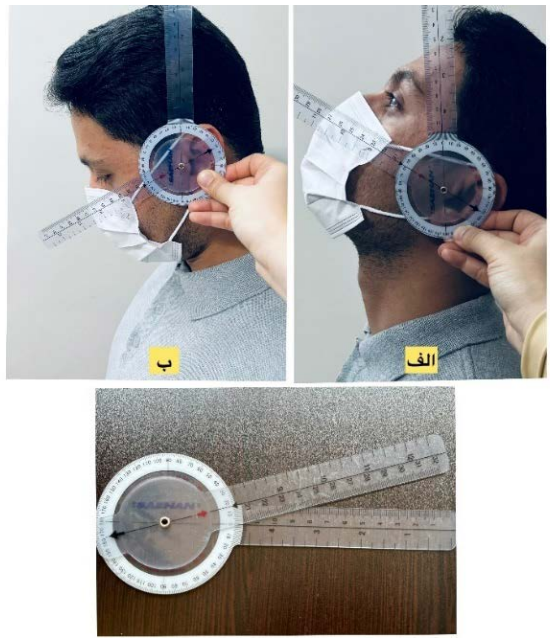
ناتوانی گردن

برای ارزیابی ناتوانی عملکردی گردن از نسخه فارسی پرسش‌نامه ناتوانی گردن[۱۵] (NDI) استفاده شد [۲۱] که آن ۰/۹۷/۹۰ گزارش شده است [۲۲]. این پرسش‌نامه مؤثرترین ابزار برای خودارزیابی درد گردن است و از افراد شرکت‌کننده خواسته شد تا فرم‌های پرسش‌نامه را پر کنند و سپس توسط آزمونگر نمره نهایی محاسبه شد. پرسش‌نامه ۱۰ آیتم داشت و هر آیتم از صفر تا ۵ نمره می‌گرفت و حداکثر نمره ۵۰ بود. نمره بیشتر بیانگر ناتوانی شدید گردن است. نمره کل صفر تا ۴ به معنای عدم ناتوانی، ۵ تا ۱۴ به معنای ناتوانی خفیف، ۱۵ تا ۲۴ به معنای

14. Anterior Superior Iliac Spine
15. Neck Disability Index (NDI)



تصویر ۲. الف) تصویر شماتیک زاویه کرانیوورتبرال ب) اندازه‌گیری زاویه کرانیوورتبرال توسط نرم‌افزار image J



تصویر ۳. الف) اندازه‌گیری دامنه حرکتی اکستنشن گردن با گونیامتر ب) اندازه‌گیری دامنه حرکتی فلکشن گردن با گونیامتر

طب‌توانبخشی

ناتوانی متوسط و ۲۵ تا ۳۴ به معنای ناتوانی کامل بود [۲۳].

نحوه اجرای مداخله

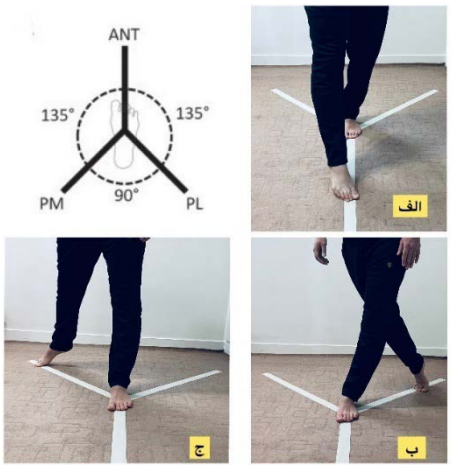
پس از ارزیابی اولیه و تقسیم‌بندی تصادفی افراد در گروه‌ها، مداخله شروع شد. در گروه درمان با واقعیت مجازی، افراد شرکت‌کننده تمرین چین تاک را در قالب یک بازی انجام دادند و گروه کنترل همان تمرین را در خانه انجام دادند.

ابزار طراحی‌شده در گروه واقعیت مجازی: با همکاری مهندسین کامپیوتر و برنامه‌نویس، برای گروه واقعیت مجازی ابزاری طراحی شد تا به کمک آن افراد شرکت‌کننده بتوانند تمرین چین تاک را در قالب یک بازی واقعیت مجازی انجام دهند. برای تشخیص حرکت گردن در حین انجام تمرین چین تاک، یک حسگر حرکتی داخل یک کش قابل‌تنظیم قرار داده شد. حسگر حرکتی توسط ۲ سیم به یک مینی‌کامپیوتر (رزبری پای) وصل می‌شد و مینی‌کامپیوتر توسط شبکه مشترک اینترنتی با گوشی همراهی که بازی در آن اجرا می‌شد، ارتباط برقرار می‌کرد **(تصویر شماره ۶)**. به این ترتیب با انجام چین تاک، حرکت گردن شناسایی می‌شد و به بازی منتقل می‌شد. بازی طراحی‌شده، حرکت یک ماشین در برخورد با یکسری موانع بود که با هر حرکت چین تاک فرد، ماشین مانع را رد می‌کرد تا به آن برخورد نکند **(تصویر شماره ۷)**.

گروه واقعیت مجازی: شرکت‌کننده روی صندلی نشسته و عینک واقعیت مجازی که گوشی موبایل درون آن قرار گرفته

