Archive of SID

فعالیت فیبرهای گاما در وضعیت استراحت و هنگام کشش های فازیک وتونیک در دوک عضلانی دم **Rat**

عفت برقي (Ph.D.) *

چکیده

سابقه و هدف : دوک عضلانی اساساً بوسیله فیبرهای عصبی گاما عصب دهی می شوند. فیبرهای گاما براساس نوع عملشان به دو گروه تونیک و فاز یک تقسیم گردیده و عقیده بر این است که گامای فازیک به تمام انواع فیبرهای دوک عضلانی عصب می دهند در حالیکه نوع تونیک آن فقط به فیبرهای عضلانی تونیک و فاز یک نوع دوم عصب می دهند. هدف از انجام این کار تحقیقی مطالعه فعالیت موتونرونهای گاما در هنگام استراحت و در حین کشش های فازیک و تونیک در فیبرهای دوک عضلانی و سپس نحوه اثرگذاری آنها بر فیبرهای حسی این رسپتور کینتیک بود. زیرا آگاهی هرچه بیشتر در این زمینه از مکانیسم های فیزیولوژیک اعمال فیبرهای گاما، آوران ها و نحوه کنترل آنها، کمک شایانی در کنترل بیماران مبتلا به حرکات غیرارادی و دیستونیک خواهد کرد.

مواد و روش ها : در این مطالعه از پانزده سرموش نر نرمال Sprague Dawely با میانگین وزن ۵۰۰ گرم و محلول داروی بیهوشی اورتان (۳۰g / ۱۰۰ml) با دوز ۱۷۰mg/۱۰۰g وزن بدن موش با تزریق I.P. استفاده گردید. برای بررسی این فیبرهای عصبی Iaminectomy در ناحیه کمری- خاجی Lumbosacral صورت گرفت.

نتایج : هنگام تحریک شدید گوش خارجی در موشهای تحت بیهوشی عمیق، فعالیت فیبرهای گاما افزایش یافته و فیبرهای آوران دوک را تحت تأثیر قرار داده بطوری که فیبر Ia فعالیت بیشتری در قیاس با فیبرهای گروه II آوران نشان دادند. با ایجاد کشش در دوک های عضلانی ابتداً فعالیت فیبرهای عصبی گاما مهار و پس از رهائی از کشش های فازیک و تونیک فیبرهای گاما فعال شدند. در نوع کشش فازیک فعالیت آورانهای Ia دوک عضلانی زیادتر و محسوس تر از فیبرهای گروه II آوران بود درحالیکه درکشش تونیک دامنه دپولاریزه Ia کوتاه شده ولی بهرحال دو نوع فیبر حسی فعالند.

استنتاج : به دنبال فعالیت موتونرونهای گاما، فیبرهای آوران دوک عضلانی در همان سگمان نخاعی و حتی یکی یا دو سگمان بالاتر افزایش دامنه دپولاریزه را نشان دادند بطوری که همواره فعالیت فیبرهای دوک عضلانی متناوباً با زمان نوسان داشتند. به هرحال هر دو نوع فیبر آوران بوسیله حلقه گاما کنترل می شدند، گاما تحت کنترل هسته های حرکتی اعصاب مرکزی بوده و در وضعیت سکون مداوم فعالیت Ia محسوس نبود.

واژه هاي كليدي : دوک عضلانی، فیبر عصبی گاما، فیبر Ia ، فیبر گروه II آوران

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-08-04]

www.SID.ir

Archive of SID

* متخصص فیزیولوژی عمومی و نروفیزیولوژی- استادیار دانشگاه علوم پزشکی بابل ✉: بابل- خیابان گنج افروز- دانشگاه علوم پزشکی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-08-04]

