طب ورزشی _ تابستان ۱۳۸۸
شمارهٔ ۱ـ ص ص : ۷۳- ۵۵
تاریخ دریافت : ۲۶/ ۰۶ / ۸۷
تاریخ تصویب : ۰۱/ ۰۲/ ۸۸

تاثیر چهار روش مختلف کشش عضلانی بر انعطاف پذیری گروه عضلات همسترینگ و شاخص های اکستانسیون اکتیو و پاسیو زانو در فوتبالیست های نخبه

مهدی قیطاسی [۱] _ محمد حسین علیزاده – حسن قدیمی ایلخانلار
دانشجوی دکتری دانشگاه تهران، دانشیار دانشگاه تهران، مدرس دانشگاه آزاد اسلامی ساری

چکیده

انعطاف پذیری یا کشش پذیری بافت های نرمی مثل عضله، تاندون، فاشیا، کپسول مفصلی و پوست که از اطراف مفصل عبور می کنند، برای دستیابی به دامنهٔ کامل حرکتی مفصل طی فعالیت‌های عملکردی ضروری است. به منظور افزایش انعطاف پذیری، عضلات باید تحت کشش قرارگیرند. این تحقیق به منظور تعیین مؤثرترین روش کشش برای بازگرداندن انعطاف پذیری گروه عضلات همسترینگ در کمترین زمان ممکن در فوتبالیست‌های حاضر در لیگ برتر کشور طراحی شد و به اجرا درآمد. به این منظور ۴۴ فوتبالیست حاضر در لیگ برتر کشور با دامنهٔ سنی ۲۰ تا ۲۹ سال از راه نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. نمونه ها به طور تصادفی در ۴ گروه ۱۱ نفره تحت تمرینات کشش استاتیک[۲]، کشش با استفاده از تکنیک HR [۳] ، کشش متعاقب انقباض ایزومتریک[۴] و کشش بر اساس قانون مهار متقابل[۵] قرار گرفتند. کشش به مدت ۶ هفته، ۶ روز در هفته و هر روز ۲ دقیقه برای هر آزمودنی به ا جرا درآمد. دامنهٔ حرکتی اکستانسیون اکتیو و پاسیو زانو با گونیامتر و در فواصل یک هفته‌ای تا پایان تحقیق اندازه گیری شد. سپس از آزمون های آنالیز واریانس یک طرفه و آنالیز واریانس برای داده های تکراری استفاده شد. بر اساس نتایج پژوهش، میانگین دامنهٔ حرکتی اکستانسیون اکتیو زانو در گروه کشش استاتیک از ۱۵۵/۱±۲/۵ به ۱۷۰/۹±۳/۴، در گروه HR از ۱۵۷/۵±۴/۵ به ۷۴/۹±۲/۹، در گروه PIR از۱۵۵/۲±۴/۵ به ۱۷۱±۲/۹ در گروه RI از ۱۵۶/۴±۲/۵ به ۱۷۰/۶±۳/۹ افزایش یافت (P<۰/۰۰۰۱). میانگین دامنهٔ حرکتی اکستانسیون پاسیو زانو در گروهی که به تمرینات کششی به روش استاتیک پرداختند، از ۱۵۷/۹±۵/۲ به ۱۷۳/۸±۴/۹، در گروه HR از ۱۶۰/۹±۳/۲ به ۱/ ۴±۱۷۶/۳ ، در گروه PRI از ۱۵۷/۹±۱/۲ به ۳/۲ ±۱۷۳/۹ و در گروه RI از ۵/۱ ±۱۵۷/۶ به ۱۷۳/۵ ±۴/۲ افزایش یافت (P< ۰/۰۰۰۱) . میانگین دامنهٔ حرکتی فلکسیون پاسیو ران در گروه کشش استاتیک از ۴/۳ ±۶۴/۸ به ۶/۳ ±۷۷/۴، در گروه HR از ۶۵/۸±۳/۳ به ۸۰/۵±۱/۱ ، در گروه PIR از ۶۷/۱±۲/۹ به ۵/۲ ±۷۹/۵ و در گروه RI از ۶۶/۸±۳/۲ به ۷۸/۳±۴/۶ افزایش یافت (P<۰/۰۰۰۱). نتایج تحقیق نشان داد که هیچ یک از روش های تمرینات کششی مورد استفاده نسبت به دیگر روش های کششی، از نظر افزایش و بهبود انعطاف پذیری عضلات همسترینگ در ورزشکاران فوتبالیست مبتلا به کوتاهی عضلات همسترینگ برتری نداشته و تقریباً هر چهار روش تاثیر مشابهی دارند.

واژه‌های کلیدی

عضلات همسترینگ، تمرینات کششی، انعطاف پذیری، دامنهٔ حرکتی .

۱- نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۱۲۳۵۴۷۶۱۳ Email : mehdi.gheitasi@gmail.com

2 – Static Stretching Exercise
3– Hold Relax (HR) Stretching
4– Post Isometric Relaxation (PIR) Stretching
5– Reciprocal Inhibition (RI) Stertching

مقدمه

تحرک و انعطاف پذیری بافت های نرم اطراف مفصل، در جلوگیری از آسیب یا صدمهٔ مجدد بافت نرم اهمیت زیادی دارد (۱). از بین رفتن یا کاهش حرکات سبب می شود که میزان چسبندگی بین فیبرهای کلاژن زیاد شود. اگر عضله به مدت طولانی در طول کوتاه بی حرکت بماند، تحرک طبیعی خود را از دست می دهد و بر اثر تغییرات ساختاری بافت همبند، دچار کوتاهی می شود(۲). فیبرهای جدید در بافت های زخم اگر در جهت خطوط نیروی وارده به بافت سازماندهی نشوند، به صورت تصادفی در کنار هم قرار می گیرند و به یکدیگر و بافت طبیعی اطراف می چسبند و سبب محدودیت حرکات می شوند (۴، ۳). گاهی نیز ممکن است عضله دچار کوتاهی شود که در آن پاتولوژی بافتی خاصی وجود ندارد و واحد تاندونی – عضلانی به صورت تطابقی کوتاه می شود که این مسئله موجب کاهش دامنهٔ حرکتی می شود(۵). پاتولوژی های ناشی از تروما، التهاب، ادم، ایسکمی، خونریزی، برش جراحی و سوختگی نیز بافت های فیبروزه را به وجود می آورند که جایگزین بافت همبند طبیعی می شوند. به دنبال این آسیب ها، بافت، الاستیسیتی و پلاستیسیتی خود را از دست می دهد و رابطهٔ طول – تنشن عضله تغییر می کند . همچنین عضله ضعیف و دامنهٔ حرکتی مفصل کم می شود. از دست دادن انعطاف پذیری سبب درد در عضله، بافت نرم و پریوست خواهد شد (۱).

