



Comparison of the effects of six-week proprioceptive and elastic band exercises on craniovertebral angle and proprioception in people with forward head posture and chronic non-specific neck pain: A randomized controlled trial

Azamian Jazi, Mohammadreza^{1a}; Gheitasi, Mehdi^{1b*}

1. MSc^a, Associate Professor^b, Department of Health and Sport Rehabilitation, Faculty of Sport Science and Health, University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran.

Received: May 2025; Accepted: September 2025

Keywords

Forward head posture,
Craniovertebral angle,
Proprioception,
Elastic Band Exercise.

Abstract

Background: Proprioception exercises and elastic band exercises may have different effects on the craniovertebral angle and proprioception impairment. Therefore, this study aimed to compare the effects of six-week proprioceptive and elastic band exercises on craniovertebral angle and proprioception in people with forward head posture and chronic non-specific neck pain.

Methods: Forty-two women (15) and men (27), aged 25-50 years, with forward head posture and chronic non-specific neck pain, who were selected based on the study's inclusion and exclusion criteria, were randomly divided into three groups: the proprioception exercise group, the elastic band exercise group, and the control group. The exercises were performed for six weeks (five sessions per week). The craniovertebral angle was measured by photogrammetry and proprioception with the cervical joint position error test.

Results: The craniovertebral angle in the proprioception and elastic band exercise groups increased significantly compared to the control group ($p < 0.05$), and there was no significant difference between the proprioception and elastic band exercise groups ($p > 0.05$). Proprioception error decreased significantly only in the proprioception exercise group compared to the control group ($p < 0.05$), and the difference between the elastic band exercise group and the control group and the difference between the proprioception and elastic band exercise groups was not significant ($p > 0.05$).

Conclusion: While proprioceptive exercises and elastic band exercises effectively correct forward head posture by increasing the craniovertebral angle, improvements in proprioception are observed only after proprioceptive training.

* Corresponding Author: Tel: 02129905839

✉ Email: m_gheitasi@sbu.ac.ir

Orcid Code:0000-0002-1582-0859

Extended Abstract

Introduction

Forward head posture (FHP) is characterized by the anterior displacement of the head relative to the vertical axis of the body, which leads to a reduction in the craniovertebral angle (CVA) and alters the alignment of the cervical spine (4). A 2023 study reported that FHP affects 84.5% of male students at the University of Tehran (7). This condition is associated with various disorders, including trigger points in the suboccipital muscles, temporomandibular joint dysfunction, neck pain, tension-type headaches, and dyskinesia (8). A decreased CVA is linked to a range of adverse outcomes, such as impaired proprioception, reduced cervical range of motion, and an increased risk of developing chronic musculoskeletal disorders (2, 5, 9-11). Individuals with FHP demonstrate greater joint position errors, indicating compromised cervical proprioception. Cervical proprioception and CVA are closely related, as both influence the stability and control of head and neck posture; reduced proprioceptive accuracy disrupts cervical postural control and may further decrease the CVA (5, 9, 10). Proprioceptive exercises and elastic band exercises are among the conservative approaches considered for restoring optimal head and neck alignment and improving proprioceptive function (1, 12). The mechanisms and effects of these two exercise modalities on head and neck posture and pain differ. To date, no direct comparison has been made regarding which of these two exercise methods is superior. Therefore, this study aimed to compare the effects of six-week proprioceptive and elastic band exercises on craniovertebral angle and proprioception in people with forward head posture and chronic non-specific neck pain.

Method

The participants in this study consisted of 48 men and women with forward head posture and non-specific chronic neck pain, who were selected from among 117 volunteers based on the study's inclusion criteria. They were then randomly assigned to three groups: control (16 participants), proprioceptive exercises (16 participants), and elastic band exercises (16 participants). The sample size was calculated using G*Power software (version 3.1.9.2). During the study, six participants withdrew,

so ultimately, data from 42 participants were included in the statistical analysis. All selected participants had a craniovertebral angle of less than 50 degrees and were between 25 and 50 years old.

Proprioception exercises were performed five times a week in three sets of 8 to 12 repetitions; in the first two weeks, each exercise was performed 3 x 8, in the second two weeks 3 x 10, and in the third two weeks 3 x 12. Rest between sets was 30 seconds and rest between exercises was 1 minute; therefore, proprioception exercises lasted about 15 minutes per session (excluding the 10 minutes for warm-up and cool-down). The intensity of the exercises was increased by increasing repetitions, range of motion, changing from sitting to standing, and increasing the duration of the exercises, to respect the principle of overload.

The exercises with the elastic bands included four specific exercises for the main neck movement muscles: flexion, extension, and lateral flexion (left and right). The exercises were performed in a sitting position with a resistance band applied to the movements. The exercises were performed five sessions per week in 3 or 4 sets of 12 or 15 repetitions, with 12 x 3 in the first two weeks, 15 x 3 in the second two weeks, and 12 x 4 in the third two weeks. Since the elastic bands have different resistances that are indicated by different colors, to comply with the principle of overload, a yellow band (the lowest resistance) was used in the first two weeks, a red band in the second two weeks, and a green band in the third two weeks. The rest between sets was 30 seconds and the rest between exercises was one minute; therefore, the exercises in each session lasted 15 minutes (excluding 10 minutes for warm-up and cool-down).

The craniovertebral angle was measured using lateral body photography, and the images were transferred to a computer and analyzed using Image J software. The cervical joint position sense test was performed according to the protocols described in reputable sources, and the recorded images were used to calculate joint position errors using the following formula.

$$\text{Angle} = \tan^{-1}(\text{error distance}/90 \text{ cm})$$

The craniovertebral angle was analyzed using photogrammetry and Image J software. Additionally, cervical joint position sense was assessed using a laser and the joint position error

formula. Data analysis was conducted using the Shapiro-Wilk test, two-way ANOVA, and post hoc Tukey and Bonferroni tests at a significance level of 0.05, using SPSS software.

Results

The craniovertebral angle ($F(2,39) = 10.526$, $p = 0.000$, $Eta=0.351$) and proprioception ($F(2,39) = 3.381$, $p = 0.044$, $Eta=0.148$) showed significant changes after six weeks of proprioceptive and elastic band exercises. The craniovertebral angle significantly increased in the forward head posture group following six weeks of proprioceptive and elastic band exercises compared to the control group ($P<0.05$), with no significant superiority between the two exercise types ($P>0.05$). Additionally, proprioceptive error significantly decreased after six weeks of proprioceptive exercises compared to the control group in people with forward head posture ($P<0.05$), while the reduction following elastic band exercises was not significant ($P>0.05$). Consequently, proprioceptive exercises showed significant superiority over elastic band exercises ($P<0.05$).

Discussion

The significant increase in craniovertebral angle observed in individuals with forward head posture after six weeks of proprioceptive and elastic band exercises compared to the control group may be attributed to the

fact that proprioceptive exercises enhance joint position sense and neuromuscular control of the cervical spine. By repeatedly challenging the body's awareness of head and neck positioning, these exercises help restore optimal alignment and correct head/neck deviations, thereby improving proprioceptive feedback and increasing the craniovertebral angle (1, 10). Conversely, elastic band exercises primarily strengthen deep cervical flexors, scapular stabilizers, and other postural muscles. By enhancing muscular strength and endurance, these exercises improve the craniovertebral angle and facilitate better postural alignment (6, 12, 16, 17, 19).

