مجله دانشگاه علوم پزشکی قم
دوره هفتم، شماره چهارم، مهر ـ آبان ۹۲
صفحه ۶۳ الی ۷۰

مقاله پژوهشی
(Original Article)

بررسی پایایی پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی در ارزیابی میزان تحریک‌پذیری حوضچه نورون حرکتی

رسول باقری[۱]، علیرضا سرمدی[۲*]، گیتی ترکمان[۳]

چکیده

زمینه و هدف: در سالهای اخیر استفاده از روش رسم منحنی فراخوانی رفلکس H جهت ارزیابی تحریک‌پذیری رفلکس تک‌سیناپسی آوران‌های گروه Ia رو به افزایش بوده است. هدف از انجام این مطالعه بررسی تکرارپذیری پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H عضلات گاستروسولئوس برای تشخیص تحریک‌پذیری حوضچه نورون حرکتی بود.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی ۱۵ فرد سالم غیرورزشکار تحت آزمایش قرار گرفتند. ۴۰ تحریک الکتریکی با پالس‌هایی به مدت ۱ میلی‌ثانیه و ۳ تحریک در هر شدت بر عصب تیبیال اعمال شد، سپس منحنی فراخوانی رفلکس H در ۴ مرحله ثبت گردید. همچنین هر فرد در دو جلسه به فاصله یک هفته ارزیابی شد.

یافته‌ها: ضریب همبستگی درون‌جلسه‌ای شدت‌های لازم جهت ثبت آستانه، رفلکس H_{Max} و رفلکس H انتهایی، همچنین دامنه H_{Max} و شیب کلی بازوی صعودی و نزولی؛ ۰/۹۹-۰/۹۷ به دست آمد. ضریب همبستگی بین جلسه‌ای (آزمون - بازآزمون) این متغیرها در عضله سولئوس ۰/۹۵-۰/۹۱ بود و ضریب همبستگی بین جلسه‌ای دامنه قله به قله H_{Max} و شیب کلی صعودی عضله گاستروکنمیوس ۰/۶۵ و ۰/۶۷ به دست آمد. شیب سه نقطه ابتدایی و انتهایی بازوی صعودی، تکرارپذیری متفاوتی را در آزمون تکرارپذیری داخل جلسه و بین جلسات نشان داد (۰/۹۶-۰/۶۴).

نتیجه‌گیری: آزمون تکرارپذیری، ICCs داخل جلسه و بین جلسه بالایی را برای اجزای اصلی فانکشنال منحنی فراخوانی سولئوس نشان داد. همچنین پارامترهای منحنی فراخوانی همچون شدت‌های لازم جهت ثبت آستانه، رفلکس H_{Max} سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی و شیب کلی بازوی صعودی و نزولی، دامنه قله به قله رفلکس H_{Max} در عضله سولئوس؛ تکرارپذیری بسیار بالایی داشتند.

کلید واژه‌ها: منحنی فراخوانی رفلکس H؛ تکرارپذیری؛ تحریک‌پذیری نورون حرکتی؛ ماهیچه اسکلتی.

[۱]دانشجوی دکتری فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

[۲]استادیار فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

[۳]استاد فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

[*]نویسنده مسئول مکاتبات:
علیرضا سرمدی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران؛

آدرس پست الکترونیکی:
asarmadi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۱

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱/۳۰

لطفاً به این مقاله به‌صورت زیر استناد نمایید:
Bagheri R, Sarmadi AR, Torkaman G. Evaluation of Reliability of H-Reflex Recruitment Curve Parameters of Soleus and Lateral Gastrocnemius Muscles in Assessment of Motor Neuron Pools Excitability.
Qom Univ Med Sci J 2013;7(4):63-70. [Full Text in Persian]

