Sport Medicine Studies **Volume 12, No 28, 2021, Page 89-106**

Research Paper

Electromyography Activity of Lower Limb and Erector Spinae Muscles During Walking with and Without Cognitive Dual Task in Patients with Cerebral Palsy and Healthy Controls

Sh. Yazdani[1], M. Elhami[2]

1. Sports Biomechanics (Ph.D.), Assistant professor, Department of motor behavior, Faculty of physical education and sport science, University of Tabriz, Tabriz, Iran (Corresponding Author)
2. Master of Science (M.Sc), Department of motor behavior, Faculty of physical education and sport science, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Received Date: 2021/03/15 **Accepted Date: 2021/05/29**

Abstract

Performing dual task may impair balance and gait in cerebral palsy (CP). But the effect of dual task on the electromyographic activity of CP patients has not been well studied yet. The aim of this study was to investigate the electromyography (EMG) activity of the lower limbs and erector spinae muscles in CP patients and healthy controls during walking with and without a cognitive dual task. To do so, the EMG activity of biceps femoris (BF), rectus femoris (RF) and erector spinae at L3 level (L3) muscles of 10 CP patients and 10 healthy controls were recorded using an EMG USB2+ system and bipolar electrodes during walking with and without the cognitive task. Data were statistically analyzed using SPSS 22 and ANOVA for repeated measures with a significance level of 0.05. Results showed that during walking with the cognitive dual task, the EMG activity of the left L3, BF and RF muscles and right L3 and BF muscles was significantly higher than that of the normal subjects. The pattern of normalized EMG activity of L3, BF and RF muscles of CP patients and healthy control subjects differed during gait with and without the cognitive dual task, and there was a significant interaction between the group, muscle and task factors. Based on our results, cognitive dual task increases EMG activity of CP patients more than healthy subjects. This increase can be attributed to the effort of CP patients to [1]maintain posture and dynamic balance. Thus, it is recommended to pay attention to the cognitive dual task when evaluating and designing exercise programs for CP people with cerebral palsy.

Keywords: Cerebral Palsy, Cognitive Dual Task, Gait, Electromyography

1. Email: mojtabaashr@yahoo.com
2. Email: sadeghih@yahoo.com
3. Email: eshirzad@ut.ac.ir

Extended Abstract

Objectives

Cerebral palsy (CP) is a distinct disorder of the nervous system that permanently affects the movements and coordination of the muscles. People with spastic CP can experience movement and balance problems, recurrent falls, and gait disorders (4). Performing dual task can affect balance and gait in CP. However, the effect of dual task on electromyographic (EMG) activity in CP patients has not been well studied. The aim of this study was to investigate the EMG activity of the lower limbs and erector spinae muscles in CP patients and healthy controls during walking with and without a cognitive dual task.

Methods

The statistical population of this study was all women with hemiplegic CP in Tabriz city, from which 10 people were selected. The EMG activity of biceps femoris (BF), rectus femoris (RF) and erector spinae at L3 level (L3) muscles of 10 CP patients and 10 healthy controls were recorded using an EMG USB2+ system and bipolar electrodes during walking with and without the cognitive task. Data were analyzed using SPSS 22 and ANOVA for repeated measures with a significance level of 0.05.

Results

The results showed that during walking with a cognitive dual task, the EMG activity of the left L3, BF and RF muscles and right L3 and BF muscles was significantly higher than that of the normal subjects. The pattern of normalized EMG activity of L3, BF and RF muscles of CP patients and healthy control subjects differed during gait with and without cognitive dual task and there was a significant interaction between the group, muscle and task factors.

Conclusion

Based on our results, cognitive dual task increases EMG activity of CP patients more than healthy subjects. This increase can be attributed to the effort of CP patients to maintain posture and dynamic balance. Thus, it is recommended to pay attention to the cognitive dual task when evaluating and designing exercise programs for CP people.

Keywords: Cerebral Palsy, Cognitive Dual Task, Gait, Electromyography

مطالعات طب ورزشی دوره ۱۲، شماره ۲۸، پاییز و زمستان ۱۳۹۹. صص ۱۰۶-۸۹

مقالهٔ پژوهشی

فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی و تنه هنگام راه رفتن با و بدون تکلیف دوگانهٔ شناختی در بیماران مبتلا به فلج مغزی و افراد سالم

شیرین یزدانی[۱]، مبارکه الهامی[۲]

۱. دکتری بیومکانیک ورزشی، استادیار، دانشگاه تبریز (نویسندهٔ مسئول)
۲. کارشناسی ارشد کنترل حرکتی، دانشگاه تبریز

تاریخ ارسال ۱۳۹۹/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۰۳/۰۸

چکیده

اجرای تکلیف دوگانه باعث کاهش تعادل و اختلال در گام‌برداری فرد می‌شود. اما اثر این نوع تکلیف بر فعالیت الکتریکی عضلات افراد مبتلا به فلج مغزی ناشناخته است. از این رو هدف از مطالعهٔ حاضر بررسی فعالیت الکترومیوگرافی عضلات اندام تحتانی و تنهٔ بیماران مبتلا به فلج مغزی و افراد سالم هنگام راه رفتن عادی و راه رفتن با تکلیف دوگانهٔ شناختی بود. به این منظور با استفاده از دستگاه الکترومیوگرافی EMG USB2+ و الکترودهای سطحی دوقطبی، شدت فعالیت عضلات راست‌کنندهٔ ستون مهره‌ای کمری (ES)، راست‌رانی (RF) و دوسر رانی (BF) ۱۰ بیمار مبتلا به فلج مغزی و ۱۰ نفر آزمودنی سالم همگن هنگام راه رفتن با و بدون تکلیف دوگانهٔ شناختی ثبت شد. داده‌های به‌دست‌آمده با نرم‌افزار SPSS۲۲ و روش‌های آماری ANOVA ویژهٔ داده‌های تکراری در سطح معناداری ۰/۰۵ تجزیه‌وتحلیل شدند. نتایج نشان داد هنگام راه رفتن با وظیفهٔ شناختی دوگانه، شدت فعالیت عضلات L3، BF و RF سمت چپ و عضلهٔ L3 و BF سمت راست بیماران فلج مغزی به‌طور معناداری بیشتر از افراد سالم بود. الگوی تغییر شدت فعالیت الکتریکی همسان‌سازی شدهٔ عضلات L3، BF و RF در هنگام راه رفتن عادی و راه رفتن با تکلیف دوگانهٔ شناختی در دو گروه سالم و CP متفاوت بود و بین سه عامل گروه، عضله و وظیفهٔ حرکتی تأثیر متقابل معناداری مشاهده شد. بر اساس نتایج، وظیفهٔ دوگانهٔ شناختی فعالیت عضلات L3 و BF افراد فلج مغزی را بیشتر از افراد سالم افزایش می‌دهد که این افزایش می‌تواند به تلاش فرد برای حفظ وضعیت بدن و تعادل پویا در آن‌ها نسبت داده شود. بنابراین توجه به تکلیف دوگانه در ارزیابی و طراحی برنامه‌های تمرینی ویژهٔ افراد فلج مغزی توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: فلج مغزی، تکلیف دوگانهٔ شناختی، راه رفتن، فعالیت الکترومیوگرافی