In this study, proprioceptive error decreased significantly only after proprioceptive exercises, likely because these exercises are specifically designed to stimulate and strengthen sensory pathways responsible for joint position sense. Elastic band exercises appear to focus primarily on muscular resistance and strengthening (6, 12, 16, 17) and may not directly target proprioceptive pathways. Collectively, the findings suggest that six weeks of proprioceptive exercises can effectively improve both craniovertebral angle and proprioceptive function in individuals with forward head posture. However, six weeks of elastic band exercises appear to primarily enhance the craniovertebral angle without significantly improving proprioceptive sense.

Table 1. Two-way ANOVA with repeated measures results for research variables

Variables	Time	Groups			F	P	Eta
		Proprioceptive exercises	Elastic band exercises	Control			
Craniovertebral Angle	Pretest	47.89±3.08	47.24±2.33	46.91±2.45	10.526	0.000	0.351
	Posttest	54.71±4.38	52.73±3.20	46.51±1.63			
Proprioception	Pretest	6.51±1.32	6.77±1.44	6.16±1.31	3.381	0.044	0.148
	Posttest	3.42±1.19	4.66±1.19	5.80±1.12			

Compliance with ethical guidelines

This study has been registered with the Ethics Committee of Shahid Beheshti University under the code IR.SBU.REC.1403.096.

Funding

This study received no funding from public, commercial, or nonprofit organizations.

Conflict of interest

In the current research, there is no conflict of interest with any particular person or organization.

Acknowledgments

The authors would like to thank all the participants in this study.



مقایسه اثر شش هفته تمرینات حس عمقی و نوار کشی بر زاویه کرانیوورتبرال و حس عمقی در افراد دارای سر به جلو با گردن درد مزمن غیراختصاصی: کارآزمایی تصادفی کنترل شده

محمدرضا اعظمیان جزی^{۱،*}، مهدی قیطاسی^{۱،۲*}

۱- کارشناس ارشد^۱، دانشیار^۲ آسیب شناسی ورزشی و تمرینات اصلاحی، گروه تندرستی و بازتوانی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

مقاله پژوهشی

دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۴؛ پذیرش: شهریور ۱۴۰۴

واژگان کلیدی

وضعیت سر به جلو،

زاویه کرانیوورتبرال،

حس عمقی،

تمرین نوار کشی

چکیده

زمینه و هدف: تمرینات حس عمقی و نوار کشی ممکن است تاثیر متفاوتی بر زاویه کرانیوورتبرال و اختلال در حس عمقی داشته باشند. بنابراین، این تحقیق با هدف مقایسه اثر شش هفته تمرینات حس عمقی و نوار کشی بر زاویه کرانیوورتبرال و حس عمقی در افراد مبتلا به سر به جلو با گردن درد مزمن غیراختصاصی انجام شد.

روش بررسی: ۴۲ نفر زن (۱۵ نفر) و مرد (۲۷ نفر) ۲۵-۵۰ ساله مبتلا به سر به جلو با گردن درد مزمن غیراختصاصی که بر اساس معیارهای ورود و خروج مطالعه انتخاب شده بودند به طور تصادفی به سه گروه تقسیم شدند: گروه تمرین حس عمقی (۵ زن و ۹ مرد)، گروه تمرین با نوار کشی (۴ زن و ۱۰ مرد) و گروه کنترل (۶ زن و ۸ مرد). تمرینات به مدت شش هفته (هر هفته پنج جلسه) انجام شد. زاویه کرانیوورتبرال به روش فتوگرامتری و حس عمقی با آزمون بازسازی سری-گردنی اندازه-گیری شد. تحلیل داده‌ها با آزمون ANOVA دو راهه با اندازه‌گیری‌های مکرر در سطح معناداری $P \leq 0.05$ انجام شد.

نتایج: زاویه کرانیوورتبرال ($F(2,39) = 10.526, p = 0.000, \eta^2 = 0.351$) و حس عمقی ($F(2,39) = 3.381, p = 0.044, \eta^2 = 0.148$) پس از شش هفته تمرینات حس عمقی و نوار کشی تغییرات معناداری داشتند. زاویه کرانیوورتبرال در گروه حس عمقی و گروه نوار کشی در مقایسه با گروه کنترل افزایش معناداری داشت ($p < 0.05$) و تفاوت معناداری بین گروه حس عمقی و گروه نوار کشی مشاهده نشد ($p > 0.05$). خطای حس عمقی تنها در گروه تمرینات حس عمقی در مقایسه با گروه کنترل کاهش معناداری داشت ($p < 0.05$) و تفاوت بین گروه نوار کشی و گروه کنترل و نیز تفاوت بین گروه حس عمقی و گروه نوار کشی معنادار نبود ($p > 0.05$).

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان می‌دهند که اگرچه تمرینات حس عمقی و تمرینات با نوار کشی هر دو از طریق افزایش زاویه کرانیوورتبرال به‌طور مؤثری در اصلاح وضعیت سر به جلو نقش دارند، اما بهبود حس عمقی تنها پس از اجرای تمرینات حس عمقی مشاهده می‌شود و تمرینات با نوار کشی نمی‌تواند عملکرد حس عمقی را بهبود بخشد.

مقدمه

وضعیت سر به جلو (FHP)^۱، یک اختلال شایع اسکلتی-عضلانی است که به ویژه در افرادی که زیاد با دستگاه‌های دیجیتال سر و کار دارند و یا آنهایی که در حالت نشسته کار می‌کنند شایع می‌باشد (۳-۱). این اختلال با جابجایی قدامی سر نسبت به محور عمودی بدن مشخص می‌شود که در نهایت به کاهش زاویه کرانیوورترال (CVA)^۲ می‌انجامد (۴). CVA به عنوان زاویه بین خط افقی که از C7 عبور می‌کند و خطی که از تراگوس گوش تا C7 امتداد می‌یابد، تعریف می‌شود (۵). CVA با هایپراکستنشن مهره‌های گردنی فوقانی، لوردوز بیش از حد در ستون فقرات گردنی و انتقال قدامی سر نسبت به خط کشش ثقل همراه است (۶).

مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۳ با تمرکز بر دانشجویان پسر دانشگاه تهران نشان داد که FHP شایع‌ترین ناهنجاری وضعیتی است که ۸۴/۵ درصد از شرکت‌کنندگان را تحت تأثیر قرار داده است (۷). این عارضه با اختلالات مختلفی مانند نقاط ماشه‌ای در عضلات زیر پس‌سری، اختلال گیجگاهی فکی، درد گردن، سردرد تنشی و دیسکینزی^۳ مرتبط است (۸).

کاهش CVA با مجموعه‌ای از پیامدهای نامطلوب و از جمله اختلال در حس عمقی، کاهش دامنه حرکتی گردن و افزایش خطر ابتلا به اختلالات مزمن اسکلتی-عضلانی همراه می‌باشد (۲، ۵، ۹-۱۱). CVA به عنوان شاخصی قابل اعتماد و پرکاربرد برای ارزیابی شدت FHP شناخته می‌شود و کاهش آن با کاهش دقت در حس عمقی گردن همراه است (۵، ۹). حس عمقی، توانایی بدن در درک موقعیت و حرکت مفاصل است و برای حفظ تعادل وضعیتی و هماهنگی حرکات پیچیده ضروری می‌باشد. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که افراد مبتلا به FHP، خطای بیشتری در تعیین موقعیت مفصل دارند که نشان‌دهنده اختلال در حس عمقی گردنی می‌باشد. در واقع، حس عمقی گردن و زاویه کرانیوورترال ارتباط نزدیکی با یکدیگر دارند؛ زیرا هر دو بر ثبات و کنترل وضعیت سر و گردن تأثیر دارند و کاهش دقت حس عمقی باعث اختلال در کنترل وضعیت گردن شده و ممکن است به تغییر در زاویه کرانیوورترال منجر

شود (۵، ۹، ۱۰).