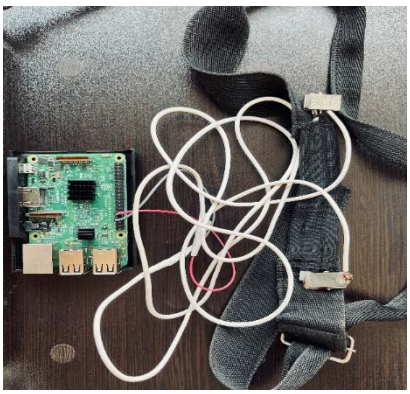
طب‌توانبخشی

تصویر ۴. تست تعادل استاتیک ایستادن روی یک پا



طب‌توانبخشی

تصویر ۵. تست تعادل دینامیک Y الف) قدامی ب) جهت خلفی خارجی ج) جهت خلفی داخلی



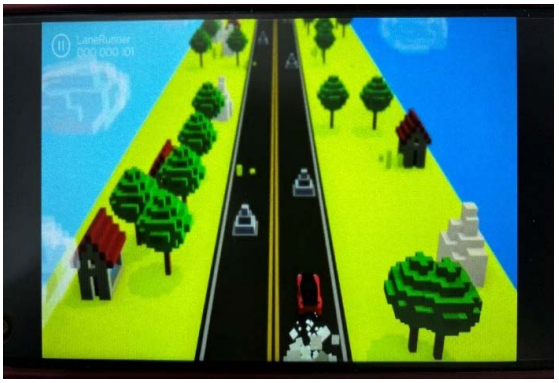
تصویر ۶. ابزار طراحی‌شده

طب توانبخشی

بود را روی چشم‌های خود می‌گذاشت. در این مطالعه از عینک واقعیت مجازی مدل VR BOX568 استفاده شد و این عینک یک محیط مجازی از نوع Immersive VR را برای افراد ایجاد می‌کرد. سپس آزمونگر حسگر حرکتی را در ناحیه گردن فرد شرکت کننده قرار داد **(تصویر شماره ۸)**. بازی اجراشده، حرکت یک ماشین در برخورد با یکسری موانع بود که با هر حرکت چین تاک فرد، ماشین مانع را رد می‌کرد و به آن برخورد نمی‌کرد. حرکت چین تاک فرد، توسط حسگر حرکتی و برنامه طراحی‌شده توسط مهندسین کامپیوتر و برنامه نویس شناسایی می‌شد و به بازی منتقل می‌شد. حرکت ماشین یا همان حرکت چین تاک در ۳ ست ۱۵ تایی و با استراحت ۱ دقیقه‌ای بین هر ست انجام شد. تعداد جلسات ۳ روز در هفته و به مدت ۴ هفته بود.

گروه کنترل

در گروه کنترل ابتدا نحوه انجام تمرین چین تاک به افراد آموزش داده شد. به این صورت که فرد در حالت نشسته روی صندلی به پشتی صندلی و دیوار تکیه داد و دست‌ها توسط بالش حمایت شد و سپس بدون جدا کردن سر از دیوار عمل چین تاک یا غبغب گرفتن را انجام داد [۲۴]. سپس از آن‌ها خواسته شد این تمرین را در خانه و در ۳ ست ۱۵ تایی و با استراحت ۱ دقیقه‌ای



تصویر ۷. تصویر بازی اجراشده

طب توانبخشی

طب توانبخشی

تصویر ۸. نحوه استفاده از عینک واقعیت مجازی و ابزار طراحی‌شده

بین هر ست انجام دهند. در این گروه هم تعداد جلسات ۳ روز در هفته و به مدت ۴ هفته بود. برای کنترل و نظارت بر تمرینات در خانه از چک‌لیست و تماس‌های تصویری هفتگی استفاده شد.

پس از اتمام جلسات درمانی ارزیابی‌های قبل از مداخله مجدداً تکرار شد و نتایج در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ ثبت شد. بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف[16] و برای بررسی تساوی واریانس‌ها از آزمون لون[17] استفاده شد. باتوجه‌به نتایج این دو ازمون از آزمون‌های پارامتری تی مستقل[18]، تی زوجی[19] و تحلیل کوواریانس (آنکووا)[20] و یا از آزمون‌های ناپارامتری معادل از قبیل من‌ویتنی[21] و رتبه‌های علامت‌دار ویلکاکسون[22] استفاده می‌شد. خطای نوع اول آزمون α=۰/۰۵ بود.

یافته‌ها

براساس نتایج آزمون تی برای متغیرهای جمعیت‌شناختی کمی در ۲ گروه، متغیرهای سن، وزن، قد و شاخص توده بدنی در ۲ گروه تفاوت معناداری را نشان نداد؛ بنابراین ۲ گروه ازنظر متغیرهای کمی و کیفی زمینه‌ای همگن و قابل‌مقایسه برای متغیرهای وابسته هستند. همچنین آزمون پیرسون کای‌اسکوئر با P=۰/۷۱۳ تفاوت معناداری ازلحاظ جنسیت بین ۲ گروه نشان نداد **(جدول شماره ۱)**. ابتدا نرمال بودن توزیع متغیرها در ۲ گروه در ۲ زمان قبل و بعد از درمان به کمک آزمون شاپیرو ویلک[23] بررسی شد و نتایج نشان داد در اغلب موارد توزیع داده‌ها نرمال است؛ بنابراین از آزمون‌های پارامتری برای مقایسه‌ها استفاده شد و در بعضی موارد که توزیع داده‌ها نرمال نبود از آزمون‌های ناپارامتری استفاده شد.

16. Kolmogorv-Smirnov
17.Levene's test
18. Independent-Samples T Test
19. Paired sample t test
20. Analysis of Covariance (ANCOVA)
21. Mann-Whitney
22. Wilcoxon
23. Shapiro-Wilk

جدول ۱. شاخص‌های آماری و نتیجه آزمون تی برای مقایسه متغیرهای جمعیت‌شناختی کمی در ۲ گروه (n=۲۵)

متغیر ها	گروه	میانگین ± انحراف‌معیار	خطای معیار	آزمون تی	درجه آزادی	مقدار احتمال
سن (سال)	واقعیت مجازی	۲۲/۹۲±۲/۹۹	۰/۵۹	۰/۵۱	۴۸	۰/۹۶
	کنترل	۲۲/۸۸±۲/۵۵	۰/۵۱			
وزن (کیلوگرم)	واقعیت مجازی	۵۹/۸۰±۹/۱۵	۱/۸۳	۰/۰۰	۴۸	۱
	کنترل	۵۹/۸۲±۱۱/۴۹	۲/۲۹			
قد (سانتی‌متر)	واقعیت مجازی	۱۶۴/۱۲±۶/۴۹	۱/۲۹	۰/۰۹۵	۴۸	۰/۹۲۵
	کنترل	۱۶۵/۴۸±۶/۴۹	۲/۱۷			
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	واقعیت مجازی	۲۱/۷۵±۲/۶۹	۰/۵۳	-۰/۰۶۵	۴۸	۰/۹۴۸
	کنترل	۲۱/۸۱±۳/۵۹	۰/۷۱			