1. Email: mojtabaashr@yahoo.com
2. Email: sadeghih@yahoo.com
3. Email: eshirzad@ut.ac.ir

مقدمه

فلج مغزی[1] اختلال بارز سیستم عصبی است که تأثیری مداوم و همیشگی بر حرکات و هماهنگی عضلات بدن می‌گذارد. از هر ۱۰۰۰ تولد زنده، ۲/۱۱ مورد با فلج مغزی همراه است (۱) که باعث محدودیت در فعالیت‌ها می‌شود (۲). ناهنجاری‌های سیستم عصبی مرکزی، اختلالات ژنتیکی، عفونت‌های دورهٔ نوزادی به دلیل مراقبت‌های اولیهٔ نوزادان در بیمارستان باعث به وجود آمدن این اختلال می‌شوند (۳). از جمله مشکلاتی که افراد مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک با آن مواجه‌اند می‌توان به مشکلات حرکتی و تعادلی، افتادن‌های پی‌درپی، نقص و اختلال در گام‌برداری (۴) اشاره کرد. اختلال عملکرد حرکتی بیماران فلج مغزی با مشکلات سینرژی‌های عصبی-عضلانی غیرعادی (۵)، حمله ناگهانی، کنترل حرکتی ضعیف (۶)، مشکلات تعادلی (۷)، خستگی عضلانی (۸) و درد (۹) همراه است. اختلالات حرکتی در فلج مغزی باعث محدودیت جابه‌جایی در فرد معلول می‌شود، و بر سیر رشد طبیعی کودک تأثیر می‌گذارد و باعث اختلال در حس، درک، شناخت، ارتباط و تشنج در فرد می‌شود (۱۰). در بیماران فلج مغزی مشکلات تقارن، نظم، ثبات و هماهنگی راه رفتن دیده می‌شود (۱۱). دیگر ناهنجاری‌های گام برداری عمومی در کودکان مبتلا به فلج مغزی یک‌طرفه شامل سرعت کمتر، طول گام کمتر، افزایش پهنای گام (۱۲)، تغییر تولید توان از مچ پا به ران (۱۳) و ثبات کم در گام برداشتن (۱۴) است. در کودکان مبتلا به فلج مغزی به علت تعادل کم و تغییر در خط ثقل بدن معمولاً مرحلهٔ نوسان از حالت عادی کوتاه‌تر است و به‌طور کلی این افراد در هنگام راه رفتن فاز استقرار بیشتری را تجربه می‌کنند (۱۲) که این مسئله خود می‌تواند دلیلی بر کاهش سرعت، کاهش طول گام و کاهش میزان جابه‌جایی افراد مبتلا به فلج مغزی باشد (۱۲,۱۵). علاوه بر این، در مطالعات متعددی نشان داده شده است که ویژگی‌های عضلانی غیرعادی مثل اسپاسیتی (تشنج)، ضعف، کانتراکچرها (۱۶)، هم‌انقباضی زیاد و تأخیر در فعالیت عضلات (۱۷) در تعادل و راه رفتن غیرعادی افراد مبتلا به فلج مغزی دخالت دارند.

در مطالعات قبلی مشخص شده است که اجرای تکلیف دوگانهٔ شناختی و حرکتی مثل شمردن اعداد، حمل اجسام، نگه‌داشتن شیء و فعالیت‌های مشابه هنگام راه رفتن با تغییرات زیاد نیروی عکس‌العمل زمین، متغیرهای فضایی-زمانی و کنترل پوسچری ارتباط دارند (۲۲-۱۸) و یکی از عوامل خطرزای مشکلات تعادلی و افتادن در افراد مبتلا به اختلالات عصب‌شناختی است (۲۳). در افراد فلج مغزی نیز به علت اختلال کنترل پوسچری و تعادلی، مشکل افتادن یکی از مهم‌ترین مشکلات این افراد است (۲۴). با توجه به اینکه بیش از ۶۵ درصد افراد مبتلا به فلج مغزی مشکلات عملکردی، دیداری-فضایی، نقص توجه و اختلالات یادگیری دارند (۱۲)، این اختلالات به همراه محدودیت‌های حرکتی

1. Cerebral Palsy

باعث مشکلات و خطاهای بیشتر این افراد در محیط‌هایی می‌شوند که تکالیف حرکتی و شناختی به‌طور هم‌زمان انجام می‌شوند؛ زیرا هر دو وظیفه برای منابع ذهنی رقابت می‌کنند (۱۹,۲۵,۲۶). بنابراین بررسی نقش تکلیف دوگانه در کنترل پوسچر و راه رفتن افراد مبتلا به فلج مغزی اهمیت ویژه‌ای دارد. مطالعات قبلی در زمینهٔ اثر تکلیف دوگانه بر مکانیک راه رفتن افراد مبتلا به فلج مغزی نشان داده‌اند که اجرای تکلیف دوگانه باعث کاهش تعادل و اختلال در گام‌برداری فرد می‌شود (۱۹,۲۵). هاکان[1] و همکاران نیز نشان دادند که اثر تکلیف دوگانهٔ شناختی بر متغیرهای فضایی-زمانی راه رفتن در افراد مبتلا به فلج مغزی دای‌پلژی بیشتر از گروه کنترل بود (۱۵).

پژوهش‌های اندکی روی اثر تکلیف دوگانه بر راه رفتن افراد فلج مغزی انجام شده و فقط متغیرهای کینماتیکی راه رفتن بررسی شده‌اند. با توجه به اینکه حالت اسپاسم در بیماران فلج مغزی بیشتر در گروه عضلات فلکسور اثر می‌گذارد و عضلات چهارسر و همسترینگ، که فلکسورهای زانو و ران‌اند، نقشی مهم در مراحل مختلف راه رفتن دارند؛ بررسی فعالیت الکتریکی عضلات و نحوهٔ درگیری آن‌ها هنگام راه رفتن روشی ارزشمند برای مطالعهٔ حرکات، ارزیابی سازوکارهای فیزیولوژی عصبی-عضلانی و تشخیص اختلالات عصبی-عضلانی در اجرای فعالیت‌های عادی روزمره و هنگام اجرای تکلیف دوگانه در این افراد است و می‌تواند در ارزیابی و طراحی برنامهٔ تمرینی مناسب برای افراد مبتلا به بیماری فلج مغزی راهنمای مناسبی برای درمانگران و متخصصان باشد. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تکلیف دوگانهٔ شناختی بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات اندام تحتانی و تنهٔ بیماران مبتلا به فلج مغزی و افراد سالم هنگام راه رفتن بود.

