به نام خداوند جان و خرد

تمرین درمانی ۲

شامل ۳ قسمت می باشد که به ترتیب گردآوری شده اند

مؤسسه پگاه

۲۲۲۲۳۵۶۶

مقدمه

PNF یک روش تمرین درمانی است که بر اساس الگوهای حرکتی فانکشنال یا عملکردی بوده و باعث تسهیل عصبی عضلانی و بهبود کنترل نروماسکولار می‌شود. استفاده گسترده از این تکنیک‌ها در سال ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ توسط Kabat &Knott , Voss رواج یافت. کار این گروه بررسی و آنالیز حرکات در طی انجام حرکات و کارهای فانکشنال بوده است و تئوری‌های تکامل حرکتی و اصول یادگیری حرکتی اصول نروفیزیولوژیک اساس تمرینات و تکنیک‌های توانبخشی آنها قرار گرفته است. تکنیک‌های PNF استفاده گسترده‌ای برای بیماران عضلانی اسکلتی دارد چرا که در این بیماران کنترل نوروماسکولار اندام، تنه و ستون فقرات گردن تغییر کرده است. تمارین درمانی PNF شامل دو بخش الگوها و تکنیک-هاست. تکنیک‌های PNF با هدف بهبود قدرت، تحمل عضلات، تسهیل ثبات و تحرک و کنترل نوروماسکولار و حرکات هماهنگ قابل استفاده است در اساس آنها برگرداندن فانکشن می‌باشد. تقریباً در تمامی مراحل درمان از جمله شرایط حاد بصورت تکنیک‌های ایزومتریک تا مراحل نهایی توانبخشی زمانی که حرکات سریع د ربرابر مقاومت حداکثر انجام می‌شود، قابل کاربرد و استفاده است. مشخصه این روش‌های درمانی، استفاده از الگوهای مایل و بکارگیری علائم حسی، بخصوص محرک‌های حس عمقی، جلدی، بینایی و محرک‌های شنوایی جهت بروز و ظاهر شدن پاسخ‌های حرکتی مناسب، می‌باشد. انجام ماهرانه فعالیتهای روزمره بستگی به تشخیص، پردازش و استفاده مؤثر از اطلاعات حسی دارد. دانستن اینکه اندام‌های بدون در فضا چه موقعیتی دارند و چه مقدار از نیروی عضلانی برای انجام یک فعالیت خاص لازم است امری ضروری می-باشد.

خوشبختانه اطلاعات درباره وضعیت و حرکت بخش‌های مختلف بدن از طریق گیرنده‌های مختلف مفصلی و ساختارهای مرتبط به آن قابل دسترسی است.

اطلاعات ضروری برای کنترل فعالیتهای از ۳ منبع مهم حسی پیکری (Somatosensory)، بینایی و وستیبولار فراهم می‌شود. اطلاعات بینایی که مهم‌ترین عضو آن چشم‌ها می‌باشد، موقعیت محیط اطراف زندگی نسبت به بدن خود را به مغز و سیستم عصبی مرکزی مخابره می‌کند مثلاً فاصله اشیاء یا مکان‌ها از بدن و ... به پیام‌های وستیبولار که بیشتر از گیرنده-های موجود در گوش درونی و مجاری تیم دایره فراهم می‌شود، وضعیت سر و بدن نسبت به جاذبه و حرکت سر نسبت به بدن و موقعیت سر در فضا را جهت کنترل حرکات مناسب در اختیار سیستم‌های عصبی بالاتر قرار می‌دهد.

حس عمق یکی از اجرا مهم اجزاء حس پیکری است. که برای اولین بار توسط Gold's Cheider در مفصل مچ پا و شانه اندازه‌گیری شد. این فرد آستانه مشخص چرخش‌های کوچک در مفاصل بدن را اندازه‌گیری کرد و در سال ۱۹۰۶ شرینگتون حس عمقی را تعریف کرد که از دو کلمه Proprius به معنی خود؛ و Ceptus به دریافت کردن استخراج شده

است. بطور کلی حس عمقی فرآیندی است که در طی آن سیستم عصبی مرکزی با اطلاعات محیطی درباره وضعیت و حرکت مفاصل بخش‌های مختلف بدن در سطح آگاهانه و ناآگاهانه دریافت می‌کند. اطلاعات این حس در کنار اطلاعات سایر منابع حسی با جهت کنترل و تولید حرکات در طی فعالیت‌های روزمره این حس؛ در اختیار سیستم عصبی مرکزی قرار گرفته می‌شود.