گروه عضلات همسترینگ شامل عضلات نیم وتری، نیم غشایی و دو سر رانی است. کوتاهی این عضلات به ویژه در میان ورزشکاران فوتبالیست شایع است (۶). این عضلات کل خلف ران را در بر می گیرد. شایان ذکر است که عضلهٔ دو سر رانی چسبندگی هایی نیز به لیگامان مهم ساکروتوبروز دارد (۸، ۶). این لیگامان و گروه عضلات همسترینگ در ایجاد ریتم لومبوساکرال دخالت دارند. همکاری این ساختارها با عضلات شکمی به تیلت خلفی لگن منجر می شود. همچنین از حرکت رو به جلو قاعدهٔ ساکروم یعنی حرکت نوتیشن جلوگیری می‌کند (۶).

برای بلندکردن اشیا از زمین، ابتدا حرکت فلکشن تنه تا حد صاف شدن لوردوز کمر انجام می شود. این حرکت توسط انقباض اکسنتریک عضلات اکستانسور پشتی – کمری کنترل می‌شود. وقتی فلکشن به ۴۵ درجه رسید، لیگامان های خلفی سفت تر شده و انقباض عضلات اکستانسور متوقف می شود. ادامهٔ فلکشن سبب فلکشن ساکروم بین استخوان‌های لگن می‌شود. انقباض عضلهٔ دو سر رانی فلکشن ساکروم را کنترل و لیگامان

های خلفی ساکروایلیاک و ساکروتوبروز این حرکت را محدود می کنند. ادامهٔ فلکسیون تنه سبب فلکشن کمربند لگنی حول محور عرضی مفاصل ران شده (ریتم کمری لگنی) و این حرکت با انقباض اکسنتریک عضلات همسترینگ کنترل می شود. کوتاهی همسترینگ سبب اختلال در این ریتم و متعاقب آن بروز کمر درد می شود(۸، ۶) . به دنبال کوتاهی عضلات همسترینگ، حرکات لگن محدود می شود و بیشتر حرکات در ناحیهٔ کمر اتفاق می افتد، در نتیجه لیگامان های محدود کنندهٔ حرکات ممکن است موجب ناپایداری مفاصل کمر شود (۸).

برای افزایش انعطاف پذیری گروه عضلات همسترینگ از روش های مختلفی استفاده می شود که از جمله می توان به روش های کششی استاتیک و دینامیک با تغییر پارامترهای کشش مانند مدت زمان اعمال کشش در روز، زمان کشش در هر بار و دفعات اعمال کشش در روز اشاره کرد (۱۳، ۱۱). اما در مورد کارایی روش های مختلف کشش، با وجود تحقیقات انجام شده، اختلاف نظر وجود دارد. باندی[1] و همکاران نشان دادند که ۳۰ ثانیه کشش استاتیک دامنهٔ حرکتی را بیش از دو برابر نسبت به کشش دینامیک افزایش می دهد (۱۸). با توجه به مشخص بودن نقش گروه عضلانی همسترینگ در حرکات لگن، کمر و زانو، تأثیر کاهش انعطاف پذیری همسترینگ بر این حرکات و عوارض ناشی از آن و نتایج متناقض پژوهش های انجام شده، این مطالعه طراحی شد. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر چهار روش تمرینی مختلف کشش عضلانی بر انعطاف پذیری گروه عضلات همسترینگ در ۴۴ ورزشکار فوتبالیست شاغل در لیگ برتر با دامنهٔ سنی ۲۰ تا ۲۹ سال بود. برای رسیدن به این هدف، از چهار روش کشش استاتیک، کشش با استفاده از تکنیک Hold Relax (HR) ، کشش متعاقب انقباض ایزومتریک Post Isometic Relaxation (PIR) و کشش بر اساس قانون مهار متقابل (RI) Reciprocal Inhibition برای برگرداندن انعطاف پذیری عضلهٔ همسترینگ استفاده و نتایج حاصله مقایسه شد. فرض محقق این بود که میزان دامنهٔ حرکتی اکستانسیون اکتیو و پاسیو زانو بعد از بهره گیری از تمرینات کششی مذکور افزایش می یابد و ثانیاً هر چهار روش بر متغیرهای مورد بررسی یکسان خواهد بود.

1 - Bandy

روش تحقیق

به منظور مشخص شدن تعداد نمونه ها پس از بررسی مقدماتی، تعداد نمونه ها برای مطالعهٔ اصلی با اطمینان ۹۵ درصد و توان آزمون ۹۰ درصد به تعداد ۴۴ نفر برآورد شد. ورزشکاران با دامنهٔ سنی ۲۰ تا ۲۹ سال از طریق نمونه گیری در دسترس انتخاب شدند. میانگین سنی ورزشکاران و انحراف معیار آن در گروه کشش استاتیک ۲/۷± ۲۴/۷، در گروه HR، ۳/۴ ±۲۳/۹، در گروه PIR، ۲/۵ ±۲۴/۳ و در گروه RI ، ۳/۱ ±۲۴/۱ بود. عضلات همسترینگ افراد منتخب کوتاه بود و دست کم ۶ سال سابقهٔ ورزش منظم داشتند. سابقهٔ ضربهٔ شدید و جراحی در نواحی اندام تحتانی نداشتند و فاقد ناهنجاری های عضلانی – اسکلتی در اندام تحتانی و ستون فقرات بودند و رضایت خود را برای شرکت در این تحقیق اعلام کردند.