روش پژوهش

جامعهٔ آماری این پژوهش همهٔ زنان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلژی شهر تبریز بودند که از بین این افراد ۱۰ نفر با میانگین سن ۶/۲۴ ± ۲۲/۴۴ سال، قد ۵/۲۴ ± ۱۶۲/۳۹ سانتی‌متر، وزن ۱۰/۱۹ ± ۶۲/۸۹ کیلوگرم و BMI ۳/۴۹ ± ۲۳/۸۱ کیلوگرم بر مترمربع به‌عنوان نمونهٔ آماری (گروه تجربی) به‌طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. در گروه کنترل نیز ۱۰ نفر آزمودنی سالم همگن با میانگین سن، قد، وزن و BMI به ترتیب برابر ۳/۵۶ ± ۲۲/۴۰ سال، ۶/۴۵ ± ۱۶۵/۲۲ سانتی‌متر، ۱۳/۱۴ ± ۶۱/۵۰ کیلوگرم و ۴/۶۹ ± ۲۲/۷۲ کیلوگرم بر مترمربع انتخاب شدند. آزمودنی‌های گروه تجربی به‌وسیلهٔ پزشک متخصص ارجاع داده می‌شدند و آزمودنی‌های گروه کنترل به‌صورت در دسترس انتخاب شدند. بر اساس نرم‌افزار G*power، با اندازهٔ اثر ۰/۵۵، توان ۰/۹۵ و آلفای برابر ۰/۰۵ تعداد ۱۴ نفر برای دو گروه کافی بود که در این مطالعه ۲۰ نفر بررسی شدند. ابتدا، پروتکل پژوهش

1. Haakan

به آزمودنی‌ها و والدینشان توضیح داده شد و از آن‌ها رضایت آگاهانهٔ کتبی برای شرکت داوطلبانه در پژوهش دریافت شد. معیارهای ورود شامل فلج مغزی همی-پلژی سمت چپ، توانایی درک دستورالعمل‌های کلامی و پیروی از آن، توانایی راه رفتن مستقل، توانایی حفظ تعادل، توانایی حمل جعبه و نداشتن اختلالات شناختی چشم‌گیر بودند. معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل نداشتن کنترل بر تعادل، ناتوانایی در راه رفتن مستقل، همکاری نکردن والدین و کودک، اختلال شناختی، عقب‌ماندگی ذهنی، مشکلات بینایی و شنوایی بود. معیارهای ورود آزمودنی‌های گروه کنترل نیز شامل نداشتن سابقهٔ جراحی، مشکلات عصبی-عضلانی، حرکتی، بینایی و شنوایی بود. پس از آشنایی آزمودنی‌ها با هدف و پروتکل پژوهش، فعالیت الکتریکی عضلات راست‌کنندهٔ ستون مهره‌ای، همسترینگ و چهارسر هر دو سمت راست و چپ با استفاده از دستگاه EMG USB2+ ساخت ایتالیا (فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز) و الکترودهای سطحی ژله‌ای دوقطبی با فاصلهٔ بین الکترودی ۱/۷ سانتی‌متر ثبت شد. به این منظور ابتدا محل دقیق الکترودها مشخص و موهای زائد پوست آزمودنی‌ها با استفاده از ژیلت زدوده شد. سپس، با استفاده از پنبه و الکل سطح پوستشان کاملاً تمیز شد تا سلول‌های مرده و سایر عوامل مقاومتی تأثیرگذار روی سطح پوست کنترل شود. سپس، الکترودهای سطحی به موازات تارهای عضلانی روی عضلات راست‌کنندهٔ ستون مهره‌ای در سطح کمری، راست‌رانی و دوسر رانی در دو سمت راست و چپ قرار داده شدند (شکل شمارهٔ ۱). برای عضلهٔ راست‌کنندهٔ ستون مهره‌ای در سطح کمری (L3)[1] الکترودها در فاصلهٔ سه سانتی‌متری از زائدهٔ شوکی مهرهٔ سوم کمری (۲۷) قرار داده شد. الکترود عضلهٔ راست‌رانی (RF)[2] در وسط خار خاصره تا کشکک (۲۸) و الکترود عضلهٔ دوسر رانی (BF)[3] در میانهٔ مسیر خطی قرار گرفت که برجستگی نشیمنگاهی را به کندیل خارجی زانو متصل می‌کند (۲۹). سپس، برای جلوگیری از حرکت الکترودها روی پوست و بروز نویز حائل از آن، الکترودها با استفاده از چسب ضدحساسیت و باند ثابت شدند. همچنین سیم‌ها جمع و با استفاده از باند به بدن فرد بسته شدند تا از ایجاد نویز جلوگیری شود. الکترود مرجع نیز روی مچ دست فرد نصب شد. برای ثبت EMG، تمام اصول پروتکل انجمن اروپایی SENIAM رعایت شد (۳۰).

فعالیت الکتریکی عضلات در دو وضعیت راه رفتن عادی و راه رفتن با تکلیف دوگانهٔ شناختی ثبت شد. برای تکلیف شناختی از آزمودنی خواسته شد تا حین راه رفتن شروع به شمارش اعداد کند به این صورت که از صفر تا ۲۰، اعداد زوج را از بزرگ به کوچک بلند بلند می‌خواندند (مثلاً ۲۰، ۱۸، ۱۶ و...) (۱۵,۱۹). هر حرکت راه رفتن شش بار تکرار می‌شد. برای تعیین چرخهٔ راه رفتن از فوت سوئیچ