- حس عمق دارای ۳ جزء اصلی است:

۱) Kinesthesia یا حس تشخیص حرکت: مربوط به توانایی تشخیص حرکت، سرعت و جهت حرکت در مفاصل و هر نوع تغییر و دفورمیشن در بافت‌های نرم اطراف مفصل می‌باشد.

۲) Sense of position (حس تشخیص وضعیت) که مربوط به درک آگاهانه و ناآگاهانه از وضعیت و پوزشین مفاصل و سگمان‌های بدن می‌باشد.

۳) Sense of force: مربوط به درک نیرو یا تاسیون عضلات در حین انقباض Sense of tension یا Sense of force می‌باشد.

مهم ترین گیرنده‌هایی که اطلاعات حس عمقی را فراهم می‌کنند عبارتند از:

۱)گیرنده مفصلی

۲) گیرنده‌های مکانیکی جلدی

۳)گیرنده‌های مکانیکی عضلات

گیرنده‌های مکانیکال به گیرنده‌هائی گفته می‌شود که به هر نوع دفورمیشن یا تغییر شکل در بافت‌های بدن، پاسخ داده و ایمپالس‌های عصبی را روانه سیستم عصبی مرکزی یعنی نخاع و مغز می‌کنند.

۱-گیرنده‌های مکانیکال مفصلی: این گیرنده‌ها در تمام بخش‌های یک مفصل از جمله سطوح مفصلی، کپسول لیگامان‌ها منیسک و غشاء سینوویال و غضروف مفصلی قرار دارند.

مهم‌ترین انواع این گیرنده‌ها عبارتند از:

Type I یا رافینی: این گیرنده‌ها داخل کپسول و لیگامان‌ها قرار دارند. آستانه تحریک پایین داشته و تطابق آرام دارند و مسئول تعیین عوامل دینامیک و استاتیک مثل زاویه مفصل، سرعت حرکت و فشار داخل مفصل می‌باشند. منظور از تطابق آرام این است که حتی بعد از قطع محرک، ممکن است این گیرنده‌ها به ارسال ایمپالس‌های عصبی ادامه دهند.

Type II یا پاچینی: این گیرنده‌ها بیشتر در لایه‌های عمقی کپسول، لیگامان و ساختارهای مفاصل قرار دارند و آستانه تحریک پایین و تطابق سریع دارند و مسئول کنترل تغییرات دینامیک در بافت‌های نرم و هر نوع تغییر شکل در آنها می-باشند.

Type III: بیشتر در تشخیص جهت حرکت مفصل سهیم می‌باشند و مسئول تنظیم تون عضلات و اطراف مفصل در شرایط خطر آفرین می‌باشند.

Type IV: این گیرنده فقط در شرایط دردناک فعال می‌شوند و اصطلاحاً گیرنده‌های درد یا Nociceptive های مفاصل محسوب می‌شوند. آستانه تحرک بالا و تطابق سریع دارند.

اطلاعات ارسال شده از گیرنده‌های مکانیکی مفاصل، در سطوح مختلف سیستم عصبی مرکزی پردازش و جهت تشخیص جهت و پوزیشن و سرعت حرکت مفاصل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

از سویی دیگر؛ آوران‌های این گیرنده‌ها در سطح نخاع با موتور نورون‌های عضلات اطراف مفصل سیناپس برقرار می‌کند. (به واسطه اینتر نورون‌ها یا نورون‌های واسطه در نخاع) و بدین ترتیب می‌توانند در شرایط مختلف؛ تون عضلات را تغییر دهد. در گذشته عقیده بر این بوده است که اکثر گیرنده‌های مفصلی، بیشتر در انتهاهای دامنه حرکتی فعال می‌باشند ولی به نظر می‌رسد که گیرنده‌های مفصل در طول دامنه حرکتی نیز فعالیت دارند هرچند بیشترین اطلاعات حس عمق در دامنه میانی مربوط به گیرنده‌های عضلانی است.