آزمون های تعیین کوتاهی و شاخص های انعطاف پذیری همسترینگ، به شرح زیر برای تمام آزمودنی ها توسط آزمونگر که اطلاعی از گروه بندی آزمودنی ها نداشت، انجام شد، برای مشخص کردن کوتاهی عضلات همسترینگ، فرد در وضعیت طاقباز قرار گرفته و آزمونگر اندام تحتانی فرد را با زانوی صاف بالا می آورد و همکارش زاویهٔ بین ران و سطح افق را با گونیامتر اندازه می گرفت. محور گونیامتر روی تروکانتر بزرگ استخوان ران، بازوی ثابت در امتداد افق روی تخت و بازوی متحرک در امتداد کوندیل خارجی ران قرار می گرفت. زاویهٔ کمتر از ۷۰ درجه به عنوان کوتاهی همسترینگ تلقی شده و فرد برای آزمون انتخاب می شد (۱۹، ۲۰، ۲۱). به این ترتیب ۴۴ نفر با کوتاهی همسترینگ در این تحقیق شرکت داده شدند. همچنین میزان فلکشن پاسیو ران که به این ترتیب اندازه گیری شده بود، به عنوان یکی از شاخص های انعطاف پذیری گروه عضلانی همسترینگ ثبت می شد.

برای اندازه گیری دامنهٔ حرکتی اکستانسیون اکتیو زانو، فرد در وضعیت طاقباز قرار می گرفت و آزمونگر مفصل ران را در وضعیت خمیده ۹۰ درجه قرار می داد و از فرد می خواست تا زانویش را به صورت اکتیو باز کند. سپس همکارش با قرار دادن محور گونیامتر روی کوندیل خارجی ران، بازوی ثابت در امتداد ران و بازوی متحرک در امتداد قوزک خارجی پا، میزان زاویهٔ بین ران و ساق را اندازه می گرفت. دامنهٔ حرکتی اکستانسیون پاسیو زانو نیز به همین روش اندازه گیری شد، با این تفاوت که خود آزمونگر زانوی فرد را باز می کرد. بعد از

ارزیابی و ثبت نتایج توسط آزمونگر، آزمودنی ها به طور تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند. سپس چهار روش تمرینات کششی مورد بررسی در این تحقیق برای هر گروه به مدت ۶ هفته، هر هفته ۶ روز و هر روز یک جلسه انجام گرفت. در هر جلسه مدت زمان کشش برای هر آزمودنی ۲ دقیقه بود و بر اساس زمان اعمال کشش در هر گروه، تعداد کشش برای گروه ها تفاوت داشت. میانگین نتایج حاصل از هر روش تمرینی در هر هفته اندازه گیری و ثبت شد و در نهایت پس از ۳۶ جلسه تمرین شاخص های انعطاف پذیری گروه عضلات همسترینگ بار دیگر اندازه گیری و نتایج ثبت شد. در مجموع هر متغیر ۷ بار اندازه گیری شد.

روش تمرین کشش استاتیک

فرد در وضعیت خوابیده طاقباز قرار گرفته و مفاصل ران و زانوی پای طرف تحت کشش در حالت ۹۰ درجه قرار می گیرد (وضعیت تست لازگ). ثابت کردن لگن در حین کشش به منظور جلوگیری از تیلت خلفی لگن و فلکشن زیاد کمر لازم است. بنابراین ضروری است که کمر به کمک آزمونگر صاف و بدون قوس بر روی تخت نگه داشته شود. آزمونگر با فشار دادن پای مقابل به سمت پایین این کار را انجام می دهد (۲۰). آزمونگر بالا و پایین مفصل زانو را محکم می گیرد و به آرامی پای فرد را در جهت صاف کردن زانو بالا می برد تا به نقطهٔ انتهایی حرکت برسد و زیر دستش احساس کشش کند. کشش به مدت ۳۰ ثانیه و خیلی آرام، ملایم و تدریجی داده می شود تا موجب تحریک رفلکس کششی و افزایش تون عضله نشود. پس از هر بار کشش ۵ ثانیه استراحت داده شده و کشش چهار بار تکرار می شود تا به مجموع ۲ دقیقه کشش برسیم (۱).

روش تمرینی HR

برای انجام این روش فرد در حالت خوابیده طاقباز قرار می گیرد و اندام و محیط باید عاری از هر گونه عامل محدود کننده باشد. روش HR، برای الگوی D_1F (Diagonal Flexion) اندام تحتانی انجام می شود (۲۳). عضلهٔ همسترینگ در حالت دراز شدهٔ طبیعی قرار می گیرد. برای انجام الگوی D_1F ، اندام تحتانی در الگوی مخالف یعنی D_1E (Diagonal Extension) مفصل ران در اکستنشن، چرخش داخلی، ابداکشن، مفصل زانو صاف و مچ پا در پلانتارفلکشن قرار می گیرد، سپس انقباض ایزومتریک همسترینگ در این وضعیت در مقابل حداکثر مقاومت آزمونگر به مدت ۱۰ ثانیه انجام می شود. سپس از آزمودنی خواسته می شود که به

صورت ارادی عضلهٔ همسترینگ را شل کند و بعد از انقباض اکتیو گروه عضلانی آنتاگونیست (چهار سر رانی)، حرکت را در جهت دراز کردن همسترینگ، یعنی الگوی D_1F، انجام دهد و ۱۵ ثانیه نگه دارد. پس از هر کشش ۵ ثانیه استراحت داده شده و کشش ۸ بار تکرار می شود تا به مجموع ۲ دقیقه کشش برسیم (۲۷، ۲۶، ۱).

گروه کشش با روش PIR

برای انجام این روش فرد در حالت طاقباز قرار می گیرد و عضلهٔ همسترینگ در طولی که اولین مقاومت را در برابر حرکت نشان می دهد، قرار داده می شود. از عضلهٔ همسترینگ یک انقباض ایزومتریک سطحی در جهت مخالف مقاومت به مدت ۱۰ ثانیه گرفته می شود. به ورزشکار آموزش داده می شود که فقط از ۱۰ تا ۲۰ درصد قدرت خود استفاده کند و مقاومتی مساوی و مخالف تلاش ورزشکار توسط آزمونگر داده می شود. طی انجام این مرحله از ورزشکار می خواهیم که عمل دم را انجام دهد. بعد از انقباض، از ورزشکار خواسته می شود که عمل بازدم را انجام دهد و عضلات خود را کاملاً شل کند و بعد از این مرحله عضله به وضعیت جدید می رود و شلی آن کاملاً گرفته شده ولی کشش داده نمی شود. حرکت تا جایی که میزان ریلکسشن عضلهٔ هیپرتون اجازه می دهد، ادامه پیدا می کند. این حرکت دوباره از موقعیت جدید شروع شده و ۱۲ بار تکرار می شود. پس از هر کشش ۵ ثانیه استراحت داده می شود (۱، ۲۸).

