

سنی ۲۰ تا ۳۰ سال شرکت داشتند. افراد بر اساس پرسش‌نامه و معاینه‌های بالینی انتخاب شدند. تمامی جلسات آزمایش در شرایط محیطی یکسان از نظر دما (۲۸ درجه سانتی گراد) صورت پذیرفت. به منظور ایجاد تسهیل عضلانی و عدم هر نوع ناراحتی طی انقباضها و کاهش شدت و مدت آزرده‌گی (Soreness) عضلانی، از افراد خواسته شد، ۳ انقباض زیر حداکثر به صورت ایزومتریک در زاویه‌های تعریف شده و با فواصل ۱ دقیقه استراحت بین هر انقباض انجام دهند. در این تحقیق، الکترودهای سطحی یکبار مصرف به ابعاد ۲×۲ به کار رفت. یکی از الکترودها نزدیک به واحد حرکتی عضله و الکتروده دیگر به فاصله حداقل ۲ سانتی متر پایین‌تر نسبت به الکتروده اول قرار گرفت (شکل ۱). موتور پوینت عضلات با استفاده از روشهای الکتروفیزیولوژیکی استاندارد و جداول موتور پوینت تعیین شدند (۸، ۷، ۶). قبل از اتصال الکترودها، محل تماس آنها بر روی اندام تحتانی غالب، کاملاً با الکل تمیز شده و پس از مالیدن ژل الکترولیت به میزان کافی، آنها را در محل مناسب با چسب متصل نموده و جهت جلوگیری از حرکات در الکترودها طی حرکت فرد، محل اتصال آنها با نوار (Velcro) محکم گردید الکتروده زمینی بر روی استخوانی‌ترین بخش درشت نی قرار گرفت.

انقباض به شکل ایزومتریک در دو زنجیره حرکتی باز و بسته و در هفت زاویه مختلف صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵، ۹۰ درجه فلکسیون زانو صورت گرفت. زنجیره‌ها و زاویه‌ها به طور تصادفی انتخاب گردیدند. جهت انجام انقباض در زنجیره حرکتی باز از هر فرد خواسته شد که در وضعیت نیمه خوابیده (Semilying) قرار گیرد به گونه‌ای که زاویه بین تنه و استخوان ران ۴۵ باشد. در این حالت اندام تحتانی فرد از ۵ سانتی‌متر بالاتر از مفصل زانو از تخت آویزان بود. سپس وزنه‌ای به اندازه ۱۰ درصد وزن بدن فرد، به پای غالب او وصل گردید. در این حالت از فرد خواسته شد تا زانوی خود را به اندازه زاویه‌ای که به طور تصادفی انتخاب گردیده (یکی از هفت زاویه تعریف شده) و توسط گونیومتری که محور آن بر روی برآمدگی خارجی

گرفتن کشکک در راستای غیر طبیعی است (۴). این حالت خود می‌تواند به واسطه حالت‌های غیر طبیعی در ساختمان رتیناکولارها، ساختمان آناتومی غیر طبیعی، عملکرد اشتباه مکانیسم اکستانسوری عضله چهار سر رانی و یا به هم خوردن تعادل عضلات به وجود می‌آید. کنترل عصبی - عضلانی نیز در عملکرد صحیح مفصل کشککی - رانی و عدم ایجاد درد مذکور نقش موثری دارد. عدم تعادل بین ثبات دهنده‌های فعال و اصلی کشکک به عنوان یکی از عوامل ایجاد وضعیت نادرست راستای کشکک و در نهایت، ایجاد این درد بیان گردیده است، زیرا سر داخلی عضله چهارسر رانی یعنی عضله پهن داخلی مایل متعاقب درد، بی‌حرکتی، جراحی و ... به سرعت دچار ضعف و تحلیل می‌گردد، در حالی که سر خارجی عضله چهار سر رانی یعنی عضله پهن خارجی دارای سطح مقطع بزرگتر و میزان بیشتری از فیبرهای دارای آستانه بالا می‌باشد (۳). از این رو، در مقایسه با سرداخلی خیلی دیرتر دچار ضعف و تحلیل می‌گردد که همین امر موجب خارج کشیده شدن کشکک و در نتیجه اختلال در روند اکستانسوری زانو می‌گردد (۳، ۱). درمان این بیماری اغلب به صورت غیر جراحی صورت می‌گیرد که با توجه به مطالب مذکور هدف برنامه‌های توانبخشی و ورزشهای درمانی در به دست آوردن راستای طبیعی در کشکک و مفصل کشککی - رانی می‌باشد (۵، ۴). بنابراین اکثر تمرینها باید به طور اختصاصی بر روی تقویت عضله پهن داخلی و مهار عضله پهن خارجی تأکید داشته باشند. علی‌رغم کاربرد بالینی بسیار زیاد تمرین درمانی در این بیماران، هنوز اطلاع دقیقی از تأثیر زاویه‌های مختلف مفصل زانو و زنجیره‌های حرکتی در عملکرد بهتر و مطلوبتر عضلات در دسترس نیست. به همین منظور این تحقیق جهت بررسی فعالیت الکترومیوگرافی دو عضله پهن داخلی و خارجی در ۷ زاویه مختلف مفصل زانو در حین انقباض ایزومتریک در دو زنجیره حرکتی باز و بسته صورت پذیرفت.

