Archive of SID

بررسی اثر انتقال متقابل تمرینات یک طرفه عضله چهار سر ران به اندام مقابل

چکیده

مقدمه: وقتی یک اندام به هر دلیل بی حرکت می شود ضعف و کاهندگی (آتروفی) عضلانی در اثر بی حرکتی و به خاطر عدم استفاده از عضلات، مشکلات متداولی است که درمانگرها با آن مواجه هستند و روشهای مختلفی برای پیشگیری و برطرف نمودن آن پیشنهاد شده است . از جمله جالب ترین آنها بهره گیری از پدیده انتقال متقابل است، که به معنی تمرین دادن یک اندام و اثر گذاری بر اندام مثقابل می باشد. هدف ما در این مطالعه بررسی پدیده انتقال متقابل قدرت و تحمل ناشی از تمرینات عضله چهارسر یک اندام به اندام مقابل بوده است.

مواد و روش تحقیق: ۴۶ نفر دانشجوی مذکر داوطلب در دو گروه آزمایش و کنترل در این مطالعه شرکت داشتند . نیمی از آنها (۲۳نفر) که گروه آزمایش بودند بعد از ارزیابی اولیه تمرینات تجویز شده را با پای راست انجام دادند. پس از سه هفته تمرین مورد ارزیابی مجدد و نهایی قرار گرفتند. ۲۳ نفر دیگر که در گروه کنترل قرار داشتند پس از ارزیابی به مدت سه هفته یه زندگی عادی خود ادامه داده و سپس مورد ارزیابی پایانی قرار گرفتند.

یافته ها: نتایج به دست آمده پس از انجام آزمون بر روی اطلاعات و داده ها به دست آمده حاکی از آن است که در گروه آزمایش متغیرهای قدرت و تحمل در هر دو پای تمرین دیده و تمرین ندیده دستخوش افزایش شده اند و میانگین تغییرات در هر دو پا یکسان است. در حالی که در گروه کنترل تغییرات معنی داری برای متغیرهای فوق ایجاد نشد.

بحث و نتیجه گیری:با این نتایج وجود پدیده انتقال متقابل تایید می شود و نظریه به اینکه تغییرات در هر دو پای تمرین دیده و تمرین ندیده یکسان بوده ، می توان نتیجه گرفت در اوایل تمرین بروز تغییرات بیشتر به مکانیسم های عصبی مربوط است و سیستم اعصاب مرکزی به طور طبیعی برای حفظ تقارن این تغییرات را دو طرفه ایجاد می نماید.

واژگان کلیدی: انتقال متقابل، تمرین درمانی، قدرت، تحمل

حسن شاکری

کارشناس ارشد فیزیوتراپی

ایرج عبدالهی

کارشناس ارشد فیزیوتراپی

بصیر مجدالاسلامی

کارشناس ارشد فیزیوتراپی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه:

عوارض و ضایعات عضلانی از جمله آتروفی و ضعف ناشی از عدم استفاده در اندامی که به دلیل شکستگی یا آسیب بی حرکت می شود معضل بزرگی در فیزیوتراپی است. (۵، ۱۴) یکی از روش های بسار جالبی که برای جلوگیری از این عوارض پیشنهاد می شود تمرین اندام سالم است که بر اساس فرضیه های انتقال اثر تمرین بنا شده است (۶ ،۸، ۱۵ ،۱۶) . از آنجائیکه ابعاد مختلف این فرضیه ها به طور کامل مورد بررسی قرار نگرفته اند، هدف از این مطالعه تبیین یک مطالعه تجربی در مورد رد یا قبول این فرضیه ها و تعیین اینکه آیا نوع تمرین و یا نوع الیاف عضله از نظر تند یا کند انقباض بودن تاثیری در بروز این پدیده دارد؟