گروه کشش با روش RI

روش مورد استفاده بر مبنای اصل نوروفیزیولوژیک مهار متقابل است. در این روش عضلهٔ همسترینگ را در طول طبیعی خودش قرار می دهیم. سپس از ورزشکار می خواهیم که به طرف Restriction Barrier فشار وارد کند (۱۰ ثانیه انقباض کانسنتریک عضلهٔ چهار سر رانی). آزمونگر در برابر تلاش آزمودنی مقاومت ایجاد می کند، ولی اجازهٔ حرکت نمی دهد (انقباض ایزومتریک) . در این روش مقاومت اعمال شده در مقابل انقباض عضلهٔ چهار سر ران، زیاد نیست، زیرا اگر مقاومت زیادی می دادیم، عضلهٔ کوتاه شده بیشتر دچار تنش می شد. همچنین مقاومت زیاد ممکن بود سبب درد شود. بعد از هر انقباض، ورزشکار دم و بازدم کامل انجام می دهد، و در همان زمان عضله به صورت پاسیو به موقعیت جدید برده می شود. ۵ ثانیه استراحت پس از هر بار کشش داده شده و کشش ۱۲ بار تکرار می شود تا به مجموع ۲ دقیقه کشش برسیم (۱، ۲۸).

تجزیه و تحلیل آماری

داده ها به وسیلهٔ نرم افزار SPSS 11 تجزیه و تحلیل شد. طبیعی بودن توزیع با آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی شد. برای مقایسهٔ نتایج بین گروهی از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و برای بررسی نتایج درون گروهی از آزمون آنالیز واریانس برای داده های تکراری استفاده شد. برای مقایسه های آماری سطح معنی داری کمتر از ۵ درصد در نظر گرفته شد.

نتایج و یافته های تحقیق

ویژگی های پیکری ورزشکاران مورد آزمون در چهار روش مختلف تمرینات کششی شامل میانگین و انحراف معیار وزن و قد ورزشکاران به تفکیک در جدول ۱ آورده شده است. در ادامه نیز یافته های تحقیق در زمینهٔ میزان اثربخشی روش های مختلف تمرینات کششی به طور جداگانه ارائه شده است.

جدول ۱ـ ویژگی های ورزشکاران مورد آزمون چهار روش مختلف تمرین کشش به تفکیک

تکنیک تمرین کششی	میانگین و انحراف معیار وزن ورزشکاران	میانگین و انحراف معیار قد ورزشکاران
گروه کشش استاتیک	۷۳/۳ ± ۱/۲	۱۷۹/۱ ± ۱/۵
گروه Hold Relax (HR)	۷۶/۵± ۱/۵	۱۸۷/۹ ± ۳/۲
گروه Post Isometric Relaxation (PIR)	۷۲/۱± ۳/۲	۱۸۳/۱ ± ۲/۵
گروه Reciprocal Inhibition (RI)	۷۹/۹ ± ۲/۵	۱۷۷/۹ ± ۲/۲

میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد بررسی در گروه تمرینات کششی استاتیک و مقایسهٔ نتایج بین مقادیر اولیه با هفته های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ در جدول ۲ ارائه شده است. بعد از ۱۸ جلسه تمرینات کششی

استاتیک میانگین دامنهٔ اکستانسیون اکتیو زانو (P< ۰/۰۰۰۱) ، بعد از ۱۲ جلسهٔ تمرینی، اکستانسیون پاسیو زانو (P< ۰/۰۰۰۱) و میانگین دامنهٔ فلکسیون پاسیو ران (P = ۰/۰۳) بعد از ۱۸ جلسهٔ تمرینی افزایش یافت.

جدول ۲ _ مقایسهٔ مقادیر متغیرهای مورد بررسی در گروه کشش استاتیک بین مقادیر اولیه با هفته های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶

آماره / متغیر	مقادیر اولیه	هفتهٔ ۱	هفتهٔ ۲	هفتهٔ ۳	هفتهٔ ۴	هفتهٔ ۵	هفتهٔ ۶
	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار
اکستانسیون اکتیو زانو (درجه)	۱۵۵/۱± ۲/۵	۱۵۶/۳± ۳/۲	۱۵۸/۵±۳/۴*	۱۶۲/۹± ۱/۴*	۱۶۵/۴± ۴/۲*	۱۶۸/۲± ۱/۴*	۱۷۰/۹± ۳/۴*
اکستانسیون پاسیو زانو (درجه)	۱۵۷/۹± ۵/۲	۱۵۸/۳± ۱/۵	۱۶۲/۴± ۵/۶*	۱۶۵/۲±۶/۳*	۱۶۸/۳ ±۲/۱*	۱۷۱/۵± ۳/۶*	۱۷۳/۸±۴/۹*
فلکسیون پاسیو ران (درجه)	۶۴/۸ ± ۴/۳	۶۷/۹± ۴/۶*	۶۹/۶± ۳/۲*	۷۱/۶± ۱/۱*	۷۳/۳± ۵/۲*	۷۵/۷± ۴/۲*	۷۷/۴± ۶/۳*

*** مقادیر در مقایسه با مقادیر اولیه معنی دار است (P< ۰/۰۵)**

میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد بررسی در گروه کشش HR و مقایسهٔ نتایج بین مقادیر اولیه با هفته های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ در جدول ۳ آورده شده است. بعد از ۱۸ جلسه کشش با روش HR میانگین دامنهٔ اکستانسیون اکتیو (P = ۰/۰۴) و بعد از ۱۲ جلسه کشش با روش HR اکستانسیون پاسیو زانو (P = ۰/۰۱) و میانگین فلکسیون پاسیو ران (P = ۰/۰۳۶) افزایش یافت.

*جدول ۳ _ مقایسهٔ مقادیر متغیرهای مورد بررسی در گروه کشش **Hold-Relax** بین مقادیر اولیه با هفته های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶*

آماره / متغیر	مقادیر اولیه	هفتهٔ ۱	هفتهٔ ۲	هفتهٔ ۳	هفتهٔ ۴	هفتهٔ ۵	هفتهٔ ۶
	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار
اکستانسیون اکتیو زانو (درجه)	۱۵۷/۵± ۴/۵	۱۵۸/۳± ۵/۲	۱۶۲/۸±۳/۲*	۱۶۵/۹±۵/۴*	۱۶۸/۴±۳/۲*	۱۷۲/۲± ۴/۴*	۱۷۴/۹± ۲/۹*
اکستانسیون پاسیو زانو (درجه)	۱۶۰/۹± ۳/۲	۱۶۳/۹±۴/۵*	۱۶۵/۸±۲/۸*	۱۶۶/۹± ۴ /۱*	۱۷۰/۹± ۱/۵*	۱۷۳/۶±۲/۶*	۱۷۶/۳±۴ /۱*
فلکسیون پاسیو ران (درجه)	۶۵/۸± ۳/۳	۶۹/۹± ۵/۶*	۷۱/۶± ۴/ ۲*	۷۳/۶± ۶/۱*	۷۷/۱± ۲/۲*	۷۸/۶± ۳/۲*	۸۰/۵± ۱/۱*

*** مقادیر در مقایسه با مقادیر اولیه معنی دار است (P< ۰/۰۵)**

میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد بررسی در گروه کشش PIR و مقایسهٔ نتایج بین مقادیر اولیه با هفته های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ در جدول ۴ آمده است. بعد از ۱۸ جلسه کشش با روش PIR میانگین دامنهٔ اکستانسیون اکتیو (P = ۰/۰۱) و پاسیو زانو (P =۰/۰۰۳) و فلکسیون پاسیو ران (P=۰/۰۰۰۱) افزایش یافت.

*جدول ۴ _ مقایسهٔ مقادیر متغیرهای مورد بررسی در گروه کشش **PIR** بین مقادیر اولیه با هفته های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶*

آماره / متغیر	مقادیر اولیه	هفتهٔ ۱	هفتهٔ ۲	هفتهٔ ۳	هفتهٔ ۴	هفتهٔ ۵	هفتهٔ ۶
	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار
اکستانسیون اکتیو زانو (درجه)	۱۵۵/۲± ۴/۵	۱۵۷/۷± ۵/۲	۱۶۰/۵± ۳/۲*	۱۶۳/۹±۵/۴*	۱۶۷/۳±۳/۲*	۱۶۹/۶± ۴/۴*	۱۷۱± ۲/۹*
اکستانسیون پاسیو زانو (درجه)	۱۵۷/۹± ۱/۲	۱۵۹/۳± ۴/۲	۱۶۲/۷±۶/۳*	۱۶۶/۵±۳/۸*	۱۶۸/۱± ۱/۹*	۱۷۰/۲± ۴/۲*	۱۷۳/۹±۳/۲*
فلکسیون پاسیو ران (درجه)	۶۷/۱± ۲/۹	۶۹/۹± ۳/۸	۷۱/۵± ۴/۲*	۷۴/۳± ۶/۱*	۷۶/۵± ۳/۶*	۷۸/۱± ۴/۶*	۷۹/۵± ۵/۲*

*** مقادیر در مقایسه با مقادیر اولیه معنی دار است (P< ۰/۰۵)**

میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد بررسی در گروه کشش RI و مقایسهٔ نتایج بین مقادیر اولیه با هفته های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ در جدول ۵ آمده است. بعد از ۱۸ جلسه کشش با روش RI میانگین دامنهٔ اکستانسیون اکتیو ($P = ۰/۰۰۱$) و پاسیو زانو ($P = ۰/۰۰۲$) و پاسیو ران ($P < ۰/۰۲$) افزایش یافت.

*جدول ۵_ مقایسهٔ مقادیر متغیرهای مورد بررسی در گروه کشش **RI** بین مقادیر اولیه با هفته های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶*

آماره / متغیر	مقادیر اولیه	هفتهٔ ۱	هفتهٔ ۲	هفتهٔ ۳	هفتهٔ ۴	هفتهٔ ۵	هفتهٔ ۶
	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار
اکستانسیون اکتیو زانو (درجه)	۱۵۶/۴± ۲/۵	۱۵۸/۸± ۳/۲	۱۶۱/۶± ۶/۳*	۱۶۳/۴±۴/۲*	۱۶۶/۳± ۲/۴*	۱۶۸/۲± ۲/۴*	۱۷۰/۶± ۳/۹*
اکستانسیون پاسیو زانو (درجه)	۱۵۷/۶± ۵/۱	۱۵۹/۲± ۲/۵	۱۶۲/۴± ۱/۹*	۱۶۵/۷±۳/۶*	۱۶۸/۱± ۵/۲*	۱۶۹/۸±۳/۳*	۱۷۳/۵±۴/۲*
فلکسیون پاسیو ران (درجه)	۶۶/۸± ۳/۲	۶۸/۲± ۵/۵	۷۰/۲± ۴/۳*	۷۱/۹± ۱/۲*	۷۳/۵± ۱/۲*	۷۶/۱± ۳/۵*	۷۸/۳± ۴/۶*

*** مقادیر در مقایسه با مقادیر اولیه معنی دار است ($P< ۰/۰۵$)**

نتایج نشان داد که در هر چهار گروه تغییرات متغیرهای مورد بررسی بعد از مشاهدهٔ اولین تغییر معنی دار در هفتهٔ ذکر شده نسبت به هفتهٔ اول، در هفته های بعد نیز نسبت به اندازه گیری های هفتهٔ قبل آنها بارز است ($P< ۰/۰۵$) . مقادیر P مربوط به نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه بین چهار گروه کشش استاتیک، کشش با روش HR، کشش با روش PIR و کشش بر اساس اصل RI در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶ . مقادیر P مربوط به نتایج آزمون آنالیز واریانس یکطرفه بین چهار گروه کشش استاتیک ، HR، PIR، RI

آماره (زمان اندازه گیری) / متغیر	مقادیر اولیه	هفتهٔ ۱	هفتهٔ ۲	هفتهٔ ۳	هفتهٔ ۴	هفتهٔ ۵	هفتهٔ ۶
اکستانسیون اکتیو زانو (درجه)	۰/۶۱	۰/۶۴	۰/۶۸	۰/۷۳	۰/۷۱	۰/۶۸	۰/۲۳
اکستانسیون پاسیو زانو (درجه)	۰/۶۶	۰/۵۵	۰/۵۲	۰/۶۱	۰/۷۹	۰/۶۵	۰/۶۱
فلکسیون پاسیو ران (درجه)	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۲۵	۰/۲۴

همان طور که نتایج نشان می دهد، اختلافی بین چهار گروه کشش در هفت جلسهٔ اندازه گیری از نظر میانگین دامنهٔ حرکتی اکستانسیون اکتیو و پاسیو زانو و میانگین دامنهٔ حرکتی فلکسیون پاسیو ران وجود ندارد ($P< ۰/۰۵$).

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که هر چهار روش کشش استاتیک، کشش با استفاده از روش HR، کشش متعاقب انقباض ایزومتریک و کشش بر اساس قانون مهار متقابل، سبب افزایش انعطاف پذیری عضلات همسترینگ می شود و میزان دامنهٔ حرکتی اکستانسیون اکتیو و پاسیو زانو و فلکسیون پاسیو ران را به عنوان شاخص های انعطاف پذیری گروه عضلات همسترینگ افزایش می دهد. لکن تفاوتی بین تاثیر چهار روش تمرینی کشش استاتیک، کشش با استفاده از روش HR، کشش متعاقب انقباض ایزومتریک و کشش بر اساس قانون مهار متقابل بر متغیرهای مورد بررسی مشاهده نشد.

برخی از پژوهش ها، از این مسئله که روش های کششی PNF نسبت به روش های استاتیک سبب انعطاف پذیری بیشتر عضله می شوند، حمایت می کنند. به نظر محققان، چون در این روش ها از انقباض های اکتیو به جای کشش پاسیو استفاده می شود، افزایش دامنهٔ حرکتی، به دلیل توانایی روش های PNF در کاهش تنش اکتیو عضله است، یعنی اثر روش PNF ناشی از کاهش فعالیت رفلکسی به دنبال استفاده از این روش هاست (۱۶، ۱۵، ۱۴). نظریه پردازان روی اصول نوروفیزیولوژیک تأکید می کنند و می گویند آوران های تحریکی از

دوک های عصبی عضلانی یا آوران های مهاری از ارگان تاندونی گلژی، یا هر دو این آوران ها مسئول تاثیرات تکنیک ها هستند(۳۱، ۳، ۲۹). بعضی دیگر اعتقاد دارند که علت تأثیر بیشتر تکنیک های داینامیک، افزایش روندهای متابولیک است که سبب افزایش درجهٔ حرارت و در نتیجه کاهش ویسکوزیتی عضله می شوند و اجازه می دهند که عضله به نرمی منقبض شود. عضلهٔ گرم شده به سهولت با نیروهای وارده هماهنگ شده و منجر به افزایش انعطاف پذیری خواهد شد (۳۲)، ولی بعضی از پژوهش ها نشان دادند که با وجود افزایش دامنهٔ حرکتی به دنبال استفاده از روش های PNF، فعالیت الکترومیوگرافی عضلات در این روش بیشتر از روش کشش استاتیک است(۳۱). از طرف دیگر، چون برخی محققان نشان دادند که کشش استاتیک دامنهٔ حرکتی را بیش از دو برابر نسبت به کشش داینامیک افزایش می دهد و همچنین به دلیل آزردگی کمتر عضلات با روش کشش استاتیک، تمایل به استفاده از این روش بیشتر است (۱۸). عده ای می گویند که به علت طولانی بودن زمان کشش در کشش استاتیک، دوک عضلانی تطابق پیدا می کند و فعالیت آن متوقف می شود، نتیجهٔ این تطابق و ریلکسشن متعاقب آن، افزایش طول عضله است (۳۵، ۱۱). اما همسو با نتایج این تحقیق، وولر و سولیوان[1] نشان دادند که هیچ تفاوتی بین روش های کششی PNF و روش کششی دیگر از جمله کشش استاتیک و بالستیک وجود ندارد (۳۷، ۳۶). وبرت[2] و همکاران و بونار[3] و همکاران نیز نشان دادند که هر دو دسته روش های استاتیک و داینامیک سبب افزایش انعطاف پذیری عضله و افزایش دامنهٔ حرکتی فلکسیون ران می شوند. گیل[4] و همکاران نیز نشان دادند که هر نوع کشش همسترینگ موجب افزایش دامنهٔ حرکتی SLR می شود (۳۸).

اسپرنوگا[5] تناقض در نتایج تحقیقات مختلف را به تفاوت در روش کار و همچنین روش های مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده ها نسبت می دهد (۱۶). عوامل دیگر همچون مدت زمان کشش، فرکانس کشش و سن افراد مورد بررسی نیز نقش بسزایی در بروز نتایج مختلف دارند (۳۹، ۱۱). با توجه به نتایج پژوهش ها و برای جلوگیری از تأثیر این متغیرهای مداخله گر، تمام این شاخص ها برای هر چهار گروه یکسان انتخاب شد. نتایج این تحقیق نیز همچون بسیاری از مطالعه های دیگر نشان داد که اختلافی بین دو روش کشش استاتیک و