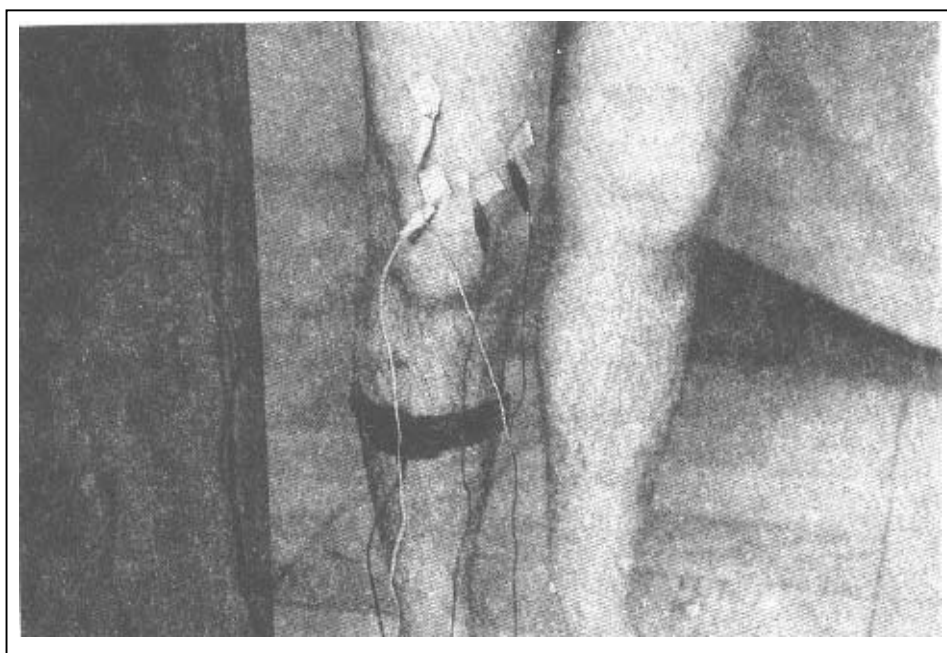
روش بررسی

در این مطالعه ۴۴ خانم سالم غیر ورزشکار در محدوده

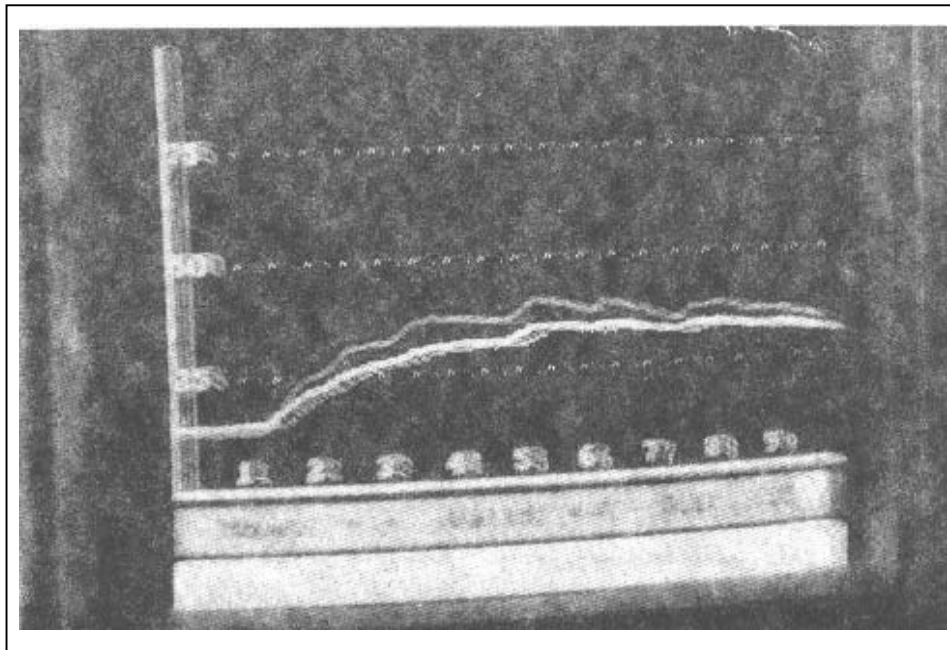
دستگاه بیوفیدبک استفاده شده در این تحقیق ۲ کاناله، دارای درجه حساسیت (gain) ۵ میکروولت تا ۲۰۰۰ میکروولت و اینتگریشن (Integration) ۱، ۲ و ۳ بود. میزان درجه حساسیت برای هر فرد، بسته به میزان نیروی عضلات فرد، جداگانه تعیین گردید ولی این میزان برای هر دو کانال یکسان بود و اینتگریشن دستگاه بر روی ۳ قرار گرفت. دستگاه بیوفیدبک به یک برنامه نرم افزاری بر روی رایانه مرتبط بود. بدین ترتیب زمانی که فرد شروع به رفتن به زاویه مورد نظر و بدنبال آن قرار گرفتن در زاویه مورد نظر می کرد، بر روی صفحه کامپیوتر دو موج که یکی مربوط به عضله پهن داخلی مایل و دیگری مربوط به عضله پهن خارجی بود، شکل می گرفت که با توجه به میزان درجه حساسیت دستگاه بر حسب میکروولت سطح زیر منحنی محاسبه می گردید (شکل ۲).

استخوان ران با نوار (Velcro) وصل گردیده و ۲ بازوی آن به ترتیب در راستای قسمت خارجی تنه استخوان ران و نازک نی قرار داشت، ثابت گردید. در این حالت نباید زاویه مفصل ران و