



## بررسی اثر انجام تکلیف دوگانه بر میزان فعالیت امواج مغزی و کنترل تعادل دختران دارای وضعیت سر به جلو اثر فعالیت دوگانه بر ثبات

① معصومه انصاری هادی پور: دانشجوی دکتری، گروه رفتار حرکتی، پردیس بین المللی کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران (✉ نویسنده مسئول) mansariim1361@gmail.com  
محمود شیخ: دانشیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
داریوش خواجوی: دانشیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

ثبات وضعیتی،

توجه،

ناهنجاری‌های اسکلتی عضلانی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۹

تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۰۸/۰۹

**زمینه و هدف:** مطالعه حاضر با هدف اثر انجام تکلیف دوگانه بر کنترل تعادل دینامیک افراد دارای وضعیت سر به جلو انجام گرفت.

**روش کار:** در این مطالعه نیمه تجربی ۳۶ دانشجوی دختر دارای وضعیت سر به جلو (داشتن زاویه کرانیوورتمبرال کمتر از ۴۵ درجه) و ۲۶ دانشجوی دختر سالم (داشتن زاویه کرانیوورتمبرال بزرگ تر از ۵۵ درجه) به صورت هدفمند برای شرکت در مطالعه حاضر انتخاب گردیدند. بعد از آشنایی شرکت کنندگان با شرایط اجرای آزمون (تعادل پویا با تکلیف شناختی، تعادل پویا بدون تکلیف شناختی)، هر یک از آزمون‌ها سه بار اجرا گردید که بین هر کوشش ۳۰ ثانیه استراحت در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** داده‌های جمع آوری شده به روش تحلیل واریانس دو راهه تحلیل شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بین تعادل پویای شرکت کنندگان وضعیت سر به جلو و شرکت کنندگان سالم تفاوت معناداری وجود داشت و شرکت کنندگان با وضعیت سر به جلو از لحاظ آماری دارای تعادل پویای ضعیف تری بودند ( $P < 0/05$ ). همچنین تکلیف دوگانه (شناختی) بر تعادل شرکت کنندگان وضعیت سر به جلو و شرکت کنندگان سالم تاثیر معناداری داشت و از لحاظ آماری باعث تضعیف تعادل پویای شرکت کنندگان وضعیت سر به جلو و شرکت کنندگان سالم گردید ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه گیری:** به طور کلی می توان دریافت که وضعیت سر به جلو باعث کاهش ثبات وضعیتی می شود. همچنین هم در افراد با وضعیت سر به جلو و هم در افراد سالم، تکلیف دوگانه باعث تضعیف ثبات وضعیتی می گردد.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.

**منبع حمایت کننده:** حامی مالی ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Ansari Hadipour M, Sheikh M, Khajavi D. Investigating the Effect of Dual Task Performance on Brain Wave Activity and Balance Control in Girls with Forward Head Posture. Razi J Med Sci. 2024(30 Oct);31.139.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en>).

\*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با **CC BY-NC-SA 4.0** صورت گرفته است.

## Investigating the Effect of Dual Task Performance on Brain Wave Activity and Balance Control in Girls with Forward Head Posture

**Masoumeh Ansari Hadipour:** PhD Student of Motor Behavior, Kish International University, Kish, Iran (\* Corresponding Author) mansariim1361@gmail.com

**Mahmud Sheikh:** Associate Professor, Department of Motor Behavior, Tehran University, Tehran, Iran

**Daryush Khajavi:** Associate Professor, Department of Motor Behavior, Arak University, Arak, Iran

### Abstract

**Background & Aims:** The present study aimed to investigate the effect of dual tasks on the control of dynamic balance (DB) in girls with forward head posture (FHP). The significance of this research lies in understanding how cognitive tasks can impact physical performance, specifically in individuals with postural deviations. Dual tasks, which involve performing two tasks simultaneously, are common in everyday life and can challenge the balance and stability of individuals, especially those with postural issues like FHP.

**Methods:** This semi-experimental study involved 72 female students, with 36 participants having FHP (craniovertebral angle less than 45 degrees) and 36 healthy participants (craniovertebral angle greater than 55 degrees). The participants were purposefully selected to ensure a clear distinction between the two groups. The study's design included familiarizing the participants with the testing conditions to minimize any learning effects that could skew the results. The dynamic balance test was performed under two conditions: without a cognitive task and with a cognitive task. Each participant performed the tests three times, with a 30-second rest period between each attempt to avoid fatigue. The cognitive task involved during the dynamic balance testing was designed to mimic real-life scenarios where individuals need to maintain balance while engaging in mental activities.

**Results:** The collected data were analyzed using two-way analysis of variance (ANOVA) to determine the effects of FHP and dual tasks on dynamic balance. The results indicated a significant difference in DB between the FHP group and the healthy group. Participants with FHP exhibited statistically weaker DB compared to their healthy counterparts ( $P < 0.05$ ). This finding highlights the impact of postural deviations on balance control, emphasizing the importance of addressing such issues in clinical and therapeutic settings. Additionally, the study found that the dual (cognitive) task significantly affected the DB of both FHP and healthy participants. The dual task weakened the DB of FHP participants more than the healthy participants, indicating that individuals with FHP are more susceptible to balance disruptions when engaged in cognitive tasks ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** In general, it can be concluded that FHP reduces postural stability, making individuals more prone to balance disturbances. This reduction in stability is further exacerbated when individuals are required to perform cognitive tasks simultaneously, as demonstrated by the dual-task condition in this study. The findings suggest that interventions aimed at improving postural alignment and balance control should consider the impact of cognitive tasks on individuals with FHP. Physical therapists and clinicians may need to incorporate cognitive elements into their rehabilitation programs to better prepare patients for real-life challenges. Moreover, this study underscores the need for further research to explore the mechanisms underlying the observed effects and to develop targeted strategies for

### Keywords

Postural Balance,  
Attention,  
Musculoskeletal  
Abnormalities

Received: 08/06/2024

Published: 30/10/2024

improving dynamic balance in individuals with FHP. Future studies could investigate the long-term effects of such interventions and the potential benefits of combining cognitive and physical training to enhance overall postural stability.