1 - Worrel & Sullivan
2 - Webright
3 - Bonnar
4 - Gill
5 - Spernoga

کشش داینامیک وجود ندارد. اما مسئله ای که این تحقیق را از دیگر تحقیقات مشابه متمایز می کند، اولاً، استفاده از دو روش کشش متعاقب انقباض ایزومتریک و کشش بر اساس استفاده از انقباض آنتاگونیست است که هر دو نوع روش بر مبنای اصول نوروفیزیولوژیک شناخته شده عمل می کنند؛ ثانیاً، محقق در این پژوهش چهار روش مختلف را با هم مقایسه کرد که کامل تر از پژوهش های قبلی بود که اغلب روی دو روش کار کرده بودند. محقق در این تحقیق از دو روش PIR و RI که متفاوت با روش های قبلی اند، استفاده کرده است. اصل اساسی در روش های PIR و RI ، استفاده از توان ذاتی عضلات برای بهره بردن از تأثیرهای مختلف تکنیک‌ها ست. یکی از اهداف این روش‌ها القای ریلکسشن در عضلات هیپرتون و در صورت امکان کشش متعاقب ریلکسشن است (۲۶). محققان دیگر هم نشان داده اند که انقباض های ایزومتریک خیلی سبک برای ایجاد ریلکسشن بعد از انقباض و در نتیجه تسهیل کشش متعاقب انقباض کفایت می کنند و چون احتمال کرامپ، آسیب بافتی یا درد در انقباض سبک نسبت به انقباض قوی کمتر است، در نتیجه روش های PIR و RI ، سطحی تر و ایمن ترند (۴۱). لویت[1] نیز معتقد است که اولاً، استفاده از کمترین نیرو برای ایجاد مقاومت سبب می شود که فقط تعداد اندکی از فیبرها فعال شده و بقیه مهار شوند؛ ثانیاً ، در مرحلهٔ ریلکسشن از پیدایش رفلکس کششی اجتناب می‌شود. این رفلکس حتی با کشش پاسیو و بدون درد هم فعال می شود (۴۱). کشش PIR کاهش تون متعاقب انجام دوره های کوتاه مدت انقباض ایزومتریک در یک عضله یا گروه عضلانی است. لیکن با روش PIR تأثیر انقباض مداوم عضله بر ارگان های تاندونی گلژی عامل اصلی است. به دلیل پاسخ گلژی به چنین انقباضی، عضله و تاندون مهار می شود و در طول جدیدی قرار می گیرند (۴۲). لیبنسون[2] معتقد است که نشانه هایی مبنی بر قرارگیری گیرنده های مسئول PIR در داخل عضله، نه در پوست یا مفاصل مرتبط، وجود دارد (۴۰). روش RI پاسخ های فیزیولوژیک آنتاگونیست عضله ای است که به صورت ایزومتریک منقبض شده است. زمانی که یک عضله به صورت ایزومتریک منقبض می شود، آنتاگونیست آن مهار می شود و بلافاصله کاهش تون نشان می دهد. بنابراین آنتاگونیست یک عضله یا گروه عضلانی کوتاه شده ممکن است به صورت ایزومتریک به منظور سهولت انجام حرکت و افزایش قابلیت حرکت در بافت های کوتاه شده، منقبض شود. با وجود، داشتن دانش عالی در مورد روند مهار متقابل، علل دقیق مؤثر بودن روش تمرین کششی RI نامشخص است. در جایی که یک

1 - Lewit
2 - Liebenson

درد حاد یا مزمن انقباض کنترل شده عضله را مختل می کند، بهره گیری از عضلات آنتاگونیست ارزشمند است (۲۶). وولیوات و سیمونس[1] معتقدند اگر چه RI در بعضی شکل های تمرینی با روش های PIR مرتبط است، ولی در روش PIR که پدیدهٔ ناشی از یک حلقهٔ نورولوژیک است و شاید ارگان گلژی در آن نقش دارد، به عنوان یک عامل مطرح نیست (۴۱). در هر حال به دنبال انقباض ایزومتریک، چه آگونیست و چه آنتاگونیست، مرحلهٔ تحریک ناپذیری به مدت تقریبی ۱۵ میلی ثانیه وجود دارد که در این مرحله، حرکت به طرف وضعیت جدید عضله یا مفصل، به دلیل کاهش تون عضله آسان تر است (۲۸). بسیاری از متخصصان اعتقاد دارند که استفاده از روش کشش PIR در نرمالایز کردن عضلات هیپرتون بسیار مؤثرتر از RI است. با وجود این، محققان دیگر نقش ویژه ای را برای RI قائل اند (۴۳). آنان معتقدند که عضلات نیازمند کشش (آگونیست ها) باید هدف اصلی انرژی ماهیچه ای باشند و می گویند که انقباض ایزومتریک عضلهٔ آگونیست سبب ریلکسشن قابل توجه آن می شود و در نتیجه توانایی کشش عضله متعاقب انقباض ایزومتریک، نسبت به زمانی که برای ریلکسشن از آنتاگونیست عضله استفاده می کنیم (استفاده از RI)، افزایش خواهد یافت (۴۲).

نتیجه گیری

بین چهار روش کشش استاتیک، کشش با استفاده از روش HR، کشش با استفاده از PIR و کشش بر اساس اصل RI برای برگرداندن انعطاف پذیری عضلهٔ همسترینگ اختلافی مشاهده نشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت.:

۱. با توجه به نتایج این تحقیق و کنترل دقیق متغیرهای مداخله گر، تفاوتی بین روش های مختلف کشش، با وجود بحث های نظری متفاوت دربارهٔ اثر روش های مختلف کشش، وجود ندارد و در نهایت می توان برای کشش گروه عضلانی همسترینگ از هر کدام از این روش ها بر حسب شرایط خاص ورزشکاران استفاده کرد؛

۲. به دنبال انجام تکنیک های داینامیک ضایعه ای به نام آزردگی عضلانی ، گزارش نشد و در صورت وجود چنین عارضه ای، تأثیری بر نتایج تحقیق نداشت؛

1 - Simons

۳. براساس نتایج این تحقیق، فعالیت رفلکسی در روش های کشش داینامیک، که بر اساس اصول نوروفیزیولوژیک پذیرفته شده است، مانع افزایش انعطاف پذیری عضلهٔ همسترینگ نشد؛

۴. روندهای متابولیک و دیگر روندهایی که به عنوان عوامل مؤثر در بهبود انعطاف پذیری در روش های داینامیک شناخته شده اند، عامل معنی دار شدن اختلاف این روش ها نسبت به روش های استاتیک نشدند.

منابع و مآخذ

1. Bandy WD, Irion JM. Briggler M. (1998). "The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles". J Orthop Sports Phys Ther, PP: 295-300.

2. Bandy WD, Irion JM. (1995). "The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles". Phys Ther ; 75, PP:238-239.

3. Beaulieu J.(1981). "Developing a stretching program". Phys Sports Med. 9; PP:59-69.

4. Bonnar BP, Deivert RG, Gould TE. (2004). "The relationship between isometric contraction durations during hold-relax stretching and improvement of hamstring flexibility". J Sports Med Phys Fitness ; 44; PP:258-261.

5. Chaitow L. "Muscle energy techniques". (2001). 2nd ed. London; Churchill Livingston.

6. Chaurasia BD. Uuman Anatomy . (1999). "Regional and applied dissection and clinical". 3rd ed. New Dehli : CBS Publishers & Distributors; Chapter 18.

7. Cipriani D, Abel B, Pirrwitz D. (2003). "A comparison of two stretching protocols on hip range of motion : implications for total daily stretch duration". J strength Cond Res; 17; PP:274-278.