تمرینات حس عمقی^۴ و تمرینات با نوارهای کشی^۵ از جمله رویکردهای محافظه‌کارانه‌ای هستند که برای بازگرداندن راستای مناسب سر و گردن و بهبود عملکرد حس عمقی مورد توجه قرار گرفته‌اند (۱، ۱۲). بهبود حفظ تعادل در موقعیت‌های مختلف یا هنگام انجام حرکات بدنی، افزایش دامنه حرکتی مفاصل و نیز تقویت ساختارهای لیگامانی و تاندونی از اهداف اساسی اجرای تمرینات حس عمقی می‌باشد (۱۳). این تمرینات معمولاً شامل حرکات هدفمند و مکانیزم‌های بازخوردی برای بهبود حس موقعیت مفصل و کنترل عصبی - عضلانی هستند (۱، ۱۰) و با هدف بهبود عملکرد حس عمقی (تسهیل دروندادهای حسی) و در نهایت، بهبود عملکرد حرکتی به عنوان ابزاری برای توانبخشی حسی - حرکتی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۴).

تمرینات مقاومتی با نوار کشی به طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته‌اند و در مقایسه با دیگر روش‌های رایج، در دسترس‌تر و کم هزینه‌تر هستند (۱۵-۱۷). این نوع تمرین می‌تواند انعطاف‌پذیری، تعادل (۱۸)، قدرت عضلانی و ظرفیت عملکردی را بهبود بخشد (۱۶، ۱۹، ۲۰). همچنین، چندین مطالعه نشان داده‌اند که این نوع تمرینات بر تقویت عضلات فلکسور عمقی گردن و عضلات پایدارکننده کتف تمرکز دارند و باعث تصحیح عدم تعادل عضلانی و بهبود استقامت وضعیتی می‌گردند (۶، ۱۲، ۱۷، ۲۱).

به طور خلاصه و با یک رویکرد مقایسه‌ای، تمرینات حس عمقی بیشتر بر فعال‌سازی صحیح گیرنده‌ها و آوران-های حسی، برقراری هماهنگی بهتر بین عملکرد اعصاب و عضلات و نیز بهبود دقت حرکتی سر و گردن تأکید دارند (۲۲-۲۵)؛ در حالی که تمرینات با نوار کشی بر تقویت عضلات اصلی حرکت دهنده گردن، برقراری ثبات و پایداری بیشتر در ناحیه سر و گردن و نیز بهبود تعادل عضلانی تأثیر دارند (۶، ۱۲، ۱۷، ۲۱). به نظر می‌رسد مقایسه تأثیر این دو نوع تمرین بر زاویه کرانیوورترال و حس عمقی در افراد مبتلا به سر به جلو با گردن درد مزمن غیراختصاصی علاوه بر نشان دادن مزیت‌های ویژه هر یک از این دو نوع تمرین می‌تواند نشان دهد که کدام یک از این دو نوع روش تمرین

^۴ Proprioceptive exercises

^۵ Elastic band exercises

^۱ Forward head posture

^۲ Craniovertebral angle

^۳ Dyskinesia

می‌تواند تاثیر همزمان بهتری بر بهبود زاویه کرانیوورترال و حس عمقی داشته باشد. بررسی‌های ما نشان داد که تا کنون چنین مقایسه‌ای انجام نشده است.

روش تحقیق

این مطالعه که با کد IR.SBU.REC.1403.096 در کمیته اخلاق دانشگاه شهید بهشتی به ثبت رسیده است یک طرح نیمه تجربی دارای دو گروه تمرین (تمرینات حس عمقی و تمرینات با نوار کشی) و یک گروه کنترل می‌باشد. آزمودنی‌های این مطالعه ساکن شهر اصفهان بودند و از طریق فراخوان وارد این مطالعه شدند. در ابتدا، هدف انجام تحقیق، روش اجرای آن و خطرات احتمالی آن برای همه شرکت کنندگان تشریح شد. سپس، آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی برای شرکت در این پژوهش را امضاء کردند. به شرکت کنندگان اطمینان داده شد که کلیه اطلاعات فردی آنها نزد محققان محفوظ خواهد ماند و نیز هر زمانی که تمایل داشته باشند می‌توانند از ادامه شرکت در این مطالعه انصراف بدهند. شرکت کنندگان در این تحقیق را ۴۸ نفر زن و مرد دارای سر به جلو با گردن درد مزمن غیر اختصاصی تشکیل دادند که بر اساس معیارهای ورود به مطالعه از بین ۱۱۷ داوطلب انتخاب شدند و سپس، به صورت تصادفی در سه گروه کنترل (۱۶ نفر شامل: ۶ زن و ۸ مرد)، تمرین حس عمقی (۱۶ نفر شامل: ۵ زن و ۹ مرد) و تمرین با نوار کشی (۱۶ نفر شامل: ۴ زن و ۱۰ مرد) تقسیم شدند.

حجم نمونه با استفاده از نرم افزار G*Power (نسخه ۳.۱.۹.۲) برای روش آماری "ANOVA: Repeated measures, within-between interaction" محاسبه گردید (اندازه اثر ۰/۲۵، سطح الفای ۰/۰۵ و توان ۰/۸۰) (۲۶). با توجه به این پارامترها، حجم نمونه ۴۲ نفر محاسبه شد که با احتمال ریزش ۱۵ درصدی ۴۸ نفر به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. در جریان اجرای پژوهش و تا انجام پس-آزمون، در مجموع، شش نفر از آزمودنی‌ها (از هر گروه دو نفر) از تحقیق خارج شدند و در نهایت، داده‌های ۴۲ نفر (هر گروه ۱۴ نفر) در تحلیل آماری مورد بررسی قرار گرفت. معیارهای اصلی ورود به مطالعه:

- زاویه کرانیوورترال کمتر از ۵۰ درجه (۲۷)
- دامنه سنی بین ۲۵ تا ۵۰ سال
- نداشتن سابقه جراحی گردن یا شانه (۱۷)

- عدم ابتلا به فیبرومیالژیا (۱۷، ۲۷)، تنگی کانال نخاعی (۱۴)، آرتروز روماتوئید (۱۴، ۲۴، ۲۷) و یا هر بیماری دیگری که مانع انجام فعالیت ورزشی شود. معیارهای اصلی خروج از مطالعه:

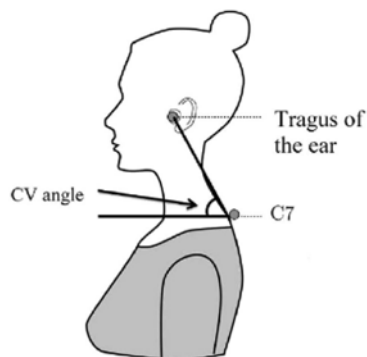
- غیبت بیش از سه جلسه از تمرینات
- عدم تمایل به ادامه مشارکت در پژوهش
- بروز آسیب دیدگی در طی تحقیق

پروتکل تمرین

برنامه تمرینات حس عمقی و تمرینات با نوار کشی به صورت تحت نظر انجام شد و گروه کنترل فعالیت‌های معمول خود را بدون هیچ رژیم ورزشی خاصی حفظ کردند. قبل از شروع مداخله، روش انجام تمرینات به آزمودنی‌های هر دو گروه تمرین آموزش داده شد و اجرای فرم صحیح تمرینات و رعایت پروتکل تمرینات و از جمله فواصل استراحت به دقت کنترل گردید.