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در اوایل سال ۱۹۴۰، رفلکس تک‌سیناپسی (Mono Synaptic Reflex) به‌عنوان روشی جهت تحقیق در زمینه تغییرات تحریک‌پذیری نورون حرکتی در حیوانات مطرح بود. سپس روش رفلکس H در انسان معرفی شد. در این روش تحریک الکتریکی عصب تیبیال پاسخ همزمان رفلکسی عضله را ایجاد می‌کند. امروزه، از این روش به‌طور گسترده در تحقیقات فیزیولوژی و پاتوفیزیولوژی استفاده می‌شود (۵-۱). دو روش جهت نرمالایزکردن اطلاعات رفلکس H وجود دارد: در روش اول که معمول‌تر و رایج‌تر است ابتدا M_{Max} ثبت شده، سپس از ۵ (۵)، ۱۰ (۶) و ۲۵٪ (۶،۴) شدت لازم جهت ثبت M_{Max}، برای ثبت رفلکس H استفاده می‌شود. تغییرات به‌وجود آمده در آمپلی‌تود رفلکس H حاصل از این روش در ارزیابی قسمت‌های یکسانی از حوضچه نورون حرکتی (Motor Neuron Pool) به کار می‌رود. در روش دوم از نسبت H_{Max}/M_{Max} جهت بررسی تغییرات رفلکس H_{Max} استفاده می‌شود، از آنجا که آمپلی‌تود H_{Max} از فردی به فرد دیگر بسیار متفاوت و متغیر بوده و مقدار آمپلی‌تود M_{Max} همواره ثابت است، لذا تشخیص تغییرات این متغیر مشکل است و از نسبت H_{Max}/M_{Max}، به‌منظور بررسی تغییرات رفلکس H استفاده می‌شود (۶). این روش به‌عنوان راهی برای نرمالایزکردن اطلاعات به دست آمده از رفلکس H نیز به کار می‌رود. رفلکس H_{Max} به‌عنوان میزان تقریبی تعداد موتور نورون‌های برانگیخته‌شده رفلکس و M_{Max}، در نتیجه برانگیخته‌شدن کل یک حوضچه نورون حرکتی است (۶،۴). در این دو روش حداکثر ۵ دقیقه زمان لازم است تا اطلاعاتی از میزان تحریک‌پذیری نورون حرکتی و نیز میزان تأخیر رفلکسی در استفاده‌های بالینی و تحقیقاتی به دست آید (۶،۴)، اما با این همه، ثبت منحنی فراخوانی، اصلی‌ترین روش برای بررسی‌های رفلکس H در مطالعات الکتروفیزیولوژی، به‌خصوص در تحقیقات است (۷). هرچند ثبت دقیق منحنی فراخوانی حدود ۱۰ دقیقه زمان نیاز دارد (۶)، اما اطلاعاتی که این روش از تحریک‌پذیری موتور نورون‌ها می‌دهد و پارامترهای مختلفی که از ثبت رفلکس H و موج M در اختیار محقق قرار می‌گیرد، سبب شده است که روش مناسبی به‌منظور مطالعه تحریک‌پذیری نورون حرکتی به شمار آید. همچنین با توجه به اینکه در تحقیقات، روش‌های اول و دوم جهت نرمالایز کردن اطلاعات و نیز در تشخیص رادیکولوپاتی‌های S1 و تنگی کانال نخاعی بسیار کاربرد دارند (۶)، لذا با ثبت منحنی فراخوانی، علاوه بر اینکه می‌توان به نسبت H_{Max}/M_{Max} و نیز نسبت رفلکس H ثبت‌شده در درصدی از M_{Max} دست یافت، پارامترهای دیگری در اختیار محقق قرار می‌گیرد که در تفسیر وقایع و تغییرات ایجادشده در پتانسیل موتور نورون (MN)، پتانسیل پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی هریک از موتور نورون‌های نوع اول (آستانه بالا) و دوم (آستانه پایین) به‌طور جداگانه مؤثر است (۸). برای ثبت منحنی فراخوانی باید از یک دسته تحریک الکتریکی افزایشی در فواصل زمانی منظم استفاده کرد. ظهور رفلکس H با شروع تحریک الکتریکی در سطح پایین آغاز می‌شود، سپس شدت تحریک افزایش می‌یابد تا آستانه دپلاریزاسیون برای الیاف موتور به دست آید و موج M به‌طور همزمان با رفلکس H ظاهر می‌شود. در نهایت، با ادامه افزایش شدت تحریک، رفلکس H به حداکثر دامنه خود رسیده، سپس ناپدید می‌شود، درحالی‌که موج M به حداکثر خود رسیده و پایدار باقی می‌ماند. در نهایت، منحنی فراخوانی به‌وسیله افزایش تدریجی شدت تحریک از صفر به شدتی که حداکثر دامنه موج M ظاهر می‌شود، به دست می‌آید. همچنین با قرار دادن مقادیر دامنه قله به قله رفلکس H و موج M بر روی محور Y و شدت تحریک لازم برای ثبت پاسخ H و M در محور X، منحنی فراخوانی رفلکس H و موج M به دست می‌آید. منحنی که بدین طریق ظاهر می‌شود دارای پارامترهایی است که جهت مطالعه میزان تغییرات تحریک‌پذیری نورون حرکتی قابلیت اعتماد بسیار بالایی دارند (۶،۴). با این وجود، هیچ گزارشی از تکرارپذیری پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H و شیب قسمت‌های ابتدایی و انتهایی بازوی صعودی منحنی فراخوانی رفلکس H سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی در دست نیست (۶،۴،۱)، همچنین تکرارپذیری نسبت H_{Max}/M_{Max} و نیز نسبت رفلکس H ثبت‌شده در ۱۰٪ M_{Max} عضلات سولئوس، پرونئال و کوادریسپس در تحقیقات، بسیار بالا گزارش شده است (۱۰،۹،۶). در رابطه با گاستروکنمیوس نیز اطلاعاتی از تکرارپذیری در دست نیست (۱۱،۱).