In summary, this research provides valuable insights into the interplay between cognitive tasks and dynamic balance in individuals with forward head posture. The significant differences observed between the FHP and healthy groups underscore the importance of addressing postural deviations to improve balance control and reduce the risk of falls and injuries. The findings also highlight the need for comprehensive rehabilitation approaches that consider both physical and cognitive aspects of balance training. By integrating cognitive challenges into physical therapy, clinicians can better equip patients with the skills needed to navigate complex environments and maintain stability in their daily lives. This holistic approach to balance training can ultimately contribute to improved quality of life and reduced injury risk for individuals with forward head posture.

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

**Cite this article as:**

Ansari Hadipour M, Sheikh M, Khajavi D. Investigating the Effect of Dual Task Performance on Brain Wave Activity and Balance Control in Girls with Forward Head Posture. Razi J Med Sci. 2024(30 Oct);31.139.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en>).

**\*This work is published under CC BY-NC-SA 4.0 licence.**

## مقدمه

در جوامع امروزی با ماشینی‌تر شدن سبک زندگی و استفاده بیشتر از رایانه‌ها و ابزار فناوری به ویژه در بین جوانان، عادات غلط وضعیتی به ویژه در ناحیه سر و گردن شایع است که یکی از شایع‌ترین حالات معیوب ستون فقرات گردنی، جلوآمدگی سر است (۱). وضعیت به جلوآمده سر، اکستنشن مفصل آتالنتواکسیپیتال و فقرات فوقانی گردن را به مانند فلکشن فقرات تحتانی گردن و فوقانی توراسیک افزایش می‌دهد (۱).

با توجه به وضعیت قرارگیری مفاصل و عضلات سر و گردن در وضعیت به جلوآمده سر، این اختلال بر حس و وضعیت عضلات گردن تأثیر می‌گذارد (۲). حس عمقی بخش مهمی از سیستم حسی-پیکری است که مسئول فراهم کردن اطلاعات آوران برای سیستم عصبی مرکزی است و به منظور کنترل عضلانی توسط سیستم عصبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای آگاهی از موقعیت سر در فضا و بر روی تنه نه تنها به اطلاعات آمده از سیستم وستیبولار و بینایی احتیاج است، بلکه اطلاعات حس عمقی گردن نیز ضرورت دارد. این اطلاعات از ساختارهای اطراف گردن شامل عضلات، مفاصل و پوست جمع‌آوری می‌شود (۳). انقباضات غیرطبیعی و عدم تعادل در عضلات ناحیه گردنی، اختلال در سیستم نوروما سکولار، تغییر در حساسیت دوک‌های عضلانی و به دنبال آن نقص حس عمقی، تغییر عملکرد مکانورسپتورها و در نتیجه اختلال در هماهنگی و تعادل (۴)، از جمله عوارض ناهنجاری سر به جلو می‌باشد (۵).

جهت‌گیری وضعیتی و ثبات به عکس‌العمل پیچیده بین حس عمقی و سیستم‌های بینایی و حسی وستیبولار، به منظور هماهنگی حرکات در پاسخ به درخواست‌های مختلف و چالش‌ها وابسته می‌باشد (۶). اختلال در هر کدام از این سیستم‌ها باعث جهت‌گیری وضعیتی نامناسب می‌شود که بعضی وقت‌ها دلیلی برای کاهش ثبات یا سرگیجه است. حس عمقی همچنین برای اجرای حرکات تصحیحی هماهنگ شده و بین سگمانی مورد نظر حائز اهمیت می‌باشد. گیرنده‌های حس عمقی گردن، ورودی مهمی بوده و ارتباطات رفلکسی و مرکزی واحدی با سیستم وستیبولار، بینایی و کنترل حسی-حرکتی دارد. سیستم کنترل حسی-

حرکتی شامل ورودی از سیستم‌های بینایی، وستیبولار و حس عمقی به ویژه شبکه عصبی یکپارچه‌ای در سیستم عصبی مرکزی می‌باشد تا خروجی حرکتی مناسب جهت کنترل سر و حرکت چشم و ثبات وضعیتی فراهم کند (۷). اختلال وضعیت مداوم گردن به نظر می‌رسد اعتبار بینایی را برای کنترل وضعیت کاهش دهد که تأثیر منفی بر تعادل دارد. علت این اختلال کنترل حسی-حرکتی احتمالاً به دلیل آسیب یا نقص عملکرد گیرنده‌های حس عمقی گردنی می‌باشد (۸). با توجه به اینکه وضعیت سر به جلو باعث عدم تعادل عضلانی و انقباض مداوم و نامنظم عضلات زیر اکسیپیتال، گردن و شانه می‌شود؛ در نتیجه، وضعیت سر به جلو پتانسیل سقوط در مدل پاتولوژیک حسی را دارد. در نهایت، می‌تواند اطلاعات حس عمقی از عضلات گردن را مختل و به اختلال کنترل وضعیتی کمک می‌کند.

ثبات وضعیتی، مفهوم کاملی از کنترل حرکتی و مراحل هماهنگی بدن می‌باشد که برای حفظ ثبات حین فعالیت‌های ایستا و پویا نیاز می‌باشد. این مفهوم به آوران‌های حس عمقی و فعالیت‌های حسی-حرکتی پیچیده وابسته می‌باشد (۹). داده‌های مربوط به تأثیر وضعیت سر به جلو بر پایداری وضعیتی استاتیک و پویا متناقض است. عباسی و همکاران نشان دادند که بین دو گروه وضعیت سر به جلو و گروه سالم در پایداری وضعیت پویا در هر دو حالت چشم باز و بسته تفاوت معنی‌داری وجود داشت، در حالی که در ثبات وضعیت ایستا در هر دو حالت چشم باز و بسته تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (۱۰). اما لی و همکاران نشان دادند که وضعیت سر رو به جلو تأثیر بیشتری بر کنترل تعادل ایستا نسبت به کنترل تعادل پویا دارد (۱۱). احمدی‌پور و همکاران نشان دادند که اختلال در ثبات وضعیت پویا در افراد مبتلا به وضعیت سر به جلو شدید رخ می‌دهد (۱۲). همچنین، رایکار و همکاران نشان دادند که وضعیت سر به جلو بر تعادل ایستا و پویا تأثیر دارد (۱۳). اگرچه محققان ابزارهای مختل اندازه‌گیری تعادل و نوع شغل آزمودنی‌ها را از مهم‌ترین عوامل ناهمخوان در نتایج مطالعات می‌دانند، اما لزوم بررسی بیشتر در جوامع مختلف با شغل‌های مختلف ضروری می‌باشد که در تحقیق حاضر بررسی تعادل پویا در دانشجویان

چالش اصلی محقق می‌باشد.