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مشاهدات دو دانشمند کراوواتیو (Mathews, Crowe) در سال ۱۹٦٤ نشان دادند که گیرنده های مکانیکی دوک عضلانی پستانداران بوسیله فیبرهای گاما عصب‌دهی می‌شوند. آنها فیبرهای گاما را بر اساس عملکردشان به دوگروه تونیک و فازیک تقسیم نمودند. آنها براین عقیده بودند که فیبرهای نوع گامای فازیک مسئول عصب دهی تمام فیبرهای موجود در دوک عضلانی هستند.درصورتیکه فیبرهای عصبی نوع تونیک تنها به فیبرهای نوع دوم فازیک و فیبرهای تونیک موجود در دوک عضلانی عصب می دهند(۱). درحالیکه قبلاً دو فیزیولوژیست دیگر بنامهای بوید و اکلس (Boyd, Eccles) در سال ۱۹٦۳ مشخص کرده بودند که فیبرهای گامای فازیک فقط مسئول فعالیت فیبرهای عضلانی فازیک نوع اول می باشند و نقش مختصری در فعال کردن فیبرهای عضلانی تونیک و فازیک نوع دوم دارند. و فیبرهای گامای تونیک بر فعالیت فیبرهای عضلانی فازیک نوع اول تأثیر اندک دارند درصورتی که بر فعالیت فیبرهای فازیک نوع دوم وفیبرهای تونیک اثر قابل ملاحظه ای می گذارند(۲). جالب اینکه مورفی و همکارانش (Murphy et al.) در سال ۱۹۹۰ مشخص کردند که فیبرهای گامای فازیک حتی در هنگام استراحت هم فعال اند و همچنین احتمالاً نگهداری پدیده فازیک فیبرهای عضلانی در مدت حرکت هم برعهده این دسته از فیبرهای عصبی است. در صورتی که فیبرهای گامای تونیک تنها مسئول نگهداری وضعیت تونیک این دسته ازفیبرهای عضلانی می باشند(۳).ازخصوصیات نرونهای نوع گامای فازیک این است که با شدت تحریک کم دپولاریزه می شوند در حالیکه نرونهای گامای تونیک با شدت تحریکات بالا دپولازیزه می گردند، اما سطح آستانه تحریکات مهاری برای نرونهای گامای فازیک کمی بالاتر از سطح آستانه تحریکی آنها می باشد(٤). نکته قابل توجه دیگر اینکه بانکس (Banks) عقیده داشت عملکرد فیبرهای عصبی گاما از یک گیرنده دوک عضلانی به گیرنده دیگر متفاوت می باشد(۵). عملکرد عصب گامای تونیک درفعال کردن آورانهای گروه II دوک عضلانی در وضعیت فازیک و تونیک قابل ملاحظه است که گاه ممکن است آورانهای گروهII به وضعیت فازیک دوک عضلانی جواب ندهند(٦). اما بهرحال فعال شدن فیبرهای عضلانی فازیک نوع دوم و فیبرهای عضلانی تونیک موجود در دوک عضلانی در فعال کردن آورانهای گروهII مؤثرند(۷) هرچندکه این دونوع فیبرعضلانی ازلحاظ مرفولوژیکی وهیستولوژیکی بایکدیگر اختلاف دارند(۸). دانستن نظریه های مختلف ذکر شده، هدف از این مطالعه بررسی فعالیت فیبرهای حرکتی گاما درشرایط استراحت وکشش های فازیک و تونیک در فیبرهای دوک عضلانی و چگونگی تأثیرگذاری آنها بر فعالیت فیبرهای آوران می باشد. بنابراین دانستن عصب دهی فیبرهای عضلانی فوق العاده با اهمیت است و این تحقیق می تواند راه گشائی برای کنترل بیماران مبتلا به اختلالات حرکات دیستونیک و غیرارادی باشد.

مواد و روش ها

این مطالعه بر روی ۱۵ سر rat نر نژاد Sprague-Damely با میانگین وزن ۵۰۰ گرم انجام شد. ابتدا با محلول داروی urethane (۳۰g/۱۰۰ml) با دوز ۱۷۰mg/۱۰۰g وزن بدن و تزریق داخل صفاتی به موش ها بیهوشی عمیق داده شد. برای ثابت نگهداری سطح بیهوشی درحین عمل جراحی ازمحلول اورتان به صورت تزریق داخل وریدی استفاده شد. سطح بیهوشی را بوسیله پاسخ دهی رفلکسهای toe pinch وpupillary درطول عمل کنترل می گردید. موش ها بر روی شکم (Prone) روی میز جراحی قرار می گرفتند. درجه حرارت بدن حیوان بوسیله ترمومتری که در زیر شکم و یا در آنال حیوان قرار گرفت قابل کنترل بود. در حین جراحی حرارت بدن حیوان در روی میز عمل که دارای دستگاه کنترل حرارت بود همواره بین ۳۷-۳٦ درجه

www.SID.ir

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-08-04]