Archive of SID
www.SID.ir

با توجه به گسترش روش‌های نوروفیزیولوژی در تشخیص بیماری‌های عصبی عضلانی، به‌ویژه در تحقیقات الکتروفیزیولوژی و کاربرد روزافزون ثبت منحنی فراخوانی در تحقیقات (۱۳،۱۲،۳،۲)، خلاء ناشی از عدم مطالعه در رابطه با تکرارپذیری پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی بیش از پیش احساس می‌شود. لذا این مطالعه با هدف تعیین تکرارپذیری پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی در بررسی‌های داخل جلسه و بین جلسه انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه به‌صورت توصیفی در آزمایشگاه الکتروفیزیولوژی بالینی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس تهران انجام شد. آزمودنی‌ها از بین افراد سالم غیرورزشکار به روش نمونه‌گیری غیراحتمالی در دسترس انتخاب شدند. پس از ارزیابی‌های اولیه و در صورت پایداری پاسخ H عضلات موردنظر (نبود بیش از ۱۰٪ اختلاف در آمپلی‌تود قله به قله رفلکس H حداکثر در چند تحریک با شدت ثابت) افرد وارد مطالعه شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل: قرار داشتن در دامنه سنی ۳۵-۲۲ سال، سلامت عمومی عصبی عضلانی (تست رفلکس‌های تاندونی عمقی برای تاندون آشیل و تاندون پاتلا، تست تعادل در وضعیت ایستاده روی پای غالب) و سلامت سیستم عصبی مرکزی (معاینه عمومی از راه پرسشنامه) بوده است. معیارهای خروج عبارت بودند از: داشتن دردهای مفصلی و عضلانی از ۲ سال قبل (توسط پرسش از خود فرد)، داشتن مشکلات روماتوئیدی و نورولوژیکی از ۲ سال قبل (توسط پرسش از خود فرد)، ابتلا به دردهای کمری و رادیکولوپاتی (براساس سابقه پزشکی و معاینات بالینی)، شکستگی‌های ناحیه ساق پا و مچ پا (براساس سابقه پزشکی)، غیرطبیعی‌بودن رفلکس پاتلا، مچ پا و کم بودن دامنه حرکتی مچ پا (رفلکس پاتلا با چکش رفلکس و دامنه حرکتی با گونیامتر ارزیابی می‌شود)، اعتیاد به مصرف دارو و الکل. در مجموع، ۱۵ نفر (مرد) که واجد شرایط فوق بودند در مطالعه شرکت داده شدند. افراد در دو جلسه به فاصله حداقل یک هفته تحت آزمایش قرار گرفتند.

وضعیت قرارگیری فرد به‌صورت خوابیده در حالت دمر بود، حالتی‌که مچ پا بیرون از لبه تخت قرار می‌گرفت، سپس بالشی زیر انتهای ساق پا گذاشته شد، و زانو در زاویه‌ای حدود ۲۰-۱۵ درجه خمیدگی قرار گرفت. مچ پا نیز در وضعیت ۱۰ درجه پلانتار فلکشن قرار گرفت (شکل).

شکل: وضعیت آزمودنی حین ثبت رفلکس H

دمای اتاق آزمایش همواره به‌وسیله یک دماسنج جیوه‌ای ثابت نگه داشته شد. دمای پوست ناحیه ساق پای افراد نیز توسط یک دماسنج مدرج کنترل شد. برای کاهش امپدانس پوستی، محل قرارگیری الکترودها با الکل کاملاً تمیز شد. ثبت رفلکس H به‌صورت همزمان از عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی انجام گرفت. الکترود تحریک در حفره پشت زانو بین تاندون عضلات دو سر رانی و نیمه غشایی، کمی متمایل به سمت خارج قرار گرفت و با تغییرات جزئی، بهترین محل برای تحریک عصب تیبیال، مشخص و با نوار ولکرو ثابت گردید. الکترودهای ثابت مانند مطالعه قبل روی عضله سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی قرار گرفتند (۱۴). ثبت پتانسیل‌ها نیز به‌وسیله دستگاه الکترومیوگرافی ساخت کشور روسیه (Neuro-MEP)، که قابلیت ثبت همزمان رفلکس H از هر دو کانال خروجی را داشت، انجام شد. از یک دستگاه تحریک با نرم‌افزار طراحی‌شده در دانشگاه تربیت مدرس که قادر بود تعداد معینی تحریک با شدت مورد نظر و فواصل قابل‌تنظیم را ارائه دهد، استفاده شد. با دادن دستور تحریک به ایزولاتور توسط سیستم تحریک، شدت جریان تحریک اعمال‌شده بر عصب روی ایزولاتور نمایش داده شد، سپس رفلکس H ثبت گردید. در ابتدای آزمایش رفلکس H اولیه، H_{Max} و انتهایی ثبت شد. بعد از تعیین شدت‌های لازم جهت ثبت این ۳ رفلکس، با وارد نمودن مقادیر مورد نظر در سیستم تحریک‌کننده، تعداد معینی تحریک با فواصل مشخص توسط سیستم تحریک‌کننده بر عصب تیبیال خلفی اعمال گردید.