8. Cummings GS. Crutchfeld CA, Barnes MR. (1983). "Soft tissue changes in contractures". 1st ed. Atlanta : Stokes Ville; PP:213-217.

9. Cummings GS, Tillman LJ. (1992). "Remodeling of dense connective tissue in normal adult tissues". In : Currier DP, Nelson RM, Editors. Dynamics of human biologic tissues". 2nd ed . Philadelphia; Davis FA Company ; PP:112-120.

10. Feland JB, Marin HN. (2004). "Effect of submaximal contreaction intensity in contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching". Br J Sports Med; 38. PP:18-30.

11. Ferber R, Ostering L, Gravelle D. (2002). "Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults". J Electromyogr Kinesiol; 12. PP:391-397.

12. Gajdosik RL. (1991). "Effects of static stretching on the maximal length and resistance to passive stretch of short hamstring muscles". J Orthop Sports Phy Ther; 14. PP: 250-255.

13. Gill T. Wilkinson A, Edwards E, Grimmer K. (2002). "The effect of either a pre or post exercise stretch on straight leg raise range of motion (SLR-ROM) in females". J Sci Med Sport; 5. PP:281-290.

14. Godges JJ. (1989). "The effect of two stretching procedure on hip range of motion and gate economy". J Orthop Sports Phys Ther ; 10. PP:350-365.

15. Gordon J, Ghez C. (1991). "Muscle receptors and spinal reflexexs". In : Kandel ER, Schwartz JH, Editors. Principal of neural sciences". 3rd ed. New York : Elsevier; PP:564-580.

16.Hardy L. (1985). "Improving active range of hip flexion". Res Q Exerc Sport. PP:111-114.

17. Hardy MA. (1989). "The biology of scar formation". Phys Ther ; 69. PP:10-11.

18. Hart D, Rose S. (1986). "Reliability of a non-invasive method for measuring the lumbar curve". J Orthop Sports Phys Ther 8. PP:180-186.

19. Janda V. (1978). "Muscles , central nervous regulation and back problems". In ; Korr I editors. Neurobiological mechanisms in manipulative therapy". 1st ed ; Plenum Press. PP: 32-36.

20. Joint Motion Clinical Measurement & Evaluation, (2003). "Roger soames B.Sc, Ph.D". Philadelphia; Saunders WB Company; PP:326-327.

21. Muscles Testing and function with posture and pain, (1993).F.Peterson Kendall, E.Kendall Mc Creary, P.Geise Provence; ; 4th ed ; PP:28-43.

22. Kendall FP, McCreary EK. Provance PG. (1993). "Muscle testing and function". 4th ed. Baltimore; Williams & Wilkins; PP:35-42.

23. Kisner C, Colby LA. (2002). "Therapeutic exercise; Foundations and techniques". 4th ed. Philadelphia; Davis FA Company; PP:143-160.

24. Knight CA, Rutledge CR, Cox ME, Acosta M, Hall SJ. (2001). "Effect of superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar flexors". Phys Ther ; 81. PP:1204-1206.

25. Levangie PK, Norkin CC. (2001). "Joint structure and function: a comprehensive analysis". 3rd ed. Philadelphia ; Davis FA Company. PP:367-402.

26. Lewit K, Simons D. (1984). "Myofascial pain ; relief by post isometric relxation". Arch phys Med Rehabil; 65. PP:252-256.

27. Lewit K. (1999). "Manipulative therapy in rehabilitation of the motor system". 3rd ed. London; Butterworths. PP:45-60.

28. Liebenson. C. (1990). "Active muscular relaxation techniques (Part 2)". J Monipul phyl Ther; 13. PP:2-6.

29. Magee DJ. (2002). "Orthopedic physical assessment". 4th ed. Philadelphia; Saunders WB Company . PP: 467-566.

30. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Dyhre-poulsen P, McHugh MP, Kjaer M. (1996). "Mechanical and physiological responses to stretching with and without preisomertic contraction in human skeletal muscle". Arch phys Med Rehabil; 77. PP:378-373.

31. Moritan T. (1987). "Activity of the motor unit during concentric and eccentric contractions". Am J Physhol; 66. PP:338-350.

32. Murphy DR. A. (1991). "Critical look at static stretching : are we doing our patient harm?" Chiropract Sports Med; 5. PP: 67-70.

33. Prentice WE. (1983). "A comparison of static stretch and PNE stretching for improving hip joint flexibility". J Athl Train; 18. PP:56-59.

34. Roberts JM, Wilson K. (1999). "Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity". Br J Sports Med; 33. PP:63-259.

35. Rowlands AV, Marginson VF, Lee J. (2003). "Chronic flexibility gains; effect of isometric contraction duration during proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques". Res Q Exerc Sport; 74. PP: 47-51.

36. Spernoga SG, Uhl TL, Arnold BL, Gansneder BM. (2001). "Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol". J Athl Train; 36. PP:44-48.

37. Sullivan MK, Dejulia JJ. Worrel TW. (1992). "Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility". Med Sci Sports Exerc; 24. PP: 1383-1389.

38. Tanigawa MC, (1972). "Comparison of hold-relax procedure and passive mobilization on increasing muscle length". Phys Ther; 52. PP:725-735.

39. Tillman LJ, Cummings GS. (1992). "Biologic mechanisms of connective tissue mutability". In : Currier DP, Nelson RM, editors. Dynamics of human biologic tissues. 2nd ed. Philadelphia; Davis FA Company. PP: 214-255.

40. Voss DE, Ionta MK, Myers BJ. (1985). "Proprioceptive neuromuscular facilitation". 3rd ed. Philadelphia ; Harper and Row. PP:298-307.

41. Webright WG, Randolph BJ, Perrin DH. (1997). "Comparison of nonballistic active knee extension in neural slump position and static stretch techniques on hamstring flexibility". J Orthop Sports phys ther ; 26. PP:7-13.

42. Worrel TW, Smith TL, Winegardner J. (1994). "Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance". J Orthop Sports Phys Ther ; 20. PP:154-159.

43. Zixkin C. McDiarmid T, Michlovitz SL. (1986). "Therapeutic ultrasound". In Michlovitz SL, editors. Thermal agents in rehabilitation. 1st ed. Philadelphia; Davis FA Company. PP:134-169.