Archive of SID

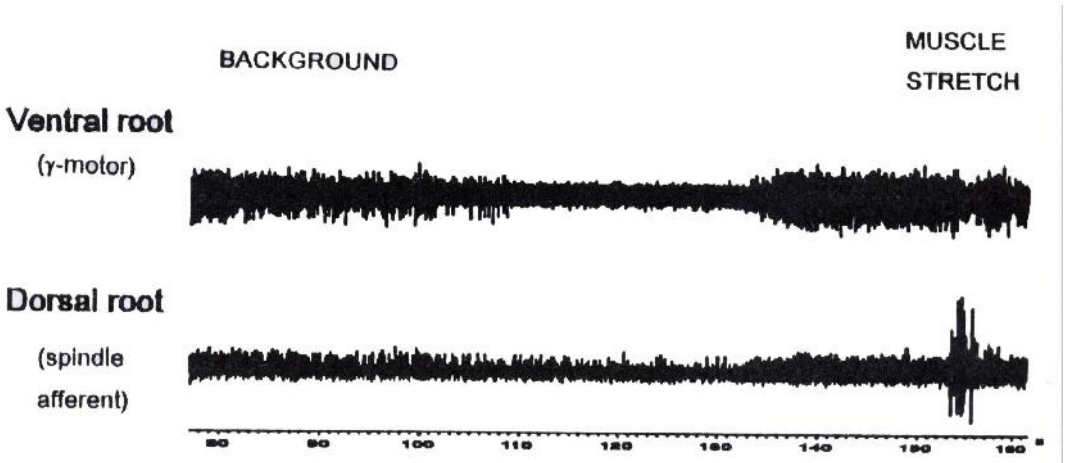
سانتیگراد ثابت نگهداشته می شد. تنفس حیوان با قرار دادن لوله مخصوص در تراسه و اتصال آن به ماشین تنظیم گازهای تنفسی کنترل می گردید و Pco2 همواره بین ۳ تا ۵ درصد نگهداری می شد. برای کنترل فشارخون از شریان رانی که ابتدا کانوله وسپس توسط یک لوله مبدل به دستگاه فشارسنج متصل می شد، استفاده می گردید. فشار خون شریانی در سطح ۱۱٦/۹۰mmHg نگهداری می شد. جهت جلوگیری از لخته شدن خون در درون لوله از نرمال سالین با pH معادل ۷/٤ استفاده گردید.

برای بررسی فعالیت فیبرهای گاما و آورانهای دوک عضلانی ابتدا عمل لامینکتومی(Laminectomy) در ناحیه کمری- خاجی(Lumboscaral)انجام گرفت. این ناحیه بدین دلیل برای انجام کار تحقیقی انتخاب شدکه کنترل حرکت عضلات دم ساده‌تر ومحسوس‌تر از عضلات پا بود.پس ازآشکارشدن ریشه های اعصاب مربوطه یک حوضچه از نرمال سالین و پارافین درناحیه ایجاد گردید. برای ثبت فعالیت عصب از الکترودهای قلابدار به ضخامت ۱ میلی متر از جنس نقره استفاده شد. الکترودها به آمپلی فایر و CRO متصل بود و در مسیر این ارتباط دستگاههای دیگری چون فیلتر و استیمولیتور وجود داشت.

نتایج

نتایج بدست آمده نشان داد در صورت قراردادن دم حیوان در راستای بدن وبدون هیچ تحریک خارجی در حالیکه موشها تحت بیهوشی عمیق با دوز یادشده اورتان بودند، فیبرهای حرکتی گاما فعالیت داشتند. بطوریکه این فعالیت قابل رکوردگیری بود(تصویر شماره ۱ تراسه بالا).

اگرچه اندرو (Andrew) درسال ۱۹۷٤ با همین شرایط آزمایش نتوانست رکوردی برای فیبرهای گاما ثبت نماید و بیان کرد که تحت بیهوشی عمیق موتونرونهای گاما فعالیتی ندارند. تحقیق اخیر خلاف این نظریه را به اثبات رسانید. تصویر شماره ۱ مشخص می کند که فعالیت فیبرهای حرکتی گاما که با زمان نوسان دارند، بر روی فیبرهای آوران تأثیر گذاشته است (تصویر شماره ۱ تراسه پائین) و سبب ادامه تحریک آنها شده است.