مچ پا تغییری کند. مدت زمان کل حرکت و انقباض ۱۰ ثانیه بود که ۴ ثانیه اول مربوط به رسیدن به زاویه مورد نظر و ۶ ثانیه مربوط به قرار گرفتن در زاویه مورد نظر بود. پس از مدت ۱ دقیقه استراحت که بین زاویه های مختلف در نظر گرفته شد، زاویه بعدی تعیین گردید. پس از ۱۰ دقیقه استراحت فرد در زنجیره حرکتی بعدی قرار گرفت.

در زنجیره حرکتی بسته از فرد خواسته شد، در حالی که اندام تحتانی خود را به اندازه عرض شانه باز نموده بایستد به گونه ای که بر روی هر دو اندام تحتانی به یک میزان وزن بیاندازد. در این حالت چرخش خارجی (turn-out) طبیعی پا وجود داشت (با راه رفتن فرد بر روی صفحه کاغذی تعیین گردید) و از چرخشهای داخلی و خارجی پا، جلوگیری به عمل آمد و در تمامی مراحل آزمایش این وضعیت حفظ گردید. سپس، از فرد درخواست شد در حالی که ستون فقرات کمری در وضعیت نیمه خمیده بود و دستها در جلوی بدن به صورت کشیده قرار داشت، در زاویه مورد نظر (تصادفی) انتخابی قرار بگیرد.



شکل ۱- نحوه اتصال الکترودها



شکل ۲- نمونه‌ای از ثبت امواج بر روی کامپیوتر

یافته ها

در خصوص نتایج حاصل از این مطالعه موارد زیر قابل بررسی است.