تمرینات حس عمقی پنج جلسه در هفته در سه ست ۸ تا ۱۲ تکراری انجام می‌شد؛ به شکلی که در دو هفته اول، هر تمرین ۳*۸، دو هفته دوم ۳*۱۰، دو هفته سوم ۳*۱۲ اجرا گردید. استراحت بین ست‌ها ۳۰ ثانیه و استراحت بین تمرینات یک دقیقه بود؛ بنابراین، تمرینات حس عمقی در هر جلسه حدود ۱۵ دقیقه به طول می‌انجامید (صرف نظر از ۱۰ دقیقه مربوط به گرم کردن و سرد کردن). شدت تمرینات با هدف رعایت اصل اضافه بار، با افزایش تکرارها، دامنه حرکت، تغییر وضعیت نشسته به ایستاده و افزایش زمان تمرینات افزایش می‌یافت (۱۴، ۲۸). تمرینات با نوار کشی (جدول ۱) شامل چهار تمرین ویژه عضلات حرکت دهنده اصلی گردن بود که عبارتند از: فلکشن، اکستنشن و لترال فلکشن (چپ و راست). تمرینات به گونه‌ای اجرا می‌شد که یک مقاومت نوار کشی در وضعیت نشسته در برابر حرکات اعمال می‌شد. تمرینات پنج جلسه در هفته در ۳ یا ۴ ست ۱۲ یا ۱۵ تکراری که دو هفته اول ۳*۱۲، دو هفته دوم ۳*۱۵ و دو هفته سوم ۴*۱۲ انجام می‌شد. از آنجایی که کش‌ها دارای مقاومت‌های متفاوتی هستند که با رنگ‌های مختلف مشخص می‌شوند، برای رعایت اصل اضافه بار، در دو هفته اول از نوار زرد رنگ (کمترین مقاومت)، دو هفته دوم از نوار قرمز و دو هفته سوم از نوار سبز استفاده شد. استراحت بین

مستقیمی بین مارکر تراگوس گوش و زائده خاری C7 رسم می‌شد که زاویه بین این خط و خط افقی گذرنده از زائده خاری به عنوان زاویه کرانیوورتمبرال ثبت می‌شد (۳۱) (شکل ۱).



شکل ۱. زاویه کرانیوورتمبرال

آزمون بازسازی زاویه سری - گردنی: آزمودنی در فاصله ۹۰ سانتی‌متری (در وضعیت نشسته) از صفحه نصب شده روی دیوار قرار می‌گرفت و از او خواسته می‌شد که به پشتی صندلی تکیه دهد و دست‌ها را در وضعیت آویزان شده قرار دهد. ادامه کار به این صورت بود که چشم بندی بر روی چشم آزمودنی قرار می‌گرفت (جهت حذف پیام‌های بینایی)، کلاهی کم وزن، راحت و دارای یک نشانگر لیزری روی سر او قرار می‌گرفت و پس از آن، آزمودنی سر و گردن خود را در وضعیت طبیعی و راحت قرار داده و آن را به ذهن سپرده و بعد با فشار دادن دکمه و روشن شدن نور لیزر، وضعیت هدف ثبت می‌شد. سپس، آزمودنی سر و گردن خود را در صفحه عرضی و تا انتهای دامنه طبیعی به چپ و راست چرخش می‌داد و بعد از بازگشت، با نهایت دقت سعی در بازسازی وضعیت شروع اولیه داشت. برای ثبت وضعیت بازسازی شده آزمودنی دوباره دکمه را جهت روشن شدن مجدد نشانگر فشار می‌داد. این فرآیند سه مرتبه تکرار می‌شد و میانگین آنها به عنوان میزان خطای بازسازی ثبت می‌شد. تمامی آثار نور لیزر به وسیله یک دوربین دیجیتال ثبت می‌شد و بعداً از تصاویر ثبت شده برای محاسبه خطاهای بازسازی زاویه با فرمول زیر استفاده می‌شد (۱۴) (شکل ۲). بر اساس تحقیق رول و همکاران خطای کمتر از چهار و نیم درجه، حس عمقی طبیعی کردن را نشان می‌دهد (۲۸).

ست‌ها ۳۰ ثانیه و استراحت بین تمرینات یک دقیقه بود؛ بنابراین، اجرای تمرینات در هر جلسه ۱۵ دقیقه به طول می‌انجامید (بدون در نظر گرفتن ۱۰ دقیقه مربوط به گرم کردن و سرد کردن) (۲۱، ۲۹). تصاویر مربوط به نحوه انجام تمرینات در پیوست‌های الف و ب ارائه شده است.

جدول ۱. پروتکل تمرین

تمرینات مقاومتی		تمرینات حس عمقی	
با نوار کشی			
هفته - نوار	نوار	تکرارها	ست - ها
۱	X	۱۲	۳
۲	X	۱۲	۳
۳	X	۱۵	۳
۴	X	۱۵	۳
۵	X	۱۲	۳
۶	X	۱۲	۳

اندازه‌گیری‌ها

قد آزمودنی‌ها در وضعیت ایستاده و بدون کفش با متر نواری نصب شده روی دیوار و وزن آزمودنی‌ها با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. عکس‌ها با گوشی سامسونگ گلکسی S23 گرفته شد و شاخص توده بدنی (BMI) با تقسیم وزن (کیلوگرم) بر قد (متر) به توان ۲ محاسبه گردید.

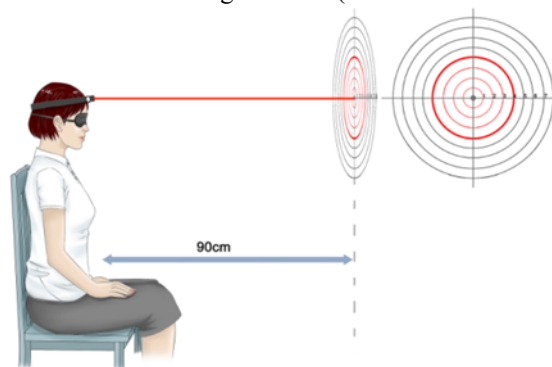
فتوگرامتری: زاویه کرانیوورتمبرال به روش عکس برداری از نیمرخ بدن اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی، ابتدا نشانه‌های آناتومیکی تراگوس گوش و زائده خاری مهره هفتم گردنی مشخص و به وسیله لندمارک نشانه‌گذاری شد. سپس، آزمودنی در کنار دیوار (در فاصله ۲۳ سانتیمتری) طوری می‌ایستاد که بازوی چپ او به سمت دیوار باشد. عکس - برداری از فاصله ۲۶۵ سانتی‌متری دیوار در ارتفاعی همراستا با سطح شانه راست آزمودنی انجام می‌شد. آزمودنی سه بار به جلو خم می‌شد و سه مرتبه نیز دست‌هایش را به بالای سر می‌برد و سپس، به صورت کاملاً طبیعی و راحت می‌ایستاد. سپس، در شرایطی که چشم‌ها در راستای افق قرار داشت، نقطه‌ای فرضی را روی دیوار مقابل نگاه می‌کرد و بعد از پنج ثانیه مکث عکس‌برداری انجام می‌شد (۳۰). در خاتمه، تصاویر به رایانه منتقل شده و با بهره‌گیری از نرم افزار Image J تحلیل می‌شد. در طی این فرایند، خط

جفتی‌های درون گروهی استفاده شد. سطح معناداری قابل قبول مساوی یا کمتر از پنج صدم در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ و ترسیم نمودارها با نرم افزار گرافید پریسم ۱۰ انجام شد.

