



Effect of 10 Sessions Using a Simple and Sensory Thoracolumbosacral Brace on Lower Limb Muscle Activities in Kyphosis Patients During Typing

Milad Piran Hamlabadi¹, AmirAli Jafarnezhadgero^{2*}, Babak Akbari Garibeh³

1- Phd. Student of Sport Managements, Department of Sport Management and Biomechanics, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2- Associate Professor of Sport Biomechanics, Department of Sport Management and Biomechanics, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

3- Bachelor of Sports Sciences, Department of Sports science, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

Corresponding Author: AmirAli Jafarnezhadgero, Associate Professor of Sport Biomechanics, Department of Sport Management and Biomechanics, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Email: amiralijafarnezhad@gmail.com

Received: 2022/9/13

Accepted: 2023/8/23

Abstract

Introduction: People experience from neck pain, headaches, kyphosis and back pain while working with computers, and these issues seem to be increasing with the advancement of technology. The aim of the present study was to investigate the effect of 10 sessions using simple and sensory thoracolumbosacral brace on lower limb muscle activities in kyphosis patients during typing.

Methods: This study was a semi-experimental and laboratory investigation. The statistical population of the study was people with kyphosis in Ardabil city. The sample consisted of 30 male employees with kyphosis who were randomly divided into users of the sensor brace and users of the simple brace groups. The electrical activity of the upper limb muscles was recorded by the electromyography system during typing in both pre and post-test. Both groups used brace during ten weeks in their training sessions. All statistical analyses were done using SPSS software, and a two-way ANOVA analysis was conducted with a significance level of 0.05.

Results: The results demonstrated significant main effects of "time" for extensor digitorum muscle ($P=0.016$; $d=0.180$), anterior deltoid ($P=0.014$; $d=0.196$), middle deltoid ($P=0.001$; $d=0.447$) and trapezius ($P=0.046$; $d=0.116$) activity during typing. Findings showed significant main effect of group for the anterior deltoid ($P=0.008$; $d=0.223$) and posterior deltoid ($P=0.013$; $d=0.201$). Furthermore, significant group-by-time interactions were found for superficial extensor digitorum muscle ($P=0.019$; $d=0.189$), triceps ($P=0.001$; $d=0.310$), middle deltoid ($P=0.044$; $d=0.133$) and posterior deltoid ($P=0.001$; $d=0.554$) activity during typing phase.

Conclusions: The decreased electromyographic activity of the muscles when using thoracolumbosacral braces in employees with kyphosis confirms the effectiveness of this intervention. However, further study is needed to better establish this issue.

Keywords: Long Term, Thoracolumbosacral, Brace, Electromyography, Typing.



اثر ده جلسه استفاده از بريس تراکولامبوساکرال ساده و سنسوردار بر فعاليت الکترومایوگرافي عضلات در افراد دارای کایفوز طی تایپ کردن

میلاد پیران حمل آبادی^۱، امیرعلی جعفرنژادگرو^{۲*}، بابک اکبری قریبه^۳

۱- دانشجوی دکتری مدیریت ورزشی، گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲- دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳- کارشناس علوم ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

نویسنده مسئول: امیرعلی جعفرنژادگرو، دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