مطالعات نشان داده‌اند که کاهش هرگونه توجه به کنترل آگاهانه نسبت به کنترل و وضعیتی، امکان تخریب هماهنگی و ثبات را افزایش می‌دهد (۱۴). برای بررسی دقیق‌تر میزان وابستگی یک فعالیت به توجه در بسیاری از مطالعات از تکلیف دوگانه استفاده شده است (۱۴ و ۱۵). تکلیف دوگانه، توانایی هماهنگ کردن عملکرد در دو فعالیت عملکردی است که به طور همزمان و توأمان انجام می‌شوند. مطابق نظریه‌های پردازش هوشیار، گلوگاه و مدل توزیع مرکزی، این تغییر توجه ممکن است اجازه دهد که سیستم‌های حرکتی به صورت خودکار وارد عمل شود و در نتیجه عملکرد مؤثرتری داشته باشد (۱۶). با این حال با افزایش پیچیدگی تکلیف، یک افزایش متعاقب در پردازش شناختی و در نهایت تداخل شناختی-حرکتی گزارش شده است (۱۷). این افزایش در تداخل مرکزی، روی هر دو عملکرد شناختی و حرکتی تأثیر می‌گذارد. با توجه به این نظریه‌ها، عملکرد مسیر عصبی که بین عملکردهای شناختی و حرکتی میانجی‌گری می‌کند ممکن است تحت تأثیر قرار گیرد. بنابراین زمانی که یک ورودی مداوم به عنوان یک تکلیف دوگانه با یک وظیفه اصلی هدایت می‌شود ممکن است بر عملکرد تکالیف شناختی یا تکلیف اصلی تأثیر بگذارد (۱۷).

آموزش تکلیف دوگانه در افراد مسن و مبتلا به بیماری‌های عصبی، تأثیرات مفیدی برای بهبود توانایی‌های شناختی و ثبات دارد، اما شواهدی دال بر تأثیر تکلیف دوگانه و تداخل توجه در کنترل وضعیتی و تعادل افراد دارای وضعیتی به جلوآمده یافت نشد. در یک مطالعه انجام گرفته در این راستا، طاهری و همکاران به بررسی توجه و نیازهای دیداری کنترل وضعیتی و تعادل در بیماران با وضعیتی سر به جلو پرداختند. هدف مطالعه آنان بررسی اثر تکلیف ذهنی و حس بینایی بر ثبات ایستا در افراد با وضعیتی جلوآمده سر در مقایسه با افراد سالم بود. نتایج آنان نشان داد تأثیرات اصلی گروه و شرایط شناختی تقریباً بر هیچ یک از متغیرهای وابسته تأثیر معنی‌داری نداشت، با این حال، تقاضای توجه در افراد سر به جلو زمانی بیشتر

است که یک تکلیف وضعیتی دشوار با یک تکلیف شناختی همزمان باشد. البته شاید یکی از دلایل کم کار شدن این موضوع این باشد که مراکز پردازش اطلاعات در این دسته از افراد به طور مستقیم و ساختاری آسیب ندیده است (۱۸). همچنین گاندولفی و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی این موضوع پرداختند که تکلیف دوگانه حرکتی با چشمان بسته، کنترل و وضعیتی را در بیماران مبتلا به اختلالات حرکتی عملکردی بهبود می‌بخشد (۱۹). با توجه به اینکه افراد دارای وضعیتی به جلوآمده سر دچار اختلال حس وضعیتی گردن، حس عمقی و کنترل وضعیتی می‌شوند، هدف از پژوهش حاضر بررسی میزان وابستگی تعادل افراد دارای وضعیتی سر به جلو به منابع شناختی در حین انجام تکلیف و بررسی اثر آنجا تکلیف دوگانه بر کنترل تعادل دینامیک افراد دارای وضعیتی سر به جلو می‌باشد.

### روش کار

روش پژوهش حاضر با توجه به اعمال متغیر مداخله‌ای (تکلیف شناختی) از نوع نیمه تجربی بود. جامعه آماری پژوهش حاضر را دانشجویان دختر مبتلا به ناهنجاری سر به جلو دانشگاه تهران تشکیل دادند که از این بین با توجه به معیارهای ورود و خروج و به صورت هدفمند تعداد ۳۶ دانشجو که دارای وضعیتی شدیدتر سر به جلو (Forward Head Posture) بودند به عنوان افراد دارای FHP و ۳۶ نفر از کسانی که دارای کمترین میزان FHP بودند به عنوان افراد سالم جهت مقایسه انتخاب شدند (جدول ۱). انتخاب این تعداد نمونه با محاسبه توان ( $G * Power$  نسخه ۳،۱،۹،۲) با استفاده از آلفای ۵ درصد، بتای ۸۰ درصد و اندازه اثر دی کوهن ۰/۶ اقتباس شد.

معیارهای ورود عبارت بود از جنسیت زن با دامنه سنی ۲۰ تا ۲۷ سال، نمره کمتر از ۳ در مقیاس دیداری درد (Visual Analogue Scale-VAS) در ناحیه گردن، داشتن زاویه کرانیوورتربرال بزرگ‌تر از ۵۵ درجه برای افراد سالم و کمتر از ۴۵ درجه برای افراد دارای وضعیتی سر به جلو. معیارهای خروج شامل: ناتوانی در اجرای کامل تکالیف، مشاهده علائم پاتولوژیک، سابقه

۵

شده شروع به شمارش معکوس با فاصله سه واحد می‌کرد، همزمان صدای فرد ضبط شده و سپس تعداد پاسخ‌های گفته شده و خطای نسبی فرد شمارش می‌شد (۱۹).

به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات، از روش‌های آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی و رسم نمودارها استفاده گردید. از آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده گردید. از آزمون لوین برای بررسی برابری واریانس متغیرهای مورد نظر استفاده گردید. در آمار استنباطی، برای بررسی و تجزیه تحلیل فرضیه‌های پژوهش از تحلیل واریانس دوره‌ها (گروه (سر به جلو و سالم) × تکلیف دوگانه (با تکلیف شناختی و بدون تکلیف شناختی)) استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۴ و آلفای پیش فرض در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام گرفت.