نتایج مطالعه

ویژگی‌های عمومی و متغیرهای مربوط به گروه‌های تمرین و کنترل در مرحله پیش‌آزمون (حالت پایه) در جدول ۲ ارائه شده است. همچنین، آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که توزیع همه داده‌ها نرمال است (جدول ۳). علاوه بر این، آزمون باکس نشان داد که فرض همگنی ماتریس‌های کوواریانس برقرار است و نتایج آزمون لون همگنی واریانس‌ها برای هر چهار متغیر تحقیق را تأیید کرد.

$$\text{Angle} = \tan^{-1}(\text{error distance}/90 \text{ cm})$$



شکل ۲. آزمون بازسازی زاویه سری - گردنی

بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک، مقایسه کلی گروه‌ها با آزمون آنوای دو راهه با اندازه گیری‌های مکرر و در صورت معنادار بودن تفاوت بین گروه‌ها از آزمون پیگیر توکی برای مقایسه‌های جفتی‌های بین-گروهی و نیز از آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه

جدول ۱. اطلاعات مربوط به ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها (میانگین و انحراف استاندارد)

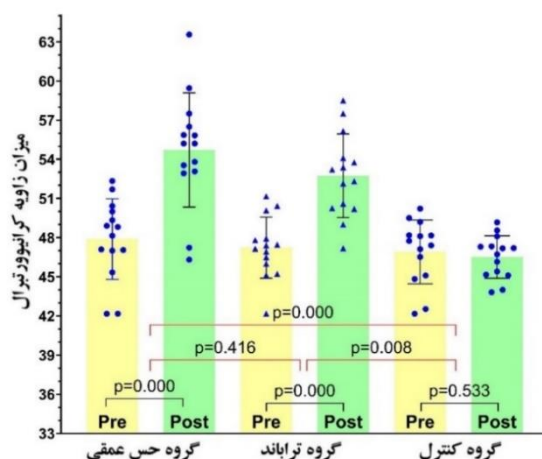
گروه‌ها	جنسیت و تعداد آزمودنی‌ها	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن بدن (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)
گروه حس عمقی	کل (۱۴)	۳۴/۱۴±۷/۳۲	۱۶۸/۵۷±۶/۰۶	۷۲/۲۵±۹/۳۳	۲۵/۵۲±۲/۳۲
	زن (۵)	۳۱/۸۰±۹/۵۸	۱۶۶/۸۰±۲/۳۹	۶۸/۷۰±۱۱/۴۷	۲۴/۶۳±۳/۶۵
	مرد (۹)	۳۵/۴۴±۵/۹۸	۱۶۹/۵۶±۷/۳۳	۷۴/۹۶±۷/۷۵	۲۶/۰۲±۱/۱۵
گروه نوار کشی	کل (۱۴)	۳۶/۵۷±۸/۸۰	۱۶۸/۱۴±۴/۱۹	۷۳/۷۶±۴/۹۲	۲۶/۱۱±۱/۹۱
	زن (۴)	۴۲/۲۵±۵/۵۶	۱۶۶/۰۰±۲/۱۶	۷۱/۵۶±۵/۵۲	۲۶/۰۰±۲/۴۴
	مرد (۱۰)	۳۴/۳۰±۹/۰۳	۱۶۹/۰۰±۴/۵۷	۷۴/۶۴±۴/۶۷	۲۶/۱۶±۱/۸۲
گروه کنترل	کل (۱۴)	۳۴/۷۹±۷/۹۱	۱۶۷/۱۴±۵/۴۹	۷۴/۸۸±۳/۶۶	۲۶/۸۳±۱/۳۹
	زن (۶)	۳۵/۸۳±۸/۷۳	۱۶۶/۸۳±۵/۶۴	۷۵/۶۶±۳/۳۰	۲۷/۲۱±۱/۳۲
	مرد (۸)	۳۴/۰۰±۷/۷۶	۱۶۷/۳۸±۵/۷۶	۷۴/۲۹±۴/۰۳	۲۶/۵۵±۱/۴۶

میزان خطای حس عمقی پس از شش هفته تمرینات حس عمقی در مقایسه با گروه کنترل در افراد دارای سر به جلو کاهش معناداری داشت ($P < ۰/۰۵$)، اما کاهش آن پس از تمرینات با نوار کشی معنادار نبود ($P > ۰/۰۵$) و بنابراین، تاثیر تمرینات حس عمقی در مقایسه با تمرینات با نوار کشی برتری معناداری داشت ($P < ۰/۰۵$). تغییرات این متغیرها در نمودارهای ۱ و ۲ قابل مشاهده است.

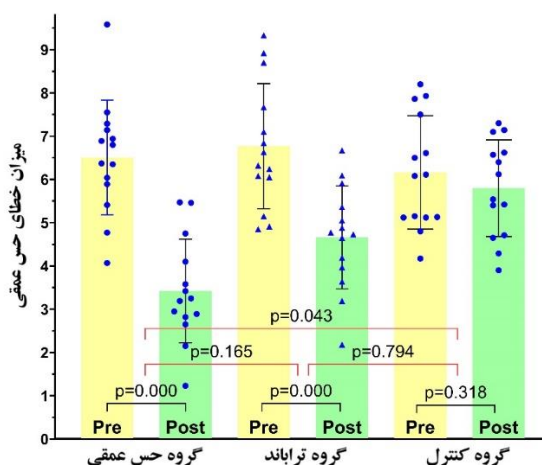
میزان زاویه کرانیوورترال ($F=۱۰/۵۲۶$ ، $\text{Eta}=۰/۳۵۱$ ، $p=۰/۰۰۰$) و حس عمقی ($F=۳/۳۸۱$ ، $\text{Eta}=۰/۱۴۸$ ، $p=۰/۰۴۴$) پس از شش هفته تمرینات حس عمقی و نوار کشی تغییر معناداری داشتند. میزان زاویه کرانیوورترال پس از شش هفته تمرینات حس عمقی و نوار کشی در مقایسه با گروه کنترل در افراد دارای سر به جلو افزایش معناداری داشت ($P < ۰/۰۵$) و هیچ یک از این دو نوع تمرین برتری معناداری بر دیگری نداشت ($P > ۰/۰۵$). همچنین،

جدول ۲. نتایج آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی نرمال بودن داده ها

متغیرها	مرحله آزمون	گروه حس عمقی		گروه تراباند		گروه کنترل	
		P	Z	P	Z	P	Z
میزان زاویه کرانیوورتمبرال	پیش آزمون	۰/۹۳۳	۰/۳۳۴	۰/۹۵۵	۰/۶۳۶	۰/۹۱۷	۰/۱۹۹
	پس آزمون	۰/۹۳۷	۰/۳۸۶	۰/۹۷۷	۰/۹۵۰	۰/۹۵۹	۰/۷۰۱
میزان حس عمقی	پیش آزمون	۰/۹۵۶	۰/۶۵۱	۰/۹۳۲	۰/۳۲۶	۰/۹۲۲	۰/۲۳۳
	پس آزمون	۰/۹۴۷	۰/۵۱۴	۰/۹۸۳	۰/۹۸۸	۰/۹۴۱	۰/۴۲۷