ایمیل: amiralijafarnezhad@gmail.com

پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۶/۱

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۶/۲۲

چکیده

مقدمه: افراد در حین کار با کامپیوتر دچار گردن درد، سردرد، کایفوز و کمردرد می شوند که به نظر می رسد با پیشرفت تکنولوژی روز به روز بر این دردها افزوده می شود. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر ده جلسه استفاده از دو نوع بريس تراکولامبوساکرال ساده و سنسوردار بر فعاليت الکترومیوگرافي عضلات منتخب در کارکنان مبتلا به کایفوز در حین تایپ بود. **روش کار:** مطالعه حاضر یک مطالعه نیمه تجربی و آزمایشگاهی بود. جامعه آماری مطالعه حاضر افراد مبتلا به کایفوز در شهرستان اردبیل بودند. نمونه ها شامل ۳۰ کارمند مرد مبتلا به کایفوز بود که به صورت در دسترس انتخاب شدند. نمونه ها به طور تصادفی به دو گروه استفاده کنندگان از بريس سنسوردار و گروه کاربران بريس ساده تقسیم شدند. فعاليت الکتریکی عضلات اندام فوقانی توسط سیستم الکترومیوگرافي در حین تایپ کردن در دو مرحله قبل و بعد از آزمون ثبت شد. هر دو گروه در طول ده جلسه در جلسات تمرینی خود از بريس استفاده کردند. تمامی آنالیزهای آماری بر روی نرم افزار SPSS و با استفاده از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه در سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که اثرات عامل زمان در عضله اکستنسور سطحی انگشتان دست ($P=0/016$; $d=0/180$)، دالی قدامی ($P=0/014$; $d=0/196$)، دالی میانی ($P=0/001$; $d=0/447$) و ذوزنقه ($P=0/016$; $d=0/046$) تفاوت معناداری بین استفاده از بريس های مختلف را دارد. همچنین در مقایسه عامل گروه عضله دالی قدامی ($P=0/008$, $d=0/223$) دالی خلفی ($P=0/013$; $d=0/201$) تفاوت معناداری داشت. از طرف دیگر تفاوت معناداری در تعامل گروه و تایپ در عضلات اکستنسور سطحی انگشتان دست ($P=0/019$; $d=0/189$)، سه سر بازویی ($P=0/001$; $d=0/310$)، دالی میانی ($P=0/047$; $d=0/133$) و دالی خلفی ($P=0/001$; $d=0/554$) مشاهده شد.

نتیجه گیری: کاهش فعاليت الکترومیوگرافي عضلات هنگام استفاده از بريس های تراکولامبوساکرال در کارکنان مبتلا به کایفوز احتمالاً اثربخشی آن را تأیید می کند. با وجود این، اثبات هرچه بهتر این موضوع نیاز به انجام پژوهش های بیشتر دارد.

کلیدواژه ها: اثر بلند مدت، تراکولامبوساکرال، بريس، الکترومیوگرافي، تایپ کردن.

الکتریکی عضلات ثبت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جهت تحلیل میانه فرکانس نیز از نرم افزار Biometrics Data LITE ساخت کشور آمریکا استفاده شد. همچنین نرمال بودن توزیع داده ها با استفاده از آزمون شاپیرووولیک مورد تأیید قرار گرفت. جهت مقایسه مقادیر الکترومایوگرافی عضلات نیز از آنالیز واریانس دوطرفه جهت تحلیل آماری داده ها استفاده شد. تمام تحلیل ها در سطح معنی داری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام پذیرفت. میزان اندازه اثر در این پژوهش با استفاده از رابطه Cohen's d و به ترتیب زیر محاسبه شد (۲۹): که در این رابطه اگر میزان اندازه اثر، ۰/۲ یا کمتر باشد نشان دهنده تغییرات کم، ۰/۵، تغییرات متوسط و ۰/۸، تغییرات بزرگ می باشد.

$$D = (\text{mean1} - \text{mean2}) / \left(\frac{SD1 + SD2}{2} \right)$$

یافته ها

ویژگی های دموگرافیک شرکت کنندگان شامل طول قد، وزن و سن در تمام آزمودنی ها مورد اندازه گیری قرار گرفت. گروه استفاده کنندگان از بريس ساده (سن ۲۹/۸±۱۴/۶ سال، قد ۱۷۳±۴/۱۷ متر، وزن ۸۶/۲۹±۱۷/۱۹ کیلوگرم و میزان انحنای کایفوز ۲۸/۳۲±۹/۲۴ درجه) و گروه استفاده کنندگان از بريس سنسوردار (سن ۲۸/۴±۸/۲۷ سال، قد ۱۷۵±۶/۲۳ متر، وزن ۸۵/۲۰±۱۵/۲۳ کیلوگرم و میزان انحنای کایفوز ۳۱/۱۹±۶/۱۴ درجه) را شامل می شدند که ویژگی دموگرافی آن ها به لحاظ آماری تفاوت معناداری را نشان نداد ($P > 0.05$).