پژوهش های انجام شده در این زمینه را می توان به دو گروه کلی تقسیم کرد. در یک مطالعه گروه پژوهشگران اثرات مقطعی را بررسی کرده اند و در گروه دوم مطالعات طولی بوده اند. یعنی در گروه اول حین فعالیت یک اندام، فعالیت الکترومیوگرافی عضله همولوگ در اندام مقابل بررسی شده است و در گروه دوم طی جلسات متعدد به عضله یک اندام تمرین داده اند و پس از اتمام جلسات میزان تغییرات را در هر دو اندام ثبت و مقایسه کرده اند. مطالعه مور[1] از جمله مطالعات مقطعی است، که میزان سرشار شدن از اثر تمرین به اندام مقابل (Overflow) را با گرفتن انقباض ایزومتریک از یک اندام و مطالعه تغییر فعالیت EMG در اندام مقابل بررسی کرده است در این مطالعه با الکترومیوگرافی دو طرفه از عضلات دوسر[2] و بازویی[3] مشخص شد که به میزان ۱۰ تا ۲۰ فعالیت عضله در حداکثر انقابض، سرشار شدن فعالیت به عضله مقابل که تمرین نکرده، وجود داشته است. و در نتیجه با این میزان سرشاری اثر تمرین می توان برای حفظ تون عضلانی و خاصیت انقباضی عضله سود جست. چون در فعالیت های روزمره شحخص از حداکثر انقباض برای انجام کارهای خود استفاده نمی کند و میزان فعالیت معمولی در همین حد ۲۰ – ۱۰ است. دوین و همکارانش (۲) [4] مطالعه مشابهی را در اندام تحتانی انجام دادند و گرازش کردند، وقتی اندام مقابل با حداکثر قدرت تمرین ایزومتریک در عضله اندام تحتانی تمرین ندیده فعالیت EMG ایجاد می شود که این فعالیت ربطی به وضعیت زانو ندارد بنابراین در نتیجه بی حرکت نمی باشد.

در مورد مطالعه گروه دوم می توان به مطالعات کنترل شده (کومی [5] (۸) در ۱۹۸۷، کروتکوفسکی[6] (۹) ، در ۱۹۷۹، کانوس[7] (۶)، در سال ۱۹۹۲ و شی ز[8] (۱۲) در ۲۰۰۳) اشاره کرد. در تمام موارد پس از تجویز تمرینات با رژیم های مختلف افزایش قدرت در هر دو اندام تمرین کرده و تمرین نکرده بروز کرده است. و این تغییرات بین ۲۰ تا ۳۰ نسبت به پای تمرین دیده گزارش شده اند. کانوس و همکارانش علاوه بر سرشار شدن قدرت به فاکتور تحمل نیز پرداخته اند. آنان پیش از تجویز سه هفته تمرین یه عضلات چهار سر و همسترینگ دریافتند اگر افزایش قدرت درپای تمرین دیده ۱۹٪ بوده است. درپای مقابل نصف آن می باشد، تحمل نیز به همین صورت یعنی نصف پای تمرین دیده در پای تمرین ندیده افزایش یافت. مطالعه شی و همکاران وی یک نقطه تمایز نسبت به بقیه مواد داشت و آن اینکه در یکی از گروه های مورد مطالعه به جای تمرین فعال توسط خود افراد ، از تحریک الکتریکی استفاده کرد. که در این افراد نیز این پدیده انتقال متقابل بروز کرد. در

1- moore
2- Biceps
3- Brachialis
4-Devine et al
5- Komi
6- Krotkiewski
7-Kannus
8-Shi z