Archive of SID
www.SID.ir

در مجموع تعداد ۴۰ تحریک با مدت زمان تحریک یک میلی‌ثانیه (۷،۶) و فاصله بین پالسی ۳ ثانیه و ۳ تحریک در هر شدت در این فاصله تنظیم و اعمال شد. این تعداد تحریک، حداقل ۱۳ نقطه را بین نقاط رفلکس H ابتدایی و انتهایی به‌منظور رسم منحنی فراخوانی ثبت می‌کرد. در مجموع ثبت از رفلکس H در ۱۳ شدت مختلف به دست آمد. در هر جلسه به فواصل زمانی هر ۱۰ دقیقه، ۴ مرحله ثبت منحنی فراخوانی انجام شد. پس از اطمینان از درستی مراحل ثبت رفلکس H، اطلاعات در نرم‌افزار رایانه‌ای ذخیره شد. به این ترتیب مراحل آزمایش به پایان رسیده و شدت‌های ثبت به دست آمد، سپس آمپلی‌تود قله به قله رفلکس H به دست‌آمده در این شدت‌ها در هر فرد جهت رسم منحنی فراخوانی رفلکس H، وارد برنامه نرم‌افزاری Labveiw شد (۷). در ادامه، پارامترهای منحنی فراخوانی شامل آستانه منحنی فراخوانی، شیب کلی صعودی و نزولی، شیب سه نقطه ابتدایی و انتهایی بازوی صعودی منحنی فراخوانی رفلکس H سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی استخراج گردید. برای محاسبه شیب قسمت ابتدایی و انتهایی بازوی صعودی از ۳ نقطه ابتدایی و ۳ نقطه انتهایی بازوی صعودی استفاده شد. برای محاسبه دقیق‌تر شیب قسمت‌های ابتدایی و انتهایی بازوی صعودی منحنی فراخوانی، شدت‌های تحریک جهت ثبت رفلکس H به‌گونه‌ای تنظیم شد که ۸ الی ۹ نقطه بین نقاط آستانه و رفلکس H_{Max} ثبت گردد. لذا تعداد نقاط بیشتر بین رفلکس آستانه و حداکثر منحنی فراخوانی رفلکس H ثبت گردید.

آزمون کولموگروف اسمیرنف (K-S) برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. تکرارپذیری نسبی درون جلسه‌ای و بین‌جلسه‌ای متغیرهای منحنی فراخوانی رفلکس H سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی توسط ضریب همبستگی درون‌گروهی با فاصله اطمینان ۹۵٪ ارزیابی شد. از طبقه‌بندی مونرو (۱۵) جهت توصیف میزان تکرارپذیری نسبی، همچنین از میانگین و خطای استاندارد اندازه‌گیری (SEM) برای توصیف تکرارپذیری مطلق استفاده شد. براساس این طبقه‌بندی، تکرارپذیری بین ۰/۲۵-۰/۰۰ ضعیف، ۰/۴۹-۰/۲۶ پایین، ۰/۶۹-۰/۵۰ متوسط، ۰/۸۹-۰/۷۰ بالا و ۱۰۰/-۰/۹۰ خیلی بالا در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

آزمون کلموگروف- اسمیرنف نشان داد آزمودنی‌ها از لحاظ شاخص سن، قد، وزن و زمان تأخیر رفلکس H دارای توزیع طبیعی بوده‌اند. میانگین سن، قد و وزن شرکت‌کنندگان در مطالعه به ترتیب ۳/۴±۲۷/۷ سال، ۰/۳۶±۱/۶۵ متر و ۰/۷±۶۸/۷۷ کیلوگرم بود.

زمان تأخیر رفلکس H، ۴±۲۹/۸ میلی‌ثانیه بود. تکرارپذیری پارامترهای شدت‌های لازم جهت ثبت آستانه، رفلکس H_{Max} و رفلکس H انتهایی، آمپلی‌تود H_{Max}، شیب کلی بازوی صعودی و نزولی منحنی فراخوانی، شیب سه نقطه ابتدایی و شیب سه نقطه انتهایی بازوی صعودی منحنی فراخوانی عضله سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی ارزیابی شد. آزمون تکرارپذیری، حاکی از وجود ICC (Intraclass Correlation Coefficient) داخل جلسه و بین جلسه بسیار بالا برای پارامترهای منحنی فراخوانی همچون شدت لازم جهت ثبت آستانه، رفلکس حداکثر و رفلکس انتهایی، همچنین دامنه قله به قله رفلکس H_{Max} بود ($p<۰/۰۵$). شیب کلی بازوی صعودی و نزولی منحنی فراخوانی، تکرارپذیری بسیار بالایی را در آزمون داخل جلسه در هر دو عضله سولئوس و گاستروکنمیوس نشان داد (r=۰/۹۹-۰/۹۷). همچنین در عضله گاستروکنمیوس خارجی؛ دو متغیر شیب کلی بازوی صعودی و دامنه قله به قله رفلکس H_{Max}، تکرارپذیری متوسطی در آزمون بین جلسه نشان دادند (r=۰/۶۸-۰/۶۵). شیب سه نقطه ابتدایی بازوی صعودی منحنی فراخوانی رفلکس H سولئوس از تکرارپذیری متوسط (r=۰/۶۸) و بالایی (r=۰/۸۵) به ترتیب در آزمون داخل جلسه و بین جلسه برخوردار بود. شیب سه نقطه ابتدایی بازوی صعودی گاستروکنمیوس خارجی دارای تکرارپذیری بسیار بالا (r=۰/۹۶) در آزمون داخل جلسه و تکرارپذیری بالا (r=۰/۸۰) در آزمون بین جلسه بود. شیب سه نقطه انتهایی بازوی صعودی منحنی فراخوانی رفلکس H سولئوس، تکرارپذیری بالایی را (r=۰/۷۲، ۰/۸۸) در آزمون داخل جلسه و بین جلسه نشان داد، ولی در عضله گاستروکنمیوس این پارامتر تکرارپذیری بسیار بالا (r=۰/۹۲) و متوسطی (r=۰/۶۴)، به ترتیب در آزمون داخل جلسه و بین جلسه داشت (جدول شماره ۱ و ۲).