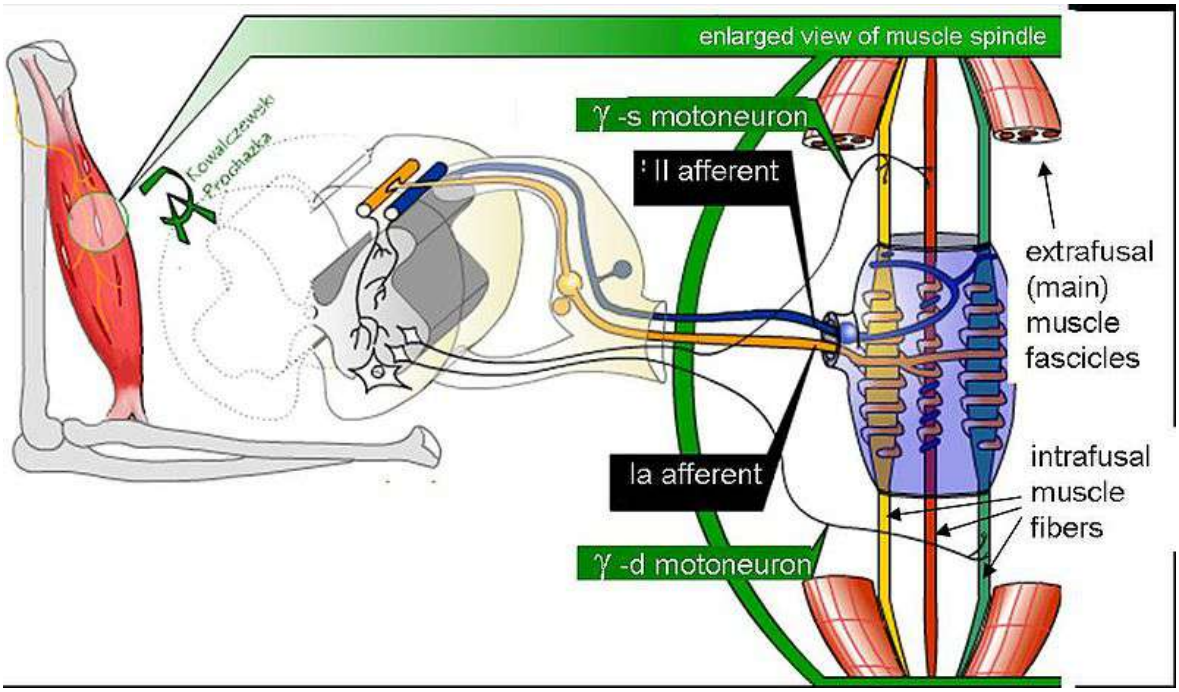
-گیرنه‌های جلدی یا پوستی: گیرنده های مکانیکی زیادی مشابه گیرنده‌های مکانیکی مفاصل در پوست مناطق مختلف بدن وجود دارد. در مناطقی از پوست که از حساسیت بیشتری از نظر لمس برخوردارند مثل نوک انگشتان، اطراف لب و دهان، دانسیته یا چگالی این گیرنده‌ها بیشتر است. گیرنده‌های جلدی موجود در کف پا، نقش مهمی در حس عمقی اندام تحتانی دارند. آوران‌های این گیرنده‌ها نیز در سطح نخاعی، با نورون‌های حرکتی (آلفا موتور نورون و گاما موتور نورون) عضلات مربوط به مفصلی که توسط پوست آن منطقه پوشیده شده است؛ سیناپس برقرار کنند. مثال عمده، گیرنده‌های مکانیکی پوست؛ در مانور Withdrawal (عقب کشیدن و جمع کردن ناگهانی اندام در حین اعمال محرک تیز به پا یا دست) می‌باشد. اگر محرک دردناک با پوست پا یا دست برخورد کند؛ افراد خیلی سریع با انقباض عضلات از محرک دور می‌شوند.