نتایج نشان داد که اثرات عامل زمان در عضله اکستنسور سطحی انگشتان دست ($P = 0.016$; $d = 0.180$)، دالی قدامی ($P = 0.001$; $d = 0.447$)، دالی میانی ($P = 0.014$; $d = 0.196$)، دوزنقه ($P = 0.046$; $d = 0.116$) تفاوت معناداری بین استفاده از بريس های مختلف را دارد. همچنین در مقایسه عامل گروه عضله دالی قدامی ($P = 0.008$; $d = 0.223$)، دالی خلفی ($P = 0.013$; $d = 0.201$) تفاوت معناداری در تعامل گروه و تایپ در عضلات اکستنسور سطحی انگشتان دست ($P = 0.019$; $d = 0.189$)، سه سر بازویی ($P = 0.001$; $d = 0.310$)، دالی میانی ($P = 0.001$; $d = 0.133$) و دالی خلفی ($P = 0.001$; $d = 0.554$) مشاهده شد (جدول ۱).

منعطف ساخت کشور تایوان با دقت یک دهم درجه و ضریب پایایی آن ۹۷ درصد (۲۴) و فرمول به دست آوردن زاویه کایفوز برابر با $\text{Arc Tan} = 2h/L$ بود، استفاده گردید (۲۵). معیار خروج از پژوهش نیز داشتن سابقه جراحی در ستون فقرات، عدم توانایی تایپ کردن، داشتن سابقه بیماری کرونای، داشتن سابقه شکستگی در ناحیه دست و بازو بود. همچنین در راستای اخلاق پژوهشی این مطالعه با کد اخلاق (IR.ARUMS.REC.1399.255) به تصویب دانشگاه علوم پزشکی اردبیل رسیده است.

از یک سیستم الکترومایوگرافی قابل حمل با ۸ جفت الکتروود سطحی دو قطبی (شکل دایره ای با قطر ۱۱ میلی متر با فاصله ۱۰۰ میلی متری تا مرکز ۲۵ میلی متری دارای مقاومت ورودی ۱۰۰ میلی اهم و نسبت رد سیگنال مشترک بزرگتر از ۱۱۰ دسی بل) برای ثبت فعالیت الکترومایوگرافی عضلات فلکسور سطحی انگشتان، اکستنسور سطحی انگشتان، دو سر بازویی، سه سر بازویی، دالی قدامی، دالی میانی، دالی خلفی و دوزنقه در طرف راست بدن با فرکانس نمونه برداری ۲۰۰۰ هرتز استفاده شد. جهت نصب الکتروودها و حذف نویزهای ناشی از وجود مو ابتدا سطح پوست روی عضلات منتخب تراشیده و با الکل (Etanol-70%) تمیز گردید و الکتروودها مطابق توصیه های پروتکل اروپایی جهت ثبت فعالیت عضلات در الکترومایوگرافی سطحی (Surface Electromyography Non-invasive Assessment of Muscles) در محل مورد نظر قرار گرفت (۲۶). محل نصب الکتروودها برای فلکسور سطحی انگشتان، اکستنسور سطحی انگشتان، دو سر بازویی، سه سر بازویی، دالی قدامی، دالی میانی، دالی خلفی و دوزنقه طبق پروتکل سنایم (Surface Electromyography Non-invasive Assessment of Muscles) مشخص گردید و نصب گردید (۲۶).