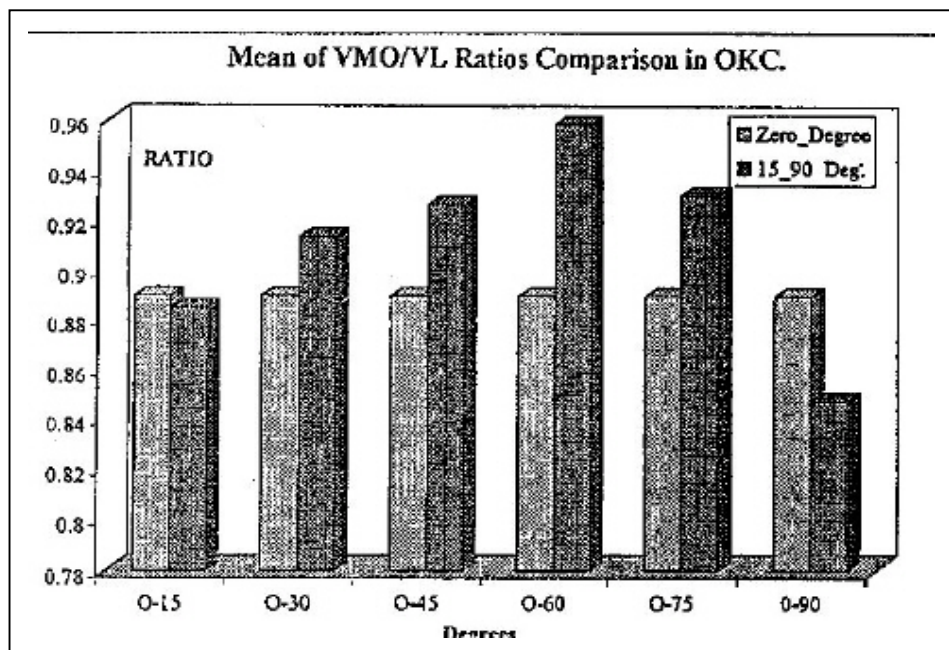
مقایسه زاویه‌های متناظر از دو زنجیره حرکتی متفاوت - ۱) در زاویه‌های ابتدایی دامنه حرکتی مفصل زانو (۰ - ۳۰ - درجه فلکسیون) نسبت فعالیت VMO/VL به صورت مشخص در زنجیره حرکتی بسته بالاتر می باشد. (۲) در زاویه ۶۰ درجه فلکسیون زانو این اختلاف معنی دار به نفع زنجیره حرکتی باز به وجود آمده است. (۳) در زاویه‌های ۷۵، ۸۵ و ۹۰ درجه فلکسیون زانو اختلاف معنی‌داری در ثبت میزان فعالیت VMO/VL دیده نشد. به عبارت دیگر، در این زوایا وضعیت خاصی را نمی‌توان تعریف نمود که در آن وضعیت فعالیت VMO در مقایسه با VL از اختلاف قابل توجه و یا اختلاف معناداری برخوردار باشد.

مقایسه زاویه‌های مختلف از یک زنجیره حرکتی:

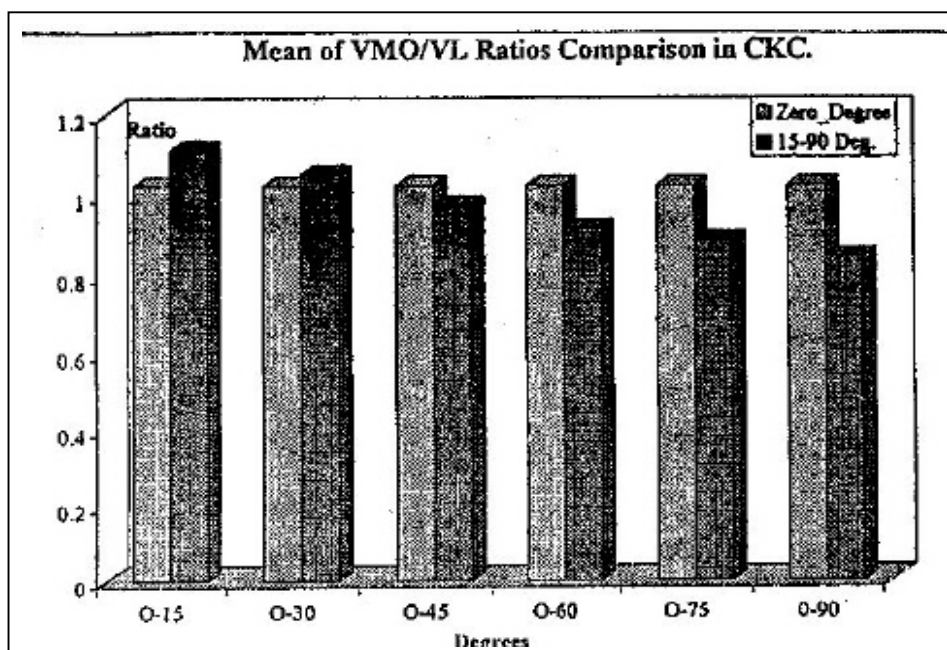
زنجیره حرکتی باز- ۱) نسبت فعالیت VMO/VL

در زاویه صفر درجه در مقایسه با کلیه زاویه‌های دیگر از اختلاف معنی‌داری برخوردار نبود. (۲) نسبت فعالیت VMO/VL در زاویه ۱۵ درجه فلکسیون زانو به استثنای زاویه‌های صفر و ۹۰ درجه فلکسیون زانو از اختلاف معنادار به نفع زاویه مقابل خود برخوردار بود. (۳) در بررسی وضعیت‌های باقی مانده، نکته قابل ذکر و با اهمیت این است که وضعیت ۶۰ درجه فلکسیون زانو در مقایسه با تمامی وضعیت‌های دیگر مناسب‌ترین وضعیتی می‌باشد که در آن نسبت فعالیت عضلانی به نفع عضله VMO جابجا گردیده است (نمودار ۱).

(۴) با توجه به نتایج به دست آمده، زاویه‌های حرکتی مفصل زانو در دامنه میانی (۷۵ - ۸۵ درجه فلکسیون زانو) را به طور عملی می‌توان به عنوان مؤثرترین دامنه حرکتی جهت انجام تمرین درمانی و با هدف جابجا کردن نسبت فعالیت عضلانی VMO/VL به نفع عضله VMO در نظر گرفت.



نمودار ۱- مقایسه میانگین نسبت فعالیت عضلانی VMO/VL در زنجیره حرکتی باز



نمودار ۲- مقایسه میانگین نسبت فعالیت عضلانی VMO/VL در زنجیره حرکتی بسته

در زنجیره حرکتی باز - ۱) زاویه ۴۵ درجه فلکسیون زانو به عنوان یک زاویه بینابینی (Intermediate) عمل می‌کند. در زاویه‌های بالای ۶۰ درجه فلکسیون زانو به دلایلی از قبیل: عدم وضعیت عملکردی در زنجیره حرکتی بسته و همچنین وجود مسئله ارتباط طول و کشش (Tension) به خصوص در زنجیره حرکتی باز (در زاویه‌های بالا عضله در دامنه خارجی (outer range) خود قرار می‌گیرد) از میزان فعالیت عضلانی کاسته خواهد شد (۱۰، ۱۱). در این زاویه‌ها انتظار بر این است که اختلاف معنی‌داری در ثبت مذکور و بین دو زنجیره حرکتی دیده نشود که نتایج این پژوهش نیز موید چنین مسئله‌ای است. (۲) زاویه ۱۵ درجه فلکسیون زانو ضعیف‌ترین و ناکارآمدترین وضعیتی است که در آن VMO وارد عمل می‌شود (The Most Insufficient Position).

(۳) وضعیت ۶۰ درجه فلکسیون زانو در مقایسه با تمامی وضعیت‌های دیگر مناسب‌ترین وضعیتی است که در آن نسبت فعالیت عضلانی به نفع عضله VMO جا به جا گردیده است. به عبارت دیگر، می‌توان گفت در این زنجیره حرکتی زاویه ۶۰ درجه فلکسیون زانو کارآمدترین وضعیت جهت وارد عمل کردن عضله VMO می‌باشد. (The Most Sufficient Position).