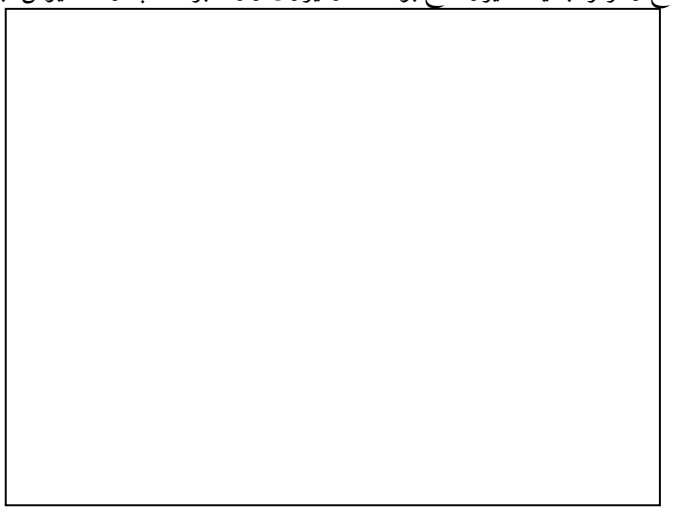
www.SID.ir

Archive of SID

مطالعه حاضر پارامترهای قدرت، تحمل و فعالیت الکتریکی سرهای مختلفی از عضله چهار سرمد نظر بوده و مورد بررسی قرار گرفته اند. سرهای پهن داخلی و پهن خارجی عضله چهار سر از نظر نسبت الیاف تند و کند انقابض با هم تفاوت دارند و با سنجش تغییرات ایجاد شده، تاثیر روش تمرینی بکار رفته در این پژوهش بر روی هر یک از آنها مشخص خواهد شد.

روش و مواد تحقیق:تعداد ۴۶ نفر دانشجوی داوطلب در این مطالعه شرکت داشتند که در دو گروه ۲۳ نفری آزمایش و کنترل قرار گرفتند. میانگین سنی آنها ۱/۹ $^{+}_{-}$ ۲۳ بود .شرط ورود به تحقق نداشتن سوابق شکستگی و آسیب های اندام تحتانی بود و اینکه عادات ورزشی خود را در طول مدت مطالعه تغییر ندهند. پس از امضا رضایت نامه و تکمیل پرسشنامه اندازه گیری متغیرهای مورد مطالع با روش یکسان و توسط یک نفر انجام شد. افراد گروه تمرین به مدت سه هفته تمرینات عضله چهار سرپای راست را انجام دادند و افراد گروه کنترل در این مدت به زندگی خود پرداختند متغیرهای مورد مطالعه عبارت بودند از ، حداکثر انقباض این عضله علیه یک بار مشخص به عنوان شاخص تحمل و فعالیت الکتریکی سرهای پهن داخلی و خارجی عضله چهار سر در انقابض های حداکثر و زیر حداکثر بودند ، لازم به ذکر است اعتبار و تکرار پذیری روش های اندازه گیری با روش تکرار اندازه گیری در دو روز متوالی و مقایسه میانگین های آنها (Test Retest) مورد تایید قرار گرفته بود.

برای اندازه گیری فرد روی صندلی مخصوص عضله چهار سرمی نشست و با انقابض عضله چهار سر یک وزنه ده کیلوگرمی را بالا آورده و دراکستانسیون کامل نگه می داشت مدت زمانی که می توانست این اکستانسیون را حفظ کند بر حسب واحد ثانیه به عنوان شاخص تحمل ثبت می شد. حداکثر انقابض ارادی شاخص قدرت بود، اندازه گیری آ« فرد بر روی همین صندلی عضله چهار سر نشسته و حداکثر نیرویی را که می توانست به بازوی محرک این دستگاه وارد می کرد از آنجائیکه بازوی مقارم از طرف نخ و قرقره به یک نیرو سنخ بود مقدار نیروی وارده بر حسب واحد نیوتن ثبت گردید (شکل ۱)