1. Erector Spinae
2. Rectus Femoris
3. Biceps Femoris

استفاده شد و شدت فعالیت عضلات در هر چرخهٔ راه رفتن بررسی شد. بعد از پایان یافتن آزمون‌های راه رفتن، به‌منظور نرمال‌سازی داده‌های الکترومیوگرافی، برای هر یک از عضلات L3، RF، BF از روش فعالیت بیشینهٔ ایزومتریک (MVCI) استفاده شد (۳۱). آزمون MVCI عضلات راست‌رانی به این صورت اجرا شد که فرد روی تخت می‌نشست و در حالی که ساق پایش به تخت بسته شده بود، تلاش می‌کرد تا در وضعیت فلکشن ۹۰ درجه، با وجود مقاومت پایش را باز کند (۲۹). آزمون MVCI عضلات دوسر رانی به این صورت بود که فرد به حالت دمر روی تخت دراز می‌کشید، کمر و رانش به‌وسیلهٔ باند به تخت بسته می‌شد و با وجود مقاومت سعی می‌کرد ران را خم کند (۳۲). آزمون MVIC عضلات راست‌کنندهٔ ستون مهره‌ای نیز در وضعیت سورنسن اجرا شد؛ در این آزمون فرد دمر روی تخت دراز می‌کشید طوری که تنه‌اش بیرون از تخت قرار می‌گرفت، لگن و پاهایش به تخت بسته می‌شد و بدن به حالت صاف قرار می‌گرفت. در این وضعیت فرد تلاش می‌کرد حداکثر نیروی ایزومتریک خود را در مقابل مقاومت اعمال کند (۲۷,۳۳). سیگنال‌های الکترومیوگرافی ثبت‌شده با استفاده از نرم‌افزار OT BioLab با فیلتر میان‌گذر ۳۵۰-۱۰ هرتز و فیلتر ناچ ۵۰ هرتز پردازش شدند و سپس RMS آن‌ها استخراج شد. برای نرمال‌سازی داده‌ها سیگنال به‌دست‌آمده از هر عضله در هر فعالیت راه رفتن به سیگنال به‌دست‌آمده از فعالیت MVCI همان عضله تقسیم و به‌صورت درصد محاسبه شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۲ استفاده شد. با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک طبیعی بودن توزیع داده‌ها بررسی شد. برای مقایسهٔ تفاوت‌های بین گروهی و درون‌گروهی (عامل بین گروهی فلج مغزی و عامل‌های درون‌گروهی نوع تکلیف، عضله و سمت بدن) نیز از روش‌های آماری ANOVA و ANOVA ویژهٔ داده‌های تکراری استفاده شد. سطح معناداری آزمون $\alpha \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

شکل ۱- آزمودنی حین انجام تکلیف

یافته‌ها

جدول شمارهٔ ۱ نتایج مربوط به‌شدت فعالیت همسان‌سازی‌شدهٔ عضلات L3، BF و RF افراد مبتلا به فلج مغزی و گروه کنترل را هنگام راه رفتن با و بدون تکلیف دوگانهٔ شناختی نشان می‌دهد. نتایج نشان دادند شدت فعالیت الکتریکی همسان‌سازی‌شدهٔ عضلهٔ L3 سمت راست (p=۰/۰۰۳) و عضلات L3، BF و RF سمت چپ (به ترتیب p=۰/۰۰۱، p=۰/۰۴۱ و p=۰/۰۱۹) بیماران فلج مغزی هنگام راه رفتن عادی به‌طور معناداری (به ترتیب در حدود ۳۹/۸۹، ۵۷/۹۳، ۴۵/۵۷ و ۴۶/۹۱ درصد) بیشتر از افراد سالم بود.

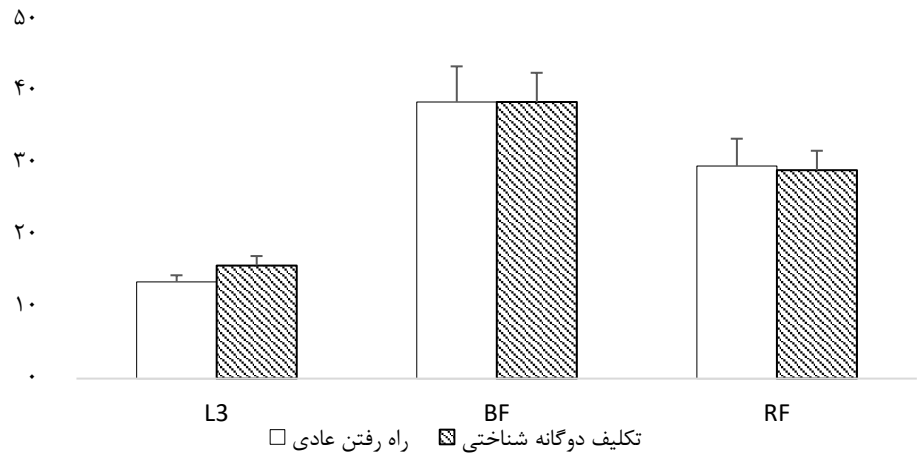
هنگام راه رفتن با وظیفهٔ دوگانهٔ شناختی نیز در سمت راست بدن شدت فعالیت عضلهٔ L3 بیماران فلج مغزی در حدود ۲/۲۳ برابر (p=۰/۰۰۱) و عضلهٔ BF در حدود ۱/۶۰ برابر بیشتر از افراد سالم بود (p=۰/۰۴۵). همچنین در سمت چپ شدت فعالیت نرمال‌سازی‌شدهٔ عضلات L3، BF و RF بیماران فلج مغزی به ترتیب در حدود ۲/۷۱ ، ۱/۹۷ و ۱/۶۱ برابر افراد سالم بود (p=۰/۰۰۱، p=۰/۰۱۵ و p=۰/۰۲۶).

جدول ۱- شدت فعالیت همسان‌سازی عضلات L3، BF و RF افراد مبتلا به فلج مغزی و گروه کنترل هنگام راه رفتن با و بدون تکلیف شناختی (%MVIC)