Archive of SID
www.SID.ir

جدول شماره ۱: مقادیر ICC داخل جلسه پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی

متغیر		تکرارپذیری داخل جلسه					
		میانگین ± (S.E.M)			ICC	٪۹۵CI	pvalue
شدت لازم جهت ثبت آستانه	سولئوس	۰/۹±۷/۳	۱±۷/۱	(۱/۰۵±۷/۱	۰/۹۹	۱-۰/۹۸	۰/۰۰
	گاستروکنمیوس	۰/۶۲±۸/۰۴	۰/۶۸±۸/۱۲	۰/۶۸±۸/۰۸	۰/۹۹	۰/۹۹۹-۰/۹۹۳	۰/۰۰
شدت لازم جهت ثبت رفلکس H حداکثر	سولئوس	۱/۴۵±۹/۹	۱/۹۵±۹/۵	۱/۳۵±۹/۵	۰/۹۹	۱-۰/۸۵	۰/۰۰۲
	گاستروکنمیوس	۰/۷۳±۹/۵۹	۰/۹۳±۹/۸۶	۰/۹۰±۹/۹۳	۰/۹۸	۹۹/ -۰/۹۷	۰/۰۰
شدت لازم جهت ثبت رفلکس H انتهایی	سولئوس	۳/۶±۱۶/۱	۳/۸±۱۶/۳	۳/۸۵±۱۶/۳	۰/۹۹	۱-۰/۹۹	۰/۰۰
	گاستروکنمیوس	۱/۷۳±۱۳/۶	۱/۹۱±۱۳/۹	۱/۷۸±۱۳/۶	۰/۹۹	۰/۹۹-۰/۹۸	۰/۰۰
دامنه قله به قله رفلکس H حداکثر	سولئوس	۱/۴±۸/۳	۰/۹۷±۸/۲	۱/۱۹±۸/۷	۰/۹۹	۱-۰/۸۳	۰/۰۰۲
	گاستروکنمیوس	۰/۴۹±۲/۴۹	۰/۴۴±۲/۴	۰/۴۸±۲/۴۵	۰/۹۹	۰/۹۹-۰/۹۸	۰/۰۰
شیب کلی بازوی صعودی	سولئوس	۱/۰۵±۲/۹	۱/۹۱±۳/۸	۱/۱۴±۳/۶	۰/۹۷	۱-۰/۵۹	۰/۰۰۷
	گاستروکنمیوس	۰/۲۴±۱/۳	۰/۲۴±۱/۳	۰/۲۰±۱/۱۶	۰/۹۷	۰/۹۹-۰/۹۳	۰/۰۰
شیب کلی بازوی نزولی	سولئوس	۰/۶۸±۱/۴	۰/۷۷±۱/۶	۰/۹۹±۱/۸۳	۰/۹۹	۱-۰/۸۷	۰/۰۰۱
	گاستروکنمیوس	۰/۳۳±۰/۶۴	۰/۲۷±۰/۵۷	۰/۲۸±۰/۶	۰/۹۹	۰/۹۹۹-۰/۹۹۱	۰/۰۰
شیب سه نقطه ابتدایی بازوی صعودی	سولئوس	۲/۱±۳/۹	۰/۲۷±۵/۷	۱/۰۹±۴/۹	۰/۶۸	۹۹-۰/۷۶-	۰/۲۵
	گاستروکنمیوس	۰/۲۹±۱/۶۴	۰/۲۵±۱/۵۶	۰/۲۸±۱/۳۲	۰/۹۶	۰/۹۹-۰/۹۲	۰/۰۰
شیب سه نقطه انتهایی بازوی صعودی	سولئوس	۱/۰۵±۱/۶	۱/۹۳±۲/۷	۰/۸۱±۱/۸	۰/۸۸	۱-۰/۱۰-	۰/۰۶
	گاستروکنمیوس	۰/۱۷±۰/۸۲	۰/۲۷±۱/۰۳	۰/۱۶±۰/۸۵	۰/۹۲	۰/۹۷-۸۰	۰/۰۰

جدول شماره ۲: مقادیر ICC بین جلسه پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی

متغیر		تکرارپذیری بین جلسه			
		میانگین ±S.E.M	ICC	٪۹۵CI	pvalue
شدت لازم جهت ثبت آستانه	سولئوس	۰/۵۵±۸/۳۳	۰/۶۳±۸/۳۵	۰/۹۲	۰/۹۷-۰/۷۵	۰/۰۰۰
	گاستروکنمیوس	۰/۵۵±۸/۵۴	۰/۶۲±۸/۴۶	۰/۹۲	۰/۹۷-۰/۷۵	۰/۰۰۰
شدت لازم جهت ثبت رفلکس H حداکثر	سولئوس	۰/۷۴±۱۰/۷۴	۰/۸۳±۱۰/۸۳	۰/۹۵	۰/۹۷-۰/۸۵	۰/۰۰۰
	گاستروکنمیوس	۰/۷۲±۱۰/۵	۰/۸۳±۱۰/۴۱	۰/۹۲	۰/۹۸-۰/۷۶	۰/۰۰۰
شدت لازم جهت ثبت رفلکس H انتهایی	سولئوس	۱/۳۹±۱۶/۹۰	۱/۵۹±۱۶/۵۸	۰/۹۱	۰/۹۷-۰/۷۲	۰/۰۰۰
	گاستروکنمیوس	۱/۳۶±۱۴/۷۱	۱/۶۱±۱۴/۳۱	۰/۸۹	۰/۹۶-۰/۶۶	۰/۰۰۰
دامنه قله به قله رفلکس H حداکثر	سولئوس	۰/۷۱±۴/۶	۰/۵۷±۴/۴۲	۰/۹۲	۰/۹۷-۰/۷۴	۰/۰۰۰
	گاستروکنمیوس	۰/۵۲±۲/۸	۰/۳۷±۲/۱۲	۰/۶۷	۰/۹۰-۰/۰۵-	۰/۰۳
شیب کلی بازوی صعودی	سولئوس	۰/۵۱±۲/۲	۰/۴۴±۲/۵۰	۰/۹۳	۰/۹۷-۰/۷۷	۰/۰۰۰
	گاستروکنمیوس	۰/۲۸±۱/۴	۰/۲۱±۱/۰۵	۰/۶۵	۰/۸۹-۰/۱۳-	۰/۰۳
شیب کلی بازوی نزولی	سولئوس	۰/۳۷±۱/۲	۰/۴۳±۱/۲۷	۰/۹۵	۰/۹۸-۰/۸۵	۰/۰۰۰
	گاستروکنمیوس	۰/۲۴±۰/۷۱	۰/۲۵±۰/۵۲	۰/۸۸	۰/۹۶-۰/۶۰	۰/۰۰۰
شیب سه نقطه ابتدایی بازوی صعودی	سولئوس	۰/۴۳±۱/۹۵	۰/۳۰±۱/۹۳	۰/۸۵	۰/۹۳-۰/۲۵	۰/۰۰۸
	گاستروکنمیوس	۰/۲۸±۱/۸۰	۰/۱۸±۱/۰۱	۰/۸۰	۰/۹۵-۰/۲۲-	۰/۰۱
شیب سه نقطه انتهایی بازوی صعودی	سولئوس	۰/۶۳±۱/۶۹	۰/۲۲±۱/۰۹	۰/۷۲	۰/۹۲-۰/۰۵-	۰/۰۱۸
	گاستروکنمیوس	۰/۲۸±۱/۰۸	۰/۲۶±۰/۸۱	۰/۶۴	۰/۹۱-۰/۴-	۰/۲۱

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

در مطالعه حاضر، میزان تکرارپذیری بسیار بالای برخی پارامترها در آزمون‌های درون جلسه و بین جلسات نشان داده شد. این پارامترها شامل شدت لازم جهت ثبت آستانه، شدت لازم جهت ثبت رفلکس H حداکثر و شدت ثبت رفلکس H انتهایی به‌علاوه دامنه قله به قله رفلکس H حداکثر بود. در مطالعات قبلی نیز بر تکرارپذیری بسیار بالای آمپلی‌تود رفلکس H حداکثر عضله سولئوس، پرونئال، همچنین کوادریسپس اشاره شده است (۵،۶،۱۰،۱۱)، اما در گاستروکنمیوس خارجی نتایجی مبنی بر تکرارپذیری عنوان نشده است. علاوه بر این، با توجه به روش جاگذاری الکترودهای ثابت بر گاستروکنمیوس خارجی (۱۴)، تکرارپذیری بسیار بالایی همچون عضله سولئوس در آمپلی‌تود رفلکس H حداکثر این عضله به دست آمده است. شدت لازم جهت ثبت رفلکس آستانه، رفلکس H حداکثر، رفلکس H انتهایی؛ تکرارپذیری بسیار بالایی را در هر دو عضله مورد بررسی نشان دادند. با توجه به نتایج حاصله به‌نظر می‌رسد دامنه قله به قله رفلکس H حداکثر، شدت‌های لازم جهت ثبت رفلکس H آستانه، شدت ثبت رفلکس H حداکثر و نیز شدت ثبت رفلکس H انتهایی؛ از قابلیت اعتماد و تکرارپذیری بسیار بالا در بررسی‌های داخل جلسه و بین جلسه برخوردار بوده است. دامنه رفلکس H حداکثر، حاکی از حداکثر تعداد موتور نورون‌های فعال‌شده و یا حداکثر فعالیت رفلکسی است، درحالی‌که M حداکثر، نشان‌دهنده فعالیت کل یک حوضچه موتور نورون (Motoneuron Pool) یا حداکثر فعالیت عضله می‌باشد (۷،۹). شدت ثبت رفلکس H ابتدایی یا همان آستانه منحنی فراخوانی، حاکی از تحریک‌پذیری موتور نورون‌هایی است که پایین‌ترین سطح آستانه (Lowest Threshold Motoneurons) را دارا هستند (۷). شیب بازوی صعودی نیز مبین سرعت تغییرات تحریک‌پذیری حوضچه نورون حرکتی در پاسخ به افزایش ورودی‌های I_a به حوضچه موتور نورون می‌باشد. در مطالعه Kipp و همکاران، سه متغیر شدت ثبت آستانه، دامنه قله به قله رفلکس H حداکثر و نیز شیب بازوی صعودی منحنی فراخوانی رفلکس H سولئوس، تحت عنوان اجزای اصلی فانکشنال منحنی فراخوانی Functional (Principal Component of H-Reflex) Recruitment Curves مطرح شد و جهت ارزیابی ویژگی‌ها و وضعیت تحریک‌پذیری حوضچه نورونی ارزیابی این سه جزء منحنی مورد تأکید قرار گرفت؛ زیرا هر یک از این سه جزء نشان‌دهنده یکی از ویژگی‌های حوضچه نورونی می‌باشد (۷). در مطالعه حاضر این سه جزء فانکشنال در عضله سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی، تکرارپذیری داخل جلسه بسیار بالایی را نشان داد. در عضله گاستروکنمیوس، تکرارپذیری متوسط دامنه قله به قله رفلکس H حداکثر و شیب بازوی صعودی منحنی فراخوانی، حاکی از تغییرپذیری این دو متغیر در ارزیابی بین جلسه بود. همچنین با توجه به نتایج شیب کلی بازوی نزولی، منحنی فراخوانی در هر دو عضله، تکرارپذیری بالایی را در ارزیابی داخل جلسه و بین جلسه نشان داد.