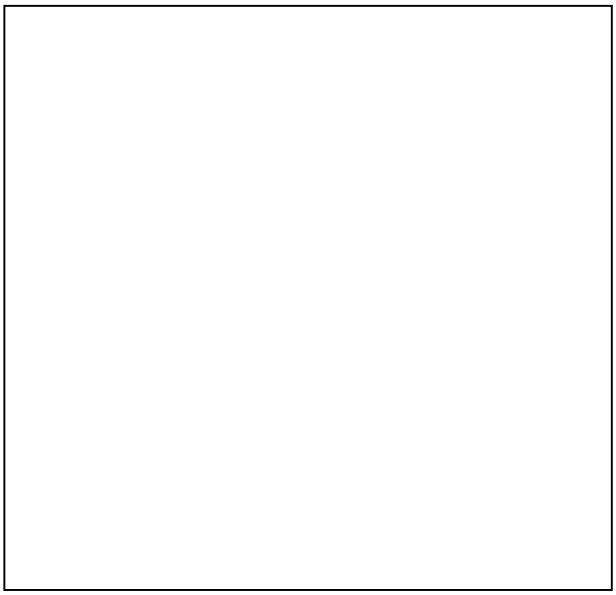
اختصارات:EM نیرو سنخ، S اسلینگ برای ثابت کردن تنه ولگن؛ P قرقره برای تغییر جهت دادن نیرو؛ C طناب ابریشمی بدون انعطاف رابط بین بازوی مقاوم صندلی و نیرو سنخ

برای اندازه گیری تحمل فرد روی صتدلی مخصوص عضله چهار سرمی نشست و با انقباض عضله چهار سر یک وزنه و ده کیلوگرمی را بالا آورده و دراکستانسیون کامل نگه می داشت مدت زمانی که می توانست این اکستانسیون را حفظ کند بر حسب واحد ثانیه به عنوان شاخص تحمل ثبت می شد. حداکثر انقباض ارادی شاخص قدرت بود، برای اندازه گیری آن

www.SID.ir

Archive of SID

فرد بر روی همین صندلی عضله چهار سر نشسته و حداکثر نیرویی را که می توانست با بازوی محرک این دستگاه وارد می کرد از آنجائیکه بازوی مقاوم از طرف نخ و قرقره به یک نیرو وصل بود مقدار نیرویی وارده بر حسب واحد نیوتن ثبت گردید (شکل ۱).



الف: سیگنال جمع شده با روی هم افتادن پتانسیل های عمل تک تک موتور یونیت ها بدست می آید. ب: سیگنال میوالکتریک به وسیله دو الکترود ثبت شده و اختلاف پتانسیل بین دو الکترود ۱ و ۲ به وسیله دستگاه میومد تقویت می شود. ج: سیگنال بعد از فلتر شدن ابتدا یکسو می شود سپس به صورت میانگین فعالیت الکتریکی عضله در فاصله زمانی از پیش تعیین شده (۳٪ یا ۳ ثنیه) انتگراسیون سطح زیر منحنی بر حسب واحد میکروولت ثانیه به شکل عددی نمایش داده می شود.

برای اندازه گیری فعالیت الکتریکی سرهای مختلف عضله از یک دستگاه الکترومیوگرافی سطحی استفاده شد که قادر بود از سیگنال بدست آمده از عضله در فواصل ۳ ثنیه ای میانگین بگیرد.

الکترودهای سطحی روی قسمت حجیم عضله روی نقاط مشخصی قرار می گرفتند، که فاصله این نقاط از نقاط Landmark معین شده بود، زمانیکه فرد با انقباض حداکثر در وضعیت ۹۰ درجه خمیدگی زانو به مانع موجود در برابر ساق پایش فشار می آورد میانگین فعالیت الکتریکی بر حسب واحد میکروولت ثانیه بر روی نمایشگر دستگاه ثبت به روشی مشابه میانگین فعالیت الکتریکی در فعالیت زیر حداکثر یعنی انقباض علیه یکمقاومت ۱۰ کیلوگرمی اندازه گیری شد. این متغیرها در هر دو پای راست (تمرین دیده) و چپ (تمرین ندیده) اندازه گیری شدند (شکل ۲) رژیم تمرینی گروه تمرین که با پای راست انجام شد به این صورت بود که فرد روی صندلی مخصوص عضله چهار سرمی نشست و به پشتی آن تکیه می کرد در حالیکه ساق پای راست پشت بازوی محرک بود در جهت رو به بالا یعنی اکستانسیون با نقباض ایزوتونیک فشار داده

www.SID.ir

Archive of SID

و بازوی مقاوم را که وزن آن ۷۵ درصد MVC (حداکثر انقباض ارادی) بود بالا آورد و ۵ ثانیه نگه می داشت. رژیم تمرین روزانه چهار وعده ده تکرار بود، هر تکرار ۱۰ ثانیه و بین هر وعده ۳ دقیقه بود و تمرین پنج روز در هفته و به مدت سه هفته ادامه داشت.