### یافته‌ها

خصوصیات دموگرافیک نمونه‌های تحقیق در جدول ۱ گزارش شده است. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که شرط نرمالیتی داده‌ها برقرار است ( $p < 0/05$ )، بنابراین جهت بررسی داده‌ها از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد.

جهت بررسی اثر انجام تکلی دوگانه بر تعادل افراد با و بدون سر به جلو، از آزمون تی مستقل استفاده شد و هر یک از جهت‌های تعادل پویا به صورت جداگانه تحلیل شد.

با توجه به داده‌های جدول ۲ نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین دوشرابط تکلیف دوگانه و تکلیف پایه (بدون تکلیف) در متغیر تعادل پویا

شکستگی، جراحی و آسیب‌های تروماتیک ناحیه گردن، اختلال در سیستم وستیبولار، بیماری‌های عصبی، سابقه ضربه‌های حاد به سر و عدم تعادل حرکتی.

به منظور ارزیابی و اجرای تکالیف، ضمن رعایت الزامی پروتکل‌های بهداشتی مرتبط با COVID-19، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در زمان تعیین شده به آزمایشگاه مراجعه نمایند. مطابق با دستورالعمل‌های اخلاقی، مطالعه حاضر مورد تایید کمیته ملی اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران قرار گرفت (ir.ut.sport.rec.1401.037). قبل از امضای فرم‌های رضایت آگاهانه برای شرکت در مطالعه، کلیه مراحل و همچنین فواید و خطرات احتمالی تحقیق به آزمودنی‌ها توضیح داده شد و آزمودنی‌ها این اختیار را داشتند که در هر مرحله‌ای از تحقیق قادر به انصراف باشند. ضمناً اصل محرمانگی در مورد کلیه اطلاعات افراد رعایت شد.

برای اندازه‌گیری تعادل در این تحقیق از آزمون تعادل پویای Y استفاده شد. محققان پایایی درون آزمونی عالی ۰/۸۸ تا ۰/۹۹ را گزارش کردند (۱۸). آزمودنی‌ها با پای برتر بر روی سکوی ثابت که در مرکز دستگاه قرار داشت می‌ایستاد. سپس آزمودنی تلاش می‌کرد تا اندیکاتورهای هر سه جهت قدمی، خلفی-داخلی و جهت خلفی-خارجی را با پای دیگرش تا دورترین مکان ممکن حرکت دهد. نمره آزمودنی بر اساس فرمول مربوطه محاسبه شد (۱۸).

تکلیف دوگانه مورد استفاده از در پژوهش حاضر از مطالعه طاهری و همکاران اقتباس گردید که نوع محاسبات ریاضی در طول ثبت اطلاعات تعادل بود؛ به این صورت که فرد حین آزمون از عدد تصادفی انتخاب

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار مربوط به سن، قد و وزن آزمودنی‌ها

گروه	تعداد	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)
سر به جلو	۳۶	۲۴/۱۶ ± ۲/۳۳	۱۷۴/۶۱ ± ۴/۴۰	۷۰/۲۲ ± ۴/۸۷
کنترل (سالم)	۳۶	۲۳/۵۰ ± ۲/۲۱	۱۷۴/۴۱ ± ۴/۰۵	۶۹/۴۴ ± ۴/۹۲

میانگین ± انحراف استاندارد



**جدول ۲- یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس دو راهه برای تکلیف تعادل پویا در جهت قدامی**

جهت آزمون Y	اثر	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	مقدار F	سطح معنی داری	مجزور انا
قدامی	شرایط (با و بدون تکلیف)	۱۵۵۳/۶۷	۱	۱۵۵۳/۶۷	۳۹/۱۶	۰/۰۰۱	۰/۳۱۹
	گروه (سر به جلو و سالم)	۷۳۳/۵۰	۱	۷۳۳/۵۰	۱۸/۴۹	۰/۰۰۱	۰/۱۱۷
	شرایط × گروه	۰/۰۰۷	۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۹۸۹	۰/۰۰۱
خلفی-داخلی	شرایط (با و بدون تکلیف)	۱۱۹۰/۲۵	۱	۱۱۹۰/۲۵	۳۳/۳۸	۰/۰۰۱	۰/۱۹۳
	گروه (سر به جلو و سالم)	۱۰۳۴/۶۹	۱	۱۰۳۴/۶۹	۲۹/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۱۷۲
	شرایط × گروه	۰/۲۵	۱	۰/۲۵	۰/۰۰۷	۰/۹۳۳	۰/۰۰۱
خلفی-خارجی	شرایط (با و بدون تکلیف)	۱۹۲۱/۳۶	۱	۱۹۲۱/۳۶	۵۱/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲۶۷
	گروه (سر به جلو و سالم)	۱۶۵۳/۷۷	۱	۱۶۵۳/۷۷	۴۳/۹۱	۰/۰۰۱	۰/۲۳۹
	شرایط × گروه	۲۱/۷۷	۱	۲۱/۷۷	۰/۵۷۸	۰/۴۴۸	۰/۰۰۴

**جدول ۳- یافته‌های آزمون تعقیبی بنفرونی برای مقایسه تکلیف تعادل پویا در شرایط با و بدون تکلیف دوگانه و در گروه های سربه جلو و سالم**

جهت آزمون Y	شرایط	گروه	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	سطح معنی داری
قدامی	شرایط (با - بدون تکلیف دوگانه)	گروه (سربه جلو - سالم)	۶/۵۶	۱/۰۵	۰/۰۰۱*
	شرایط (با - بدون تکلیف دوگانه)	گروه (سربه جلو - سالم)	-۴/۵۱	۱/۰۵	۰/۰۰۱*
خلفی-داخلی	شرایط (با - بدون تکلیف دوگانه)	گروه (سربه جلو - سالم)	۵/۷۵	۰/۹۹	۰/۰۰۱*
	شرایط (با - بدون تکلیف دوگانه)	گروه (سربه جلو - سالم)	-۵/۳۶	۰/۹۹	۰/۰۰۱*
خلفی-خارجی	شرایط (با - بدون تکلیف دوگانه)	گروه (سربه جلو - سالم)	۷/۳۰	۱/۰۲	۰/۰۰۱*
	شرایط (با - بدون تکلیف دوگانه)	گروه (سربه جلو - سالم)	-۶/۷۷	۱/۰۲	۰/۰۰۱*

خارجی -۶,۷۷ بود که این اختلاف از نظر آماری در هر سه جهت نیز معنی دار بود ( $\text{sig}=0/001$ ). بر اساس این نتایج شرکت کنندگان گروه سر به جلو در مقایسه با شرکت کنندگان گروه سالم، مهارت تعادل پویای ضعیف تری در هر سه جهت قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی داشتند ( $P \leq 0/05$ ).

همان طور که در جدول ۳ مشاهده می گردد، یافته های مربوط به آزمون تحلیل واریانس دو راهه نشان داد که اثر اصلی شرایط و اثر اصلی گروه در تمامی جهات آزمون معنادار است ( $P \leq 0/05$ )، اما اثر تعاملی مراحل شرایط در گروه در هیچ کدام از جهات معنی دار نیست ( $P \leq 0/05$ ).

با توجه به نتایج آزمون آماری که در جدول ۳ گزارش شده است، در شرایط مختلف با و بدون تکلیف دوگانه، ( $\text{sig}=0/001, P < 0/05$ ) و گروه های مختلف سربه جلو و سالم ( $\text{sig}=0/001, P \leq 0/05$ ) در بررسی متغیر تعادل پویا در جهت قدامی تفاوت معنی داری وجود دارد. همچنین در بررسی اثر تعامل بین شرایط و گروه، نتایج

در هر سه جهت قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی وجود دارد ( $P \leq 0/05$ ). نتایج نشان می دهد اختلاف میانگین تعادل پویا در جهت قدامی بین دو شرایط با و بدون تکلیف دو گانه ۶,۵۶، در جهت خلفی-داخلی ۵,۷۵ و در جهت خلفی-خارجی ۷,۳۰ بود که این اختلاف از نظر آماری در هر سه جهت نیز معنی دار بود ( $\text{sig}=0/001$ ). بر اساس این نتایج شرکت کنندگان در هر سه جهت قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی آزمون تعادلی در شرایط تکلیف دوگانه در مقایسه با شرکت-کنندگان در شرایط تکلیف پایه، مهارت تعادل پویای ضعیف تری داشتند.

همچنین با توجه به داده های جدول ۲ نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که تفاوت معنی داری بین دو گروه سربه جلو و سالم در متغیر تعادل پویا در هر سه جهت قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی وجود دارد ( $P \leq 0/05$ ). نتایج نشان می دهد اختلاف میانگین تعادل پویا در جهت قدامی بین دو گروه سربه جلو و سالم -۴,۵۱، در جهت خلفی-داخلی -۵,۳۶ و در جهت خلفی-

وضعیت سر به جلو به عنوان یکی از عوامل مختل کننده ثبات وضعیت پویا در نظر گرفته می‌شود (۱۰). علاوه بر این، رایکار و همکاران نشان دادند که وضعیت سر به جلو بر کاهش تعادل ایستا و پویا تأثیر دارد (۱۳).

از سویی دیگر، عباسی و همکاران نشان دادند که وضعیت سر به جلو بر تعادل ایستای دانشجویان تأثیر معنی‌داری ندارد (۱۰). به نظر می‌رسد از آنجایی که آزمایش استاتیک روی پلت فرم تعادل سنج بایودکس چندان چالش برانگیز نیست، ممکن است قادر به ارائه هیچ تفاوتی در عملکرد نباشد. توضیح دیگر حجم نمونه کوچک است.

افراد مبتلا به وضعیت سر به جلو موقعیت مفاصل و عضلات خود را نسبت به موقعیت اصلی خود تغییر می‌دهند. بعید است که این سیستم اطلاعات درستی در مورد موقعیت عضلات و مفاصل به سیستم عصبی مرکزی (CNS) ارسال کند (۲۰). به نظر می‌رسد موقعیت مهره‌های گردنی و عضلات آگونیست و آنتاگونیست با تشدید قوس گردن تغییر می‌کند. علاوه بر این، گیرنده‌های مفصلی و عضلانی قادر به انتقال اطلاعات صحیح نیستند (۴). با انحرافات و بدشکلی‌های ستون فقرات، عضلات یک طرف کوتاه و طرف دیگر ضعیف می‌شوند. بر این اساس منجر به عدم هماهنگی بین این عضلات می‌شود. ناحیه گردنی نیز به طور قابل توجهی بر کنترل وضعیت و ثبات در برابر گرانس تأثیر می‌گذارد (۲۱). ناحیه گردنی دارای یک سیستم حس عمقی تخصصی است، یعنی احتمالاً به دلیل فراوانی دوک‌های عضلانی و گیرنده‌های مکانیکی در این ناحیه، این گیرنده‌های گردنی با سیستم بینایی و دهلیزی مرتبط هستند. آن‌ها همچنین بر رفلکس‌های گردنی دیداری و رفلکس‌های تونیک گردن تأثیر می‌گذارند؛ یعنی در تنظیم ثبات سر، چشم و ثبات وضعیت حیاتی هستند (۲۱). در طول حرکت گردن، حس بینایی، دهلیزی و عمقی به طور مداوم در نتیجه تناوب مداوم در طول عضلات، میدان بینایی و برهمکنش چند سطح مهره‌ها تغییر می‌کند. وضعیت سر به جلو با درد، خستگی و فرسایش مفاصل، اسپاسم، تنش عضلانی، عدم تعادل عضلانی و کاهش حس عمقی همراه است

تحقیق نشان داد که بین شرایط مختلف با و بدون تکلیف دوگانه و گروه سربه جلو و سالم در بررسی تعادل پویا در جهت قدامی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد  $F(1/37-32/13)=0/001$ ،  $P \geq 0/05$ ،  $sig=0/989$ ،  $Squared=0/001$  در بررسی متغیر تعادل در جهت خلفی-داخلی نیز در شرایط مختلف با و بدون تکلیف دوگانه ( $P < 0/05$ ،  $sig=0/001$ ) و گروه‌های مختلف سربه جلو و سالم ( $P < 0/05$ ،  $sig=0/001$ ) تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اما در بررسی اثر تعامل بین شرایط و گروه، نتایج تحقیق نشان داد که بین شرایط مختلف با و بدون تکلیف دوگانه و گروه سربه جلو و سالم در جهت خلفی-داخلی تعادل پویا تفاوت معنی‌داری وجود ندارد  $F(1/37-32/13)=0/007$ ،  $P \geq 0/05$ ،  $sig=0/933$  همچنین در بررسی متغیر تعادل در جهت خلفی-خارجی در شرایط مختلف با و بدون تکلیف دوگانه و گروه‌های مختلف سربه جلو و سالم ( $P < 0/05$ ،  $sig=0/001$ ) تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اما در بررسی اثر تعامل بین شرایط و گروه، نتایج تحقیق نشان داد که بین شرایط مختلف با و بدون تکلیف دوگانه و گروه سربه جلو و سالم در جهت خلفی-خارجی تعادل پویا تفاوت معنی‌داری وجود ندارد  $F(1/32-32/13)=0/578$ ،  $P \geq 0/05$ ،  $sig=0/448$ ،  $Eta Squared=0/004$ .

## بحث

مطالعه حاضر با هدف اثر انجام تکلیف دوگانه بر کنترل تعادل دینامیک افراد دارای وضعیت سر به جلو انجام گرفت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بین تعادل پویای شرکت‌کنندگان وضعیت سر به جلو و شرکت‌کنندگان سالم تفاوت معناداری وجود داشت و شرکت‌کنندگان با وضعیت سر به جلو از لحاظ آماری دارای تعادل پویای ضعیف‌تری بودند.

هم راستا با نتیجه مطالعه حاضر احمدی پور و همکاران نشان داد که اختلال در ثبات و وضعیت پویا در افراد مبتلا به وضعیت سر به جلو شدید رخ می‌دهد (۱۲). همچنین، عباسی و همکاران نشان دادند که



اولویت‌بندی تکالیف تأثیر بگذارد، و بیشتر باعث افزایش توجه آگاهانه در حین انجام تکالیف شناختی یا حرکتی می‌شود (۲۷). بنابراین، می‌توان گفت که توجه متغیر مهمی برای حفظ ثبات وضعیتی در شرایط تکلیف دوگانه در افراد مبتلا به سر به جلو است و یک تابع توجه کافی برای ایجاد کنترل وضعیتی و تعادل در چنین بیمارانی تحت شرایط تکلیف دوگانه مورد نیاز است. در طی ارزیابی تکلیف دوگانه، دو تکلیف که به طور همزمان در یک الگوی تکلیف دوگانه انجام می‌شوند، می‌توانند دو تکلیف شناختی، دو حرکتی، یا حرکتی و شناختی باشند (۲۸). هزینه‌های تکلیف دوگانه، یعنی کاهش در انجام هر یک یا هر دو تکلیف می‌تواند به دلیل سن یا شرایط مربوط به بیماری باشد (۲۹). از این رو، افراد مبتلا به سر به جلو ممکن است هنگام انجام دو فعالیت که نیاز به توجه همزمان دارند، مانند تفریق اعداد سه واحد سه واحد و حفظ ثبات وضعیتی، کاهش عملکرد را تجربه کنند که منجر به هزینه‌های تکلیف دوگانه می‌شود (۳۰). آن‌ها ممکن است تمایل به اولویت دادن به کار حرکتی، که ثبات وضعیتی است، در حضور یک تکلیف حرکتی شناختی یا چالش برانگیز دیگر داشته باشند (۳۱). به طور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که وضعیت سر به جلو بر کاهش ثبات وضعیتی تأثیر معناداری دارد. همچنین هم در افراد با وضعیت سر به جلو و هم در افراد سالم، تکلیف دوگانه باعث تضعیف ثبات وضعیتی می‌گردد.

**محدودیت‌ها:** مطالعه حاضر تلاش کرده است تا درک بیشتری از فعالیت عصبی مرتبط با تکلیف دوگانه در حن اجرای مهارت تعادل را به دست آورد، اما این مطالعه به دستگاه و پروتکلی محدود شده است که از طریق آن آزمایش شده است. بنابراین، یک دستگاه یا آزمون‌های آزمایشگاهی تعادل یا شکل دیگری از تکلیف دوگانه ممکن است یافته‌های مشابه یا کاملاً متفاوتی را ارائه دهد. این مطالعه فقط در میان دختران دانشجوی ۲۰ تا ۲۷ ساله انجام شد و بنابراین تعمیم نتایج این مطالعه به دیگر جنسیت و افراد میانسال‌تر یا مسن‌تر که سطح فعالیت و تعادل نسبتاً پایین‌تری از خود نشان می‌دهند، دشوار خواهد بود. همچنین، این مطالعه تنها

(۲۲). تمامی این موارد می‌توانند از جمله عوامل احتمالی برای ثبات وضعیتی ضعیف در افراد با وضعیت سر به جلو باشد.

دیگر نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تکلیف دوگانه (شناختی) بر تعادل پویای شرکت‌کنندگان وضعیت سر به جلو و شرکت‌کنندگان سالم تأثیر معناداری داشت و از لحاظ آماری باعث تضعیف تعادل پویای شرکت‌کنندگان وضعیت سر به جلو و شرکت‌کنندگان سالم گردید.

اما همسو و همخوان با مطالعه حاضر، پترز و همکاران به بررسی عملکرد دوگانه کنترل حرکتی مچ پا در طول چالش شناختی پرداختند. نتایج نشان داد که زمان پاسخ برای هر دو شرایط همخوان و ناهمخوان در طول تکلیف فلانکر به طور قابل توجهی طولانی‌تر بود و دقت برای شرایط همخوان در طول انجام تکلیف دوگانه کاهش یافت (۲۳). همچنین در مطالعه‌ای دیگر، بایون و همکاران نشان دادند که تکالیف شناختی نیازمند توجه، کنترل وضعیتی را در بیماران مبتلا به دیستونی گردنی بدتر می‌کند (۲۴). علاوه بر این، کریسافولی و همکاران نشان دادند که تکلیف دوگانه راه رفتن عملکرد راه رفتن را در بیماران دیستونی گردنی بدتر می‌کند (۲۵). برخی از نظریه‌ها برای توضیح مشکلات در انجام تکالیف دوگانه ارائه شده است. رایج‌ترین آن‌ها اشتراک ظرفیت، گلوگاه و گفتگوی متقابل است (۲۶).

بر اساس تئوری اشتراک ظرفیت، که پذیرفته‌ترین نظریه است، انجام همزمان دو تکلیف به دلیل تقسیم ظرفیت برای تکالیف، عملکرد هر یک از تکالیف را کاهش می‌دهد. در مدل گلوگاه (تعویض تکلیف)، پردازش موازی ممکن است برای برخی از عملیات ذهنی غیرممکن باشد. برخی از عملیات‌ها ممکن است به سادگی نیاز به یک مکانیسم واحد داشته باشند که برای مدتی به آن‌ها اختصاص داده شود. زمانی که دو تکلیف به طور همزمان به مکانیسم نیاز داشته باشند، یک گلوگاه رخ می‌دهد و یک یا هر دو تکلیف به تأخیر می‌افتد یا در غیر این صورت مختل می‌شود (۲۶).

تاللی و همکاران پیشنهاد کردند که فعال‌سازی اختلافی قشر مغز در مراکز عصبی بالاتر می‌تواند بر

به جلو منجر شود و از بروز مشکلات ناشی از افت تعادل در آینده جلوگیری کند.

### تقدیر و تشکر

از تمامی دانشجویانی که در این تحقیق همکاری داشتند سپاس گزاری می شود. همچنین از مسوولین آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران سپاس گزاریم که همکاری لازم را برای اجرای این تحقیق داشتند و از هیچ کمکی دریغ نکردند.

### ملاحظات اخلاقی

در نگارش یک سری ملاحظات اخلاقی برای مقاله "بررسی اثر انجام تکلیف دوگانه بر میزان فعالیت امواج مغزی و کنترل تعادل دختران دارای وضعیت سر به جلو"، می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. موافقت آگاهانه: شرکت کنندگان باید قبل از شروع مطالعه اطلاعات کاملی در مورد اهداف، روشها، منافع و خطرات احتمالی تحقیق دریافت کنند و با امضای فرم موافقت آگاهانه رضایت خود را اعلام کنند. ۲. حفظ حریم خصوصی و محرمانگی: اطلاعات شخصی و داده های شرکت کنندگان باید به طور محرمانه نگهداری شود و تنها برای اهداف تحقیق مورد استفاده قرار گیرد. ۳. عدالت در انتخاب شرکت کنندگان: شرکت کنندگان باید به صورت عادلانه و بدون تبعیض انتخاب شوند و هرگونه سوگیری در انتخاب آنها باید اجتناب شود. ۴. عدم ایجاد آسیب: محققان باید اطمینان حاصل کنند که تحقیق آنها هیچ آسیبی به جسم و روان شرکت کنندگان وارد نمی کند و در صورت بروز هرگونه خطر، اقدامات لازم برای کاهش آن انجام شود. ۵. شفافیت و صداقت در گزارش دهی: نتایج تحقیق باید به صورت شفاف و بدون تحریف گزارش شود و هرگونه تضاد منافع احتمالی نیز باید اعلام شود. ۶. بازگشت به جامعه: محققان باید تلاش کنند تا نتایج تحقیق خود را به نحوی که به بهبود وضعیت جامعه کمک کند، منتشر کنند و از تجربیات به دست آمده برای ارتقاء کیفیت زندگی افراد استفاده کنند.

از تکلیف شناختی برای ایجاد تکلیف دوگانه استفاده کرد. احتمال دارد تکلیف دوگانه حرکتی نتایج متفاوت تری در مقایسه با نتایج فعلی داشته باشد. از این رو پیشنهاد می شود که در تحقیقات آینده علاوه بر استفاده از ابزارهای آزمایشگاهی معتبرتر (فورس پلیت، تعادل سنج بایودکس، پاسچرگرافی)، تکلیف دوگانه با ماهیت حرکتی اعمال شود و ثبات وضعیتی و فعالیت مغزی افراد با وضعیت سر به جلو و سالم سنجیده شود. همچنین بررسی متغیر جنسیت و ورزشکاران در ورزش های مختلف جالب خواهد بود.

### نتیجه گیری

مطالعه حاضر نشان داد که وضعیت سر به جلو (FHP) تأثیر منفی قابل توجهی بر تعادل دینامیکی دختران دارد. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که دخترانی که دارای وضعیت سر به جلو هستند، در مقایسه با هممتایان سالم خود تعادل ضعیف تری دارند. همچنین، انجام تکلیف دوگانه که شامل یک تکلیف شناختی است، وضعیت تعادل این افراد را به طور معناداری تحت تأثیر قرار داده و آن را تضعیف می کند. از یافته های این پژوهش می توان نتیجه گرفت که برای بهبود پایداری وضعیتی و جلوگیری از خطرات ناشی از افت تعادل در افرادی که دارای وضعیت سر به جلو هستند، نیاز به تمرینات و روش های درمانی خاصی است که همزمان توانایی شناختی و فیزیکی آنها را تقویت کند. این نتایج اهمیت توجه به پوسچر و وضعیت بدنی در فرآیندهای درمانی و توانبخشی را بیشتر نشان می دهد و پیشنهاد می کند که مداخلات درمانی شامل آموزش ها و تمریناتی برای بهبود تعادل دینامیکی و کاهش تأثیرات منفی تکالیف شناختی بر روی تعادل باشند.

به طور کلی، این مطالعه بیانگر نیاز به برنامه های جامع تر و چندوجهی در زمینه توانبخشی است که نه تنها به بهبود وضعیت بدنی بیماران کمک می کند، بلکه توانایی آنها را در مدیریت تعادل و پایداری در موقعیت های مختلف افزایش می دهد. توجه به این نکات می تواند به ارتقاء کیفیت زندگی افراد دارای وضعیت سر

Rezasoltani A, Naimi S-S, Akbarzadeh-Baghban A. Effect of Forward Head Posture on Dynamic Balance Based on the Biodex Balance System. *J Biomed Physics Eng.* 2020.

13. Raykar R, Tajne K, Palekar T. Effect of forward head posture on static and dynamic balance. *World J Pharma Res.* 2018;7(9):797-808.

14. Toner J, Moran A. In praise of conscious awareness: A new framework for the investigation of "continuous improvement" in expert athletes. *Front Psychol.* 2014;5:769.

15. Schaefer S, Jagenow D, Verrel J, Lindenberger U. The influence of cognitive load and walking speed on gait regularity in children and young adults. *Gait Posture.* 2015;41(1):258-62.

16. Boes MK, Sosnoff JJ, Socie MJ, Sandroff BM, Pula JH, Motl RW. Postural control in multiple sclerosis: effects of disability status and dual task. *J Neurol Sci.* 2012;315(1-2):44-8.

17. Lanzarin M, Parizzoto P, Libardoni TdC, Sinhorim L, Tavares GMS, Santos GM. The influence of dual-tasking on postural control in young adults. *Fisioterapia e Pesquisa.* 2015;22:61-8.

18. Greenberg ET, Barle M, Glassman E, Jacob L, Jaafar H, Johnson A, et al. Reliability and stability of the Y Balance Test in healthy early adolescent female athletes. *Orthop J Sports Med.* 2019;7(3\_suppl):2325967119S00051.

19. Taheri SH, Khademi-Kalantari K, Davoudi M, Akbarzadeh Baghban A. Attention and Visual Demands of Postural Control in Patients with Forward Head Posture. *Sci J Rehabil Med.* 2019;8(4):247-56.

20. Ha SY, Sung YH, Ha SY, Sung YH. A temporary forward head posture decreases function of cervical proprioception. *J Exerc Rehabil.* 2020;16(2):168-74.

21. Swait G, Rushton AB, Miall RC, Newell D. Evaluation of cervical proprioceptive function: optimizing protocols and comparison between tests in normal subjects. *Spine.* 2007;32(24):E692-E701.

22. Koseki T, Kakizaki F, Hayashi S, Nishida N, Itoh M. Effect of forward head posture on thoracic shape and respiratory function. *J Physic Ther Sci.* 2019;31(1):63-8.

23. Peters S, Eng JJ, Liu-Ambrose T, Borich MR, Dao E, Amanian A, et al. Brain activity associated with Dual-task performance of Ankle motor control during cognitive challenge. *Brain Behav.* 2019;9(8):e01349.

24. Baione V, Ferrazzano G, Celletti C, De Rosa M, Belvisi D, Fabbri G, et al. Attention-demanding cognitive tasks worsen postural control in patients with cervical dystonia: a case-control study. *Front Neurol.* 2021;12:666438.

## مشارکت نویسندگان

خانم معصومه انصاری هادی پور در نگارش این مقاله ۵۰ درصد مشارکت داشتند. جناب آقایان دکتر محمود شیخ و داریوش خواجوی هر کدام ۲۵ درصد در نگارش این مقاله مشارکت داشتند.

## References

1. Nemmers TM, Miller JW, Hartman MD. Variability of the forward head posture in healthy community-dwelling older women. *J Geriatr Physic Ther.* 2009;32(1):10-4.

2. Shaghayegh-Fard B, Ahmadi A, Maroufi N, Sarrafzadeh J. The evaluation of cervical position sense in forward head posture subjects and its comparison with normal subjects. *Rehabilitation.* 2015;16(1).

3. Palmgren PJ, Lindeberg A, Nath S, Heikkilä H. Head repositioning accuracy and posturography related to cervical facet nerve blockade and spinal manipulative therapy in healthy volunteers: a time series study. *J Manipulat Physiol Ther.* 2009;32(3):193-202.

4. Lee MY, Lee HY, Yong MS. Characteristics of cervical position sense in subjects with forward head posture. *J Physic Ther Sci.* 2014;26(11):1741-3.

5. Gade VK, Wilson SE. Position sense in the lumbar spine with torso flexion and loading. *J Appl Biomechanics.* 2007;23(2):93-102.

6. Tsay A, Allen TJ, Leung M, Proske U. The fall in force after exercise disturbs position sense at the human forearm. *Experim Brain Res.* 2012;222(4):415-25.

7. Fortier S, Basset FA. The effects of exercise on limb proprioceptive signals. *J Electromyography Kinesiol.* 2012;22(6):795-802.

8. Williams K, Tarmizi A, Treleaven J. Use of neck torsion as a specific test of neck related postural instability. *Musculoskelet Sci Pract.* 2017;29:115-9.

9. Ghai S, Driller M, Ghai I. Effects of joint stabilizers on proprioception and stability: A systematic review and meta-analysis. *Physic Ther Sport.* 2017;25:65-75.

10. Abbasi H, Alizadeh MH, Rajabi R, Mohammadi F. Comparison of Static and Dynamic Postural Stability Between Individuals With and Without Forward Head Posture. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal.* 2020;10(3):127-34.

11. Lee J-H. Effects of forward head posture on static and dynamic balance control. *J Physic Ther Sci.* 2016;28(1):274-7.

12. Ahmadipoor A, Khademi-Kalantari K,

25. Crisafulli O, Trompetto C, Puce L, Marinelli L, Costi S, Abbruzzese G, et al. Dual task gait deteriorates gait performance in cervical dystonia patients: a pilot study. *J Neural Transmiss.* 2021;128(11):1677-85.
26. Pashler H. Dual-task interference in simple tasks: data and theory. *Psychol Bullet.* 1994;116(2):220.
27. Talelli P, Ewas A, Waddingham W, Rothwell JC, Ward NS. Neural correlates of age-related changes in cortical neurophysiology. *Neuroimage.* 2008;40(4):1772-81.
28. Saxena S, Cinar E, Majnemer A, Gagnon I. Does dual tasking ability change with age across childhood and adolescence? A systematic scoping review. *Int J Dev Neurosci.* 2017;58:35-49.
29. Bekkers EM, Dockx K, Devan S, Van Rossom S, Verschueren SM, Bloem BR, et al. The impact of dual-tasking on postural stability in people with Parkinson's disease with and without freezing of gait. *Neurorehabil Neural Rep.* 2018;32(2):166-74.
30. Krampe RT, Schaefer S, Lindenberger U, Baltes PB. Lifespan changes in multi-tasking: concurrent walking and memory search in children, young, and older adults. *Gait Posture.* 2011;33(3):401-5.
31. Dumas M, Rapp MA, Krampe RT. Working memory and postural control: adult age differences in potential for improvement, task priority, and dual tasking. *J Gerontol: Series B.* 2009;64(2):193-201.