(۴) با توجه به نتایج حاصل، زاویه‌های حرکتی مفصل زانو در دامنه میانی ۷۵ - ۴۵ درجه فلکسیون زانو را به طور عملی می‌توان به عنوان مؤثرترین دامنه حرکتی جهت انجام تمرین درمانی و با هدف جا به جایی نسبت فعالیت عضلانی VMO/VL به نفع عضله VMO در نظر گرفت.

زنجیره حرکتی بسته - ۱) زاویه‌های بالای فلکسیون زانو به ویژه وضعیت ۹۰ درجه فلکسیون را به طور عملی می‌توان به عنوان ناکارآمدترین وضعیت به علت عدم وارد عمل کردن VMO و جا به جا کردن نسبت VMO/VL در نظر گرفت (The Most Insufficient Position).

(۲) زاویه ۳۰ درجه فلکسیون زانو بهترین زاویه در این زنجیره می‌باشد، زیرا در آن نسبت فعالیت عضلانی به نفع عضله VMO جا به جا شده است. به عبارتی دیگر، می‌توان گفت زاویه ۳۰ درجه فلکسیون زانو

زنجیره حرکتی بسته - ۱) نکته جالب توجه و حایز اهمیت در بررسی نتایج این است که در مقایسه تمامی وضعیت‌ها در نسبت فعالیت عضلانی VMO/VL اختلاف معنی‌داری وجود دارد و در تمامی حالت‌ها زاویه پایین‌تر (زاویه نزدیکتر به سمت اکستانسیون) دارای نسبت بالاتری به نفع عضله VMO می‌باشد. (۲) در تمامی وضعیت‌ها نسبت فعالیت عضلانی VMO/VL با یک آهنگ خاص به نفع عضله VMO جا به جا گردیده است. بدین ترتیب که هر چه از سمت دامنه‌های بالای فلکسیون زانو به سمت اکستانسیون پیش می‌رود به تدریج به میزان این نسبت افزوده می‌شود. (۳) با توجه به نتایج به دست آمده، زوایای حرکتی مفصل زانو در دامنه‌های ابتدایی (۳۰-۰ درجه ابتدایی حرکت) را می‌توان به عنوان مناسب‌ترین قوس حرکتی در این زنجیره حرکتی تعریف نمود (نمودار ۲).

بحث

با توجه به این که در زاویه‌های ابتدایی حرکت فلکسیون زانو از یک سو ثبات مفصل زانو و به طور مشخص ثبات در مفصل کشکی - رانی از نوع ثبات دینامیکی می‌باشد و از سوی دیگر، با توجه به این که زاویه‌های عملکردی مفصل زانو صفر، ۱۵ و ۳۰ درجه می‌باشند (Functional position)، زیرا اغلب قریب به اتفاق فعالیت‌های حرکتی روزمره در مفصل زانو در این زاویه‌ها اتفاق می‌افتد و همچنین مفصل زانو به عنوان یک مفصل عمل کننده در زنجیره حرکتی بسته اغلب فعالیت‌های خود را انجام می‌دهد. بنابراین، انتظار می‌رود که در زنجیره حرکتی بسته و در زاویه‌های مذکور این نسبت (VMO/VL) در زنجیره حرکتی بسته در مقایسه با زنجیره حرکتی باز بالاتر باشد. از سوی دیگر، در زاویه ۶۰ درجه فلکسیون زانو این نسبت به نفع عضله پهن داخلی در زنجیره حرکتی باز جابجا شده است که با در نظر گرفتن بهترین زاویه Pennate در عضلات پهن داخلی و خارجی انتظار می‌رود که در این زاویه بهترین فعالیت وجود داشته باشد و نتایج حاصل از این طرح پژوهش نیز مؤید چنین مسئله‌ای می‌باشد (۹).