	وظیفهٔ حرکتی	عضله	سالم	CP	مقدار P	درصد اختلاف
پای راست	راه رفتن عادی	عضله L3	۱۰/۳۸ ± ۱/۳۷	۱۷/۲۷ ± ۱/۴۴	*۰/۰۰۳	۳۹/۸۹
		عضله BF	۲۸/۲۵ ± ۷/۶۷	۴۳/۲۳ ± ۸/۰۹	۰/۱۹۷	۳۴/۶۵
		عضله RF	۲۰/۹۱ ± ۵/۷۸	۳۲/۷۶ ± ۶/۰۹	۰/۱۷۶	۳۶/۱۱
	راه رفتن با وظیفهٔ شناختی	عضله L3	۱۰/۰۵ ± ۱/۹۱	۲۲/۵ ± ۲/۰۲	*۰/۰۰۱	۵۵/۳۳
		عضله BF	۲۸/۱۶ ± ۵/۴۱	۴۵/۱۵ ± ۵/۷	*۰/۰۴۵	۳۷/۶۳
		عضله RF	۲۳/۸۵ ± ۴/۰۵	۲۸/۷۷ ± ۴/۲۷	۰/۴۱۶	۱۷/۱۰
پای چپ	راه رفتن عادی	عضله L3	۷/۷۴ ± ۱/۵۱	۱۸/۴۰ ± ۱/۵۹	*۰/۰۰۱	۵۷/۹۳
		عضله BF	۲۹/۰۱ ± ۷/۵۴	۵۳/۳۰ ± ۷/۹۵	*۰/۰۴۱	۴۵/۵۷
		عضله RF	۲۲/۳۷ ± ۵/۲۴	۴۲/۱۴ ± ۵/۵۳	*۰/۰۱۹	۴۶/۹۱
	راه رفتن با وظیفهٔ شناختی	عضله L3	۸/۱۶ ± ۱/۹	۲۲/۱۸ ± ۲	*۰/۰۰۱	۶۳/۲۱
		عضله BF	۲۶/۹۷ ± ۶/۶۹	۵۳/۳۸ ± ۷/۰۵	*۰/۰۱۵	۴۹/۴۷
		عضله RF	۲۴/۱۹ ± ۴/۱۷	۳۸/۹۸ ± ۴/۴	۰/۰۲۶	۳۷/۹۴

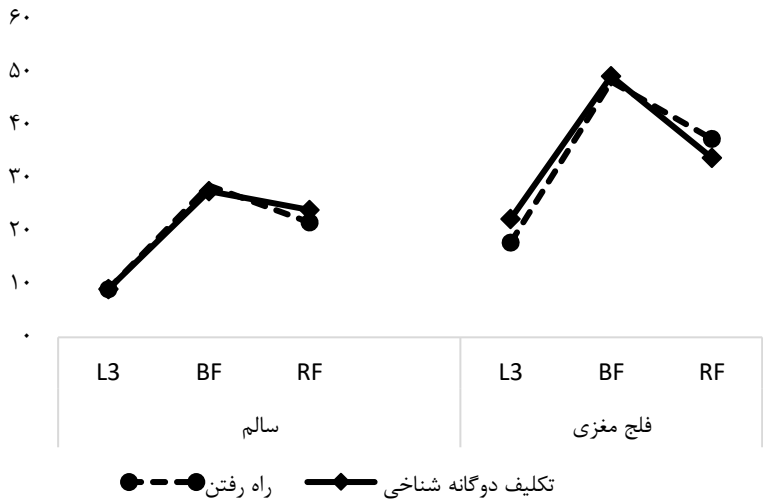
بر اساس نتایج تحلیل عاملی مشخص شد، بدون در نظر گرفتن اثر سایر عوامل، به‌طور کلی اثر تکلیف شناختی بر شدت فعالیت الکتریکی معنادار نبود (p=۰/۷۱ و F=۰/۱۵) و در مجموع، فعالیت الکتریکی همسان‌سازی‌شدهٔ عضلات در وضعیت راه رفتن عادی و راه رفتن با تکلیف شناختی مشابه بود.

همچنین نتایج نشان داد اثر تکلیف شناختی بر فعالیت الکتریکی همسان‌سازی‌شدهٔ عضلات L3، BF و RF مشابه است(p=۰/۳۴ و F=۱/۰۴) و تکلیف ثانوی شناختی نیز اثری یکسان بر فعالیت عضلات مختلف دارد. شکل شمارهٔ ۱ این نتیجه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- الگوی شدت فعالیت عضلات در تکلیف راه رفتن عادی و تکالیف دوگانهٔ شناختی

همان‌طور که در شکل شمارهٔ ۲ مشخص شده است، الگوی تغییر شدت فعالیت الکتریکی همسان‌سازی‌شدهٔ عضلات L3، BF و RF در هنگام راه رفتن عادی و راه رفتن با تکلیف دوگانهٔ شناختی در دو گروه سالم و CP متفاوت بود و بین سه عامل گروه، عضله و وظیفهٔ حرکتی تأثیر متقابل معناداری مشاهده شد (F=۳/۳۵ و p=۰/۰۴۷)



شکل ۳- الگوی فعالیت همسان‌سازی‌شدهٔ عضلات L3، BF و RF در حین راه رفتن عادی و راه رفتن با تکلیف دوگانهٔ حرکتی در دو گروه سالم و فلج مغزی

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش، مقایسهٔ فعالیت عضلات راست‌کنندهٔ ستون مهره‌ای، دوسر رانی و راست‌رانی بیماران مبتلا به فلج مغزی و افراد سالم حین انجام تکلیف راه رفتن و راه رفتن به همراه تکلیف دوگانهٔ شناختی بود. نتایج نشان داد هنگام راه رفتن عادی شدت فعالیت عضلات L3 راست و چپ و عضلات BF و RF سمت چپ بیماران CP به‌طور معناداری بیشتر از افراد سالم بود. در وظیفهٔ دوگانهٔ شناختی نیز بیماران CP شدت فعالیت همسان‌سازی‌شدهٔ بیشتری در عضلات L3 راست و چپ، BF راست و چپ و RF سمت چپ نسبت به افراد سالم نشان دادند. هم‌سو با یافته‌های مطالعهٔ حاضر، در مطالعات قبلی نیز فعالیت EMG بیشتری هنگام راه رفتن در افراد مبتلا به فلج مغزی گزارش شده است (۳۶-۳۴). همچنین در حالت استراحت نیز فعالیت الکتریکی بیشتری در عضلات مایل داخلی و خارجی این افراد نشان داده شده است (۳۴). یزدانی و همکاران (۱۳۹۹) نیز در مطالعهٔ خود روی افراد مبتلا به فلج مغزی، فعالیت الکترومیوگرافی بیشتری هنگام وظیفهٔ دوگانهٔ حرکتی در این افراد گزارش کردند (۳۵). اما یافته‌های مطالعهٔ حاضر با نتایج دی‌ناردو[1] و همکاران (۲۰۱۹) ناهم‌سو بود و این پژوهشگران فعالیت عضلانی کمتری در سمت درگیر افراد همی‌پلژی نسبت به سمت سالم آن‌ها هنگام راه رفتن گزارش کردند (۳۶). دلیل ناهمخوانی نتایج مطالعهٔ یادشده با مطالعهٔ حاضر را می‌توان به عضلهٔ موردمطالعه، متغیر EMG استخراج‌شده، سن و روش نرمال‌سازی داده‌ها نسبت داد. در مطالعهٔ آن‌ها فرکانس فعالیت عضلهٔ ساقی قدامی نسبت به زمان چرخهٔ راه رفتن نرمال‌سازی و در دو سمت درگیر و سالم افراد فلج مغزی مقایسه شده بود (۳۷). ممکن است افزایش فعالیت الکتریکی عضلات هنگام راه رفتن عادی در افراد مبتلا به فلج مغزی به دلیل تلاش زیاد آن‌ها برای جبران ضعف عضلانی و همچنین حفظ تعادل ایستا و پویا در آن‌ها باشد (۳۴). مطالعات نشان داده‌اند که بیماران فلج مغزی با ضعف عضلانی مواجه‌اند (۱۳). این افراد برای جبران ضعف عضلانی مجبورند هنگام اجرای فعالیت‌های روزمره تارهای عضلانی بیشتری را فراخوانی کنند که این افزایش فراخوانی می‌تواند با افزایش فعالیت EMG در آن‌ها مشخص شود (۳۵). همچنین در مطالعات قبلی اختلالات گام‌برداری، کاهش سرعت، طول گام و دامنهٔ حرکتی ران و افزایش پهنای گام و زمان حمایت دوگانه (۱۲) در بیماران فلج مغزی مشاهده شده است و این افراد هنگام راه رفتن ثبات و پایداری خوبی نداشته‌اند (۱۴). اختلالات تعادلی، افزایش نوسانات پوسچری و کنترل پوسچری ضعیف‌تر نیز در بیماران فلج مغزی گزارش شده است و استراتژی‌های کنترل حرکتی در این بیماران با افراد سالم متفاوت است (۶). با توجه به اختلالات حرکتی گزارش‌شده در بیماران فلج مغزی، حالت اسپاسم که بر اثر ضایعه‌ای در قشر حرکتی به وجود می‌آید، در گروه عضلات فلکسور اثر می‌گذارد؛ از این‌رو نگهداری وضع بدن