طب توانبخشی

براساس نتایج مقایسه ۲ گروه ازنظر متغیرهای وابسته قبل از مداخله، ۲ گروه از این نظر اختلاف معناداری نداشتند؛ زیرا تمامی مقادیر احتمال بزرگ‌تر از ۰/۰۵ بود. اگرچه اختلاف معنادار آماری در زمان پایه ازنظر متغیرهای وابسته بین ۲ گروه دیده نشد، اما ازآنجایی‌که میانگین در ۲ گروه اندکی تفاوت داشت، برای از بین بردن اختلاف‌های اندک غیرمعنادار در ۲ گروه و مقایسه دقیق‌تر اثر درمان و مداخله، میزان تغییرات ایجادشده در متغیرهای وابسته محاسبه شد. ابتدا نرمال بودن توزیع میزان تغییرات متغیرها به کمک آزمون شاپیرو ویلک بررسی شد و ازآنجایی‌که توزیع میزان تغییرات متغیرها در ۲ گروه نرمال نبود از آزمون من‌ویتنی برای مقایسه ۲ گروه و ارزیابی اثر درمان استفاده شد. براساس نتایج این آزمون، اثر ۲ گروه تفاوت معنادار آماری در هیچ‌یک از متغیرهای وابسته را نشان نداد؛ بنابراین اثر درمان در ۲ گروه یکسان است (جدول شماره ۲).

همچنین براساس مقایسه درون‌گروهی، در هر دو گروه واقعیت مجازی و کنترل به‌جز در متغیر تعادل استاتیک با چشم باز (P>۰/۰۵)، در سایر متغیرها بهبودی معنادار دیده شده است و درمان‌ها اثر مثبت دارند (جدول شماره ۳).

بحث

این مطالعه با هدف بررسی اثر تمرین‌درمانی مبتنی بر واقعیت مجازی بر زاویه کرانیوورتبرال، درد، تعادل، شاخص ناتوانی گردن و دامنه حرکتی گردن انجام شد. براساس نتایج، میانگین زاویه کرانیوورتبرال، دامنه حرکتی فلکشن و اکستنشن، نمره تعادل دینامیک در جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی و تعادل استاتیک با چشم باز در هر دو گروه واقعیت مجازی و گروه کنترل افزایش معنی‌دار آماری داشت، ولی میزان آن بین ۲ گروه تفاوت معنی‌دار آماری نشان نداد. نمره تعادل استاتیک با چشم باز در هیچ‌کدام از ۲ گروه افزایش معنی‌داری نداشت. میانه مقیاس عددی درد و همین‌طور میانگین ناتوانی گردن براساس نمره پرسش‌نامه شاخص ناتوانی گردن در هر دو گروه واقعیت مجازی و گروه کنترل کاهش معنی‌دار آماری داشت، ولی مقدار این کاهش نیز بین دو گروه تفاوت معنی‌دار آماری نداشت.

زاویه کرانیوورتبرال

نتایج مطالعه حاضر نشان داد ۴ هفته تمرین‌درمانی در قالب بازی در گروه واقعیت مجازی و گروه کنترل موجب بهبودی زاویه کرانیوورتبرال شده است. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، زاویه کرانیوورتبرال، زاویه خط بین تراگوس گوش تا مهره هفتم گردنی با خط افق است [۲۵] که با تغییر آن در افراد دارای جلوآمدگی سر راستای ستون فقرات گردنی تغییر می‌کند. یافته‌های مطالعات مختلف نشان می‌دهد تمرینات ثباتی شامل تمرین چین تاک موجب فعال‌سازی عضلات گردن می‌شود و می‌تواند بر روی زاویه کرانیوورتبرال تأثیرگذار باشد و درنهایت به بهبود وضعیت سر و گردن در بیماران مبتلا به گردن درد و جلوآمدگی سر کمک می‌کند [۲۵، ۲۶]. نتایج ما با نتایج گزارش‌شده توسط بن و همکاران [۲۵]، یانگ و همکاران [۲۷] و الگندی و همکاران [۲۸] که نشان داده‌اند تمرین ثباتی موجب بهبود زاویه کرانیوورتبرال شده است، همخوانی دارد.

طبق نتایج مطالعه ما، میزان بهبودی در زاویه کرانیوورتبرال در گروه واقعیت مجازی اگرچه ازنظر عددی بیشتر از گروه کنترل است، اما ازلحاظ آماری این تفاوت معنادار نیست؛ بنابراین می‌توان گفت اثر درمان در هر دو گروه یکسان بوده است. ازآنجایی‌که در این مطالعه هر دو گروه یک تمرین مشابه و با تعداد تکرار و جلسات مشابه را انجام دادند، عدم تفاوت معنادار بین‌گروهی را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که به علت تمرین مشابه، اثرات مشابه مشاهده شد. تنها مطالعه در دسترس ما که اثر تمرین با واقعیت مجازی را با تمرین‌درمانی در افراد دارای جلوآمدگی

جدول ۲. شاخص‌های آماری تغییرات متغیرها همراه با نتیجه مقایسه بین ۲ گروه (n=۲۵)