شیب کلی بازوی نزولی در واقع، سرعت کاهش دامنه قله به قله رفلکس H پس از رسیدن به دامنه H حداکثر است. همچنین در ارزیابی‌های بین جلسه؛ شدت‌های لازم جهت ثبت آستانه رفلکس H حداکثر و نیز رفلکس H انتهایی، همچنان تکرارپذیری بسیار بالایی را نشان داد. این یافته با نتایج مطالعه دیگری که توسط Torker و همکاران صورت گرفت همخوانی نداشت؛ چراکه در مطالعه مذکور، تکرارپذیری بین جلسه این سه متغیر جهت ارزیابی مناسب نبود. شاید علت این اختلاف، تفاوت در روش کار دو پژوهش بوده است؛ زیرا این محققین در ثبت رفلکس H سولئوس از انقباض ایزومتریک ۵۰٪ استفاده کرده بودند و آزمودنی‌ها نیز در حالت نشسته بر روی صندلی قرار داشتند. در ضمن، فاصله بین دو ثبت منحنی ۲ دقیقه در نظر گرفته شده بود (۱).

دو متغیر دیگری که در نتایج مورد بررسی قرار گرفت، شیب بازوی صعودی منحنی فراخوانی در قسمت‌های ابتدایی و انتهایی بود. با ظهور رفلکس آستانه، موتور نورون‌های آستانه پایین فراخوان می‌شوند. از این‌رو از ابتدای شروع تحریک عصب جهت برانگیختن رفلکس H، در شدت پایین اعصاب حسی آستانه پایین تحریک شده که نورون‌های حرکتی آستانه پایین (موتور نورون نوع I) را برمی‌انگیزند. رفلکس H ظاهرشده در ابتدای منحنی، فراخوانی حاصل تحریک تعدادی موتور نورون نوع اول بوده که با شدت‌های تحریک پایین بر عصب حسی آسان‌تر برانگیخته می‌شوند.

Archive of SID
www.SID.ir

وقتی شدت جریان تحریک افزایش می‌یابد، به‌تدریج اعصاب حسی آستانه بالا تحریک شده و موتور نورون‌های نوع دوم (II) نیز در تشکیل رفلکس H مشارکت می‌کنند، که در مجموع با افزایش تعداد موتور نورون‌های فعال‌شده دامنه رفلکس H افزایش می‌یابد تا به حداکثر میزان خود برسد. زمانی‌که دامنه رفلکس H حداکثر به دست آمد، همه موتور نورون‌های نوع اول و دوم فعال شده، که این رفلکس در حضور یک موج M کوچک در سیگنال EMG ایجاد می‌شود. اما از آنجا که نسبت تعداد نورون‌های حرکتی نوع اول و دوم در هر عضله با عضله دیگر متفاوت است (۱۶)، لذا مرز دقیق فعال‌شدن نورون‌های حرکتی نوع اول و دوم مشخص نیست (۷،۶). در هر حال، منحنی فراخوانی رفلکس H که به این صورت به دست می‌آید، دارای یک بازوی صعودی و یک بازوی نزولی است. بدین ترتیب شیب منطبق بر نقاط ابتدایی بازوی صعودی معرف سرعت تغییرات تحریک‌پذیری موتور نورون‌های نوع اول و شیب منطبق بر نقاط انتهایی بازوی صعودی معرف سرعت تغییرات تحریک‌پذیری موتور نورون‌های نوع دوم می‌باشد. نتایج این مطالعه حاکی از تکرارپذیری متوسط و بسیار بالایی برای شیب سه نقطه ابتدایی و انتهایی سولئوس و گاستروکنمیوس در ارزیابی داخل جلسه بود. این نکته که شیب قسمت‌های ابتدایی و انتهایی، تخمینی از سرعت و عملکرد نورون‌های حرکتی با آستانه متفاوت در ابتدا و انتهای بازوی صعودی منحنی است، در مطالعات گذشته مورد تأکید قرار نگرفته است. از این ویژگی عملکردی جهت بررسی دقیق‌تر تحریک‌پذیری نورون حرکتی در مطالعات الکتروفیزیولوژی استفاده می‌شود. طبق نتایج مطالعه حاضر و در مقایسه با تحقیقات صورت‌گرفته در این زمینه جهت بررسی تحریک‌پذیری حوضچه نورون‌های حرکتی آستانه پایین پیشنهاد می‌گردد علاوه بر شدت ثبت آستانه، شیب سه نقطه ابتدیی بازوی صعودی منحنی فراخوانی مورد ارزیابی قرار گیرد. هرچند این متغیر، تکرارپذیری متوسطی در بررسی داخل جلسه در عضله سولئوس نشان داد، اما در ارزیابی بین جلسه از پایایی لازم برخوردار بوده است. بنابراین، یک جزء دیگر فانکشنال به سه جزء مذکور، شیب سه نقطه ابتدایی بازوی صعودی است، که در هیچ‌یک از مطالعات پیشین به این امر اشاره نشده است (۱۱،۹،۵،۴،۱).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، پارامترهای منحنی فراخوانی، تکرارپذیری بسیار بالایی را نشان داد. این پارامترها اطلاعاتی در اختیار محقق قرار می‌دهد تا بتواند با دید وسیع‌تری ویژگی‌های تحریک‌پذیری نورون حرکتی را مورد ارزیابی قرار داده و تمام اطلاعات حاصله از منحنی فراخوانی را به‌منظور نتیجه‌گیری و تفسیر بهتر تغییرات مشاهده‌شده مورد توجه قرار دهد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از مطالعات انجام‌شده به‌منظور اجرای پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد فیزیوتراپی (با شماره ثبت ۲۰۵۶۳۸۷) می‌باشد که در دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس تهران تحت عنوان "بررسی الگوی فراخوانی موتور نورون‌های عضلات گاستروسولئوس پس از Taping بر روی پوست بی‌حس‌شده ساق پا" به انجام رسیده است. بدین‌وسیله از تمامی افرادی‌که با شرکت در این مطالعه زمینه انجام این تحقیق را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