یافته ها: پس از جمع آوری اطلاعات و مقادیر متغیرها در ارزیابی های اولیه و پایانی آزمون های آماری انجام شد برای آزمون اختلاف میانگین متغیرها در اندام های راست و چپ و نیز در ارزیابی اولیه و پایانی از آزمون زوج استفاده شد . نتیجه آنکه در گروه آزمایش تحمل (END) به میزان ۸+_ ۳۵٪ افزایش داشت در پای چپ نیز به میزان ۱۳$^{+}$_ ۲۷٪ افزایش داشت در حالی که در گروه کنترل تغییرات معنی دار نبود شاخص قدرت (MVC) نیز در گروه آزمایش افزایش داشت ولی در گروه کنترل تغییرات معنی داری نکرده بود. تغییرات این متغیر در گروه آزمایش ۲/۶ +– ۳۶٪ افزایش در پای راست و ۳/۵ +_ ۳۰٪ در پای چپ بود .

تغییرات این متغیر نیز در گروه کنترل معنی دار نبود. فعالیت الکتریکی عضله چهار سر که از دو قسمت آن یعنی سر پهن داخلی و خارجی (EMGM, EMGL) ثبت شده بود ، هر دو افزایش یافته بودند میزان افزایش در مورد سر پهن داخلی ۶/۹ +_ ۳۳/۳٪ پای راست و ۴/۵ +_ ۲۶/۵ پای چپ بود و در مورد سر پهن خارجی ۴/۶ +_۲۶/۵ پای راست ۳/۷+_ ۲۰٪ پای چپ بود. در حالی که در گروه کنترل این تغییرات معنی دار نبودند. نتایج آزمون های آماری به همراه P Value و خطای معیار در جدول ۱ ثبت گردیده است. فعالیت الکتریکی عضله مورد بحث در فعالیت زیر حداکثر EMGSM در گروه آزمایش کاهش یافته بود ولی در گروه کنترل تغییر معنی داری نداشت.

جدول ۱: نتایج آزمون t زوج برای مقایسه میانگین تغییرات در ارزیابی نهایی نسبت به ارزیابی اولیه در گروه آزمایش

نام متغیر	میانگین تغیرات +_ خطای معیار	P Value	مقدار t	جهت تغییرات
قدرت پای راست	٪۳۵_+۲/۶	P<0.001	۱۷/۴	افزایش
قدرت پای چپ	٪۳۰_+۳/۵	P<0.001	۱۵/۵	افزایش
تحمل پای راست	٪۳۵_+۸	P<0.001	۵/۰۳	افزایش
تحمل پای چپ	٪۲۷_+۱۳	P<0.001	۳/۶۳	افزایش
فعالیت الکتریکی حداکثر (EMGM Max) سر پهن داخلی پای راست	٪۳۳/۳_+۶/۹	P<0.001	۴/۸	افزایش
فعالیت الکتریکی حداکثر (EMGM Max) سر پهن داخلی پای چپ	٪۲۵/۹_+۴/۶	P<0.001	۶/۵	افزایش
فعالیت الکتریکی حداکثر (EMGM Max) سر پهن خارجی پای راست	۲۶/۵_+۴/۵	P<0.001	۵/۹	افزایش
فعالیت الکتریکی حداکثر (EMGM Max) سر پهن خارجی پای راست	٪۲۰_+۳/۷	P<0.001	۵/۶	افزایش
فعالیت الکتریکی زیر حداکثر پای راست	٪۲۰/۸_+۴/۸	P<0.001	۵/۱۴	افزایش
فعالیت الکتریکی زیر حداکثر پای چپ	۱۹_+۴/۸	P<0.001	۴/۹	افزایش