دامنه حرکتی، دامنه استاتیکی (Static) از حرکت می باشد که در آن بهترین فعالیت عضله VMO را در مقابل VL داشته و در نتیجه نسبت فعالیت این دو عضله به نفع عضله VMO جا به جا گردیده و در تعریف کارآمدترین قوس حرکتی، قوسی از حرکت که در آن نسبت مذکور به نفع عضله VMO جا به جا شده، در نظر قرار گرفته است (نسبت بالای یک). ۵- با توجه به نتایج بالا توصیه می شود جهت ارزیابی برنامه تمرین درمانی به بیمارانی که به نحوی مبتلا به سندرم PF می باشند:

۱- در صورتی که به بیمار انقباض ایزومتریک آموزش داده می شود، از دامنه های کارآمد تعریف شده در دو زنجیره در ابتدا استفاده شود.

۲- جهت آموزش تمرین درمانی در قوسی از حرکت در ابتدا در دو زنجیره حرکتی، قوسهای کارآمد تعریف شده در مورد قبل به کار رود و تمرین درمانی در قوسهای مذکور آموزش داده شود.

۳- به منظور پیشرفت برنامه تمرین درمانی توصیه می شود به تدریج از دامنه های کارآمدی تعریف شده در مورد قبل به سمت دامنه های ناکارآمد حرکت کند.

۴- با توجه به این که هر چه به سمت دامنه های بالاتر فلکسیون زانو پیش می رویم در تجزیه بردارهای اعمال نیرو بر روی مفصل کشکی - رانی بر شدت نیروی فشارنده (Compressive component) اضافه می شود، توصیه می شود جهت آموزش تمرین درمانی در ابتدا از تمرین ها در زنجیره حرکتی بسته (با در نظر گرفتن موارد مطرح شده در نقطه قبلی) استفاده شده و سپس به سمت تمرینات در زنجیره حرکتی باز پیش رفت.

منابع

- 1- Powers C.M. Landel R. Perry J. Timing and intensity of vastus muscle activity during functional activities in subjects with and without patellofemoral pain. *Physical Therapy* ; 1996, 76: 946 – 955.
- 2- McConnel J. The management of chondromalacia patella: A Long Term Solution. *The Australian Journal of Physiotherapy* . 1986, 32 : 215 -223.

کارآترین وضعیت جهت وارد عمل کردن عضله VMO می باشد (The Most Sufficient Position). زاویه های حرکتی مفصل زانو در دامنه های ابتدایی (۳۰-۳- درجه ابتدایی حرکت) را می توان به عنوان مناسب ترین قوس حرکتی در این زنجیره حرکتی تعریف نمود و به صورت عملی می توان به عنوان مؤثرترین دامنه حرکتی جهت انجام تمرین درمانی با هدف جا به جا کردن نسبت فعالیت عضلانی VMO/VL به نفع VMO در نظر قرار داد (The Most Sufficient Arc of Movement).

نتیجه گیری

با در نظر گرفتن این نکته که در اغلب ضایعات مجموعه زانو به خصوص ضایعات مفصل کشکی - رانی هدف عمده درمان، بهبود حرکت طبیعی استخوان کشکک در طول دامنه حرکتی مفصل زانو می باشد و این هدف فقط با بهبود نسبت فعالیت عضلانی VMO/VL به نفع عضله پهن داخلی برقرار می شود بنابراین در تمرین درمانی باید به دنبال برنامه ای بود که نسبت مذکور را به نفع فعالیت عضله پهن داخلی جا به جا کند. به همین دلیل: ۱- نمی توان تنها از تمرینات در زنجیره حرکتی بسته به عنوان تمرینات مؤثر در درمان ضایعات مفصل کشکی - رانی نام برد، زیرا که تمرین ها در زنجیره حرکتی باز نیز در درجاتی از دامنه حرکتی خود فعالیت مناسبی را بر روی عضله پهن داخلی ایجاد می نمایند. ۲- هر دو گروه تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته دارای نقاط ضعف و قوتی می باشند که بطور حتم در پی ریزی برنامه تمرین درمانی به صورت عمده باید بر روی نقاط قوت هر یک از این تمرین ها اشاره نمود. ۳- با توجه به نقاط قوت هر یک از تمرینات در دو زنجیره (دامنه هایی از حرکت که در آن نسبت فعالیت VMO/VL به نفع VMO جا به جا می شود) می توان بر حسب شرایط بیمار مجموعه ای از تمرینات مختلف در دو زنجیره مختلف حرکتی را برای بیمار توصیه و تجویز کرد. ۴- برای هر یک از دو زنجیره، دامنه ای از حرکت تحت عنوان کارآمدترین دامنه حرکتی و همچنین کارآمدترین قوس حرکتی تعریف شده و بر اساس تعریف کارآمدترین