گیرنده‌های عضلانی: مهم‌ترین گیرنده‌های حسی عمقی گیرنده‌های عضلانی می‌باشند. این گیرنده‌ها عبارتند از: (۱) دوک-های عضلانی یا Muscle spindle، (۲) GTO (Golgy Tendon organ) یا اندام وتری گلژی

دوک‌های عضلانی MUSCLE SPINDLE

دوک‌های عضلانی محتوی ۲ الی ۱۲ فیبر داخل دوکی (intrafusal) می‌باشد که توسط یک غلاف کپسولی احاطه شده است. طول متوسط این ارگان حسی داخل عضلانی، ۱۰-۴ میلی‌متر بوده و بصورت موازی با فیبرهای عضلانی قرار گرفته-اند. این ارگان به «عقل» عضله معروف است؛ به هر نوع تغییر در طول فیبرهای عضلانی (Extrafusal) حساس می‌باشد. در ضمن تنها گیرنده حسی در بدن که دارای وابران یا عصب حرکتی است؛ دوک عضلانی می باشد. تعداد دوک‌های عضلانی در عضلات بستگی به میزان نقش آنها در حس عمقی دارد. عضلاتی که در فعالیت‌های دقیق و ماهرانه نقش دارند؛ دانسته بالاتری از دوک‌های عضلانی دارند مثل؛ عضلات بین استخوانی دست که ۳۴ دوک عضلانی دارد و عضلانی که دانسته بالاتری از دوک‌های عضلانی دارند؛ را عضلات حس عمقی می‌نامند. مثل عضلات لومبریکال دست؛ روتاتور کاف در شانه؛ واستوس مدیالیس مایل در زانو؛ اینتر ترنسورس و روتاتورهای کوچک در ستون فقرات.

فیبرهای آوران این گیرنده‌های مکانیکی؛ Ia و II می‌باشند که اطلاعات مربوط به طول فیبرها و تغییرات آن را به سیستم عصبی مرکزی مخابره می‌کنند. فیبر حرکتی یا وابران این ارگان نیز گاماموتورنورون یا فازی موتور نام دارد. علت نام گذاری «فازی موتور» شکل دوکی مانند این ارگان حسی است (شکل ۱).



شکل ۱: ساختمان دو عضلانی و انواع فیبر داخل دوکی

۳ نوع فیبر اینترافیوزال یا داخل دوکی وجود دارد:

الف- Nuclear bag I (NBI): به شکل دوک بود و شامل یک بخش مرکزی یا استوایی است که انعطاف‌پذیری زیادی داشته و شبیه بالن پر آب می‌باشد. بخش‌های انتهایی یا قطب‌های این نوع فیبر، قابل انقباض می‌باشند و با تحرک گاماموتورنورون، منقبض شده و بخشی مرکزی را تحت کشش قرار می‌دهد. موقع انقباض بخش‌های قطبی این نوع فیبر؛ بخشی مرکزی یا حسی آن براحتی تحت کشش قرار گرفته و در نتیجه ی آن فیبرهای آوران I_a (که حول این بخش پیچیده اند) شروع به ارسال ایمپالس می کنند.

ب- Nuclear bag II (NBII): این نوع فبیرهای اینترافیوزال، یک گسرنده استاتیک محسوب می شود و بیشتر طول ثابت و مطلق عضلات را به CNS گزارش می دهد. فیبرهای آوران این فیبر I_a و II می‌باشد. تفاوت این نوع فیبر با NBI؛ در عصب دهی و عملکرد آنهاست زیرا گیرنده‌های NBII از نظر عملکردی متفاوت از NBI می‌باشند. ضمناً میزان انعطاف پذیری بخشی مرکزی NBII کمتر از NBI می‌باشد؛ بنابراین موقع انقباض بخش دیستال فیبر NBII؛ بخش مرکزی یا استوایی کمتر از NBI تحت کشش قرار می‌گیرد.