متغیر	گروه	میانگین±انحراف‌معیار	خطای معیار	میانگین رتبه	P (براساس آزمون من‌ویتنی)
تغییرات زاویه کرانیوورتبرال (درجه)	واقعیت مجازی	۱/۶۴±۱/۱۳	۰/۲۲	۲۴/۶	۰/۶۶۰
	کنترل	۱/۷۸±۱/۲۶	۰/۲۵	۲۶/۴	
تغییرات شدت درد	واقعیت مجازی	-۱/۹۲±۱/۵۲	۰/۳۰	۲۵/۶۴	۰/۹۴۴
	کنترل	-۱/۹۲±۱/۶۵	۰/۳۳	۲۵/۳۶	
تغییرات دامنه حرکتی فلکشن گردن (درجه)	واقعیت مجازی	۳/۷۸±۳/۶۵	۰/۷۳	۲۵/۹۸	۰/۸۱۵
	کنترل	۳/۷۶±۳/۸۸	۰/۷۷	۲۵/۰۲	
تغییرات دامنه حرکتی اکستنشن گردن (درجه)	واقعیت مجازی	۵/۹۶±۴/۳۸	۰/۸۷	۲۵/۳۴	۰/۸۰۲
	کنترل	۶/۳۲±۵/۴۲	۱/۰۸	۲۵/۶۶	۰/۹۳۸
تغییرات تعادل دینامیک جهت قدامی	واقعیت مجازی	۸/۸۴±۹/۰۲	۱/۸۰	۲۵/۹	۰/۸۴۶
	کنترل	۸/۸۶±۹/۳۲	۱/۸۶	۲۵/۱	
تغییرات تعادل دینامیک جهت خلفی داخلی	واقعیت مجازی	۱۳/۳۱±۱۴/۵۵	۲/۹۱	۲۳/۱۲	۰/۲۴۸
	کنترل	۱۸/۷۶±۱۸/۴۲	۳/۶۸	۲۷/۸۸	
تغییرات تعادل دینامیک جهت خلفی خارجی	واقعیت مجازی	۷/۶۶±۱۰/۲۹	۲/۰۵	۲۴/۰۲	۰/۳۸۰
	کنترل	۱۰/۱۹±۹/۹۱	۱/۹۸	۲۶/۹۸	۰/۴۷۳
تغییرات تعادل استاتیک با چشم باز (ثانیه)	واقعیت مجازی	۰/۴۸±۲/۴۰	۰/۴۸	۲۵/۵	۱/۰۰
	کنترل	۰/۴۸±۲/۴۰	۰/۴۸	۲۵/۵	
تغییرات تعادل استاتیک با چشم بسته (ثانیه)	واقعیت مجازی	۹/۲۰±۸/۹۸	۱/۷۹	۲۵/۳۴	۰/۹۳۸
	کنترل	۹/۶۸±۹/۶۳	۱/۹۲	۲۵/۶۶	
تغییرات شاخص ناتوانی گردن	واقعیت مجازی	-۳/۱۲±۳/۰۸	۰/۶۱	۲۵/۶	۰/۹۶۰
	کنترل	-۳/۲۴±۳/۳۵	۰/۶۷	۲۵/۴	

طب توانبخشی

سر مقایسه کرده است مطالعه سان و همکاران [۱۱] است که مشابه مطالعه ما نشان داده است هر دو گروه بهبودی در میزان جلوآمدگی سر داشتند و تفاوت معناداری بین ۲ گروه دیده نشده است. البته با این تفاوت که برای ارزیابی جلوآمدگی سر از فاصله اکرومیون تا لاله گوش استفاده کرده است.

شدت درد

در مطالعه حاضر شدت درد هر دو گروه کاهش معنی‌دار داشته، اما تفاوت معنی‌داری بین ۲ گروه دیده نشد. وضعیت جلوآمده سر می‌تواند به علت قرار دادن ساختارهای گردنی در وضعیت بیومکانیکی نامناسب و به دنبال قرارگیری و کشیدگی بافت‌ها در طول غیرطبیعی آن‌ها با درد و یا اختلال عملکرد همراه باشد [۲۹]؛ بنابراین برنامه‌های تمرینی، ازجمله تمرینات ثباتی گردن (چین تاک)، تمرینات اصلاحی و تمرینات کششی به کاهش فشار و خستگی عضلات گردنی که در اثر انحرافات ستون فقرات گردنی ایجاد می‌شود، کمک می‌کنند. این تمرینات همچنین می‌توانند اسپاسم عضلانی و خستگی را مهار کنند و درنتیجه موجب تأثیر مثبت بر کاهش درد و ناتوانی در بیماران مبتلا به جلوآمدگی سر شوند [۲۷]. نتایج مطالعه ما با گزارش مطالعات مروری شیخ حسینی و همکاران [۳۰] و یانگ و همکاران [۲۷] درمورد اثر تمرین ثباتی، شامل چین تاک بر درد افراد دارای جلوآمدگی سر مشابهت دارد. اما مطالعه چاپ‌شده‌ای که اثر تمرین ثباتی با و بدون واقعیت مجازی را بر درد افراد دارای جلوآمدگی سر مقایسه کرده باشد در دسترس ما نبود. در عوض در افراد دارای گردن‌درد تأثیر این دو روش بر درد با هم مقایسه شده است که نتایج مطالعه مانکا و همکاران [۳۱] کادریا و همکاران [۳۲] مشابه نتایج

جدول ۳. مقایسه درون‌گروهی متغیرهای وابسته به تفکیک گروه‌ها

گروه	زوج	متغیر	میانگین±انحراف‌معیار	P (براساس آزمون ویلکاکسون)
واقعیت مجازی	زوج ۱	زاویه کرانیوورتبرال ۰ – زاویه کرانیوورتبرال ۱	-۱/۶۴±۱/۱۳	۰/۰۰*
	زوج ۲	شدت درد ۰ – شدت درد ۱	۱/۹۲±۱/۵۲	۰/۰۰*
	زوج ۳	دامنه حرکتی فلکشن گردن ۰ – دامنه حرکتی فلکشن گردن ۱	-۳/۷۸±۳/۶۵	۰/۰۰*
	زوج ۴	دامنه حرکتی اکستنشن گردن ۰ – دامنه حرکتی اکستنشن گردن ۱	-۵/۹۶±۴/۳۸	۰/۰۰*
	زوج ۵	تعادل دینامیک جهت قدامی ۰ – تعادل دینامیک جهت قدامی ۱	-۸/۸۴±۹/۰۲	۰/۰۰*
	زوج ۶	تعادل دینامیک جهت خلفی داخلی ۰ – تعادل دینامیک جهت خلفی داخلی ۱	-۱۳/۳۱±۱۴/۵۵	۰/۰۰*
	زوج ۷	تعادل دینامیک جهت خلفی خارجی ۰ – تعادل دینامیک جهت خلفی خارجی ۱	-۷/۶۶±۱۰/۲۹	۰/۰۰۱*
	زوج ۸	تعادل استاتیک با چشم باز ۰ – تعادل استاتیک با چشم باز ۱	-۰/۴۸±۲/۴۰	۰/۳۱۷
	زوج ۹	تعادل استاتیک با چشم بسته ۰ – تعادل استاتیک با چشم بسته ۱	-۹/۲۰±۸/۹۸	۰/۰۰*
	زوج ۱۰	شاخص ناتوانی گردن ۰ – شاخص ناتوانی گردن ۱	۳/۱۲±۳/۰۸۶	۰/۰۰*
کنترل	زوج ۱	زاویه کرانیوورتبرال ۰ – زاویه کرانیوورتبرال ۱	-۱/۷۸±۱/۲۶	۰/۰۰*
	زوج ۲	شدت درد ۰ – شدت درد ۱	۱/۹۲ ±۱/۶۵	۰/۰۰*
	زوج ۳	دامنه حرکتی فلکشن گردن ۰ – دامنه حرکتی فلکشن گردن ۱	-۳/۷۶±۳/۸۸	۰/۰۰*
	زوج ۴	دامنه حرکتی اکستنشن گردن ۰ – دامنه حرکتی اکستنشن گردن ۱	-۶/۳۲±۵/۴۲	۰/۰۰*
	زوج ۵	تعادل دینامیک جهت قدامی ۰ – تعادل دینامیک جهت قدامی ۱	-۸/۸۶±۹/۳۲	۰/۰۰*
	زوج ۶	تعادل دینامیک جهت خلفی داخلی ۰ – تعادل دینامیک جهت خلفی داخلی ۱	-۱۸/۷۶±۱۸/۴۲	۰/۰۰*
	زوج ۷	تعادل دینامیک جهت خلفی خارجی ۰ – تعادل دینامیک جهت خلفی خارجی ۱	-۱۰/۱۹±۹/۹۱	۰/۰۰*
	زوج ۸	تعادل استاتیک با چشم باز ۰ – تعادل استاتیک با چشم باز ۱	-۰/۴۸±۲/۴۰	۰/۳۱۷
	زوج ۹	تعادل استاتیک با چشم بسته ۰ – تعادل استاتیک با چشم بسته ۱	-۹/۶۸±۹/۶۳	۰/۰۰*
	زوج ۱۰	شاخص ناتوانی گردن ۰ – شاخص ناتوانی گردن ۱	۳/۲۴±۳/۳۵	۰/۰۰۱*

طب‌توانبخشی

*مقادیر احتمال کمتر از ۰/۰۵

ما است، درحالی‌که در مطالعه رضایی و همکاران [۳۳] کاهش درد در گروه واقعیت مجازی به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بوده است. قیفان و همکاران [۳۴] نیز در مطالعه مروری خود به این نتیجه رسیدند که درمان مبتنی بر واقعیت مجازی نسبت به گروه کنترل اثر بهتری در کاهش درد در افراد دارای گردن‌درد داشته است و ترکیب واقعیت مجازی با درمان‌های دیگر اثر بهتری در کاهش درد نسبت به واقعیت مجازی به‌تنهایی داشته است. همین‌طور قیفان و همکاران [۳۵] در سال ۲۰۲۴ در مطالعه کارآزمایی بالینی خود گزارش کردند واقعیت مجازی به همراه درمان معمول نسبت به درمان معمول به‌تنهایی موجب کاهش درد بیشتری در افراد دارای گردن‌درد شده است.

درنهایت اگرچه فعال‌سازی عضلانی در مطالعه ما مورد ارزیابی قرارنگرفته است، اما احتمال دارد تمرین‌درمانی و تمرین‌درمانی مبتنی بر واقعیت مجازی بتواند عملکرد و هماهنگی عضلات گردن را ارتقا دهد و درنتیجه از این طریق فشار و استرس بر بخش‌های گردن را کاهش دهد و درد و ناتوانی کاهش پیدا کند که البته نیاز به بررسی دارد.

دامنه حرکتی گردن

براساس داده‌های این مطالعه، دامنه حرکتی فلکشن و اکستنشن گردن در گروه واقعیت مجازی و در گروه کنترل افزایش پیدا کرده است. این تغییرات در هر دو گروه معنادار بوده است؛ یعنی تمرین‌درمانی و تمرین‌درمانی مبتنی بر واقعیت مجازی هر دو تأثیرات مثبت داشته است، ولی تفاوتی بین ۲ گروه دیده نشد. در افراد دارای جلوآمدگی سر به علت وضعیت نامناسب ایجادشده در گردن، فرد گردن خود را در دامنه حرکتی کامل حرکت

نمی‌دهد و عضلات کوتاه می‌شوند که موجب تغییرات تطبیقی در طول عضلات می‌شود [۲۶]؛ بنابراین انجام تمرین‌درمانی منجر به بهبود وضعیت ستون فقرات گردنی، بازیابی هماهنگی بین عضلات و افزایش دامنه حرکتی گردن می‌شود [۲۶، ۳۶]. نتایج ما با نتایج مطالعه شیاما و همکاران [۲۶] و اسما بتول و همکاران [۳۶] مشابهت دارد که هر دو با تمرین چین تاک در افراد دارای جلوآمدگی سر، بهبودی دامنه‌های حرکتی گردن را گزارش کرده‌اند. آن‌ها بیان کردند دامنه حرکتی گردن ارتباط مستقیمی با اختلالات گردن دارد و وضعیت نامناسب گردن موجب عدم تعادل عضلانی و کاهش قدرت عضلات گردن می‌شود؛ بنابراین انجام تمرینات ثباتی شامل چین تاک موجب بهبود راستای ستون فقرات گردنی و نرمال‌سازی عضلات می‌شود و دامنه حرکتی گردن افزایش می‌یابد [۳۶]. همچنین نتایج ما با نتایج دیوید و همکاران [۳۷]، سان و همکاران [۱۱] و مانکا و همکاران [۳۱] مشابهت دارد که گزارش کردند که تمرین‌درمانی همراه با واقعیت مجازی و درمان‌های معمول موجب افزایش دامنه حرکتی گردن می‌شود، ولی تفاوتی بین ۲ گروه وجود ندارد. البته قیفان و همکاران [۳۵] برخلاف نتایج مطالعه ما گزارش کردند درمان معمول به همراه واقعیت مجازی در مقایسه با درمان معمول به‌تنهایی موجب بهبودی بیشتر در دامنه‌های حرکتی گردن شده است. در مطالعه آن‌ها در گروه واقعیت مجازی از بازی‌های متنوعی استفاده شده است و فرد شرکت‌کننده در حین بازی حرکات بیشتری را انجام داده است. همچنین قیفان و همکاران گزارش کرده است در دوره پیگیری ۳ ماهه، شرکت‌کنندگان در گروه درمانی واقعیت مجازی سطح رضایت بالاتری را گزارش کردند و تمایل بیشتری برای مشارکت در تمرینات را داشتند [۳۵].

شاخص ناتوانی گردن

براساس نتایج ما، نمره پرسش‌نامه شاخص ناتوانی گردن در هر دو گروه کاهش معنادار یافته است؛ یعنی هر دو روش موجب بهبودی در ناتوانی گردن شده است. مطالعات نشان می‌دهد جلوآمدگی سر با ایجاد درد در ناحیه گردن و کاهش دامنه حرکتی سبب ناتوانی عملکردی و تغییر شاخص ناتوانی گردن (افزایش شاخص ناتوانی گردن) می‌شود [۵]. همان‌طور که اشاره شد تمرین‌درمانی موجب کاهش درد در افراد با جلوآمدگی سر می‌شود و با تسکین درد، آن‌ها می‌توانند فعالیت روزانه بهتری داشته باشند که منجر به بهبود ناتوانی می‌شود [۳۴]. نتایج یانگ و همکاران [۲۷] و اسما بتول و همکاران [۳۶] نیز مشابه مطالعه ماست و آن‌ها نیز توانستند با تمرین‌درمانی شاخص ناتوانی گردن را کاهش دهند. نتایج مطالعه ما در هر دو گروه بهبودی مشابه ناتوانی گردن نشان داد که با نتایج دیوید و همکاران [۳۷] و مانکا و همکاران [۳۱] مشابه است، ولی با نتایج اریف و همکاران [۳۸]، رضایی و همکاران [۳۳] و قیفان و همکاران [۳۵] متفاوت است؛ زیرا آن‌ها بهبودی بیشتر در گروه واقعیت مجازی گزارش کردند. قیفان و همکاران علت احتمالی اثربخشی درمان در گروه کنترل و گروه واقعیت مجازی را افزایش هماهنگی بین عضلات گردن عنوان کرده‌اند و اینکه چون در گروه واقعیت مجازی از بازی‌های متنوعی استفاده شده است، بهبودی بیشتری ایجاد شده است.

تعادل

براساس نتایج این مطالعه، تعادل دینامیک در هر سه جهت براساس تست تعادل Y، در هر دو گروه بهبودی معناداری داشته است، اما تفاوت معناداری بین ۲ گروه دیده نشد. عضلات گردن به علت داشتن تراکم بالای دوک‌های عضلانی، نقش مهمی در حس عمقی و تعادل ایفا می‌کنند [۲۵]. موقعیت نامناسب سر و گردن در افراد دارای جلوآمدگی سر بر عملکرد حس عمقی و تعادل تأثیر منفی می‌گذارد. مطالعات نشان داده‌اند تمرینات ثباتی گردن به افزایش حس عمقی و بهبود تعادل در این افراد کمک می‌کند [۲۵]. نتایج ما با نتایج رضایی و همکاران مشابه است، درحالی‌که سان و همکاران [۱۱] بهبودی بیشتر تعادل دینامیک را در گروه واقعیت مجازی گزارش کردند. همین‌طور در مطالعه ما تعادل دینامیک با چشم بسته در هر دو گروه بهبودی معنی‌دار داشته است، ولی تعادل استاتیک با چشم باز در هیچ‌کدام از گروه‌ها بهبودی معنی‌دار پیدا نکرد که شاید به این دلیل است که افراد در شرایط استاتیک با چشم باز به حداکثر ظرفیت قابلیت‌های تعادلی خود نزدیک هستند و تمرین‌درمانی نمی‌تواند تغییر معنی‌داری در این متغیر ایجاد کند. درحالی‌که سان و همکاران [۱۱] بهبودی تعادل استاتیک چشم باز و بسته در هر دو گروه واقعیت مجازی و کنترل در افراد دارای جلوآمدگی سر را گزارش کردند، اما بین ۲ گروه تفاوتی گزارش نشد. درمجموع مطالعه حاضر و مطالعه سان و همکاران [۱۱] نشان دادند تمرین‌درمانی مبتنی بر واقعیت مجازی و تمرین‌درمانی معمول تأثیر مشابه بر میزان جلوآمدگی سر و دامنه حرکتی گردن و تعادل استاتیک دارد، اما درزمینه تعادل دینامیک نتایج این دو مطالعه متفاوت است که احتمالاً به تفاوت روش‌های ارزیابی مربوط است.

نتیجه‌گیری

باتوجه‌به نتایج می‌توان نتیجه‌گیری کرد تمرین‌درمانی (حرکت چین تاک) در گروه کنترل و تمرین‌درمانی همراه با بازی در گروه واقعیت مجازی هر دو به یک اندازه موجب بهبودی زاویه کرانیوورتبرال، دامنه حرکتی گردن، شدت درد، تعادل استاتیک با چشم بسته، تعادل دینامیک و ناتوانی گردن می‌شود، اما هیچ‌کدام بهبودی معناداری در تعادل استاتیک با چشم باز ایجاد نمی‌کند. فرض مطالعه این بود که بهبود متغیرها در گروه واقعیت مجازی بیشتر باشد، اما تفاوت بین دو گروه معنادار نبود.