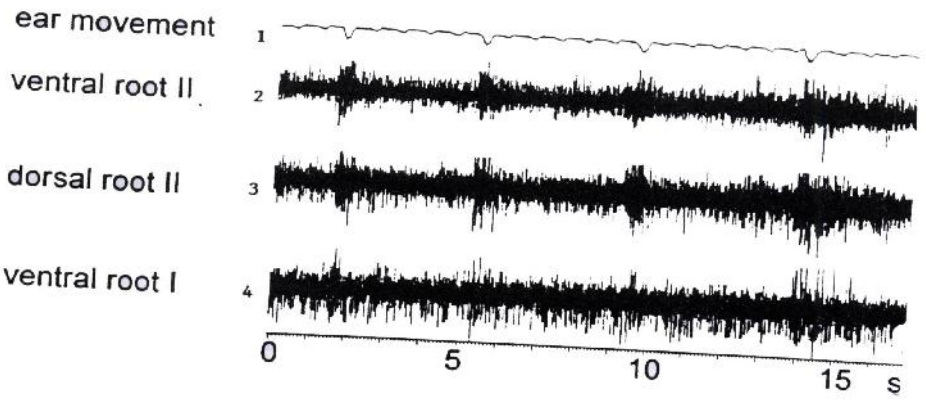
تصویر شماره ۱: علیرغم اینکه دوک عضلانی در استراحت است ما فیبرهای γ و آورانهای آن دارای فعالیت می باشند. این فعالیتها در هر دو تراسه با زمان نوسان نشان می دهند. در هنگام کشش دوک عضلانی فعالیت الکتریکی فیبرهای آوران بیشتر بخصوص در Ia دیده می شود در حالی که فیبر γ مهار شده است.

www.SID.ir
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-08-04]

Archive of SID

مهار فعالیت فیبرگاما برای مدت خیلی کوتاه حدود ثانیه (تراسه بالا) مربوط به زمانی است که با دست، کشش در دوک عضلانی بوجود آمده است. در این زمان فیبرهای آوران در ریشه خلفی نخاع (تصویر شماره ۱ تراسه پائین) فعالیت بیشتری را نشان می داد؛ بطوریکه پتانسیل های عمل در آنها از خط زمینه دورتر شده بود. لازم بذکراست که افزایش دامنه دپولاریزه در فیبرهای آوران Ia واضح تر از فیبرهای گروه II بود. چنانکه مهار از روی فیبرهای عصبی گاما برداشته می شد سریعاً افزایش پتانسیل عمل در آنها ظاهر می گردید (تصویر شماره ۱ تراسه بالا) در حالیکه فیبرهای آوران، در ابتدا کاهش در دامنه دپولاریزه خود نشان می دادند (شکل۱ تراسه پائین). بطور خلاصه فیبرهای گاما در استراحت مطلق هم دارای فعالیت بودند و ایمپالسهای حاصل شده سبب دپولاریزه قابل انتشار در آورانهای دوک عضلانی می گردید. با ایجاد کشش مکانیکی در دوکهای عضلانی فعالیت فیبرهای گاما درحد خط زمینه بود یعنی فعالیت آنها مهار می گردید در صورتی که فیبرهای آوران دوک بخصوص فیبرهای Ia شدیداً دپولاریزه می شدند. در صورت رهائی از کشش فعالیت فیبرهای گاما دوباره آغاز می گردید و این بار فعالیت فیبرهای آوران دوک بستگی مستقیم به میزان ایمپالسهای عصبی دریافت شده از فیبرهای حرکتی گاما داشتند.

درصورت مستقیم بودن دم حیوان در راستای بدن (در وضعیت استراحت) با تحریک شدیدگوش خارجی در ابتدا Fluttering بوجود آمد(تصویرشماره۲تراسه۱) و اگر تحریک ادامه می یافت موجب حرکت سرموش می گردید حتی اگرموش دربیهوشی عمیق می بود. همزمان با این تحریکات فیبرهای گاما در ریشه دوم حرکتی Caudal تحریک می شدند و فیبرهای حرکتی گاما افزایش درتعداد فرکانس و دامنه پتانسیل های عمل داشتند. بطوریکه پتانسیل های عمل در آنها از خط زمینه دورتر می شدند (تصویر شماره۲ تراسه۲).