همه شرکت کنندگان در این پژوهش از بريس های یکسانی استفاده کردند و آزمون آن ها شامل تایپ کردن ۱ دقیقه ای با بريس ساده و با بريس سنسوردار تراکولامبوساکرال در مرحله قبل و بعد تمرین بود (۲۷). افراد در دو گروه ۱۵ نفری با بريس ساده و بريس سنسوردار با توجه به انتخاب نوع بريس هر فرد قرار گرفتند و مرحله قبل آزمون انجام گرفت بعد ثبت داده ها افراد از این بريس ها به مدت ۱۰ جلسه و ۳۰ دقیقه در هر جلسه استفاده کردند (۲۸). بعد از اتمام مدت زمان مشخص شده، مراحل ثبت داده دوباره تکرار شد. برای هر آزمودنی سه آزمایش موفق فعالیت

جدول ۱. اثر طولانی مدت استفاده از دو نوع بریس ساده و سنسور دار بر مقادیر فرکانس عضلات طی تایپ کردن

عضلات	بریس ساده		بریس سنسور دار		مقدار P- (مجذور اتا)	
	قبل تمرین	بعد تمرین	قبل تمرین	بعد تمرین	اثر عامل گروه	تعامل گروه و زمان
فلکسور سطحی انگشتان دست	۱۶/۰۵±۸۱/۵۲	۱۴/۰۹±۷۸/۱۹	۱۴/۱۱±۸۴/۳۹	۱۵/۴۴±۸۰/۷۱	۰/۵۲۷ (۰/۰۱۴)	۰/۹۸۷ (۰/۰۰۱)
اکستنسور سطحی انگشتان دست	۱۶/۴۲±۸۶/۸۱	۱۵/۴۱±۸۷/۰۹	۳۴/۴۳±۱۰۸/۴۷	۱۸/۶۵±۸۸/۲۹	۰/۱۲۴ (۰/۰۸۲)	*۰/۰۱۹ (۰/۱۸۹)
دوسر بازویی	۱۷/۱۰±۵۷/۶۰	۲۱/۴۸±۵۴/۳۰	۱۱/۹۷±۶۹/۸۴	۷/۹۴±۵۸/۲۷	۰/۰۷۰ (۰/۱۱۲)	۰/۲۷۰ (۰/۰۴۳)
سه سر بازویی	۱۶/۲۶±۶۲/۵۳	۱۶/۹۸±۷۱/۱۶	۱۳/۶۶±۷۸/۲۲	۱۳/۶۹±۶۲/۸۳	۰/۴۱۲ (۰/۰۲۴)	*۰/۰۰۱ (۰/۰۳۱۰)
دالی قدامی	۲۱/۰۱±۶۳/۷۴	۱۷/۶۱±۶۱/۴۲	۱۱/۶۳±۸۴/۰۲	۱۲/۱۴±۶۶/۶۷	*۰/۰۰۸ (۰/۰۲۲۳)	۰/۰۵۶ (۰/۱۲۵)
دالی میانی	۱۳/۳۳±۶۶/۹۹	۸/۵۹±۶۰/۳۷	۱۶/۶۶±۷۸/۲۲	۹/۵۷±۶۱/۳۴	۰/۱۲۱ (۰/۰۸۳)	*۰/۰۴۷ (۰/۱۱۳۳)
دالی خلفی	۲۰/۸۳±۶۲/۱۲	۱۱/۷۲±۵۲/۸۷	۱۲/۴۹±۶۸/۲۲	۱۰/۲۷±۵۲/۸۴	*۰/۰۱۳ (۰/۰۲۰۱)	*۰/۰۰۱ (۰/۰۵۵۴)
دوزنقه	۸/۰۴±۵۹/۰۵	۶/۷۳±۵۳/۹۱	۴۱/۳۲±۶۸/۶۷	۶/۱۱±۵۲/۳۵	۰/۴۷۶ (۰/۰۱۸)	۰/۳۲۳ (۰/۰۳۵)

$$P = ۰/۰۵$$

بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر دو نوع بریس تراکولامبوساکرال ساده و سنسوردار بر فعالیت الکترومایوگرافی عضلات منتخب در کارمندان مبتلا به کایفوز طی تایپ کردن انجام گرفت. در این مطالعه فعالیت الکتریکی عضلات فلکسور سطحی انگشتان، اکستنسور سطحی انگشتان، دو سر بازویی، سه سر بازویی، دالی قدامی، دالی میانی، دالی خلفی و دوزنقه در افراد مبتلا به کایفوز حین تایپ کردن مورد بررسی قرار گرفت.