از محدودیت‌های پروژه می‌توان به عدم وجود شاخص ارزیابی رضایتمندی افراد موردمطالعه در هریک از گروه‌های درمانی و عدم پیگیری طولانی‌مدت اشاره کرد. پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتر با استفاده از واقعیت مجازی به‌صورت بازی‌های متنوع‌تر و مدت درمان بیشتر و با پیگیری پایداری اثرات درمانی پس از اتمام جلسات انجام شود تا کاربرد واقعیت مجازی در افراد دارای اختلالات مختلف پوسچرال بیشتر مورد بررسی قرار بگیرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق **دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی** در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره (IR.SBMU.RETECH.REC.1402.331) و کد کارآزمایی بالینی به شماره (IRCT20231010059686N1) از **مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران** دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد یاسمن مأکولاتی در رشته فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، **دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی** است و هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان تأمین‌کننده مالی اعم از بخش‌های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی، دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به‌طور یکسان در مفهوم و طراحی مطالعه، جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج و تهیه پیش‌نویس مقاله **مشارکت داشتند.**

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از همه افرادی که در این مطالعه شرکت کردند، سپاسگزاری می‌شود.

References

[1] Donatelli RA. Functional anatomy and mechanics. In: Donatelli RA, editor. Physical therapy of the Shoulder. 5th ed. New York: Churchill Livingstone; 2011. [DOI:10.1016/B978-1-4377-0740-3.00002-7]

[2] Balthillaya GM, Parsekar SS, Gangavelli R, Prabhu N, Bhat SN, Rao BK. Effectiveness of posture-correction interventions for mechanical neck pain and posture among people with forward head posture: Protocol for a systematic review. BMJ Open. 2022; 12(3):e054691. [DOI:10.1136/bmjopen-2021-054691] [PMID]

[3] Yip CHT, Chiu TTW, Poon ATK. The relationship between head posture and severity and disability of patients with neck pain. Manual Therapy. 2008; 13(2):148-54. [DOI:10.1016/j.math.2006.11.002] [PMID]

[4] Lee CM, Jeong EH, Freivalds A. Biomechanical effects of wearing high-heeled shoes. International Journal of Industrial Ergonomics. 2001; 28(6):321-6. [DOI:10.1016/S0169-8141(01)00038-5]

[5] Kim EK, Kim JS. Correlation between rounded shoulder posture, neck disability indices, and degree of forward head posture. The Journal of Physical Therapy Science. 2016; 28(10):2929-32. [DOI:10.1589/jpts.28.2929] [PMID]

[6] Kisner C, Colby LA. [Therapeutic exercises: Fundamentals and techniques (Portuguese)]. Barueri, SP: Manole; 2009. [Link]

[7] Kim KH, Kim SG, Hwangbo G. The effects of horse-riding simulator exercise and Kendall exercise on the forward head posture. Journal of Physical Therapy Science. 2015; 27(4):1125-7. [DOI:10.1589/jpts.27.1125] [PMID]

[8] Tseng CM, Lai CL, Erdenetsogt D, Chen YF. A microsoft kinect based virtual rehabilitation system. Paper presented: International Symposium on Computer, Consumer and Control. 10-12 June 2014; Taichung, Taiwan. [DOI:10.1109/IS3C.2014.245]

[9] Brady N, McVeigh JG, McCreesh K, Rio E, Dekkers T, Lewis JS. Exploring the effectiveness of immersive Virtual Reality interventions in the management of musculoskeletal pain: A state-of-the-art review. Physical Therapy Reviews. 2021; 26(4):262-75. [DOI:10.1080/10833196.2021.1903209]

[10] Yilmaz Yelvar GD, Çırak Y, Dalkılınç M, Parlak Demir Y, Guner Z, Boydak A. Is physiotherapy integrated virtual walking effective on pain, function, and kinesiophobia in patients with non-specific low-back pain? Randomised controlled trial. European Spine Journal. 2017; 26(2):538-45. [DOI:10.1007/s00586-016-4892-7] [PMID]

[11] Son HH. The effects of virtual reality games in posture correction exercise on the posture and balance of patients with forward head posture. Journal of the Korean Society of Physical Medicine. 2020; 15(2):11-21. [DOI:10.13066/kspm.2020.15.2.11]

[12] Bustam IG, Herdayanti D. Forward Head Posture (FHP) condition: Reliability of Craniovertebral Angle (CVA) Testing. ACTIVE: Journal of Physical Education, Sport, Health and Recreation. 2024; 13(3):519-24. [DOI:10.15294/peshr.v13i3.13382]

[13] Abdel-Aziem AA, Abdel-Ghafar MAF, Ali OI, Abdelraouf OR. Effects of smartphone screen viewing duration and body position on head and neck posture in elementary school children. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2022; 35(1):185-93. [DOI:10.3233/BMR-200334] [PMID]

[14] Watson DH, Trott PH. Cervical headache: An investigation of natural head posture and upper cervical flexor muscle performance. Cephalalgia. 1993; 13(4):272-84. [DOI:10.1046/j.1468-2982.1993.1304272.x] [PMID]

[15] Worlikar AN, Shah MR. Incidence of forward head posture and associated problems in desktop users. International Journal of Health Sciences and Research. 2019; 9(2):96-100. [Link]

[16] Jensen MP, McFarland CA. Increasing the reliability and validity of pain intensity measurement in chronic pain patients. Pain. 1993; 55(2):195-203. [DOI:10.1016/0304-3959(93)90148-I] [PMID]

[17] Araujo GGC, Pontes-Silva A, Leal PDC, Gomes BS, Reis ML, de Mello Pereira Lima SK, et al. Goniometry and fleximetry measurements to assess cervical range of motion in individuals with chronic neck pain: A validity and reliability study. BMC Musculoskeletal Disorders. 2024; 25(1):651. [DOI:10.1186/s12891-024-07775-6] [PMID]