ج- Nuclear chain (NC): این نوع فیبر اینترافیوزال بصورت یک رشته طویل هستند که هسته‌ها بصورت زنجیر در وسط آن و بخش‌های انقباضی در قطبین یا انتهاهای طناب قرار دارند. یک گیرنده استاتیک می‌باشد یعنی بیشتر به طول ثابت و مطلق عضله حساس می‌باشد و کمتر به تغییرات ناگهانی طول حساس است. علت این امر ساختار غیردوکی آن و عصب دهی حسی آن می‌باشد. چرا که موقع انقباض بخش‌های دیستال، منطقه حسی NC با اندازه ی فیبرهای NBI تحت کشش قرار نمی‌گیرد و از سوی دیگر، آوران مخصوص NC فیبر II می‌باشد. البته این نوع فیبر دارای آوران‌های la (به نسبت کمتر) نیز می‌باشد. اما فیبرهای NBI ، آوران II را دریافت نمی‌کنند.

در محل اتصال آوران‌ها یا فیبرهای حسی فیبرهای اینترافیوزال پایانه‌های حسی تشکیل می‌شود که درحقیقت محل اصلی ارسال پیام‌های مربوط به تغییرات طول و یا پوزیشن مطلق عضلات می‌باشد. بر اساس نوع آوران، دو نوع پایانه حسی در دوک‌های عضلانی وجود دارد:

۱- (dynamic) primary sensory ending (PSE) که عمدتا مربوط به NB_1 هستند؛ هرچند در NB_2 و NC هم یافت می شوند

۲- (Static) secondary sensory ending (SSE) که به NB_2 و NC مربوط می شوند و در NB_1 وجود ندارد.

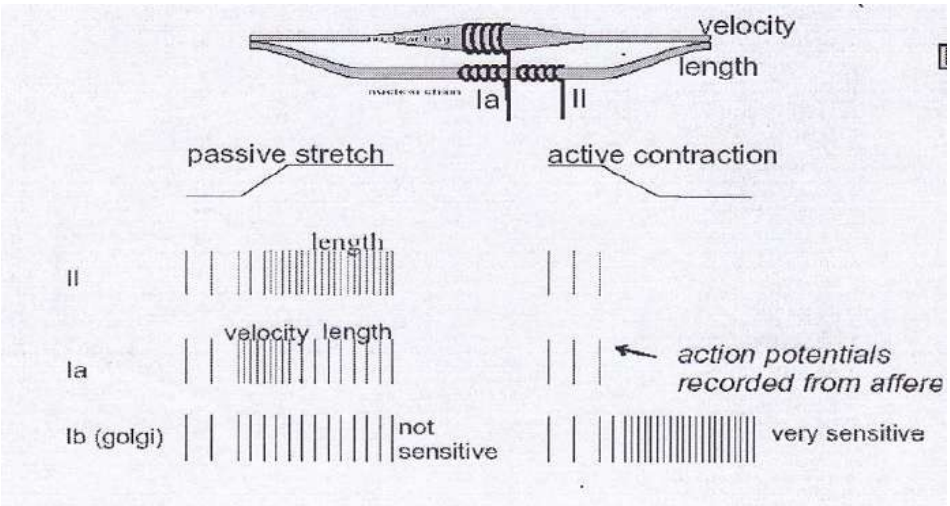
PSE: محل اتصال فیبرهای I_a روی فیبرهای اینترافیوزال را پایانه‌های حسی اولیه می‌گویند. از آن جایی که فیبرهای la به تمامی انواع سه گانه فیبرهای اینترافیوزال ختم می‌شود این نوع پایانه‌ها در تمام انواع دوک‌های عضلانی وجود دارد. این پایانه‌های حسی بیشتر به تغییرات طول فیبرهای عضلات حساس‌اند و درست به همین خاطر در فیبرهای NBI، تخصصی تر عمل می‌کند. ولی در شرایطی که حتی تغییرات طول وجود ندارد؛ این نوع پایانه دشارژ بسیار کم نیز به طرف مغز مخابره می‌کنند. هرچند میزان دشارژ پایانه‌های اولیه در چنین شرایطی کمتر از پایانه‌های ثانویه می‌باشد.