تصویر شماره ۲: تراسه ۱ ثبت منحنی های مربوط به تحریکات گوش خارجی را نشان می دهد که همزمان با این تحریکات در تراسه های ۲ و ۳ تجمعی از پتانسیل های نیزه ای به چشم می خورد. در تراسه ٤ افزایش فعالیت الکتریکی مربوط به تحریک اضافی هسته Diter's است که این پدیده در تراسه ۲ هم ثبت گردیده است.

www.SID.ir

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-08-04]

Archive of SID

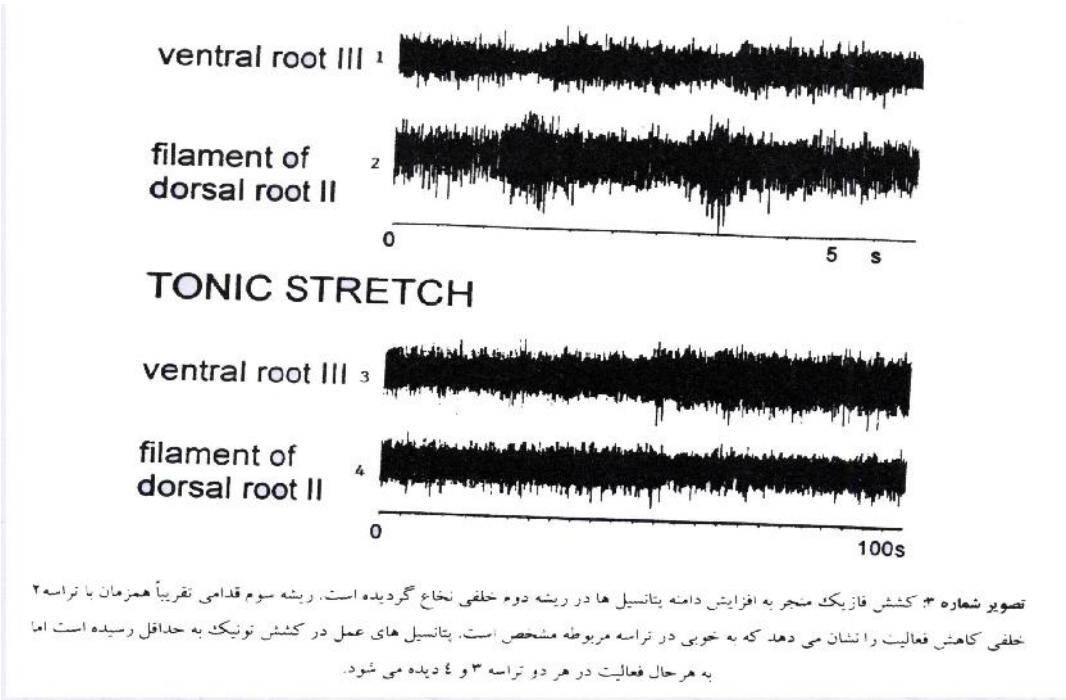
بدنبال فعالیت فیبرهای گاما، فیبرهای آوران در ریشه دوم خلفی caudal با کمی تأخیر دپولاریزه شده و روی صفحه اسکوپ افزایش تعداد فرکانس همراه با زیاد شدن دامنه پتانسیل عمل ظاهر می گردید. بطوریکه فیبرهای Ia دامنه یی بلندتر از فیبرهای گروه II را نشان می دادند (تصویر شماره ۲ تراسه۳). بهرحال این پدیده نشان دادکه فعال شدن فیبرهای گاما موجب فعالیت فیبرهای آوران دوک عضلانی می گردد بطوری که فیبرهای Ia ایمپالسهای خیلی سریع تری در مقایسه با فیبرهای گروه II داشتند. از طرف دیگر با تحریکات شدید گوش خارجی نه تنها موتونرونهای گاما در ریشه دوم حرکتی caudal فعال شده بلکه تحریکات به دیگر سگمانهای نخاعی گسترش یافته و با فعال کردن نرونهای واسط تحریکی یا بدون وجود آنها موجب فعالیت موتونرونها از جمله ریشه اول حرکتی caudal شده بود (تصویر شماره ۲ تراسه٤). در همین شکل در صورت عدم تحریک گوش خارجی ایمپالسهای عصبی درفیبرهای گاما کاهش یافته و دامنه دپولاریزه در آنها کوتاه می شد (تراسه۲). بدنبال این واقعه فیبرهای آوران هم از این روند پیروی می کردند (تراسه۳). بطور خلاصه تحریکات گوش خارجی سبب افزایش فعالیت در موتونرونهای گاما شده بطوریکه این افزایش فعالیت موجب افزایش فعالیت فیبرها بخصوص Ia بیشتر از گروه II آوران می گردید. تحریک گوش خارجی تنها موتونرونهای یک سگمان نخاعی رافعال نمی کرد. بلکه موتونرونهای گاما را دریکی دو سگمان بالاتر هم فعال می نمود.

