

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی

ورزش

سال دوم، شماره دوم؛ پاییز و زمستان ۱۳۹۴

صفحات ۵۴-۶۵

Original Article

Open Access 

تأثیر هشت هفته تمرین درونگرای ایزوتونیک در مقایسه با تمرین ایزوکیتیک بر حداکثر گشتاور ایزومتریک ارادی عضلات اکستنسور مفصل زانو در پای برت و غیر برت مردان فعال

پیمان آقایی^۱، حیدر صادقی^{۲*}، وریا طهماسبی^۳، سجاد احمدی زاد^۴

۱- کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی دانشگاه خوارزمی تهران؛ ۲- استاد دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

دانشگاه خوارزمی تهران (نویسنده مسئول)؛ ۳- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شهید بهشتی تهران؛

۴- دانشیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید بهشتی تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۷

چکیده

قدرت شاخصی مهم برای پیشرفت ورزشکاران محسوب می‌شود و نوع تمرین مقاومتی نیز نقش مهمی در توسعه آن ایفا می‌کند؛ لذا هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین درونگرای ایزوتونیک در مقایسه با تمرین ایزوکیتیک بر حداکثر گشتاور ایزومتریک ارادی عضلات اکستنسور مفصل زانو بود. ۲۴ مرد فعال بهصورت تصادفی در سه گروه هشت‌نفری ایزوتونیک، ایزوکیتیک و کنترل قرار گرفتند. حداکثر گشتاور اکستنسوری ایزومتریک مفصل زانو قبل و بعد از یک دوره تمرین هشت هفته‌ای در گروه‌های تمرین و کنترل بهوسیله دینامومتر بایودکس اندازه‌گیری گردید. آزمون تی همبسته و تحلیل واریانس یک راهه برای تحلیل نتایج به کار گرفته شد ($\alpha=0.05$). نتایج نشان داد که میانگین حداکثر گشتاور ایزومتریک در هر دو گروه ایزوتونیک و ایزوکیتیک افزایش معناداری داشت؛ در حالی که بین گروه ایزوتونیک و ایزوکیتیک تفاوت معنادار نبود. بهنظر می‌رسد که هر دو تمرین ایزوتونیک و ایزوکیتیک باعث بهبود قدرت ایستا می‌گردند؛ اما از نظر بهبود قدرتی تفاوتی بین اثر این دو تمرین وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: تمرین درون گرای، ایزوتونیک، ایزوکیتیک، گشتاور ایزومتریک.

* Sadeghih@yahoo.com; +۹۱۲۲۴۵۳۱۷۵



The effect of eight weeks isotonic versus isokinetic training program on maximal voluntary isometric torque of knee extensor muscles in preferred and non-preferred limbs of active men

Peyman Aghaiee¹, Heidar Sadeghi^{2*}, Worya Tahmasbi³, Sajjad Ahmadizad⁴
1- MSc, Kharazmi University, 2- Professor, Kharazmi University, 3- PhD Student,
Shahid Beheshti University, 4- Associate Professor, Shahid Beheshti University

Abstract

strength is considered as an important index for athletes' progression and the type of resistive exercise has an important role in developing it. The aim of this study was to evaluate the effect of eight weeks of isotonic and isokinetic training on maximal voluntary isometric torque (MVIT) of knee extensor muscles. 24 active men randomly divided into three groups including: isotonic, isokinetic, and control groups. MVIT of knee joint or maximal voluntary isometric knee extensor torque in experimental and control groups were measured before and after eight weeks concentric exercise training; Dependent t-test and one-way-ANOVA were used for data analysis ($\alpha=0.05$). The results indicated that mean MVIT increased significantly in both isotonic and isokinetic groups; whereas there was no significant difference between two groups. According to the results, it seems that both isotonic and isokinetic training will improve static strength, but there is no difference between the effects of these two methods on strength improvement.

Keywords: concentric training, Isokinetic, Isokinetic, isometric torque.



Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

مقدمه

به طور کلی تمرینات قدرتی از نظر نوع انقباض به سه روش؛ ایزومنتریک (هم‌طول)، ایزوتونیک (هم‌تنش) و ایزوکینتیک تقسیم می‌شوند. این شیوه‌ها برای کاربردهای مختلفی از جمله طب ورزشی (تسانیکشی پس از بیک آسیب و جراحی) و افزایش عملکرد ورزشی (افزایش قدرت ورزشکاران نخبه) استفاده می‌شود. هر یک از این روش‌ها ویژگی‌های بیومکانیکی خاصی در سیستم اسکلتی-عضلانی به همراه دارد. در روش تمرین ایزومنتریک گروهی از عضلات مقابله مقاومت ثابت به کار گرفته می‌شود و بهبود قدرت عمدتاً در زاویه‌ای است که مفصل تمرین داده می‌شود. مزیت این تمرین در دسترس بودن آن در هر زمان و مکان است، ولی محدودیت‌هایی از جمله کاهش انگیزش (پیشرفت به وضوح قابل مشاهده نیست)، عدم افزایش انعطاف‌پذیری و منوعیت برای بیماران قلبی را به همراه دارد (هاکینن^۱ و همکاران، ۱۹۹۸). در تمرین قدرتی به روش ایزوتونیک (هم‌تنش) یک نیروی مقاوم در قسمتی از دامنه حرکتی جایه‌جا می‌شود. در این روش چون قدرت بیشینه در طول دامنه حرکت در نقاط گوناگون زاویه مفصل، یکسان نیست، بنابراین قدرت به بیشینه ممکن نمی‌رسد. قدرت بیشینه تنها در ضعیفترین زاویه از دامنه حرکت به دست می‌آید، در حالی که در سایر زوایای دامنه حرکت، انقباض کمتری از قدرت بیشینه انجام می‌شود. مزایای این تمرین استفاده از وزن بدن به عنوان نیروی مقاوم، افزایش انگیزش به دنبال مشاهده پیشرفت و تقویت بیشتر نقاط ضعیف است، اما اشکال این نوع تمرین این است که نقاط قوی به اندازه نقاط ضعیف تمرین داده نمی‌شود (ماتسون، کربوزک، فاتر و داویز، ۲۰۰۱). در تمرین به روش ایزوکینتیک با استفاده از دستگاه‌های ویژه‌ای، سرعت حرکت در تمام دامنه حرکتی مفصل ثابت نگه داشته می‌شود و نیروی مقاوم توسط دستگاه همواره تعییر می‌کند تا نیروی مقاوم بیشینه در هر زاویه اعمال شود که این ویژگی به عنوان یکی از مزایای تمرین ایزوکینتیک محسوب می‌شود؛ اما گران بودن، عدم دسترسی و سرعت ثابت این تمرین، معایب این شیوه تمرینی به حساب می‌آیند (کارپتیر، دوجاتو و هایبوت، ۱۹۹۹). در مجموع، این روش‌های تمرینی محدودیت‌های مکانیکی خاصی را فراهم می‌کند که احتمالاً مستلزم یک استراتژی عصبی متفاوت از سیستم عصبی-عضلانی برای اجرای حرکت می‌باشد.

محققان تأثیر هر یک از این شیوه‌های تمرینی را بر متغیرهای زیادی از جمله سازگاری‌های عصبی-عضلانی (رمود و همکاران، ۲۰۱۰؛ ووجتیز و همکاران، ۱۹۹۶)، ضربان قلب، فشار خون (اوکمن و اردمنیر، ۲۰۱۱؛ هوگست و همکاران، ۲۰۰۴؛ الامو، ۱۹۹۷)، حداکثر قدرت عضلانی (کووالسکی و همکاران، ۱۹۹۵؛ اسمنیت و ملتون، ۱۹۸۱) و فعالیت عضلانی (گویلهم و همکاران، ۲۰۱۱؛ کیم و یو، ۲۰۱۵) با یکدیگر مقایسه کرده‌اند.

-
1. Häkkinen
 2. Matheson
 3. Carpentier
 4. Remaud
 5. Wojtys
 6. Ökmen and Erdemir
 7. Huggett
 8. Iellamo
 9. Kovaleski
 10. Smith & Melton



Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

تأثیر هشت هفته تمرين درونگرای ایزوکینتیک در مقایسه با تمرين ایزوکینتیک ۵۷

اخیراً رمود و همكاران (۲۰۰۹) نشان دادند که در طی حرکت اکستشن زانو، فعالیت هر دو عضله چهار سر ران و همسترینگ در فعالیت ایزوکینتیک نسبت به ایزوکینتیک بیشتر می باشد (رمود، ۲۰۰۹). اگرچه مکانیسم دقیق هنوز واضح نیست، این یافته ها ممکن است که به الگوی فراخوانی واحد های حرکتی و نزخ تحریک آن ها مرتبط باشد (اسمیت و وستود، ۲۰۰۱؛ بنابراین پیش بینی می شود که برنامه تمرينات قدرتی به روش ایزوکینتیک و ایزوکینتیک منجر به سازگاری های عصبی عضلانی متفاوتی می شوند. تحقیقات متعددی نشان داد که هر دو شیوه ایزوکینتیک (اگارد و همكاران، ۲۰۰۲؛ نایت و کامن، ۲۰۰۱) و ایزوکینتیک (کویل^۱ و همكاران، ۱۹۸۱؛ سگر و همكاران، ۱۹۸۸) باعث بهبود قدرت می گردند. با این وجود مطالعات کمی سعی کرده است که تأثیر بخشی تمرينات ایزوکینتیک در مقایسه با تمرينات ایزوکینتیک را بر فاکتور قدرت برسی کنند؛ به علاوه بررسی های آن ها در رابطه با تأثیرات تمرين ایزوکینتیک در مقایسه با ایزوکینتیک بر بهبود قدرت متناظر بوده است. بدین صورت که بعضی از تحقیقات تمرين ایزوکینتیک (اسمیت و ملتون، ۱۹۸۱؛ ووجتیز و همكاران، ۱۹۹۶) و بعضی دیگر تمرين ایزوکینتیک (کووالسکی و همكاران، ۱۹۹۵؛ اوهاگان و همكاران، ۱۹۹۵) را در بهبود قدرت، مؤثرتر دانسته اند. این یافته های متناظر ممکن است از استانداردسازی این دو روش، نشأت گرفته باشد. در تحقیقات مذکور، از یک طرف، دلیل انتخاب اندازه سرعت زاویه ای برای تمرينات گروه ایزوکینتیک به ندرت گزارش شده است (اسمیت و ملتون، ۱۹۸۱؛ کووالسکی و همكاران، ۱۹۹۵؛ اوهاگون و همكاران، ۱۹۹۵؛ ووجتیز و همكاران، ۱۹۹۶؛ رمود و همكاران، ۲۰۱۰)، در حالی که چندین پژوهشگر گزارش کردند که سرعت زاویه ای در هر تمرين قدرتی، می تواند توسعه قدرت را تحت تأثیر قرار دهد و بیشترین افزایش قدرت، در تمرينات سرعتی گزارش شده است (بهمن و سال، ۱۹۹۳). از طرف دیگر، کار انجام شده در هر جلسه تمرينی برای هر دو گروه یکسان نبوده است و احتمالاً وجود اختلاف در مقدار کار انجام شده، بر تغیيرات قدرت پس از دوره تمرينی تأثیرگذار بوده است. اسمیت و ملتون (۱۹۸۱) پیشنهاد کردند که یک برابر سازی بر اساس مقدار کار انجام شده انجام شود، بدین صورت که به دستگاه ایزوکینتیک و ایزوکینتیک یک محاسبه گر کامپیوتروی کار وصل شود. اوهاگان و همكاران (۱۹۹۵) نیز سعی کردند که سرعت حرکات ایزوکینتیک را با استفاده از یک مترونوم به سرعت حرکات ایزوکینتیک نزدیک کنند. با این حال در سال های اخیر محققین از یک روش توسعه یافته برای استانداردسازی این دو روش تمرينی استفاده کرده اند. به طور مختصر در این روش مقدار کار خارجی انجام شده و میانگین سرعت زاویه ای بر اساس جلسات تمرينی ایزوکینتیک محاسبه می شود و تمرين ایزوکینتیک بر اساس آن استاندارد می شود (رمود و همكاران، ۲۰۰۹؛ گویلهم و همكاران، ۲۰۱۲)؛ در تحقیق حاضر نیز از این روش استفاده شده است. در تحقیق رمود و همكاران (۲۰۱۰) از

-
1. Guilhem
 2. Kim, Yoo
 3. Schmitz and Westwood
 4. Aagaard
 5. Knight and Kamen
 6. Coyle
 7. Seger
 8. O'hagan
 9. Behm and Sale



Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

این روش استانداردسازی استفاده شد و تفاوت معناداری در قدرت عضلانی گروه ایزوتونیک و ایزوکینتیک مشاهده نشد (رمود و همکاران، ۲۰۱۰).

برای مقایسه تمرینات ایزوتونیک و ایزوکینتیک بر حداکثر قدرت عضلانی پویا، باید یکی از دو روش ارزیابی قدرت به صورت ایزوتونیک یا ایزوکینتیک را انتخاب کرد؛ در حالی که این عمل باعث جهت‌گیری در نتایج خواهد شد. با توجه به اینکه همبستگی بالایی بین قدرت عضلانی ایستا و پویا وجود دارد (جونجا و همکاران، ۲۰۱۰) برخی از محققین برای برطرف کردن این مشکل، تأثیر این دو تمرین مقاومتی (ایزوتونیک و ایزوکینتیک) را بر حداکثر گشتاور ایزومتریک ارادی^۱ ایزومتریک بررسی کرده‌اند. به عنوان مثال، کوالاسکی و همکاران (۱۹۹۵) برای مقایسه این دو روش تمرینی پویا در بهبود قدرت، حداکثر گشتاور ایزومتریک اکسنسوری مفصل زانو را مورد بررسی قرار دادند (کوالاسکی و همکاران، ۱۹۹۵).

با توجه به اهمیت تمرین مقاومتی برای ورزشکاران، محدود بودن تحقیقات انجام شده، تناقض بین نتایج و تفاوت پروتکل‌های تمرین، در تحقیق حاضر تأثیر تمرینات مقاومتی درونگرا به دو شیوه ایزوتونیک و ایزوکینتیک بر حداکثر گشتاور اکسنسوری ایزومتریک مفصل زانو در پای برتر و غیربرتر مردان فعل مورد بررسی قرار گرفت.

روش شناسی

این پژوهش کاربردی و به صورت نیمه تجربی است. دانشجویان تربیت بدنی دانشگاه شهید بهشتی که طی دو سال گذشته فعالیت ورزشی منظم داشتند، جامعه آماری این پژوهش را تشکیل دادند و نمونه‌ای ۲۴ نفری از آنها با میانگین سن $۱/۷ \pm ۱/۲$ سال؛ قد $۱۷۸/۱۵ \pm ۵/۲$ سانتی متر و وزن $۷۳/۵ \pm ۱۰/۲$ کیلوگرم به دو شیوه ایزوتونیک و ایزوکینتیک در دسترس برگزیده شدند. آزمودنی‌های تحقیق هیچ‌گونه سابقه جراحی و آسیب‌دیدگی (طی چند سال اخیر) در اندام تحتانی نداشتند. پس از آشنایی آزمودنی‌ها با تحقیق، فرم رضایت‌نامه فردی را تکمیل کردند. آمادگی آن‌ها برای شرکت در فعالیت ورزشی بر اساس پرسشنامه PARQ^۲ بررسی شد و در صورت عدم آمادگی از پژوهش حذف شدند. از آزمودنی‌ها خواسته شد در طی این دوره از انجام تمرین منظم و هرگونه فعالیت ورزشی سنگین خودداری کنند. پس از انتخاب آزمودنی‌ها، ابتدا پای برتر و غیر برتر هر فرد توسط آزمون شوت کردن توب مشخص گردید (یئو و همکاران، ۲۰۱۱) و سپس آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در سه گروه ایزوتونیک، ایزوکینتیک و کنترل (هر گروه هشت نفر) قرار گرفت. لازم به ذکر است که گروه‌ها از لحاظ متغیرهای شاخص توده بدنی^۳ و MVIT70 مفصل زانو همگن بودند.

آزمون‌ها و جلسات تمرین ایزوتونیک و ایزوکینتیک بر روی دینامومتر بایودکس چهار پیشرفتة^۴ (ساخت آمریکا) انجام شد. در شیوه ایزوتونیک آزمودنی باستی برای شروع حرکت و سرعت بخشیدن به حرکت در کل دامنه، بر مقاومت پیش بار که بر اساس درصدی از MVIT70 می‌باشد، غلبه نمایند. هرگونه افزایشی در نیروی اعمال شده توسط آزمودنی به وسیله دینامومتر جذب می‌شود و مستقیماً به طور متناسب باعث افزایش سرعت و شتاب حرکت

1. Juneja
2. Maximal Voluntary Isometric Torque at 70°:MVIT70°
3. Physical Activity Readiness Questionnaire
4. Body Mass Index
5. Biodex Medial System 4 Pro, Shirley, NY



Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

تأثیر هشت هفته تمرین درونگرای ایزوتونیک در مقایسه با تمرین ایزوکیتیک ۵۹

می شود. بنابراین فعالیت ایزوتونیک با استفاده از دینامومتر در مقایسه با روش متعارف فعالیت ایزوتونیک که شامل بلند کردن بار ثابت در کل دامنه حرکتی است، باعث فراهم کردن یک میانگین افزایش سرعت و توان مشابه می شود (کووالسکی و همکاران، ۱۹۹۵). محور چرخش موتور دینامومتر با محور آناتومیک زانو تنظیم شد و هر پا به قسمت متحرک بازویی محرك دینامومتر (۵ سانتی متر بالاتر از مفصل مچ پا) بسته شد. دامنه حرکتی زانو 25° - 10.5° = موقعیت پا در حالت افقی است) بود تا اطمینان حاصل شود که فرد قادر به انجام حرکت در تمام دامنه حرکتی به خصوص برای انقباض ایزوتونیک می باشد. در طی انقباض های عضلانی از افراد خواسته شد که بازو های خود را به صورت ضربه ری از روی سینه عبور دهند (رمود و همکاران، ۲۰۱۰). شرایط ارگومتر و وضعیت نشستن در طی جلسه آشنا سازی ثبت شد تا برای هر جلسه دوباره از همان شرایط و وضعیت ها استفاده شود.

برای تعیین MVIT70 اکستنسور مفصل زانو، سه کوشش پنج ثانیه ای با فاصله زمانی ۱۵ ثانیه انجام شد و میانگین این سه کوشش به عنوان MVIT70 محسوب شد. اکستنسور مفصل زانو در نظر گرفته شد. گرم کردن عمومی در ابتدای هر جلسه تمرینی، با رکاب زدن آزمودنی ها به مدت ۵ دقیقه، با شدت ۱۰۰ وات بر روی دوچرخه کارستنج (مونارک، مدل ای ۸۳۹) انجام شد. هر دو پا برای انجام فعالیت های ایزوتونیک و ایزوکیتیک مورد استفاده قرار گرفت. هنگام فعالیت ابتدا پای برتر و سپس پای دیگر فعالیت داشت.

آزمودنی ها به مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته و در مجموع ۲۴ جلسه) به انجام تمرینات مربوط پرداختند. در هر جلسه فعالیت تمرینی ایزوتونیک پنج سرتاسری، هشت تکراری انقباض درون گرای پایی برتر در درصد MVIT70 با یک دقیقه استراحت بین سرتاسرها، انجام شد. سطح گشتوار از پیش تعیین شده به صورت فراینده در طی دوره تمرینی اضافه شده است. برای این منظور ارزیابی جدید MVIT70 در طی جلسه 12° انجام شد. جلسات تمرین ایزوتونیک 13 الی 18 ، بر اساس 40% MVIT70 جدید اجرا شد. همچنین گشتوار از پیش تعیین شده برای جلسات تمرین ایزوتونیک 19 الی 24 ، حدود 10 درصد افزایش یافت (رمود و همکاران، ۲۰۱۰). هر جلسه تمرین ایزوکیتیک شامل 5 سرتاسر n تکراری که کار انجام شده در هر سرتاسر با میانگین کار انجام شده در گروه ایزوکیتیک برابر شود) حداکثر انقباض درون گرای پایی برتر در سرعت از پیش تعیین شده بین 15.0° و 19.0° بر ثانیه بود. پس از هر حرکت ایزوتونیک و ایزوکیتیک قسمت پایین پا به صورت غیرفعال به موقعیت شروع حرکت باز می گشت. گروه کنترل در این مدت هیچ گونه تمرین بدنی منظمی نداشتند و فعالیت روزمره عادی خود را انجام دادند.

استاندارد سازی جلسات ایزوتونیک و ایزوکیتیک بر اساس میزان کار (بر حسب ژول) و سرعت زاویه ای انجام شد (رمود و همکاران، ۲۰۰۹). بین منظور جلسات تمرینی گروه ایزوکیتیک یک هفتاه بعد از گروه ایزوتونیک انجام شد. به عنوان مثال در جلسه اول گروه ایزوتونیک 5 سرتاسر هشت تکراری بیشینه با شدت 40 درصد MVIT70 انجام دادند و میانگین سرعت زاویه ای 16.5 درجه بر ثانیه) و میانگین مقدار کار انجام شده (0.0 ژول) در سرتاسه محاسبه شد. برای جلسه تمرینی گروه ایزوکیتیک، سرعت زاویه ای مشابه با میانگین گروه ایزوتونیک تنظیم شد و آزمودنی ها باید تکرارهای حداکثری انجام می دادند تا کار انجام شده در هر سرتاسر با میانگین محاسبه شده در گروه ایزوتونیک برابر شود. میانگین سرعت زاویه ای برای جلسات تمرینی یک تا دوازده، سیزده تا هجده و نوزده تا بیست و چهار به ترتیب 15.0 ، 19.0 و 18.5 درجه در ثانیه بود. همچنین میانگین کار انجام شده در جلسات یک تا دوازده 1100 ، جلسات سیزده تا هجده 1400 و برای جلسات نوزده تا بیست و چهار 1500 ژول محاسبه گردید.



Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

۶۰ □ مطالعات کاربردی تدرستی در فیزیولوژی ورزش/سال دوم/شماره دوم /۱۳۹۴

از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف به منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و از میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف اطلاعات استفاده شد. برای مقایسه درون گروهی از آزمون تی همبسته و برای مقایسه بین گروه‌ها، از آزمون تحلیل واریانس یک راهه بر تفاصل بین حداکثر گشتاور ایزو متريک ارادی قبل و بعد از دوره تمرین، برای هر سه گروه (گروه کنترل، تمرین نداشته است) استفاده شد ($\alpha=0.05$) و پس از بررسی پیش‌فرض‌های لازم، از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

یافته‌ها

اطلاعات مرتبط با میانگین MVIT70 آزمودنی‌ها نشان می‌دهد که در مرحله پیش‌آزمون علی‌رغم عدم تفاوت معنادار در میانگین‌ها و همگن بودن گروه‌ها، گروه کنترل به لحاظ میانگین مقادیر بیشتری را در پای برتر (۲۹۲/۷۰ نیوتن. متر) و غیربرتر (۲۹۰/۰۸ نیوتن. متر) کسب کرده‌اند. در حالی که در مرحله پس‌آزمون، گروه ایزوکیتیک بیشترین میانگین را در هر دو پای برتر و غیر برتر (به ترتیب ۳۱۸/۳۸ و ۳۱۸/۵۵ نیوتن. متر) به دست آوردند. نتایج MVIT70 قبل و بعد از هشت هفته تمرین (گروه کنترل بدون تمرین)، برای هر سه گروه ایزوتوپیک، ایزوکیتیک و کنترل، در جدول ۱ گزارش شده است.

نتایج مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه نیز نشان داد (جدول ۱) که اختلاف معناداری بین میانگین گروه‌ها قبل و بعد از دوره تمرینی وجود دارد؛ به عبارت دیگر، به جز گروه کنترل که تفاوت معناداری بین میانگین پیش و پس‌آزمون نداشت (مقدار $P \geq 0.05$) برای پای برتر و غیربرتر (۰/۲۱ و ۰/۳۱)، دو گروه ایزوکیتیک ($P \leq 0.05$) برای پای برتر و غیر برتر به ترتیب (۰/۰۰۴ و ۰/۰۰۴) و ایزوتوپیک ($P \leq 0.05$) برای پای برتر و غیر برتر به ترتیب (۰/۰۰۹ و ۰/۰۱) تفاوت معناداری نشان دادند.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد (انحراف استاندارد میانگین) MVIT70 قبل و بعد از دوره تمرین و اختلاف این دو مقدار (بر حسب نیوتن. متر، آزمون تی همبسته)

مقدار P	تفاوت نمرات	زمان اندازه‌گیری		گروه‌ها
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	
۰/۰۰۴	$۴۴/۸۷ \pm ۳۰/۵۶$	$۳۱۸/۳۸ \pm ۴۰/۳۱$	$۲۷۳/۵۰ \pm ۳۷/۰۸$	پای برتر
۰/۰۰۰	$۵۶/۶۷ \pm ۲۱/۸۲$	$۳۲۴/۵۵ \pm ۳۸/۳۰$	$۲۶۷/۸۸ \pm ۲۷/۵۰$	پای غیر برتر
۰/۰۰۹	$۵۰/۷۰ \pm ۳۹/۸۸$	$۳۰۴/۹۲ \pm ۵۹/۳۲$	$۲۵۴/۲۲ \pm ۵۰/۹۱$	پای برتر
۰/۰۰۱	$۶۰/۱۱ \pm ۳۱/۰۶$	$۳۰۹/۹۴ \pm ۶۳/۸۲$	$۲۴۹/۸۲ \pm ۵۰/۷۸$	پای غیر برتر
۰/۲۱	$-۵/۰۰ \pm ۱۰/۳۱$	$۲۸۷/۷۰ \pm ۵۴/۴۲$	$۲۹۲/۷۰ \pm ۵۴/۲۳$	پای برتر
۰/۳۱	$۲/۸۶ \pm ۷/۴۳$	$۲۹۲/۹۴ \pm ۴۶/۴۵$	$۲۹۰/۰۸ \pm ۳۹/۵۳$	پای غیر برتر

نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس یک‌سویه به منظور بررسی تفاوت‌های بین گروهی در جدول ۲ آورده شده است. نتایج آزمون، نشان‌دهنده تفاوت معنادار در پای راست سه گروه ایزوکیتیک، ایزوتوپیک و کنترل می‌باشد ($P=0.002$). به طور مشابه، نتایج در پای چپ نیز معنادار یافت شد ($P=0.000$). استفاده از آزمون تعقیبی توکی



Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

تأثیر هشت هفته تمرین درونگرای ایزوتونیک در مقایسه با تمرین ایزوکیتیک ۶۱

نشان داد که در پای برتر و غیربرتر، بین گروههای ایزوتونیک و ایزوکیتیک با گروه کنترل تفاوت معنادار وجود دارد (جدول ۳) در حالی که بین دو گروه ایزوتونیک و ایزوکیتیک تفاوت معنادار نبوده است ($P \geq 0.05$).

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس بکراهه بر روی تفاوت بین میانگین‌های حداکثر گشتاور ایزومتریک ارادی عضلات اکستنسور مفصل زانو قبل و بعد از تمرین (بر حسب نیوتون.متر) در سه گروه ایزوتونیک، ایزوکیتیک و کنترل

			مقدار F	معناداری	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	
۰/۰۰۲	۸/۵۴	۷۴۹۸/۵۸	۴	۱۴۹۹۷/۱۶	بین گروهها	پای	درون گروهها	پای
		۸۷۷/۰۸	۲۱	۱۸۴۱۸/۷۵	درون گروهها			
		---	۲۳	۲۶۹۶۸/۸۵	کل			
۰/۰۰۰	۱۶/۵۳	۸۲۴۶/۸۸	۲	۱۶۴۹۳/۷۷	بین گروهها	پای	درون گروهها	پای
		۴۹۸/۸۱	۲۱	۱۰۴۷۵/۰۸	درون گروهها			
		---	۲۳	۲۶۹۶۸/۸۵	کل			

جدول ۳. نتایج حاصل از آزمون تعقیبی برای پای برتر و غیر برتر

معناداری	خطای استاندارد	تفاوت میانگین‌ها	متغیر/گروهها
۰/۹۱۹	۱۴/۸۰	-۵/۸۲	ایزوکیتیک
۰/۰۰۸	۱۴/۸۰	۴۹/۸۷	کنترل
۰/۹۱۹	۱۴/۸۰	۵/۸۲	ایزوکیتیک
۰/۰۰۳	۱۴/۸۰	۵۵/۷۰	کنترل
۰/۹۴۹	۱۱/۱۶	-۳/۴۳	ایزوکیتیک
۰/۰۰۰	۱۱/۱۶	۵۳/۸۱	کنترل
۰/۹۴۹	۱۱/۱۶	۳/۴۳	ایزوکیتیک
۰/۰۰۰	۱۱/۱۶	۵۷/۲۵	کنترل

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین درونگرای ایزوتونیک در مقایسه با تمرین ایزوکیتیک بر حداکثر گشتاور ایزومتریک ارادی عضلات اکستنسور مفصل زانو بود. یافته‌های کلی تحقیق نشان داد که هر دو شیوه تمرینی ایزوتونیک و ایزوکیتیک، موجب بهبود قدرت ایستا شده است؛ بدون اینکه هیچ تفاوت معناداری بین این دو شیوه تمرینی وجود داشته باشد.

همان‌طور که در بخش مقدمه عنوان شد، مطالعات پیشین سعی داشته است تا اثرات این دو شیوه تمرین را مقایسه کند، اما نتایج آن‌ها تناقض و ابهام بسیار زیادی دارد (اسمیت و ملتون، ۱۹۸۱؛ کوالسکی و همکاران، ۱۹۹۵؛ وجتیز و همکاران، ۱۹۹۶؛ اوهاگون و همکاران، ۱۹۹۵؛ رمود و همکاران، ۲۰۱۰). بهر حال تجزیه و تحلیل نتایج پیشین این پاسخ را به ذهن متبارد می‌کند که این تفاوت در یافته‌ها ممکن است بهدلیل اختلاف جزئی در شیوه اجرایی پژوهش باشد. در اکثر تحقیق‌های پیشین این دو شیوه تمرین، بر اساس تعداد استها و تکرارهای برابر،



Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

۶۴ □ مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش/سال دوم/شماره دوم/ ۱۳۹۴

استاندارد شده‌اند (کوالسکی و همکاران، ۱۹۹۵؛ اوهاگون و همکاران، ۱۹۹۵؛ وجتیز و همکاران، ۱۹۹۶). در حالی که کل کار انجام شده در هر جلسه تمرینی برای هر دو گروه یکسان نبوده است و احتمالاً وجود اختلاف در مقدار کار انجام شده، بر تغییرات قدرت پس از دوره تمرینی تأثیرگذار بوده است. به علاوه چندین پژوهشگر گزارش کردند که سرعت زاویه‌ای در هر تمرین قدرتی، می‌تواند توسعه قدرت را تحت تأثیر قرار دهد و بیشترین افزایش قدرت، در تمرینات سرعتی گزارش شده است؛ که ممکن است، سازگاری‌های عصبی، تغییرات معماری (ساختاری) و ویژگی‌های انتباختی عضله علت این امر باشد (بهمن و سال، ۱۹۹۳). در تحقیقات مذکور، دلیل انتخاب اندازه سرعت زاویه‌ای برای تمرینات گروه ایزوکیتیک به‌ندرت گزارش شده است (اسمیت و ملتون، ۱۹۸۱؛ کوالسکی و همکاران، ۱۹۹۵؛ اوهاگون و همکاران، ۱۹۹۵؛ وجتیز و همکاران، ۱۹۹۶) و به نظر می‌رسد که این مقدار با میانگین سرعت زاویه‌ای در گروه ایزوتونیک یکسان نبوده است؛ بنابراین در تحقیق حاضر روش استانداردسازی بر اساس مقدار کل کار انجام شده و میانگین سرعت زاویه‌ای می‌باشد.

رمود و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی مشابه با پژوهشی مذکور در پژوهشی مشابه با مقایسه اثرات دو نوع تمرین درون‌گرای ایزوتونیک و ایزوکیتیک بر حداکثر گشتاور اکستنسوری مفصل زانوی ۳۰ مرد جوان غیر فعال پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد میانگین MVIT70 برای دو گروه ایزوکیتیک و ایزوتونیک افزایش معناداری (به ترتیب ۱۳/۳ و ۷/۶ درصد) داشته‌است، اما تفاوت معناداری در گروه کنترل مشاهده نشده است. اگرچه گروه ایزوکیتیک افزایش بیشتری نسبت به گروه ایزوتونیک داشته است، اما تفاوت بین دو گروه ایزوکیتیک و ایزوتونیک معنادار نبوده است (رمود و همکاران، ۲۰۱۰)، با توجه به اینکه پروتکل تحقیق حاضر با تحقیق رمود و همکاران مشابه بوده است، به نظر می‌رسد که سطح فعالیت آزمودنی‌ها بر این تحقیق اثر قابل توجهی نداشته است و نتایج برای افراد غیرفعال و فعال مشابه بوده است. در تحقیق دیگری کوالسکی و همکاران (۱۹۹۵) اثر شش هفته تمرین مقاومتی ایزوتونیک (با شدت ۲۵ درصد حداکثر گشتاور ایزومنتریک در زاویه ۷۰ درجه اکستنشن زانو) و ایزوکیتیک با سرعت متوسط تا بالا (۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰ و ۲۱۰ درجه در ثانیه) را بر حداکثر گشتاور ایزومنتریک مفصل زانو در زوایای ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۹۰ درجه را روی ۲۲ مرد و ۱۰ زن بررسی کردند. نتیجه پژوهش آن‌ها نشان داد که در زاویه ۷۰ درجه گروه ایزوتونیک، گشتاور ایزومنتریک بزرگتر از گروه ایزوکیتیک و کنترل تولید کردند، گروه ایزوکیتیک نیز گشتاور ایزومنتریک بزرگتر از گروه کنترل تولید و در زوایای ۱۰، ۳۰ و ۵۰ درجه گروه ایزوتونیک، گشتاور ایزومنتریک بیشتری از گروه کنترل تولید کرده است (کوالسکی و همکاران، ۱۹۹۵). به طریق مشابه، اوهاگان و همکاران (۱۹۹۵) به بررسی اثرات ۲۰ هفته تمرین ایزوتونیک (۷۰ درصد یک تکرار بیشینه) در مقایسه با تمرین ایزوکیتیک (سرعت ۴۰ درجه در ثانیه) پرداختند و نتیجه گرفتند که در بهبود قدرت عضلانی تمرین ایزوتونیک مؤثرتر می‌باشد. بهر حال نتایج این دو تحقیق، با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد که علت احتمالی این اختلاف ممکن است، جنسیت آزمودنی‌ها باشد؛ زیرا آزمودنی‌های آنان را زنان و مردان تشکیل دادند. ضمن اینکه در تحقیق آن‌ها، همسان‌سازی بر اساس تعداد ست و تکرارهای برابر انجام شده است که با تحقیق حاضر متفاوت است و نمی‌توان آن را تادیده گرفت.

همچنین در مطالعات دیگری اسمیت و ملتون (۱۹۸۱) نتیجه گرفتند که یک دوره تمرین ایزوکیتیک با سرعت پایین (۳۰، ۶۰ و ۹۰ درجه بر ثانیه) یا سرعت بالا (۱۸۰، ۲۴۰ و ۳۰۰ درجه بر ثانیه) از تمرین ایزوکیتیک (۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) در توسعه قدرت مؤثرتر می‌باشد (اسمیت و ملتون، ۱۹۸۱)؛ و یافته‌های وجتیز و همکاران (۱۹۹۶) نیز به نتایج مشابهی در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه و شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه منجر شد (وجتیز و



Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

تأثیر هشت هفته تمرین درونگرای ایزوتونیک در مقایسه با تمرین ایزوکیتیک ۶۳

همکاران، ۱۹۹۶). در این تحقیقات نیز سرعت زاویه‌ای و کار در هر دو تمرین یکسان‌سازی نشده‌اند که احتمالاً سبب تناقض در مطالعات آن‌ها با مطالعه حاضر شده است.

مقالات متعددی گزارش کرده‌اند که تمرینات ایزوکیتیک باعث تقویت عضلات اکستنسور مفصل زانو در همه زوایای دامنه حرکتی می‌شود (بهترین شیوه برای بهبود قدرت در زاویه‌ای که زانو بیشترین قدرت بازکندگی را دارد) در حالی که در تمرینات ایزوتونیک بیشترین تقویت عضلات اکستنسور مفصل زانو در ضعیفترین زوایای دامنه حرکتی ایجاد می‌شود (کارپیتیر^۱ و همکاران، ۱۹۹۸؛ هاکیان و همکاران، ۱۹۹۹؛ ماتسون^۲ و همکاران، ۲۰۰۱) و با توجه به اینکه حداکثر گشتاور اکستنسور ایزومنتریک مفصل زانو در زوایای ۵۰° تا ۸۰° درجه حاصل می‌شود (واتسیس^۳، ۲۰۰۹، ص ۷۸۶)، لذا انتظار داشتیم که در این تحقیق، تمرینات ایزوکیتیک اثر بیشتری بر قدرت ایزومنتریک در زاویه ۷۰ درجه داشته باشد؛ اما نتایج این چنین نبود و تفاوت معناداری بین این دو تمرین مشاهده نشد. نمی‌توان این موضوع را نادیده گرفت که بهدلیل محدودیت در تحقیق حاضر، قدرت ایستا فقط در زاویه ۷۰ درجه اندازه‌گیری شده و شاید برای توضیح این تناقض اطلاعات کافی در دسترس نباشد. با این وجود، تعداد آزمودنی‌ها، انگیزه آن‌ها، سن، جنسیت، تغذیه و دیگر عواملی که نمی‌توان آنها را به طور کامل کنترل کرد، می‌تواند بر این یافته‌ها اثر منفی گذاشته باشد.

همان‌طور که در یافته‌ها نیز گزارش شد، MVIT70 گروه ایزوتونیک و ایزوکیتیک پس از هشت هفته تمرین مربوطه، افزایش معناداری داشته است که اکثر گزارشات اخیر نیز این مطلب را تأیید می‌کنند (اسمیت و ملتون، ۱۹۸۱؛ کووالسکی و همکاران، ۱۹۹۵؛ نایت و کامن، ۲۰۰۱؛ آگارد و همکاران، ۲۰۰۲؛ رمود و همکاران، ۲۰۱۰). علاوه بر پژوهش‌های ذکر شده، آگارد و همکاران تأثیر تمرین مقاومتی را روی میزان توسعه نیرو و سازگاری‌های عصبی بررسی کردند. در این تحقیق به عضلات اکستنسور مفصل زانوی ۱۵ آزمودنی مرد به مدت ۱۴ هفته تمرین مقاومتی داده شد و میانگین MVIT70 از ۳۹۲/۱ به ۳۳۹/۰ نیوتون.متر به صورت معناداری افزایش پیدا کرد (آگارد و همکاران، ۲۰۰۲).

با توجه به نتایج تحقیق می‌توان گفت که هر دو شیوه تمرین ایزوتونیک و ایزوکیتیک باعث بهبود قدرت ایستای مردان فعال می‌شود و تفاوتی بین این دو روش تمرینی وجود ندارد. البته باید در نظر داشت که این دو شیوه تمرینی، برای بهبود قدرت ایستا، نتایج یکسانی داشتند و در مورد بهبود قدرت پویا و همچنین مزایای درمانی این دو شیوه تمرینی نمی‌توان ادعایی داشت.

تشکر و قدردانی

در پایان لازم است از تمامی آزمودنی‌ها که به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند، قدردانی شود. همچنین از همکاری بی‌دریغ آقای سیروس شیخی در آزمایشگاه دانشگاه شهید بهشتی سپاسگزاری می‌گردد.

-
1. Carpentier
 2. Matheson
 3. Oatis



Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

منابع

1. Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyrhøj Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4): 1318-1326.
2. Behm, D., & Sale, D. (1993). Velocity specificity of resistance training. *Sports Medicine*, 15(6): 374-388.
3. Carpentier, A., Duchateau, J., & Hainaut, K. (1999). Load-dependent muscle strategy during plantarflexion in humans. *Journal of electromyography and kinesiology*, 9(1): 1-11.
4. Coyle, E. F., Feiring, D., Rotkis, T., Cote, R., Roby, F., Lee, W., & Wilmore, J. (1981). Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training. *Journal of Applied Physiology*, 51(6): 1437-1442.
5. Guilhem, G., Cornu, C., & Guével, A. (2011). Muscle architecture and EMG activity changes during isotonic and isokinetic eccentric exercises. *European journal of applied physiology*, 111(11): 2723-2733.
6. Guilhem, G., Cornu, C., & Guével, A. (2012). A methodologic approach for normalizing angular work and velocity during isotonic and isokinetic eccentric training. *Journal of athletic training*, 47(2): 125.
7. Häkkinen, K., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., Mälkiä, E., Kraemer, W.J., Newton, R.U.Alen, M. (1998). Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *Journal of Applied Physiology*, 84(4): 1341-1349.
8. Huggett, D. L., Elliott, I. D., Overend, T. J., & Vandervoort, A. A. (2004). Comparison of heart-rate and blood-pressure increases during isokinetic eccentric versus isometric exercise in older adults. *Journal of aging and physical activity*, 12(2): 157-169.
9. Iellamo, F., Legramante, J. M., Raimondi, G., Castrucci, F., Damiani, C., Foti, C., Peruzzi, G., Caruso, I. (1997). Effects of isokinetic, isotonic and isometric submaximal exercise on heart rate and blood pressure. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 75(2): 89-96.
10. Juneja, H., Verma, S., & Khanna, G. (2010). Isometric Strength and Its Relationship to Dynamic Performance: A Systematic. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 6(2): 60-69.
11. Kim, M.-K., & Yoo, K.-T. (2015). Effect of isotonic and isokinetic exercise on muscle activity and balance of the ankle joint. *Journal of physical therapy science*, 27(2): 415.
12. Knight, C., & Kamen, G. (2001). Adaptations in muscular activation of the knee extensor muscles with strength training in young and older adults. *Journal of electromyography and kinesiology*, 11(6): 405-412.
13. Kovaleski, J. E., Heitman, R. H., Trundle, T. L., & Gilley, W. F. (1995). Isotonic preload versus isokinetic knee extension resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(6): 895-899.



Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

تأثیر هشت هفته تمرین درونگرای ایزوتونیک در مقایسه با تمرین ایزوکینتیک ۶۵

14. Matheson, J. W., Kerozek, T. W., Fater, D., & Davies, G. J. (2001). Electromyographic activity and applied load during seated quadriceps exercises. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(10): 1713-1725.
15. O'hagan, F., Sale, D., MacDougall, J., & Garner, S. (1995). Response to resistance training in young women and men. *International journal of sports medicine*, 16(05): 314-321.
16. Ókmen, A., & Erdemir, İ. (2011). Effects of isokinetic and isotonic training programmes on heart rate and blood pressure in high school students. *Biomedical Human Kinetics*, 3: 82-85.
17. Oatis, C. *Kinesiology: the mechanics and pathomechanics of human movement*, ed 2, Baltimore, 2009: Lippincott Williams & Wilkins, 786.
18. Pipes, T. V., & Wilmore, J. H. (1974). Isokinetic vs isotonic strength training in adult men. *Medicine and science in sports*, 7(4): 262-274.
19. Remaud, A., Cornu, C., & Guével, A. (2009). Agonist muscle activity and antagonist muscle co-activity levels during standardized isotonic and isokinetic knee extensions. *Journal of electromyography and kinesiology*, 19(3): 449-458.
20. Remaud, A., Cornu, C., & Guével, A. (2010). Neuromuscular adaptations to 8-week strength training: isotonic versus isokinetic mode. *European journal of applied physiology*, 108(1): 59-69.
21. Seger, J. Y., Arvidsson, B., & Thorstensson, A. (1998). Specific effects of eccentric and concentric training on muscle strength and morphology in humans. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 79(1): 49-57.
22. Schmitz, R.J., & Westwood, K.C. (2001). Knee extensor electromyographic activity-to-work ratio is greater with isotonic than isokinetic contractions. *Journal of athletic training*, 36(4): 384.
23. Smith, M.J., & Melton, P. (1981). Isokinetic versus isotonic variable-resistance training. *The American journal of sports medicine*, 9(4): 275-279.
24. Wojtys, E. M., Huston, L. J., Taylor, P. D., & Bastian, S. D. (1996). Neuromuscular adaptations in isokinetic, isotonic, and agility training programs. *The American journal of sports medicine*, 24(2): 187-192.
25. Yeow, C. H., Lee, P. V. S., & Goh, J. C. H. (2011). An investigation of lower extremity energy dissipation strategies during single-leg and double-leg landing based on sagittal and frontal plane biomechanics. *Hum Mov Sci*, 30(3): 624-635.



Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University