نمودار ۱. مقایسه تغییرات میزان زاویه کرانیوورتمبرال در پیش آزمون و پس آزمون بین سه گروه مورد مطالعه (درون گروهی)



نمودار ۲. مقایسه تغییرات میزان خطا در آزمون حس عمقی در پیش آزمون و پس آزمون بین سه گروه مورد مطالعه (درون گروهی)

بحث

کشی) باعث بهبود معنادار زاویه کرانیوورتمبرال نسبت به گروه کنترل شدند. یعنی از نظر بالینی، هم تمرینات حس عمقی و هم تمرینات با نوار کشی توانستند وضعیت سر را نسبت به تنه اصلاح کنند و میزان سر به جلو را کاهش دهند. عدم وجود تفاوت معنادار بین دو گروه تجربی نشان

مطالعه حاضر با هدف مقایسه شش هفته تمرینات حس عمقی و نوار کشی بر زاویه کرانیوورتمبرال و حس عمقی در افراد دارای سر به جلو انجام شد. هر دو مداخله (تمرینات حس عمقی و تمرینات با نوار

می‌دهد که اثر اصلاحی هر دو روش مشابه بوده و هیچ کدام برتری معناداری بر دیگری نداشتند. در مورد تغییرات حس عمقی، خطای حس عمقی تنها در گروه تمرینات حس عمقی به‌طور معناداری کاهش یافت. این نشان می‌دهد که از نظر بالینی، این تمرینات مستقیماً موجب بهبود توانایی فرد در تشخیص و کنترل موقعیت سر در فضا شده است، یعنی بیماران پس از انجام این نوع تمرینات بهتر قادر به بازتولید و حفظ وضعیت صحیح سر بوده‌اند. در گروه نوار کشی، بهبود حس عمقی مشاهده نشد که بیانگر این است که نوار کشی تأثیر مطلوبی بر بهبود حس عمقی ندارد. حس عمقی گردن و زاویه کرانیوورترال ارتباط نزدیکی با یکدیگر دارند، زیرا هر دو بر ثبات و کنترل وضعیت سر و گردن تأثیر می‌گذارند. در افراد مبتلا به سر به جلو، کاهش دقت حس عمقی باعث اختلال در کنترل وضعیت گردن می‌شود (۵، ۹، ۱۰).

در این مطالعه، پس از شش هفته تمرینات حس عمقی، زاویه کرانیوورترال افزایش معناداری داشت. در مطالعه یو^۱ و همکاران (۲۰۱۸)، تمرینات حس عمقی به عنوان یک مداخله موثر برای بهبود زاویه کرانیوسرویکال معرفی شد (۲۵). گرچه طول مدت تمرین آنها (شش هفته) با تحقیق حاضر یکسان است، اما در سایر موارد مربوط به ویژگی‌های مطالعه و به‌ویژه در زمینه اجرای تمرین و ویژگی‌های آزمودنی‌ها، تفاوت‌هایی مشاهده می‌شود. با این وجود، نتایج تحقیق ما نتایج آنها را تأیید می‌کند. در مطالعه مزیدی و همکاران (۲۰۲۱) نیز زاویه سر به جلو بعد از هشت هفته تمرینات حسی - حرکتی همراه با مطالعه حاضر بهبود معناداری داشت (۱۴). همچنین، در مطالعه حاضر، زاویه کرانیوورترال پس از شش هفته تمرینات با نوار کشی نیز افزایش معناداری داشت. در مطالعه دیپتی و همکاران (۲۰۲۳) (۶) پس از شش هفته تمرینات با نوار کشی، در مطالعه شین^۲ و همکاران (۲۰۲۰) (۲۱) پس از شش هفته تمرینات با نوار کشی و در مطالعه پانچولی و همکاران (۲۰۱۸) (۲۹) پس از ۱۰ هفته تمرینات با نوار کشی، زاویه کرانیوورترال به‌طور معناداری افزایش یافت. نتایج این سه تحقیق صرف‌نظر از مدت، شدت و نوع تمرینات، در راستای تحقیق حاضر می‌باشد و به نظر می‌رسد تفاوت در برخی

ویژگی‌های هر یک از این تحقیقات تأثیر به خصوصی در ایجاد تفاوت‌های معنادار در این تحقیقات نداشته‌اند.

مکانیسم کلی موثر در افزایش زاویه کرانیوورترال به این صورت است که مداخلات ورزشی (صرف‌نظر از نوع آنها) می‌توانند به بهبود تعادل و حس عمقی در ناحیه گردن منجر شوند و در نتیجه، آگاهی و کنترل موقعیت سر را بهبود بخشند (۳۲، ۳۳). اما با توجه به مداخلات مطالعه حاضر به نظر می‌رسد که افزایش معنادار زاویه کرانیوورترال در افراد مبتلا به وضعیت سر به جلو پس از شش هفته تمرینات حس عمقی و نیز تمرینات با نوار کشی در مقایسه با گروه کنترل به این دلیل باشد که هر دو نوع پروتکل تمرینی عوامل عضلانی-اسکلتی و عصبی-عضلانی مؤثر در راستای سر را به‌طور مستقیم هدف قرار می‌دهند. به عبارت دیگر، تمرینات حس عمقی با تقویت حس موقعیت مفصل و کنترل عصبی-عضلانی ستون فقرات گردنی و به چالش کشیدن مکرر آگاهی بدن از موقعیت سر و گردن می‌تواند به بازگرداندن راستای بهینه و اصلاح انحراف سر و گردن کمک نمایند و در نتیجه، بازخورد حس عمقی را بهبود بخشیده و زاویه کرانیوورترال را افزایش دهد (۱، ۱۰).

توضیح بیشتر این که، تمرینات حس عمقی باعث تحریک و بهبود عملکرد دوک‌های عضلانی در عضلات عمقی گردن می‌شود که این امر هم به نوبه خود منجر به ورودی بهتر حس عمقی و بهبود کنترل حرکتی می‌شود که هماهنگی عضلانی را بهبود می‌بخشد و نیز مسیرهای عصبی بین گیرنده‌های عمقی و سیستم عصبی مرکزی را تقویت می‌کند و نیز دقت پردازش اطلاعات حسی را افزایش می‌دهد (۱، ۳۴). همچنین، از آنجایی که نقص حس عمقی اغلب با درد مزمن گردن همراه است (۳۳)، می‌توان انتظار داشت که بهبود حس عمقی با بهبود گردن درد نیز همراه باشد.

از طرف دیگر، تمرینات با نوار کشی عمدتاً فلکسورهای عمقی گردن، پایدارکننده‌های کتف و سایر عضلات وضعیتی را تقویت می‌کنند. این تمرینات می‌توانند عضلاتی که با عدم تعادل (مانند سفتی دوزنقه‌ای فوقانی و ضعف فلکسورهای عمقی گردن) ارتباط دارند و باعث ایجاد وضعیت سر به جلو می‌شوند را تقویت نمایند (۶، ۱۲، ۱۷، ۲۱) و در نتیجه، با افزایش قدرت و استقامت عضلانی، زاویه

^۱ Yoo^۲ Shin

تمرینات معمولاً شامل فعالیت‌هایی مانند استفاده از سطوح ناپایدار، بازخورد بصری یا شنیداری و الگوهای حرکتی هدفمند هستند که تعادل، آگاهی از موقعیت مفصل و کنترل عصبی-عضلانی را به چالش می‌کشند (۱، ۱۰، ۳۷). فعال‌سازی مکرر و اصلاح حلقه‌های بازخورد حسی می‌تواند توانایی مغز در تفسیر و پاسخ به ورودی‌های حس عمقی را بهبود بخشد (۳۷، ۳۸). در مقابل، گرچه می‌توان انتظار داشت که تمرینات با نوار کشی به واسطه بهبود قدرت و هماهنگی عضلانی نقش و کاهش الگوهای حرکتی ناسازگار در تقویت حس عمقی نقش داشته باشد (۶، ۱۲، ۱۷، ۲۱)، اما ظاهراً تمرینات با نوار کشی عمدتاً بر مقاومت و تقویت عضلانی متمرکز هستند (۶، ۱۲، ۱۶، ۱۷) و احتمالاً مسیرهای حسی عمقی را به‌طور مستقیم هدف قرار نمی‌دهند. به عبارت دیگر، اگرچه این تمرینات می‌توانند قدرت عضلانی، استقامت و گاهی عملکرد کلی را بهبود بخشند، اما چالش حسی یا بازخورد لازم برای ایجاد تغییرات معنادار در مسیرهای حس عمقی را فراهم نمی‌کنند.

مهم‌ترین محدودیت‌های این تحقیق عبارتند از: (۱) عدم کنترل میزان فعالیت‌های بدنی روزانه آزمودنی‌ها، (۲) عدم کنترل عادات نامناسب رفتاری - حرکتی آن‌ها و (۳) عدم کنترل سطح انگیزشی آن‌ها برای شرکت در آزمون که به نظر می‌رسد کنترل آنها در تحقیقات آتی می‌تواند نتایج دقیق‌تر و مطمئن‌تری به دنبال داشته باشد.

نتیجه‌گیری

در مجموع، به نظر می‌رسد که انجام شش هفته تمرینات حس عمقی می‌تواند بر افزایش زاویه کرانیوورتربال و بهبود حس عمقی در افراد دارای سر به جلو نقش موثر و سودمندی داشته باشد. اما، انجام شش هفته تمرینات با نوار کشی فقط می‌تواند بر افزایش زاویه کرانیوورتربال تاثیر مطلوبی داشته باشد.

کاربرد بالینی

نتایج این پژوهش توصیه‌هایی را در مورد ارتباط نظارت بر نشانگرهای بار خارجی و داخلی در فوتبال حرفه‌ای برای کاهش خطر آسیب در جریان تمرین و مسابقه ارائه می‌دهد.

مربیان و تمرین دهندگان ورزش‌های تیمی باید

کرانیوورتربال را افزایش داده و تراز وضعیتی بهتری را امکان‌پذیر سازند (۲۱). تمرینات با نوار کشی باعث تقویت خم‌کننده‌ها و اکستنسورهای عمیق گردنی می‌شود و توانایی آنها را برای حمایت از هم‌ترازی مناسب سر و گردن بهبود می‌بخشد و همچنین، به بازیابی هماهنگی مناسب بین عضلات عمقی و سطحی گردن کمک می‌کند و الگوهای حرکتی ناسازگاری که در ایجاد وضعیت سر به جلو نقش دارند را کاهش می‌دهد (۱۲، ۲۹). این تمرینات فعال شدن و کنترل عضلات عمقی گردن را بهبود می‌بخشند، ثبات بهتری را برای ستون فقرات گردنی ایجاد می‌کنند و از موقعیت مطلوب سر حمایت می‌کنند (۱، ۱۲، ۳۵). به طور خلاصه، به نظر می‌رسد این سازوکارها به صورت هم‌افزا در ایجاد یک حلقه بازخورد مثبت همکاری دارند؛ به طوری که باعث بهبود عملکرد عضلانی و آگاهی نسبت به هم‌ترازی سر و گردن شده و در نتیجه، زاویه کرانیوورتربال را بهبود می‌بخشند.

در این مطالعه، میزان خطای حس عمقی فقط پس از تمرینات حس عمقی کاهش معناداری داشت که با یافته‌های سه مطالعه هم‌خوانی دارد. گو و همکاران (۲۰۲۴) در یک کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده نشان دادند که پس از چهار هفته (۱۶ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای) تمرینات تثبیت‌کننده گردن با بازخورد بصری (نوعی تمرین حس عمقی)، حس عمقی در افراد دارای عارضه سر به جلو در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل به طور معناداری بهبود یافت (۱). در مطالعه مزیدی و همکاران (۲۰۲۱) نیز حس عمقی پس از هشت هفته تمرینات حسی - حرکتی بهبود معناداری داشت (۱۴). همچنین، در مطالعه‌ای دیگر، شاه و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که انقباض گردن (یک تمرین حس عمقی) می‌تواند خطای موقعیت مفصل گردن در افراد مبتلا به سر به جلو را پس از دو هفته مداخله (۳ جلسه در هفته) به طور معناداری کاهش دهد (۳۶). در مقایسه نتایج مطالعه حاضر با این دو مطالعه به نظر می‌رسد تمرینات حتی با حجم و تعداد هفته‌های کمتر از شش هفته نیز می‌تواند بهبود معناداری در حس عمقی ایجاد کند.

کاهش معنادار خطای حس عمقی پس از شش هفته تمرینات حس عمقی ممکن است به این دلیل باشد که این تمرینات به‌طور خاص برای تحریک و تقویت مسیرهای حسی مسئول حس موقعیت مفصل طراحی شده‌اند. این

حمایت مالی

مطالعه حاضر هیچ گونه حمایت مالی از هیچ سازمانی دریافت نکرده است.

نقش نویسندگان

هر دو نویسنده در طراحی، اجرا، تحلیل نتایج و نگارش مقاله مشارکت داشتند.

تشکر و قدردانی

از همکاری صمیمانه بیماران محترم و عزیز در این پژوهش صمیمانه سپاسگزاریم.

تضاد منافع

هیچ گونه تضاد منافع در مطالعه حاضر وجود ندارد.

بازیکنان خود را در دوره های تمرینی که همراه با سرعت بالا و افزایش و کاهش شتاب متناوب مانند بازی در زمین های کوچک و بزرگ قرار دهند، تا از این طریق خطرهای مرتبط با این بارها را به خوبی درک کنند.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه که با کد IR.SBU.REC.1403.096 در کمیته اخلاق دانشگاه شهید بهشتی به ثبت رسیده است. همه آزمودنی های این پژوهش پس از آگاهی از اهداف پژوهش، فرم رضایت نامه کتبی را تکمیل کردند. همچنین، همه مراحل این پژوهش مطابق با اصول اخلاقی مندرج در بیانیه هلسینکی انجام شد.