این نوع پایانه‌ها؛ آستانه تحریک پایین و سرعت تطابق سریع دارند این بدین معنی است که به محض تغییر طول ناگهانی عضله، شروع به ارسال پیام می‌کنند ولی به محض برگشت عضله به طول استراحت دشارژ این پایانه‌ها کاهش می‌یابد ولی قطع نمی‌شود.

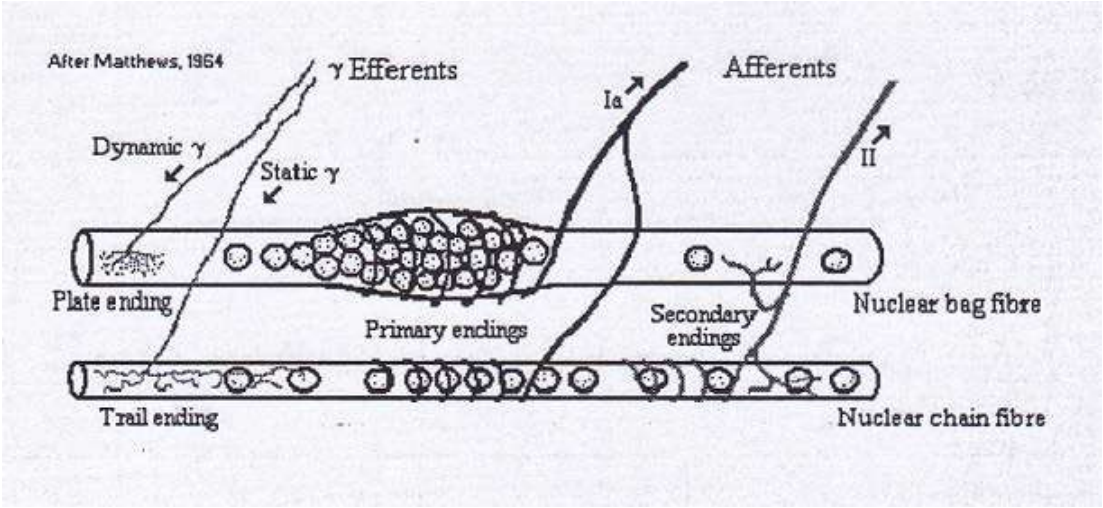
SSE: پایانه‌های حسی ثانویه همان محل اتصال فیبرهای II به فیبرهای اینترافیوزال و NBll (فیبرهای استاتیک) می-باشند. گیرنده‌های ثانویه به طول ثابت و مطلق عضلات حساس می‌باشند و زمانی که هیچ گونه تغییر طول ناگهانی در فیبرهای عضلانی وجود ندارد؛ این پایانه‌ها در حال ارسال پیام‌های حسی می‌باشد یعنی یک شارژ همیشگی حتی در زمان استراحت دارند. این نوع پایانه روی فیبرهای اینترافیوزال NBI وجود ندارد. این پایانه‌ها به آستانه تحریک بالا و سرعت تطابق کندی دارند. یعنی تغییر ناگهانی طول به آسانی این پایانه‌ها را تحریک نمی‌کند ولی در تمام شرایط وجود یا عدم وجود محرک، یک دشارژ پایه‌ای را از خود نشان می‌دهند.

نکته مهم: هر دو پایانه اولیه و ثانویه به تغییر طول عضله پاسخ می‌دهند ولی پایانه‌های اولیه سریعتر و اختصاصی‌تر عمل می‌کنند و هر دو پایانه به طول ثابت عضله حساس‌اند ولی پایانه‌های ثانویه، در چنین شرایطی اختصاصی‌تر و دقیق‌تر عمل می‌کنند (شکل ۲).

نکته مهم: فیبرهای la بیشتر حول بخش مرکزی فیبرهای دوک می‌پیچد ولی فیبرهای II بیشتر نزدیک بخش‌های انقباضی دوک‌ها اتصال دارد (شکل ۳).