جدول ۲: نتایج آزمون فرضیه برابری تغییرات پای راست و چپ افراد گروه آزمایش

نام متغیر	نتیجه آزمون	P Value
نام قدرت (MVC)	N.S	۰/۲
تحمل(END)	N.S	۰/۱
حداکثر فعالیت الکتریکی سر پهن داخلی (EMGM Max)	N.S	۰/۶۹
حداکثر فعالیت الکتریکی سر پهن داخلی (EMGM Max)	N.S	۰/۴۴
فعالیت زیر حدکثر (EMG SM)	N.S	۰/۰۸

نکته دیگری که از این آزمون های آماری بدست آمد این بود که تغییرات همه متغیرها در پای راست و چپ یکسان بود و فرضیه برابری میانگین تغییرات در دو پای راست و چپ گروه آزمایش در هیچ موردی رد نشد (جدول ۲)

www.SID.ir

Archive of SID

فعالیت الکتریکی در سرهای پهن داخلی و خارجی که به ترتیب به تند و کند انقباض بودن معروفند به یک اندازه بود و فرض برابری تغییرات EMG در این دو سر عضله رد نشد. و آخرین نکته آماری اینکه آزمون همبستگی و رگرسیون تغییرات ایجاد شده با متغیرهای مستقل سن و جنس و وزن هیچکدام معنی دار نبودند.

بحث:

از نتایج بدست آمده در این پژوهش مشخص شد تمریناتی که به پای راست افراد گروه آزمایش داده شد نه تنها به طرز چشمگیری منجر به افزایش قدرت عضله در پای تمرین دیده شده اند بلکه نقش بسیار موثری در افزایش قدرت پای مقابل داشته اند . علاوه بر قدرت ، تحمل نیز در هر دو پا افزایش داشت. این نتایج موافق با نتایج محققین نظیر کومی (۸)، کانوس(۶)، شیلد(۱۳) و شی ز (۱۲) می باشد. و احتمالاً علت اختلاف نظر سایرین که منکر وجود این پدیده شده اند (۱۸). عدم برخورداری از رژیم تمرینی مناسب بوده است. همچنین در این پژوهش معلوم شد که میزان تغییرات در هر دو پای تمرین دیده و تمرن ندیده یکسان بوده شاید علت به روش تمرینی مربوط است چون در مطالعات سایرین نظیر کومی و کانوس از مقاومت های زیر حداکثر استفاده شد ولی در این مطالعه از روشی شبیه به روش مک کویین [1] استفاده شد کهدر آن ۷۵٪ MVC به عنوان مقاومت اعمال شده (10 RM) در نظر گرفته شود. (کومی Komi) از ۵ تمرین ایزومتریک یک استفاده کرد (۸) و کانوس که تمرینات را با دستگاه ایزوکینیک داد از مقاومت پایین و سرعت بالای این دستگاه استفاده کرد(۶) در مطالعات آنها اثر تمرین روی اندام تمرین ندیده بین ۳۰ – ۵۰٪ اندام تمرین دیده بوده است.