هنگام ایجاد کشش فازیک در دوک عضلانی که با چرخش دم صورت می گرفت، ابتدا در طرف مقابل به زاویه خمیدگی contralateral افزایش دامنه دپولاریزه همراه با افزایش تعداد فرکانس درریشه دوم خلفی مشاهده گردید (تصویر شماره ۳ تراسه۲). در همین تراسه فیبرهای Ia بطور واضح فعالیت بیشتری نسبت به فیبرهای گروهII آوران نشان دادند، بطوری که همواره فعالیت آنها یک فاز عقب تر ازفیبرهای Ia ثبت گردیده است. در حالی که با همین موقعیت پتانسیل های عمل در ریشه سوم حرکتی در دامنه فعالیت خود کاهش داشتند که در واقع می توان گفت بطور رفلکسی آنها مهار شده اند (تصویر شماره ۳ تراسه ۱). حال با کاهش کشش فعالیت فیبرهای آوران کم شده بطوریکه دامنه پتانسیل عمل درآنها به خط زمینه نزدیک تر می گردید (تصویر شماره ۳ تراسه۲)، اما دامنه فعالیت فیبرهای گاما افزایش می یافت (تصویر شماره ۳ تراسه۱). در این حال با نگهداری کشش، در ریشه سوم حرکتی دپولاریزه شدن فیبرهای گاما وجود داشت (تصویر شماره ۳ تراسه۳) که در صورت رهائی از کشش تونیک فعالیت فیبرهای گاما با شدت بیشتری شروع می شدند و سپس به حد متعادل فعالیت می رسیدند. همزمان با تغییر تحریک در فیبرهای گاما، در مدت کشش تونیک ریشه دوم خلفی افزایش فعالیت داشتند(شکل۳ تراسه٤) که پس از برداشت این مهار ابتدا کاهش در دامنه دپولاریزه فیبرهای آوران دوک عضلانی مشاهده شد و سپس فیبرهای آوران بخصوص گروه II فعالیت داشتند.

به طور خلاصه می توان گفت در کشش فازیک فعالیت آورآنهای Ia بیشتر و محسوس تر از فیبرهای گروه II بود. اما در کشش تونیک دامنه دپولاریزه Ia کوتاه شده ولی بهرحال هر دو نوع فیبر فعال بودند.

www.SID.ir
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-08-04]

Archive of SID



تصویر شماره ۳: کشش فازیک منجر به افزایش دامنه پتانسیل ها در ریشه دوم خلفی نخاع گردیده است. ریشه سوم قدامی تقریباً همزمان با تراسه ۲ خلفی کاهش فعالیت را نشان می دهد که به خوبی در تراسه مربوطه مشخص است. پتانسیل های عمل در کشش تونیک به حداقل رسیده است اما به هرحال فعالیت در هر دو تراسه ۳ و ٤ دیده می شود.