1. Di Nardo

به‌صورت درست خیلی مشکل خواهد بود و این افراد برای حفظ پوسچر خود در شرایط پویا و ایستا باید بیشتر از افراد سالم تلاش کنند (۳,۶,۲۰)؛ بنابراین ممکن است هنگام راه رفتن به فعالیت عضلانی بیشتری هم نیاز داشته باشند تا بتوانند تعادل خود را هنگام راه رفتن حفظ کنند. به‌علاوه، افراد مبتلا به فلج مغزی به مشکل تا شدن مفاصل زانو و ران هنگام راه رفتن دچارند که افزایش فعالیت عضلات RF و BF در این بیماران را می‌توان به نقش این عضلات در کنترل حرکات این مفاصل و جلوگیری از کولاپس شدن مفاصل زانو و ران نسبت داد (۳۸). علاوه بر این به علت وجود تشنج در اندام درگیر، تنش عضلانی در آن‌ها افزایش می‌یابد. همچنین، زمانی که در بیماران فلج مغزی، کنترل طبیعی اعصاب در عضله‌ای کاهش می‌یابد، واکنش کششی از نظر زمان و قدرت صدمه می‌بیند و هر کشش ناگهانی موجب انقباض شدید خواهد شد (۳). هر دو عامل ذکرشده می‌توانند باعث افزایش فعالیت EMG شوند. علاوه بر این مطالعات نشان داده‌اند بیماران فلج مغزی هنگام راه رفتن چرخش لگن بیشتری دارند. این افزایش چرخش لگن می‌تواند کینماتیک ستون فقرات را تحت تأثیر قرار دهد و باعث افزایش فعالیت عضلات راست‌کنندهٔ ستون مهره‌ای کمری شود که در این مطالعه مشاهده شد (۳۸).

بر اساس نتایج مطالعهٔ حاضر، مشخص شد که به‌طور کلی، بدون در نظر گرفتن اثر سایر عوامل، اثر تکلیف شناختی بر فعالیت عضلانی معنادار نبود و شدت فعالیت الکتریکی عضلانی هنگام راه رفتن با و بدون وظیفهٔ دوگانهٔ شناختی تقریباً مشابه بود. هم‌سو با این یافته، فارسی و همکاران (۱۳۸۸) نیز در مطالعهٔ خود در بررسی میزان تداخل تکلیف ثانویهٔ مداوم حرکتی و تکلیف ثانویهٔ مداوم شناختی بر تعادل و فعالیت الکتریکی عضلات دانشجویان پسر ۱۸ تا ۳۰ سال دریافتند که تکلیف حرکتی اثر بیشتری در تعادل و فعالیت الکتریکی عضلات دارد، اما اثر تکلیف شناختی معنادار نیست (۳۹). اما نتایج مطالعه حاضر نشان داد اثر وظیفهٔ دوگانهٔ شناختی بر شدت فعالیت عضلات مطالعه‌شده در دو گروه سالم و فلج مغزی متفاوت بود و در گروه افراد مبتلا به فلج مغزی، اجرای تکلیف دوگانهٔ شناختی، فعالیت عضلات مختلف مورد مطالعه را در مقایسه با افراد سالم به شکلی متفاوت تغییر داد، به این صورت که در بیماران فلج مغزی تکلیف شناختی باعث افزایش فعالیت عضلهٔ راست‌کنندهٔ ستون مهره‌ای و کاهش فعالیت عضلهٔ RF شد. افزایش فعالیت عضلهٔ راست‌کنندهٔ ستون مهره‌ای در بیماران فلج مغزی احتمالاً به نقش این عضله در حفظ تعادل ستون فقرات و کنترل وضعیت بدن هنگام راه رفتن و همچنین به تلاش بیماران فلج مغزی برای جبران ضعف عضلات مربوط است؛ زیرا مطالعات نشان داده‌اند در بیماران فلج مغزی، نوسانات قامتی هنگام اجرای تکلیف شناختی افزایش می‌یابد (۲۰,۲۵).

بر اساس مرور ادبیات پژوهش مشخص شد فعالیت الکتریکی عضلات افراد مبتلا به فلج مغزی هنگام اجرای تکلیف دوگانهٔ شناختی برای اولین بار در این مطالعه گزارش می‌شود؛ بنابراین مطالعه‌ای یافت نشد که بتوان نتایج مطالعهٔ حاضر را به‌طور مستقیم با آن مقایسه کرد، اما همسو با یافته‌های مطالعهٔ حاضر در خصوص کاهش فعالیت عضلهٔ راست‌رانی هنگام تکلیف دوگانهٔ شناختی، شریف مرادی و همکاران (۱۳۹۳) نیز نشان دادند که به‌طور کلی تکلیف شناختی باعث کاهش شدت فعالیت الکتریکی عضلات سالمندان سالم و مبتلا به پارکینسون می‌شود. آن‌ها علت این امر را کاهش ریتم و سرعت راه رفتن هنگام تکلیف ثانوی شناختی دانستند (۴۰). گزارش شده است که در افراد مبتلا به فلج مغزی نیز هنگام تکلیف دوگانهٔ شناختی طول گام (۷,۲۷)، سرعت راه رفتن (۴۱ و ۱۹) و زمان اتکا افزایش می‌یابد و این کاهش با افزایش بار شناختی بیشتر می‌شود (۱۲). با انجام تکلیف ثانوی شناختی، توجه از حرکت خودکار راه رفتن، به سمت تکلیف شناختی هدایت می‌شود؛ در نتیجه برای جبران توجه ازدست‌رفته به سمت تکلیف شناختی، سرعت و شدت فعالیت عضلات کاهش داده می‌شود تا هنگام راه رفتن دست‌یابی به تعادل راحت‌تر باشد.