در این مطالعه علاوه بر اندازه گیری قدرت و تحمل، فعالیت الکتریکی در فعالیت های حداکثر و زیر حداکثر نیز بررسی شدند. با توجه به رابطه مشتقیم که بین قدرت ایزومتریک و مینگین فعالیت EMG قبلاً تایید شده (۱) ، لذا بروز این افزایش در EMG که با قویترشدن عضله اتفاق افتاده دور از ذهن نیست منظور پژوهشگراز اندازه گیری این متغیرها مقایسه پاسخ دو قسمت تند انقباض و کند انقباض یعنی سرهای پهن داخلی و خارجی بوده که نتایج حاکی از پاسخ یکسان این دو قسمت است. فعالیت الکتریکی در انقباض زیر حداکثر بعد از تمرینات کاهش داشت که این مساله بیانگر قویتر شدن عضله است یعنی موتور یونیت ها بعد از تقویت برای ایجاد یک سطح خاصی از تانسیون مجبور نیستند به همان میزان که قبلاً فعالیت می کردند فعال شوند این پدیده توجیه خوبی برای افزایش تحمل نیز است بدین معنی که چون فیبرها قویتر شده اند برای حفظ حد ثابت فعالیت که در اینجا نگه داشتن وزنه ۱۰ کیلوگرمی بوده نیاز به واحدهای حرکتی کمتری است و موتور یونیت ها مجبور نیستند با همان تکرار و شدت قبل فعال شوند. در تفسیر یکسان بودن تغییرات در هر دو پا آنچه گفتنی است آن است که احتمالاً این افزایش بیشتر در اثر مکانیسم های عصبی موثر در تقویت، بوده تا هیپرتروفی واقعی چرا که اولا این مدت کم تمرین برای ایجاد هیپرتروفی کافی نیست (۱۴). و در ثانی در صورت بروز هیپرتروفی باید اختلاف چشمگیری بین پای تمرین کرده و تمرین نکرده دیده می شد بنابراین برداشته شدن مهار از روی موتور نرون ها و افزایش فرکانس فعالیت موتور یونیت ها و همزمانی آنها عامل اصلی این افزایش قدرت است که افزایش در فعالیت الکتریکی سرهای عضله توجیه خوبی برای این نظریه است.

رابطه با مکانیسم های موثر در پدیده انتقال ، ده بیلیون سلول عصبی در مغز وجود دارد و هر کدام از آنها تقریباً ده هزار ارتباط با سلولهای عصبی دیگر دارند. به عبارت دیگر می توان گفت یکصد تریلیون ارتباط عصبی یا شاید بیشتر وجود دارد. علی رغم اینکه این ارتباطات غیر قابل تصور هستند ولی در حد بسیار بالایی منظم شده اند این ارتباط سلولهای عصبی در

1- Mc queen

www.SID.ir

Archive of SID

حال تغییر است ژنهای داخل سلولی و شرایط محیطی الگوی ارتباط اعصاب را عوض می کند. در نتیجه تصور اندامی که دستخوش تغییر الگوی عصبی شده است و حتی طرز قرار گرفتن شاخه های دندریتی ونوع ارتباط با سلولهای مجاور تغییر می یابد و اساس کار درنوروپلاستی سیتی بر همین مبنا است (۷) .

برخی محققین (۱۶ ، ۱۷) تسهیل سلولهای شاخ قدامی را عامل اصلی در مکانیسم انتقال متقابل می دانند ، (۶ ، ۵) برخی دیگر رفلکس های پوسچرال تونیک که در ساقه مغزی پردازش می شوند را موثر دانسته (۱۴ ، ۸) و بعضی صدور ایمپالس در قشر مغز به سمت مقابل را در این زمینه دخیل و عده های دیگر رفلکس های نخاعی را عامل اصلی می دانند یکی از این افراد شی ز Sh z است (۱۲) وی می گوید چون به هنگام تحریک الکتریکی و تقویت عضله به روش تحریک الکتریکی نیز این پدیده بروز می کند لذا رفلکس های نخاعی و تسهیل در سطح نخاع عامل اصلی است. ولی به طور منطقی به نظر می رسد آن که در بروز این پدیده قسمت های مختلف CNS دخیل هستند از نخاع گرفته تا ساقه مغزی و بالاتر به عنوان شاهدی بر این مدعا می توان به مطالعات یاسودا و میامورا اشاره کرد (۱۷)، که با مطالعات خود ثابت کردند افزایش جریان خون ناشی از تمرینات یک اندام مقابل هم ایجاد می شود. لذا نتیجه می گیریم دید موضعی و انحصاری به یک بخش درست نیست و لزوم دید سیستمیک در مورد CNS و اعمال آن با استناد به این پدیده مورد تایید و تاکید قرار می گیرد.