بحث

اندرو (Andrew) درسال ۱۹۷٤ با تزریق داخل صفاقی از محلول اورتان (۳۰g/۱۰۰ml) نتوانست پتانسیل های عمل فیبرهای گاما را در ناحیه دم موش ثبت کند(۹). اما در پژوهش حاضر با دوز مشابه از فیبرهای گاما رکوردگیری شد. علیرغم اینکه فعالیت موتونرونهای گاما همواره تحت تأثیرایمپالسهای عصبی سیستم‌های حرکتی اعصاب مرکزی می‌باشند، تحریک گوش خارجی سبب فعال تر شدن هسته Deiter's از هسته‌های Vestibular می گردد بطوریکه ایمپالسهای آن موجب فعال شدن موتونرونهای گامای Lumbosacral نخاع می شود. شروع فعالیت فیبرهای آوران دوک عضلانی بدنبال ادامه فعالیت فیبرهای گاما است که تماس با صفحه محرکه انتهایی دو سرفیبرهای دوک عضلانی دارند اما فعالیت فیبرهای Ia و گروه II آوران همزمان نیستند و فیبرهای Ia به تحریکات ارتعاش مانند سریعاً پاسخ می دهند که این نشانه حساسیت فیبرهای عضلانی فازیک نوع اول است. در حالی که همین دسته از فیبرهای دوک عضلانی حساسیت زیادی در برابر تحریکات تونیک ندارند. از طرفی فعالیت فیبرهای آوران این گیرنده مکانیکی که باکشش دوک عضلانی آغاز گردیده، خود می تواند موجب فعالیت موتونرونهای گاما شود. بهرحال ادامه این فعالیت ها از طریق حلقه گاما تأمین می شود. حال ممکن است این تصور پیش آید که فعال شدن موتونرونهای گاما ناشی از تحریک آورانهای دوک عضلانی نبوده بلکه به موجب دپولاریزه فیبرهای آوران اجسام پاسینی فرم است که در این نواحی قرار دارند. البته فیبرهای حسی اجسام پاسینی فرم با موتونرونهای گاما سیناپس دارند و

www.SID.ir

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-08-04]

Archive of SID

این پدیده بشرطی قابل قبول است که میزان شدت تحریکات وارد شده به دوک عضلانی در حدی باشد که بتواند این نوع گیرنده ها را فعال نماید. در صورتی که در این بررسی شدت تحریکات مکانیکی خیلی جزئی و در حد ایجاد حالت دپولاریزه در فیبرهای تیپ β نبوه است. هم چنین ارلانگر (Erlanger) در سال ۱۹۳۷ نشان داده بود که فعال شدن فیبرهای آوران گروه II دوک عضلانی با فعالیت فیبرهای عصبی گروههایIV,III همراه هستند(۱۰)که فیبرهای یادشده قادر به تحریک و یا مهار موتونرونهای گاما خم کننده و یا بازکننده عضلات می باشند و نهایتاً باعث فعالیت و یا عدم فعالیت فیبرهای آوران دوک عضلانی خواهند شد. به همین دلیل جهت جلوگیری از دخالت این دسته از فیبرها و برای اینکه موتونرونهای گاما در این بررسی کاملاً تحت تأثیر تحریکات آوران دوک عضلانی باشند پوست ناحیه با عمل جراحی برداشته شد. فیبر Ib هم از دسته فیبرهای آوران حذف می شود زیرا استگ (Steg) در سال ۱۹٦٤ بیان کرد که در این ناحیه دستگاه گلژی وجود ندارد(۱۱). بنابراین در کشش ها عامل ایجاد تحریک در موتونرونهای گاما تنها فیبرهای آوران دوک عضلانی می باشند. تفکیک فیبرهای آوران دوک عضلانی از یکدیگر از روی دامنه دپولاریـــزه و سرعت انتقـــال ایمپالسهـــا در آنها امکان پذیر بود. در تصویر شماره ۳ فعالیت آورانهای Ia و خصوصاً گروه II دوک عضلانی با فعالیت فیبرهای گامای تونیک همواره فعالیتی را نشان می دهند و فیبرهای Ia نشان داده شده که بیشتر به تحریکات حاد و ارتعاشی جواب می دهند (تراسه۲ تصویر شماره ۳). بهر حال الاوی و همکارانش (Ellaway et al.) نیز در سال ۱۹۹۸ با این پدیده موافق و آنرا تأئید کرده بودند(۱۲). در صورتی که پیش از این اپلبرگ و همکارانش (Appelberg et al.) درسال ۱۹٦٦ بیان کردند که فیبرهای گامای تونیک تنها قادرند آورانهای گروه II دوک عضلانی را فعال نمایند و اثری بر روی فعالیت فیبرهایIa ندارند(۱۳).درهمین زمینه ادین و همکارانش (Edin et al.) در سال ۱۹۹۰ تعیین کردند که بعضی از فیبرهای عصبی آوران اساساً به اعمال تونیک فقط پاسخ می دهندو برخی دیگر با تحریکات فازیک تنها فعال می شوند(۱٤). اما کار تحقیقی اخیر خلاف نظریه فوق را نشان داد. زمانیکه دم موش بطور مستقیم و در حال استراحت مطلق قرار داشت یعنی تحریکی به دوک عضلانی وارد نگردید(تصویرشماره۱) فیبرهای آوران Ia دوک عضلانی دارای فعالیت بودند اما فعالیت گروه II هم کاملاً مشخص بود. در همین شکل کشش حاد منجر به افزایش فعالیت Ia نسبت به گروه II شده که این پدیده درحین انجام انواع کشش ها بطور واضح تر در تصویر شماره ۳ آشکار گردیده است. در ضمن فرکانس هر دو نوع فیبر آوران هم با زمان نوسان دارند که این وضعیت نشان می دهند فعالیت این دسته از فیبرها می تواند تحت تأثیر فعالیت فیبرهای گاما باشـــد در حالیـــکه فیبـــرهای گـــاما خـــود تـــحت کنتـــرل سیستم های حرکتی اعصاب مرکزی هستند.بطورخلاصه می توان نتیجه گرفت که در حالت استراحت فیبرهای Ia در دوکهای عضلانی دارای فعالیت کمتری در مقایسه با گروه II دارند بنابراین فعالیت دوکها تحت کنترل گروه II می باشند. فعالیت قابل توجه Ia با یک تحریک حاد که با افزایش تعداد فرکانس و دامنه دپولاریزه مشخص شده است. البته این افزایش فعالیت می تواند بستگی به ضخامت فیبرها داشته باشد و هم چنین سایر فاکتورهای آناتومیک بی تأثیر نیستند. اما آنچه که مسلم است آوران های Iaحساسیت زیادی به تحریکات

www.SID.ir
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-08-04]

Archive of SID

فازیک دارند در حالی که گروه II به تحریکات تونیک حساسترند. بنابراین در مطالعه حرکات دیستونیک در حالت سکون و یا حرکت باید به فعالیت فیبرهای گاما و آورانهای دوک عضلانی توجه نمود.

فهرست منابع

1- Crowe A, Matthews PBC. Further studies of static and dynamic fusimotor fibers. J. physiol. 1964; 174: 139-51.

2- Boyd IA, Eccles JC. Fast and slow conduction small motor fibers in nerves of mammalian skeletal muscle. J. physiol. 1963; 165: 29-30.

3- Murphy PR. et al. Gamma motoneurone discharge patherns during fictive locomotion in the decerebrate cat. Exp. physiol. 1990; 107- 10.

4- Johansson H. Action gamma activity elicited by electrical stimulation of cutaneeus afferent fibres in the hindlimb of cat. J. physiol. 1985; 366: 343-63.

5- Banks RW. The distribution of γ_s in the tenuissimus muscle of the cat. J. physiol. 1991; 442: 489-512.

6- Jami L. et al. Glycogen depletion method of intrafusal distribution of axons that increase sensitivity of spindle secondary endings.J. Neuro physiol. 1980; 43: 16-26.

7- Emont- Denand F. et al. Functional consequences of bag and chain fibers co-activation by static γ axons in cat spindle. J. Neurophysiol. 1997; 77: 1425-31.

8- Barker D, Banks RW. The muscle spindle. Newyorke.McGraw-Hill, vol.1, 1994; 330-60.

9- Andrew BL. Control of muscle spindle between fusimotor and mixed skeleto-fusimotor fibers in rat caudal muscle. J. Experi. Physiol. 1947; 59: 331-49.

10- Erlanger J. Electrical signs of nerrous system university of Pennsylvania, press, Philadelphia. 1936; 540-54.

11- Steg G. Efferent muscle innervation and rigidity. Acta. Physiol. Scand. 1964; 61. suppl. 223: 1-53.

12- Wllaway PH. et al. Static and clynamic fusimotor action during locomotion in the

www.SID.ir

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-08-04]

Archive of SID

decerebrate cat. J. Society Cardiff. Meeting. 1998; 135.

13- Appelberg B. et al. Action of static and dynamic fusimotor fibers on group II fibers of cat's spindle. J. physiol. 1996; 185: 160-71.

14- Edin BB. Muscle afferent responses to isometric contraetions and relaxations in humans.J.Neurophysiol.1990;65: 1397-13.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-08-04]

www.SID.ir