شکل ۲: فعالیت آوران های مربوط به دوک عضله در شرایط مختلف عضلانی



شکل ۳: محل های ارتباط فیبرهای Ia و II به نواحی متفاوت فیبرهای داخل دوکی

(گاماموتورنورون γmn) یا Fusimotor (فازی موتور)

همانطور که اشاره شد؛ فیبر وابران دوک‌های عضلانی گاماموتورنورون می‌باشد که جسم سلولی آن در شاخ قدامی نخاع در کنار جسم سلولی αmn (که فیبرهای اکسترافیوزال را عصب‌دهی می‌کند) وجود دارد. اکسون این موتور نورون‌ها، به بخش انقباضی دوک‌های عضلانی اتصال دارند و کار آن ها نیز منقبض کردن این مناطق می‌باشد. γmn ها بر اساس نوع عملکردشان به دو بخش Dynamic و static تقسیم بندی می‌شوند.

Dynamic γmn: این موتورنورون‌ها بیشتر در ارتباط با فیبرهای NBI و فیبرهای حسی Ia می‌باشد و مسئول ایجاد پاسخ‌های دینامیک به پیام‌های حسی (Ia) می‌باشند. این بدین معنی است فیبرهای Ia در سطح نخاع با Dynamic

γmn سیناپس داده و از طریق تحریک آنها؛ باعث انقباض بخش‌های انتهایی دوک های عضلانی می‌شود. این موتورنورون‌ها آستانه تحریک پایین دارند. *این نوع موتورنورون‌ها بیشتر مسئول kinesthesia مفاصل (حس تشخیص حرکت) می‌باشند.*

γmn Static: آکسون این نورنهای حرکتی بیشتر در ارتباط با فیبرهای اینترفیوزال NC و NBII (دوک‌های استاتیک) می‌باشند و بیشتر با فیبرهای حسی II (و کمی هم با la) می‌باشند، یعنی حتی در حالت استراحت عضله که هیچ گونه تغییر طول ناگهانی اتفاق نیفتاده است با ارسال پیام‌های حرکتی به بخش‌های انقباضی؛ باعث منقبض شدن انتهاهای دیستال دوک‌ها شده و بخشی‌های مرکزی یا حسی آنها را در کمی کشش قرار می‌دهد و همین امر باعث می‌شود فیبرهای حسی la بخصوص ll همراه اطلاعات حسی درباره وضعیت فیبرهای عضلانی را به مغز مخابره کند.

γmn استاتیک بیشتر مسئول حس تشخیص وضعیت مفاصل می‌باشد.

مهمترین نقش FUSIMOTOR ها؛ تنظیم حساسیت گیرنده‌های حسی فیبرهای اینترافیوزال نسبت به تغییر طول می‌باشد. که البته نقش γmn Static در این رابطه پررنگ‌تر است چرا که در ارتباط با تمام فیبرهای حسی laو ll می‌باشد.

در شاخ قدامی نخاع یک نوع موتور نورون بنام βMN (بتا موتور نورون) نیز وجود دارد که در ارتباط با فیبرهای اکسترافیوزال می‌باشد و هنوز اطلاعات چندانی درباره نقش و عملکرد اصلی این موتورنورون‌ها وجود ندارد.

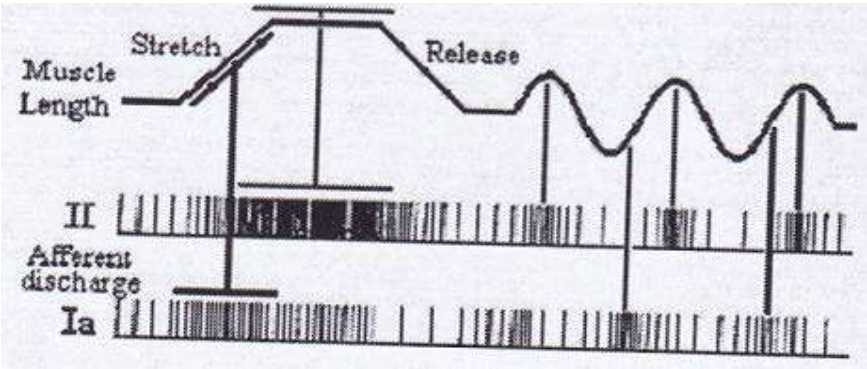
وظایف دوک‌های عضلانی

۱-پاسخ‌های دینامیک: منظور از پاسخ دینامیک دوک‌های عضلانی عکس‌العمل دوک‌ها در برابر تغییرات طول عضلات می‌باشد. یعنی به محض اینکه طول به هر علتی کوتاه و یا طویل شود دوک‌ها عکس‌العمل نشان می‌دهند و شروع به ارسال ایمپالس‌های عصبی می‌کنند.