به‌طور کلی نتایج نشان دادند اثر وظیفهٔ دوگانهٔ شناختی بر شدت فعالیت عضلات مختلف در دو گروه سالم و فلج مغزی متفاوت بود و در گروه افراد مبتلا به فلج مغزی، اجرای تکلیف دوگانهٔ شناختی، فعالیت عضلات مختلف مطالعه‌شده را به شکلی متفاوت با افراد سالم تغییر داد. افزایش فعالیت عضلات در این بیماران را می‌توان به تلاش آن‌ها برای حفظ تعادل و کنترل وضعیت بدن و همچنین جبران ضعف عضلات نسبت داد (۳۴,۳۶). طراحی تمرینات مبتنی بر روش تکلیف دوگانه می‌تواند شدت فعالیت عضلانی را در بیماران فلج مغزی تغییردهد و توانایی شناختی و تقسیم توجه را در آن‌ها بهبود بخشد؛ بنابراین برای ارزیابی و طراحی برنامه‌های تمرینی ویژه برای بیماران فلج مغزی، توجه به تکلیف دوگانه پیشنهاد می‌شود.

در مطالعات قبلی فعالیت الکتریکی عضلات بیماران فلج مغزی همی‌پلژی هنگام راه رفتن بررسی شده است، اما اثر تکلیف دوگانهٔ شناختی که معمولاً در بیشتر فعالیت‌های روزمره کاربرد دارد بر فعالیت عضلات این افراد نامشخص است. در این مقاله بررسی اثر این نوع تکلیف نشان داد تکلیف شناختی در بیماران فلج مغزی فعالیت عضلات این افراد را به شکلی متفاوت با افراد سالم تغییر می‌دهد. این نکته از نظر بالینی اهمیت دارد. در این مطالعه اثر تکلیف دوگانه در افراد فلج مغزی همی پلژی سمت چپ بررسی شد؛ بنابراین نمی‌توان نتایج آن را به همهٔ افراد فلج مغزی تعمیم داد. همچنین در مطالعهٔ حاضر به علت وضعیت آزمودنی‌های گروه تجربی، تکلیف ثانوی انتخاب‌شده، تکلیفی نسبتاً آسان بود که می‌تواند بر یافته‌های پژوهش اثرگذار باشد، پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی اثر تکلیف دوگانهٔ

شناختی نسبتاً مشکل بر فعالیت عضلات، کینتیک و کینماتیک راه رفتن انواع مختلف فلج مغزی بررسی شود.

تشکر و قدردانی

بنویسندگان از آزمایشگاه تربیت‌بدنی دانشگاه تبریز بابت همکاری صمیمانه‌شان و تمام شرکت‌کنندگان و بیماران فلج مغزی عزیز که با صبر و حوصله در تمامی مراحل پژوهش همکاری صمیمانه داشتند، تقدیر و تشکر می‌کنند

منابع

1. Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jetté N, Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. Developmental Medicine & Child Neurology. 2013 Jun;55(6):509-19.
2. Krigger WK. Cerebral palsy: An over view. American family physican journal volume. 2006. 73. Number 1. January 1.
3. Hughes JE. Special Physical Education, Adapted, Corrective, Developmental 3rd ed. 1972
4. Dobson F, Morris ME, Baker R, Graham HK. Unilateral cerebral palsy: a population-based study of gait and motor function. Developmental Medicine & Child Neurology. 2011 May;53(5):429-35.
5. Yu Y, Chen X, Cao S, Wu D, Zhang X, Chen X. Gait synergetic neuromuscular control in children with cerebral palsy at different gross motor function classification system levels. Journal of neurophysiology. 2019 May 1;121(5):1680-91.
6. Noble JJ, Gough M, Shortland AP. Selective motor control and gross motor function in bilateral spastic cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 2019 Jan;61(1):57-61.
7. Villarrasa-Sapiña I, Estevan I, Gonzalez LM, Marco-Ahulló A, García-Massó X. Dual task cost in balance control and stability in children from 4–7 years old. Early Child Development and Care. 2019 Mar 11. 190(16): 2533-2542
8. Parent A, Pouliot-Laforte A, Dal Maso F, Cherni Y, Marois P, Ballaz L. Muscle fatigue during a short walking exercise in children with cerebral palsy who walk in a crouch gait. Gait & posture. 2019 Jul 1; 72:22-7.
9. Tedroff K, Gyllensvärd M, Löwing K. Prevalence, identification, and interference of pain in young children with cerebral palsy: a population-based study. Disability and rehabilitation. 2019 Sep 16:1-7.
10. Noori, J., Seif Naraghi A., and Ashayeri H. The effect of sensory integration intervention on the fine finger skills improvement in 8 to 12 years old children with cerebral palsy. 2019. 105. 21-31. (In Persian)
11. Böhm H, Döderlein L. Gait asymmetries in children with cerebral palsy: do they deteriorate with running? Gait & posture. 2012 Feb 1;35(2):322-7.