نتیجه گیری:

در این پژوهش نیز وجود پدیده انتقال متقابل اثر تمرین به اندام تمرین ندیده تایید شد در بیمارانی که به دلایل شکستگی، ناراحتی های مفاصل و علل دیگری متحمل بی حرکتی یک اندام می شوند تجویز تمرینات مناسب به اندام مقابل شاید بتواند تاثیرات روی اندام مبتلا گذاشته و از عوارض بی حرکتی شامل آتروفی و کاهندگی در عضله بکاهد البته برای تایید این پدیده در موارد پاتولوژیک نیاز به تحقیقات بیشتری است.

با توجه به افزایش قدرت و تحمل در هر دو پای تمرین دیده و تمرین ندیده احتمالاً مکانیسم های عصبی در بیشتر قسمت های CNS در انتقال اثر تمرین به اندام مقابل دخیل هستند. تسهیل سلولهای شاخ قدامی، رفلکس های لوکال نخاعی، تسهیل رفلکس های پوشچرال ساقه مغزی و حتی تسهیل قشر مغز و تلاش آن در حفظ قرینگی در بدن همگی به عنوان مکانیسم های دخیل در این پدیده پذیرفته هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع:

1. Basmajian JV, Deluca CJ : Muscle Alive , Their Functions Revelaed by Electromyography . Baltimore , William & Wilkins , 1985. p266-276
2. Devine KI , Barney F, Leveau H, Jack J: Electromyographic activity recorded from an unexercised muscle during maximal isometric exercise of the contralateral agonist and antagonist. Phys Ther . 1981, 61; 898-903
3. Domholdt E: Physical Therapy Research : Principles and Applications . 1993 , WB Saunders , Philadelphia .
4. Fujiwara T, Hara Y, Chine N: The influence of nonparetic leg movement on muscle action in paretic leg of hemiplegic patients. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine . 1999, 31 ; 174-77
5. Gardiner MP : The Principles of Exercise Therapy. Gbell and Sons , London
6. Kannus P, Alosa D, Cook L, et al : Effect of one legged exercise on the strength , power and endurance of contralateral leg . Eur J of Applied Physiology . 1992 ,64 ; 117 12
7. Kidd G, Lawes N, Musa I : Understanding neuroplasticity : A basis for clinical rehabilitation. 1992 ,GB , London , p46
8. Komi PV , Viitasalo J , et al : Effect of isometric strength training on mechanical , electrical and metabolic aspects of muscle function . Eur J of Applied Physiol . 1978 ,40 ; 45-55
9. Krothkiewski M, Anianson a , et al : The effect of unilateral isokinetic strength training on local adipose and enzymes . Eur J Appl Physiol . 1978 ,72 ;271 281
10. Moore JC: Excitation overflow : An electromyographic investigation. Arch Phys Med Rehab . 1978, 56 ; 115-120
11. Robert M, Timothy P, Vincent L : Improving strength endurance , and power . In Scully RS, Barnes MR Philadelphia Lippincot ,,1990 . pp: 739
12. Shi Z : Cross education and neuromuscular adaptations during early stage of strength training . Journal of Exercise Science and Fitness. 2003 ,1 ; 54-60
13. Shields PK , Leo KC , Messavos AJ, Somer VK : Effects of repetitive hand grip training on endurance , Specificity , and cross education . Phys Ther . 1999 , 79 ; 467 475
14. Speilholz NI : Scientific basis of exercise program . Therapeutic Exercises . Wiliam & Wilkins , Baltimore , 1990
15. Steadman JR, Forster RS , Silfersskield JR : Rehabilitation of The Knee. Clinic Sports Med . 1989 ,8 ; 605-627
16. Tracy BL, Ivy FM , Hurlbut D, Martel GF , Lemert JT , et al : Muscle quality . Part 2 . Effect of strength training in 65 – 75 yr- old men and women . J Appl Physiol . 86
17. Yasuda Y , Miyamura Miyamura M: Cross transfer effects of muscular training on blood flow in the ipsilateral and contralateral forearm , Eur J Appl Physiol, 1983 ,51 ; 321-329
18. Young A : The effectof resistance training on the strength and cross sectional area of the human quadriceps muscle . 1983 ,13 ; 411 417

www.SID.ir