هر دو پایانه‌های حسی اولیه و ثانویه قادر به پاسخ دینامیک می‌باشند اما گیرنده‌های اولیه سریع‌تر و اختصاصی‌تر عمل می‌کند. علت این امر؛ زیاد بودن سرعت فیبرهای la نسبت به ll و تحریک پذیر بودن بخش مرکزی فیبرهای NBI (بالن پر آب) می‌باشد.

میزان حساسیت دوک‌های عضلانی نسبت به تغییرات طول توسط γmn بخصوص γmn Static تعیین می‌شود چرا که درشرایط عادی؛ فعالیت این γmn باعث انقباض مختصر در بخش‌های انقباضی دوک می شود و بنابراین یک استرچ نسبی در بخش حسی آنها ایجاد می‌کند؛ در نتیجه دوک‌های عضلانی آمادگی کافی برای مقابله با تغییرات طول عضله پیدا می‌کنند. پاسخ‌های دینامیک بیشتر در حس تشخیص حرکت نقش دارد.

۲- پاسخ‌های استاتیک: گزارشات مربوط به طول استراحت و طول ثابت و مطلق عضلات که بیشتر توسط پایانه های حسی ثانویه به طرف CNS ارسال می‌شود را در حقیقت پاسخ استاتیک می‌گویند. اطلاعات مربوط به طول عضلات بیشتر از طریق فیبرهای حسی II و از پایانه‌های حسی ثانویه فراهم می‌شوند و با توجه به ارتباطات سیناپس این آوران‌ها با وابران-های Static γmn در سطح نخاع، مسئول پاسخ استاتیک دوک‌های عضلانی می‌باشند. البته لازم به توضیح است که فیبرهای Ia و پایانه‌های حسی اولیه نیز در پاسخ استاتیک نقش دارند ولی اهیمت آنها کمتر می‌باشد. پاسخ‌های استاتیک دوک عضلانی توانایی تشخیص وضعیت مفاصل را فراهم می‌سازد.



شکل ۴: پاسخ آوران های اولیه و ثانویه دوک به تغییرات طول عضله

Tendon reflex (Autogenic Facilitation) یا Stretch reflex

یکی از مهم‌ترین نقش‌های دوک‌های عضلانی، راه‌اندازی رفلکس استرچ می‌باشد. اگر عضله‌ای دچار کشش یا استرچ ناگهانی شود؛ پایانه‌های حسی اولیه در اثر کشش دوک، تحریک می‌شود و پیام مربوط به تغییر طول از طریق فیبرهای Ia به طرف نخاع ارسال می‌شود. فیبر Ia در نخاع با αmn های عضله ی تحت کشش (Agonist) سیناپس تسهیلی برقرار می کند و باعث می‌شود پیام‌های انقباض روانه عضله A_g شود. با انقباض فیبرهای اکسترافیوزال دوک‌های عضلانی از حالت کشش در می‌آیند و میزان پیام‌های ارسال شده از طریق Ia به حداقل می‌رسد. علاوه بر این؛ فیبرهای Ia به واسطه اینترا نورون‌ها با αmn عضله آنتاگونیست (ANG) سیناپس مهاری انجام داده و باعث مهار متقابل Reciprical inhibition می-شود. رفلکس استرچ یک پروسه تک سیناپسی است (شکل ۳). پس بطور کلی تحریک دوک‌های عضلانی باعث اتفاقات زیر می‌شود.

۱-تسهیل عضله (autogenic facilitation)

۲-تسهیل سینرژیست‌های عضله A_g