References

- 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 (Baltimore)*. 2024;103(2):e36845.
- Han G YC, Kim S, Kim S. Effect of Exercise Intervention on Craniovertebral Angle and Neck Pain in Individuals With Forward Head Posture in South Korea: Literature Review. *Physical Therapy Korea*. 2002;30:261-7.
- Yong MS, Lee HY. Does Forward Head Posture Influence Muscle Tone, Stiffness, and Elasticity in University Students? *J Clin Med*. 2025;14(6).
- Cobanoglu G, Guzel NA, Ecemis ZB, Demirhan MY. Investigation of muscle activation during kinetic chain based exercises in individuals with and without forward head posture. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2024;37(6):1537-49.
- Yong MS, Lee HY, Lee MY. Correlation between head posture and proprioceptive function in the cervical region. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(3):857-60.
- Deepti W, Shikha S, Mahanta SK, Kumar A, Kumari V. Effect of Theraband Exercises on Neck Pain and Forward Head Posture in Various Occupation. *International Journal Of Pharmaceutical And Bio-Medical Science*. 2023;3(3):125-9.
- Shehada MS, Karimi N, Baraghoosh P, Mohammadi F, Ahmadi A. Prevalence and Factors Associated With Postural Abnormalities in Male Students of Tehran Universities: A Cross-sectional Study. *Physical Treatments - Specific Physical Therapy*. 2023;13(2):77-86.
- 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 (Basel)*. 2023;11(19).
- Lee MY, Lee HY, Yong MS. Characteristics of cervical position sense in subjects with forward head posture. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(11):1741-3.
- Raoofi Z, Sarrafzadeh J, Emrani A, Ghorbanpour A. Interaction between Proprioception, Forward Head Posture and Neck Pain in Adult Women. *Function and Disability Journal*. 2019;2(1):90-9.
- Suvarnnato T, Puntumetakul R, Uthairakul S, Boucaut R. Effect of specific deep cervical muscle exercises on functional disability, pain intensity, craniovertebral angle, and neck-muscle strength in chronic mechanical neck pain: a randomized controlled trial. *J Pain Res*. 2019;12:915-25.
- Kim TW, An DI, Lee HY, Jeong HY, Kim DH, Sung YH. Effects of elastic band exercise on subjects with rounded shoulder posture and forward head posture. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(6):1733-7.
- Stanković M, Čaprić I, Katanić B, Špirtović O, Maljanović D, Nailović H, et al. Proprioceptive training methods (PTM) in female soccer players - a systematic review. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2024;16(1):101.
- Mazidi M, Sakinipoor A, Letafatkar A. Effect of Sensorimotor Training on Proprioception, Posture and Pain in Subjects with Chronic Non-specific Neck Pain. *Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing*. 2021;7(4):61-71. (In Persian).
- Martins WR, Safons MP, Bottaro M, Blasczyk JC, Diniz LR, Fonseca RM, et al. Effects of short term elastic resistance training on muscle mass and strength in untrained older adults: a randomized clinical trial. *BMC Geriatr*. 2015;15:99.
- Kim M, Kuruma H, Thawisuk C. The use of elastic band exercise as a physical therapy

- intervention for improving shoulder function in older adults: a scoping review. *J Exerc Rehabil*. 2021;17(5):313-8.
17. Hernandez-Lucas P, Leirós-Rodríguez R, Lopez-Barreiro J, García-Soidán JL. Effects of exercise therapy using elastic bands on strength and pain in women with non-specific neck pain: A randomised controlled trial. *Heliyon*. 2023;9(11):e22237.
 18. Lopes JSS, Machado AF, Micheletti JK, de Almeida AC, Cavina AP, Pastre CM. Effects of training with elastic resistance versus conventional resistance on muscular strength: A systematic review and meta-analysis. *SAGE Open Med*. 2019;7:2050312119831116.
 19. de Oliveira PA, Blasczyk JC, Souza Junior G, Lagoa KF, Soares M, de Oliveira RJ, et al. Effects of Elastic Resistance Exercise on Muscle Strength and Functional Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Phys Act Health*. 2017;14(4):317-27.
 20. Folkins E, Sahni S, Ryan J, Wooden S, Bushby G, Radzinski C. Concentric and Eccentric Force Changes with Elastic Band and Isotonic Heavy Resistance Training: A Randomized Controlled Trial. *Int J Sports Phys Ther*. 2021;16(3):756-65.
 21. Shin H, Kim K, Jung N. Effects of dynamic exercise program using thera-band on craniovertebral angle in adults with forward head posture. *J Int Acad Phys Ther Res*. 2020;11(1):1960-8.
 22. Arami J, Rezasoltani A, Khalkhali Zaavieh M, Rahnema L. The effect of Two Exercise Therapy Programs (Proprioceptive and Endurance Training) to Treat Patients with Chronic Non-Specific Neck Pain. *Journal of Babol University of Medical Sciences*. 2012;14(1):77-84. (In Persian).
 23. Bolandian A, Letafatkar A, Forogh B, Shojaedin S, Bolandian P. Efficacy of Six Weeks of Proprioceptive Exercises on Neck Pain and Disability Index in General Woman Dentists. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2019;8(1):31-8. (In Persian).
 24. Duray M, Şimşek Ş, Altuğ F, Cavlak U. Effect of proprioceptive training on balance in patients with chronic neck pain. *Agri*. 2018;30(3):130-7.
 25. Yoo HJ, Choi JH. Effect of Kinesio taping and proprioception training on pain, neck disability, Craniovertebral angle, and muscle activity in forward head posture. *J Int Acad Phys Ther Res*. 2018;9(4):1619-25.
 26. Kinney AR, Eakman AM, Graham JE. Novel Effect Size Interpretation Guidelines and an Evaluation of Statistical Power in Rehabilitation Research. *Arch Phys Med Rehabil*. 2020;101(12):2219-26.
 27. Lotfian S, Fesharaki MJ, Shahabbaspour Z, Akbarzadeh H, Moezy A. The impact of forward head posture on neck muscle endurance and thickness in women with chronic neck pain: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2025;26(1):468.
 28. Revel M, Andre-Deshays C, Minguet M. Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with cervical pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 1991;72(5):288-91.
 29. Pancholi P, Yadav J, Kalra S. Effect of Resistance Band Exercises on Neck Pain, Disability and Forward Head Posture in Dentists with Chronic Neck Pain. *J Physiother Rehabil. J Physiother Rehabil*. 2018;2:1.
 30. Abdolazadeh M, Daneshmandi H. Effect of a Corrective Exercise Program Based on the National Academy of Sports Medicine's Protocol on Forward Head Angle and Cervical Joint Position Sense in Females With Forward Head Posture. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023;11(6):878-91. (In Persian).
 31. Ghasempour H, Rajabi R, Karimizadeh Ardakani M. The effectiveness of corrective exercise application and its follow-up on forward head and shoulder angle of smartphone users. *Studies in Sport Medicine*. 2023;15(37):17-39. (In Persian).
 32. Emam MA, Hortobágyi T, Horváth AA, Ragab S, Ramadan M. Proprioceptive Training Improves Postural Stability and Reduces Pain in Cervicogenic Headache Patients: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;13(22):6777.
 33. Rahnema L, Saberi M, Kashfi P, Rahnema M, Karimi N, Geil MD. Effects of Two Exercise Programs on Neck Proprioception in Patients with Chronic Neck Pain: A Preliminary Randomized Clinical Trial. *Med Sci (Basel)*. 2023;11(3).
 34. Peng B, Yang L, Li Y, Liu T, Liu Y. Cervical Proprioception Impairment in Neck Pain-Pathophysiology, Clinical Evaluation, and Management: A Narrative Review. *Pain Ther*. 2021;10(1):143-64.
 35. 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 Musculoskelet Disord*. 2024;25(1):707.
 36. Shah I, Kulkarni P, Kumar A. Assessment and Comparison between Cervical Retraction Exercise and Muscle Energy Technique on Cervical Joint Position Sense in Individuals with Forward Head Posture. *International Journal of Science and Healthcare Research*. 2022;17(1):199-208.
 37. El-Gohary TM, Khaled OA, Ibrahim SR, Alshenqiti AM, Ibrahim MI. Effect of proprioception cross training on repositioning accuracy and balance among healthy individuals. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(11):3178-82.
 38. Yılmaz O, Soylu Y, Erkmen N, Kaplan T, Batalik L. Effects of proprioceptive training on sports performance: a systematic review. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2024;16(1):149.