Archive of SID

References:

1. Brinkworth RS, Tuncer M, Tucker KJ, Jaberzadeh S, Urker KS. Standardization of H-reflex Analyses. J Neurosci Methods 2007;162(1-2):1-7.

2. Simorgh L, Torkaman G, Firoozabadi SM. Effects of Tripolar Tens of Vertebral Column on Slow and Fast Motor Units: A Preliminary Study Using H-reflex Recovery Curve Method. Physiol Pharmacol 2007;10(4):231-242. [Full Text in Persian]

3. Sarmadi A, Firoozabadi SM, Torkaman G, Fathollahi Y. The Effects of Vertebral Column Tripolar Electrical Stimulation with Various Intensities on Soleus and Gastrocnemius H-reflex and Mh Wave Recruitment Curve. Physiol Pharmacol 2009;13(2):229-40. [Full Text in Persian]

www.SID.ir

4. Pierrot-Deseilligny E, Mazevet D. The Monosynaptic Reflex: A Tool to Investigate Motor Control in Humans. Interest and Limits. Neurophysiol Clin 2000;30(2):67-80.

5. Christie A, Lester S, LaPierre D, Gabriel DA. Reliability of a New Measure of H-reflex Excitability. Clin Neurophysiol 2004;115(1):116-23.

6. Palmieri RM, Ingersoll CD, Hoffman MA. The Hoffmann Reflex: Methodologic Considerations and Applications for Use in Sports Medicine and Athletic Training Research. J Athl Train 2004;39(3):268-277.

7. Kipp K, Johnson ST, Hoffman MA. Functional Principal Component Analysis of H-reflex Recruitment Curves. J Neurosci Methods 2011;197(2):270-3.

8. Magladery JW, Porter WE, Park AM, Teasdall RD. Electrophysiological Studies on Nerve and Reflex Activity in Normal Man. IV. Two-neurone Reflex and Identification of Certain Action Potentials from Spinal Roots and Cord. Bull Johns Hopkin's Hosp 1951;88(6):499-519.

9. Palmieri RM, Hoffman MA, Ingersoll CD. Intersession Reliability for Hreflex Measurements Arising from the Soleus, Peroneal, and Tibialis Anterior Musculature. Int J Neurosci 2002;112(7):481-50.

10. JT H, CD I, ML C, JE E. Intrasession and Intersession Reliability of the Soleus H-reflex in Supine and Standing Positions. Electromyogr Clin Neurophysiol 2000;40(2):89-94.

11. AJ, RB, AB. H-reflex and F-wave Potentials in Leg and Arm Muscles. Electromyogr Clin Neurophysiol 1995;35(8):471-8.

12. Firoozabadi SMP, Torkaman G, Salehi H. Study of the Concomitant Effect of Topical Aneasthesia and Cold on the Recruitment Curve Parameters of H-Reflex. J Iran Med Physics 2006;2(9):55-70. [Full Text in Persian]

13. Navid A, Torkaman G, Firoozabadi SM. Evaluation of H-reflex Recruitment Curve after Application of Tens on the Desensitised Skin of Vertebral Column. Physiol Pharmacol 2003;7(2):33-123. [Full Text in Persian]

14. Sarmadi A, Firoozabadi SM, Torkaman G, Fathollahi Y. Assessing Information of Soleous and Gastrocnemius Motor Unit H-reflex Response to Paired Stimulation. Electmyogr Clin Neurophysiol 2004;44(7):401-8.

15. Fazeli SH, Amiry A, Ashraf Jamshidi A, Sanjary M. Reliability of Center of Pressure Measures During Dynamic Balance Performance. J Modern Rahablita 2011;5(2):1-8. [Full Text in Persian]

16. Page P, Frank C, Lardner R. Assessment and Treatment of Muscle Imbalance, The Janda Approach. Robertson LD, Schwarzentraub M, JM, Zavala, Editors. USA: Human Kinetics; 2010.

Archive of SID

www.SID.ir