با توجه به یافته ها، فعالیت عضله دوزنقه در اثر عامل تایپ کردن طی استفاده از بریس ها حدود ۳۳ درصد، عضله دالی میانی حدود ۲۸ درصد، عضله دالی قدامی ۲۹ درصد و اکستنسور سطحی انگشتان دست حدود ۲۳ درصد در هنگام استفاده از بریس سنسور دار کاهش پیدا کرده است. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه Nag و همکاران و Cook و همکاران و Clisby و همکاران به دلیل کاهش معنادار فعالیت عضله دوزنقه همسو است و با مطالعه Van Poppel و همکاران به دلیل عدم تفاوت در فعالیت الکترومایوگرافی عضلات ناهمسو می باشد. در مطالعه Cook و همکاران گزارش شد که حمایت مچ دست منجر به کاهش فعالیت عضلات دوزنقه و دلتوئید قدامی می گردد

(۳۰). بنابراین چنین بنظر می رسد که این بریس که فرد را وادار می کند تا وضعیت قامتی خود را حفظ کند در نگهداری پاسچر مناسب نیز نقش ویژه ای دارد در همین راستا Nag و همکاران در یک مطالعه ۶ ساله گزارش دادند که بار استاتیک عضله دوزنقه و درد گردن در افراد سالم و در حالت استفاده از حمایت های جانبی کاهش می یابد (۳۱) این یافته با مطالعه قبلی ما نیز همسو است. ما در مطالعه قبلی خود که به بررسی اثرات آنی بریس های ساده و سنسور دار تراکولامبوساکرال در طی تایپ کردن پرداخته بودیم، نتایج نشان داد که در حین استفاده از بریس و عدم استفاده از بریس تفاوت معناداری در حین تایپ کردن وجود دارد. به طوری که کاهش معنادار فعالیت عضله دوزنقه مشاهده شد (۱۹).

در بررسی عامل تفاوت گروهی نیز مشاهده شد که عضله دالی خلفی و دالی قدامی تفاوت معناداری در دو گروه دارند. برخی از مطالعات انجام گرفته در این راستا که فعالیت الکترومایوگرافی را در حالت نشسته انجام داند، گزارش کردند که در دلتوئید خلفی همراه با عضله تحت خاری فعال می شود که می تواند باعث افزایش مقاومت در برابر گشتاور چرخش خارجی شده و قدرت مقاومت عضله تحت خاری را تغییر می دهد (۳۲، ۳۳). ثابت شده است که مقاومت چرخشی خارجی در حالی که شانه در حالت

و همکاران در مطالعه ای تاثیر حمايت ساعد و مچ دست بر عملکرد عضلات ساعد، شانه و پشت را چنين گزارش کرد که در وضعيت استفاده از حمايت ساعد و مچ دست، افزايش فعاليت الکتریکي در اکستنسور آرنج دیده می شود که با کاهش در فعاليت عضلات فلکسور سطحی انگشتان و اکستنسور انگشتان دست همراه است در بررسی تفاوت بريس سنسور دار در مطالعه ما نیز نمود واقعی هم راستایی این نتیجه با نتیجه حاصل شده از مطالعه آنان حاصل می شود. (۳۱) در مطالعات مرتبط با خستگی بیان شده است که فعاليت عضلانی هر چقدر کمتر باشد، مناسب و بهتر است (۳۹) با این حال جهت بررسی تفاوت بريس ها در حين تایپ کردن بررسی متغیر خستگی ضروری به نظر می رسد. بنابراین پیشنهاد می شود برای مطالعه آیند اثر خستگی نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

نتیجه گیری

کاهش فعاليت الكترومایوگرافي عضلات در هنگام استفاده از بريس توراكولامبوساکرال در کارمندان مبتلا به کایفوز اثربخشی آن را تایید می کند. این کاهش فرکانس احتمالا با حمايت غیرفعال بريس مرتبط می باشد

سیاسگزارى

تقدیر و تشکر از همه کسانی که ما را در انجام هر چه بهتر این پژوهش یاری نمودند.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله هیچگونه تعارض منافی را در ارتباط با مواد استفاده شده در پژوهش اعلام ندارند.

References

1. Developing Structural Model of Organizational Health, Learning Process and Learning Culture in Iran Sport Federations %J New Trends in Sport Management. 2014;2(4):49-63.
2. Furtado GE, Letieri RV, Caldo-Silva A, Sardão VA, Teixeira AM, de Barros MP, et al. Sustaining efficient immune functions with regular physical exercise in the COVID-19 era and beyond. 2021;51(5):e13485. <https://doi.org/10.1111/eci.13485>
3. Shin S-J, Yoo W-G. Changes in cervical range of motion, flexion-relaxation ratio and pain with visual

اداکشن و در ۹۰ درجه ارتفاع است، برای درمان استفاده می شود (۳۴). کاهش توانایی یا به حداقل رساندن فعاليت الكترومایوگرافي عضله دلتوئید که یکی از عضلات شناخته شده برای کمک به چرخش خارجی است، به عنوان روش تشخیص اثر بخشی آن شناخته می شود (۳۵) بیان می کند که در فرآیندی به نام مهار متقابل وقتی عضله آگونیست حداکثر منقبض می شود، عضله آنتاگونیست حداکثر شل می شود، این فرآیند زمانی اتفاق می افتد که نورون های حرکتی عضله آگونیست، تکانه های حرکتی را از اعصاب آوران دریافت می کنند و نورون های حرکتی که ماهیچه های آنتاگونیست حرکتی را تامین می کنند، توسط تکانه های آوران مهار می شوند (۳۴). عضلات دلتوئید در درجه اول ابدکتور شانه است و بخش های خاصی از این عضله یعنی دالی خلفی می تواند به چرخش و تثبیت مفصل گنوهومرال کمک کند (۳۶). بنابراین Park و همکاران در مطالعه خود گزارش کردند که وقتی روتاتور کاف آسیب می بیند، شانه ها ممکن است متفاوت عمل کنند و باعث افزايش فعاليت عضله دالی خلفی در افراد مبتلا به آسیب روتاتور کاف می شود (۳۷). Clisby و همکاران نیز بیان می کنند که روتاتور کاف و دلتوئید در بیماران مبتلا به آسیب روتاتور کاف نامتعادل هستند و هدف از توانبخشی کاهش فعاليت دلتوئید و افزايش فعال شدن روتاتور کاف است (۳۸). با توجه به جدول نتایج می توان این اذعان را کرد که بريس تراکولامبوساکرال در این عضلات به صورت اثر بخش فعاليت می کند و باعث کاهش فعاليت در طی مرحله بعد تمرین شده است. در بررسی اثر عامل گروه و تایپ نیز در عضلات اکستنسور سطحی انگشتان دست، سه سر بازویی، دالی میانی و دالی خلفی تفاوت معناداری مشاهده شد. Nag

display terminal work. Work. 2014;47(2):261-5.

<https://doi.org/10.3233/WOR-121580>

4. Yoo W-G, An D-H. The relationship between the active cervical range of motion and changes in head and neck posture after continuous VDT work. Industrial health. 2009;47(2):183-8. <https://doi.org/10.2486/indhealth.47.183>
5. Park Sy, Yoo Wg. Effect of EMG-based Feedback on Posture Correction during Computer Operation. Journal of occupational health. 2012;54(4):271-7. <https://doi.org/10.1539/joh.12-0052-OA>
6. Lau KT, Cheung KY, Chan MH, Lo KY, Chiu TTW. Relationships between sagittal

- postures of thoracic and cervical spine, presence of neck pain, neck pain severity and disability. *Manual therapy*. 2010;15(5):457-62. <https://doi.org/10.1016/j.math.2010.03.009>
7. Zepa I, Hurmerinta K, Kovero O, Nissinen M, Könönen M, Huggare J. Associations between thoracic kyphosis, head posture, and craniofacial morphology in young adults. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2000;58(6):237-42. <https://doi.org/10.1080/00016350050217064>
 8. Fon GT, Pitt MJ, Thies Jr AC. Thoracic kyphosis: range in normal subjects. *American Journal of Roentgenology*. 1980;134(5):979-83. <https://doi.org/10.2214/ajr.134.5.979>
 9. van Dieën JH, Cholewicki J, Radebold A. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. *Spine*. 2003;28(8):834-41. <https://doi.org/10.1097/00007632-200304150-00018> <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000058939.51147.55>
 10. Briggs AM, Van Dieën JH, Wrigley TV, Greig AM, Phillips B, Lo SK, et al. Thoracic kyphosis affects spinal loads and trunk muscle force. *Physical therapy*. 2007;87(5):595-607. <https://doi.org/10.2522/ptj.20060119>
 11. Greig AM, Bennell KL, Briggs AM, Hodges PW. Postural taping decreases thoracic kyphosis but does not influence trunk muscle electromyographic activity or balance in women with osteoporosis. *Manual therapy*. 2008;13(3):249-57. <https://doi.org/10.1016/j.math.2007.01.011>
 12. Yoon T-L, Cynn H-S, Choi S-A, Lee J-H, Chio B-SJW. Effect of the craniocervical brace on craniocervical angle, thoracic kyphosis angle, and trunk extensor muscle activity during typing in subjects with forward head posture. 2016;55(1):163-9. <https://doi.org/10.3233/WOR-162378>
 13. Karlqvist LK, Hagberg M, Köster M, Wenemark M, Anell R. Musculoskeletal symptoms among computer assisted design (CAD) operators and evaluation of a self-assessment questionnaire. *International Journal of Occupational and Environmental Health*. 1996;2(3):185-94. <https://doi.org/10.1179/oeh.1996.2.3.185>
 14. Fogleman M, Brogmus G. Computer mouse use and cumulative trauma disorders of the upper extremities. *Ergonomics*. 1995;38(12):2465-75. <https://doi.org/10.1080/00140139508925280>
 15. Schnabel M, Ferrari R, Vassiliou T, Kaluza G. Randomised, controlled outcome study of active mobilisation compared with collar therapy for whiplash injury. *Emergency medicine journal*. 2004;21(3):306-10. <https://doi.org/10.1136/emj.2003.010165>
 16. White A. Spinal braces: functional analysis and clinical applications. *Clinical biomechanics of the spine*. 1990.
 17. Hamlabadi MP, Jafarnezhadgero A, Anoushirvani S. The effect of two types of thoracolumbosacral braces on electromyography activity and pain index in patients with low back pain during walking.
 18. Piran Haml Abadi M, Jafarnezhadgero A, Anoushirvani SJJoAST. A preliminary design of new corrective and wireless thoracolumbar bracing for individuals with functional thoracolumbar kyphosis. 2019;3(1):33-6.
 19. Jaafarnejad A, Piran Hamlabadi M, Noorian EJTSJoRM. The effect of two types of simple and sensor thoracolumbosacral braces on electromyography activity of selected muscles in individuals with kyphosis during typing. 2021.
 20. Waersted M, Westgaard R. Attention-related muscle activity in different body regions during VDU work with minimal physical activity. *Ergonomics*. 1996;39(4):661-76. <https://doi.org/10.1080/00140139608964488>
 21. Wærsted M, Bjørklund R, Westgaard RH. The effect of motivation on shoulder-muscle tension in attention-demanding tasks. *Ergonomics*. 1994;37(2):363-76. <https://doi.org/10.1080/00140139408963652>
 22. Van Poppel MN, de Looze MP, Koes BW, Smid T, Bouter LM. Mechanisms of action of lumbar supports: a systematic review. *Spine*. 2000;25(16):2103-13. <https://doi.org/10.1097/00007632-200008150-00016>
 23. Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*. 2007;39(2):175-91. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
 24. DANESHMANDI H, Sardar M, Taghizadeh M. The effect of exercises program on lumbar lordosis. 2005.
 25. Frank C, Page P, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda

- approach: Human kinetics; 2009.
26. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of electromyography and Kinesiology*. 2000;10(5):361-74. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(00\)00027-4](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00027-4)
 27. Hamlabadi M, Jafarnezhadgero A, Anoushirvani S. A preliminary design of new corrective and wireless thoracolumbar bracing for individuals with functional thoracolumbar kyphosis. 2019;2:33-6.
 28. MohammadZadeh S, Jafarpisheh AS, Mokhtarinia HR, Oskouezadeh R, Nourozi MJAoR. Designing and Evaluating the Validity and Reliability of the Biofeedback Tool for Healthy People With Postural Kyphosis. 2019;19(4):340-53. <https://doi.org/10.32598/rj.19.4.340>
 29. Cohen J. Statistical power analysis for the behavior science. Lawrance Erlbaum Association. 1988.
 30. Cook C, Limerick RB. Forearm support for intensive keyboard users: a field study. *Proceedings of HF, Melbourne, Australia*. 2002:25-7.
 31. Nag P, Pal S, Nag A, Vyas H. Influence of arm and wrist support on forearm and back muscle activity in computer keyboard operation. *Applied ergonomics*. 2009; 40 (2):286-91. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.04.016>
 32. Reinold MM, Wilk KE, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Chmielewski T, et al. Electromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation exercises. 2004;34(7):385-94. <https://doi.org/10.2519/jospt.2004.34.7.385>
 33. Kim J-W, Yoon J-Y, Kang M-H, Oh J-SJJoPTS. Selective activation of the infraspinatus during various shoulder external rotation exercises. 2012;24(7):581-4. <https://doi.org/10.1589/jpts.24.581>
 34. Porter S. Tidy's Physiotherapy, 15e: Elsevier India; 2013.
 35. Bitter NL, Clisby EF, Jones MA, Magarey ME, Jaberzadeh S, Sandow MJJJoS, et al. Relative contributions of infraspinatus and deltoid during external rotation in healthy shoulders. 2007;16(5):563-8. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2006.11.007>
 36. Kisner C, Colby LA, Borstad J. Therapeutic exercise: foundations and techniques: Fa Davis; 2017.
 37. Park HB, Yokota A, Gill HS, El Rassi G, McFarland EGJJ. Diagnostic accuracy of clinical tests for the different degrees of subacromial impingement syndrome. 2005;87(7):1446-55. <https://doi.org/10.2106/00004623-200507000-00005>
 38. Clisby EF, Bitter NL, Sandow MJ, Jones MA, Magarey ME, Jaberzadeh SJJos, et al. Relative contributions of the infraspinatus and deltoid during external rotation in patients with symptomatic subacromial impingement. 2008;17(1):S87-S92. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.05.019>
 39. Hussain J, Sundaraj K, Low YF, Kiang LC, Sundaraj S, Ali MAJBSP, et al. A systematic review on fatigue analysis in triceps brachii using surface electromyography. 2018;40:396-414. <https://doi.org/10.1016/j.bspsc.2017.10.008>