12. Carcreff L, Bonnefoy-Mazure A, Valenza N, Allali G, Fluss J, Armand S. Influence of cognitive-motor interference on gait spatiotemporal parameters in children and adolescents with cerebral palsy: A preliminary study؛ Gait & Posture. 2016,49, 17.
13. Riad J, Haglund-Akerlind Y, Miller F. Classification of spastic hemiplegic cerebral palsy in children. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2007 Oct 1;27(7):758-64.
14. Bruijn SM, Millard M, Van Gestel L, Meyns P, Jonkers I, Desloovere K. Gait stability in children with Cerebral Palsy. Research in developmental disabilities. 2013 May 1;34(5):1689-99.
15. Haakana P, Nurminen J, Kulmala JP, Niemelä T, Marttinen Rossi E, Mäenpää H, Piitulainen H. Effects of cognitive and motor dual-task on spatiotemporal gait parameters in children and adolescents with Cerebral Palsy. Gait and Posture. 2020;81(Suppl 1). 130-131.
16. Papageorgiou E, Simon-Martinez C, Molenaers G, Ortibus E, Van Campenhout A, Desloovere K. Are spasticity, weakness, selectivity, and passive range of motion related to gait deviations in children with spastic cerebral palsy? A statistical parametric mapping study. PloS one. 2019 Oct 11;14(10): e0223363.
17. Nashner LM, Shumway-Cook A, Marin O. Stance posture control in select groups of children with cerebral palsy: deficits in sensory organization and muscular coordination. Experimental brain research. 1983 Mar 1;49(3):393-409.
18. Ya-Ching H. Influence of accuracy constraints on bimanual coordination and gait performance in children with unilateral spastic cerebral palsy. Gait & posture. 2019 Feb 1; 68:106-10.
19. Katz-Leurer M, Rotem H, Meyer S. Effect of concurrent cognitive tasks on temporo-spatial parameters of gait among children with cerebral palsy and typically developed controls. Developmental neurorehabilitation. 2014 Dec 1;17(6):363-7.
20. Lima CR, Pavão SL, de Campos AC, Rocha NA. Impact of dual task on postural sway during sit-to-stand movement in children with unilateral cerebral palsy. Clinical Biomechanics. 2020 Aug 1; 78:105072.
21. Kahya M, Moon S, Ranchet M, Vukas RR, Lyons KE, Pahwa R, Akinwuntan A, Devos H. Brain activity during dual task gait and balance in aging and age-related neurodegenerative conditions: a systematic review. Experimental gerontology. 2019 Dec 1; 128:110756.
22. Fino PC, Parrington L, Pitt W, Martini DN, Chesnutt JC, Chou LS, King LA. Detecting gait abnormalities after concussion or mild traumatic brain injury: a systematic review of single-task, dual-task, and complex gait. Gait & posture. 2018 May 1; 62:157-66.
23. Tomas-Carus P, Biehl-Printes C, Pereira C, Veiga G, Costa A, Collado-Mateo D. Dual task performance and history of falls in community-dwelling older adults. Experimental gerontology. 2019 Jun 1; 120:35-9.
24. Morgan PE, McGinley JL. Falls, fear of falling and falls risk in adults with cerebral palsy: A pilot observational study. The European Journal of Physiotherapy. 2013 Jun 1;15(2):93-100.
25. Reilly DS, Woollacott MH, van Donkelaar P, Saavedra S. The interaction between executive attention and postural control in dual-task conditions: children with cerebral palsy. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2008 May 1;89(5):834-42.

26. Kahneman D. Attention and effort. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall; 1973 Mar.
27. De Sèze MP, Cazalets JR. Anatomical optimization of skin electrode placement to record electromyographic activity of erector spinae muscles. Surgical and Radiologic Anatomy. 2008 Mar 1;30(2):137-43.
28. Maffiuletti NA, Lepers R. Quadriceps femoris torque and EMG activity in seated versus supine position. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2003 Sep 1;35(9):1511-6.
29. Shayesteh M, Farahpour N, Jafarnezhadgero A. Comparisons of The Effects of Squat and Leg Press Exercises on The EMG Activity of Quadriceps Femoris Muscles During Step Descending Activity. Journal of Applied Exercise Physiology. 2019 Jun 22;15(29):143-54. (In Persian)
30. 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 Oct 1;10(5):361-74.
31. Stackhouse SK, Binder-Macleod SA, Lee SC. Voluntary muscle activation, contractile properties, and fatigability in children with and without cerebral palsy. Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine. 2005 May;31(5):594-601.
32. Konrad P. The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography. 2005 Apr;1(2005):30-5.
33. Schmid AB, Dyer L, Böni T, Held U, Brunner F. Paraspinal muscle activity during symmetrical and asymmetrical weight training in idiopathic scoliosis. Journal of Sport Rehabilitation. 2010 Aug 1;19(3):315-27.
34. Adjenti SK, Louw G, Jelsma J, Unger M. An electromyographic study of abdominal muscle activity in children with spastic cerebral palsy. The South African journal of physiotherapy. 2017;73(1): 1-7.
35. Yazdani sh, Elhami M. Effect of motor dual task on the electromyography of lower limb and trunk muscles during gait in cerebral palsy and healthy subjects. Studies in Medical Sciences. 2021 Jan 10;31(11):836-46. (In Persian)
36. Di Nardo F, Spinsante S, Pagliuca C, Poli A, Strazza A, Agostini V, Knaflitz M, Fioretti S. Variability of Muscular Recruitment in Hemiplegic Walking Assessed by EMG Analysis. Electronics. 2020 Oct;9(10):1572.
37. Gharib NM, Abd-El Maksoud GM, Eldin S, Elsayed B. Efficacy of concurrent cognitive-motor training on gait in hemiparetic cerebral palsy: a randomized controlled trial. Int J Physiother Res. 2017;5(1):1852-62. (In Persian)
38. Winters TF, Gage JR, Hicks R. Gait patterns in spastic hemiplegia in children and young adults. J Bone Joint Surg Am. 1987 Mar 1;69(3):437-41.
39. Farsi A, Bagherzade F, Sheykh M, Tejari F. The effect of dual task on balance and electrical activity of selected muscles of male students 18 to 30 years of University of Tehran. Movement journal. 2010 May,12, 39; 49-64. (In persian)
40. Sharifmoradi K., Farahpour N. kinematic, kinetic and electromyographic analysis of gait in Parkinson disease with emphasis on cognitive task and visual attention. 2015. Phd thesis. (In Persian)

41. Roostaei M, Raji P, Morone G, Razi B, Khademi-Kalantari K. The effect of dual task conditions on gait and balance performance in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis of observational studies. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2021 April. 26: 448-462.

ارجاع‌دهی

یزدانی شیرین، الهامی مبارکه. فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی و تنه هنگام راه رفتن با و بدون تکلیف دوگانهٔ شناختی در بیماران مبتلا به فلج مغزی و افراد سالم. مطالعات طب ورزشی. پاییز و زمستان ۱۳۹۹؛ ۱۲(۲۸)، ۱۰۶-۸۹. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/smj.2021.10262.1476

Yazdani Sh, Elhami M.. EMG Activity of Lower Limb and Erector Spinae Muscles During Walking With and Without Cognitive Dual Task in Patients with Cerebral Palsy and Healthy Controls. Sport Medicine Studies. Fall & Winter 2020; 12 (28): 89-106. (Persian). Doi: 10.22089/smj.2021.10262.1476