[18] Reese NB, Bandy WD. Joint range of motion and muscle length testing. 3th ed. Philadelphia: Saunders; 2016. [Link]

[19] Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. Journal of Geriatric Physical Therapy. 2016; 30(1):8-15. [DOI:10.1519/00139143-200704000-00003] [PMID]

[20] Powden CJ, Dodds TK, Gabriel EH. The reliability of the star excursion balance test and lower quarter y-balance test in healthy adults: A systematic review. International Journal of Sports Physical Therapy. 2019; 14(5):683-94. [DOI:10.26603/ijspt20190683] [PMID]

[21] Foroutani H, Nakhostin Ansari N, Ansari N, Jalaei S. [Investigating the responsiveness of the Persian version of functional rating index in patients with chronic non-specific neck pain: Brief report (Persian)]. Tehran University Medical Journal. 2018; 76(7):498-502. [Link]

[22] 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. 2007; 32(26):E825-31. [DOI:10.1097/BRS.0b013e31815ce6dd] [PMID]

[23] Lee EW, Shin WS, Jung KS, Chung YJ. [Reliability and validity of the neck disability index in neck pain patients (Korean)]. Physical Therapy Korea. 2007; 14(3):97-106. [Link]

[24] Morningstar MW, Strauchman MN, Weeks DA. Spinal manipulation and anterior headweighting for the correction of forward head posture and cervical hypolordosis: A pilot study. Journal of Chiropractic Medicine. 2003; 2(2):51-4. [DOI:10.1016/S0899-3467(07)60042-1] [PMID]

[25] Goo BW, Oh JH, Kim JS, Lee MY. Effects of cervical stabilization with visual feedback on craniovertebral angle and proprioception for the subjects with forward head posture. Medicine. 2024; 103(2):e36845. [DOI:10.1097/MD.0000000000036845] [PMID]

[26] Shyama S, Nagaraj S. Effect of stabilization exercises on craniovertebral angle and cervical range of motion among visual display users with forward head posture. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(5):48-53. [DOI:10.38025/2078-1962-2023-22-5-48-53]

[27] Yang S, Boudier-Revéret M, Yi YG, Hong KY, Chang MC. Treatment of chronic neck pain in patients with forward head posture: A systematic narrative review. Healthcare; 2023; 11(19):2604. [DOI:10.3390/healthcare11192604] [PMID]

[28] Elgendy MH, Ghaffar MAA, Sabbahi SAE, Abutaleb EES, Elsayed SEB. Efficacy of head postural correction program on craniovertebral angle, scapular position, and dominant hand grip strength in forward head posture subjects: A randomized controlled trial. Physiotherapy Research International. 2024; 29(3):e2093. [DOI:10.1002/pri.2093] [PMID]

[29] Grimmer-Somers K, Milanese S, Louw Q. Measurement of cervical posture in the sagittal plane. Journal of Manipulative and physiological Therapeutics. 2008; 31(7):509-17. [DOI:10.1016/j.jmpt.2008.08.005] [PMID]

[30] Sheikhhoseini R, Shahrbanian S, Sayyadi P, O'Sullivan K. Effectiveness of therapeutic exercise on forward head posture: A systematic review and meta-analysis. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. 2018; 41(6):530-9. [DOI:10.1016/j.jmpt.2018.02.002] [PMID]

[31] Opara M, Kozinc Ž. Virtual reality training for management of chronic neck pain: A systematic review with meta-analysis. European Journal of Physiotherapy. 2024; 26(3):135-47. [DOI:10.1080/21679169.2023.2215831]

[32] Battecha KH, Takrouni HA, Alzahrani RM, Alzahrani RM, Alzahrani FA, Mohamed HS. Efficacy of virtual reality on neck pain and function in patients with non-specific neck dysfunction: A randomized control trial. Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte. 2023; 18(5):543-6. [Link]

[33] Rezaei I, Razeghi M, Ebrahimi S, Kayedi S, Rezaeian Zadeh A. A novel virtual reality technique (Cervigame®) compared to conventional proprioceptive training to treat neck pain: A randomized controlled trial. Journal of Biomedical Physics and Engineering. 2019; 9(3):355-66. [DOI:10.31661/jbpe.v0i0.556] [PMID]

[34] Guo Q, Zhang L, Gui C, Chen G, Chen Y, Tan H, et al. Virtual reality intervention for patients with neck pain: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Journal of Medical Internet Research. 2023; 25:e38256. [DOI:10.2196/38256] [PMID]

[35] Guo Q, Zhang L, Han LL, Gui C, Chen G, Ling C, et al. Effects of virtual reality therapy combined with conventional rehabilitation on pain, kinematic function, and disability in patients with chronic neck pain: Randomized controlled trial. JMIR Serious Games. 2024; 12:e42829. [DOI:10.2196/42829] [PMID]

[36] Batool A, Soomro RR, Baig AAM. Comparing the effects of neck stabilization exercises versus dynamic exercises among patients having nonspecific neck pain with forward head posture: A randomized clinical trial. BMC Musculoskeletal Disorders. 2024; 25(1):707. [DOI:10.1186/s12891-024-07749-8] [PMID]

[37] Morales Tejera D, Beltran-Alacreu H, Cano-de-la-Cuerda R, Leon Hernandez JV, Martín-Pintado-Zugasti A, Calvo-Lobo C, et al. Effects of virtual reality versus exercise on pain, functional, somatosensory and psychosocial outcomes in patients with non-specific chronic neck pain: A randomized clinical trial. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020; 17(16):5950. [DOI:10.3390/ijerph17165950] [PMID]

[38] Arif T, Rehman SSU, Ikram M. Effects of cervical stabilisation exercises on respiratory strength in chronic neck pain patients with forward head posture. Journal of the Pakistan Medical Association. 2022; 72(8):1635-8. [DOI:10.47391/JPMA.4226]