- 3- Witvrouw E., Sneyers C., Lysens R. Reflex response times of vastus medialis obliques and vastus lateralis in normal subjects and subjects with patellofemoral pain syndrome . JOSPT. 1996, 24:160 – 165.
- 4- Cerny K. Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome . physical Therapy. 1995, 75:672 – 682
- 5- Hertling D, Kessler RM. Management of common musculoskeletal disorders . Lippincott, 1996, 315 – 378
- 6- Felder CR, Charles R, Mureen A, Leeson B. Patellofemoral pain syndrome . Electromyography Application in Physical Therapy . 1990, 1 – 4.
- 7- Basmajian JV. Electrode placement in electromyographic biofeedback, 1986, 369 – 381.
- 8- Brask B., Lueke R.H., Soderberg G.L. Electromyographic analysis of selected muscles during the lateral step – up exercise. Physical Therapy .1983, 324-328.
- 9- Fukunaga T. Muscle architecture and function in humans ISB keynote lecture . Journal of Biomechanics ,1997, 30:457-463.
- 10- Blanpied . P., Levnis J.A., Murphy E. The effect of different stretch velocities on average force of the shortenning phase in the stretch-shorten cycle. JOSPT. 1995, 21:345-353.
- 11- Prentice E.W. Closed kinetic chain exercises. Rehabilitation techniques in Sport Medicine. 1994,88-107.

VASTUS MEDIALIS OBLIQUES(VMO)VASTUS LATERALIS(VL) ACTIVITY RATION FOR SELECTED DEGREES OF RANGE OF MOTION IN OPEN Vs. CLOSED KINETIC CHAIN (OKC,CKC) DURING ISOMETRIC CONTRACTION.

^I
**I. Ebrahimi takamjani, Ph.D*

^{II}
R. Hafezi, MS

ABSTRACT

There are numerous rehabilitation protocols for Patello Femoral joint (PFJ) problems, but there is little objective data to determine the most effective treatment of this disorder. Increased VMO/VL activity ratio might be useful in treatment of patients with patellar tracking dysfunction. The purpose of this study was to investigate the EMG activity of the VMO and VL within seven angles of knee joint range of motion with isometric contraction in two commonly performed rehabilitation exercises: OKC, isometric holds(IS), and the CKC, vertical squat(SQ). The dominant knee of 44 healthy females(mean age:24.84 years;range:20-30 years) were analyzed. Surface electrode pairs were attached over the VMO and VL(Basmajian Method). The EMG biofeedback data were collected while the subject performed isometric contraction on IS and SQ exercises in 7 degrees from 0° to 90° (with 15° internals) of knee flexion.

Paired t-test and Avova was performed between variables($p < 0.001$). This study demonstrates that there are significant differences: 1)Between OKC and CKC exercises in 0°, 15°, 30° of knee flexion. 2)Between all Angles in CKC except:0-15°, 0-30°, 0-45°, 15-30°, 60-75°, 75-90°. 3)between: 15-60°, 30-60°, 45-60°, 60-90° in OKC($p < 0.001$). A)In OKC and CKC respectively: 1/60° and 15° of knee flexion was most sufficient position(increase VMO/VL activity ratios) 2/15° and 90° of knee were most insufficient position 3/The arc of movement between 45-75° and 0-30° was considered as most sufficient arc of movement. B)Because of some biomechanical & neurophysiological viewpoints that emphasized on the other literatures and also because of results of this research, our recommendations are: in early phase or in early session of treatment of PFJ dysfunction, treatment exercises done in CKC & sufficient position and after progression of patient condition OKC exercises also added.

Key Words : 1) Patello femoral joint 2) Closed Kinetic Chain 3) Open kinetic Chain
4) Electromyography

*I) Associate Professor of physiotropy, Iran University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran
(*Corresponding author)*

II) MS in physiotropy, Iran University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran