Archive of SID

The Effect of Four Weeks Core Stability Training on Some Lower Extremity Kinematical Variables in Girl Athletes with Functional Ankle Instability During Single-Leg Drop Landing Task

Pirmohammadi N[1], Shirzad Araghi E[2], Minoonejad H[3], Sebyani M[4]

Abstract

Purpose: Functional ankle instability is one of the most common residual and debilitating symptoms of acute ankle sprain which usually makes the athlete to be out of training program for a while. This study aimed to investigate the effect of four weeks core stability training on some lower extremity kinematics variables in athletes with functional ankle instability during a single-leg drop landing task

Method: In this semi-experimental research, study population included 24 athletes with functional ankle which were divided into two experimental (n=12), and control (n=12) groups. To assess the drop-landing task with functional instability foot,240 Hz frequency motion analysis system was used. The recorded movements were analyzed by Nexus 2.6 version. The hip, knee, and ankle angles were extracted on the sagittal plane, and finally, repeated measure ANOVA and Bonferroni posthoc were used to compare two groups ($p\leq0.05$).

Result: There was no significant difference in the angle of the ankle after four weeks training ($p\geq0.05$). However, in the angle of the hip and knee were found a significant difference from pretest to post-test ($p\leq0.05$)

Conclusion: The results indicated that four weeks core stability training improves kinematics of landing in athletes with functional ankle instability, and it seems that these exercises can be a method of preventing re-injury of the ankle.

Keywords: Core stability training, Functional ankle instability, Kinematics, Lower extremity

Received: 2019.12.07 Accepted: 2020.07.11

اثر چهار هفته تمرینات ثبات مرکزی بر روی برخی از متغیرهای کینماتیکی اندام تحتانی ورزشکاران دختر دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا حین تکلیف افت فرود تک پا

نرگس پیرمحمدی[۱]، الهام شیرزاد عراقی[۲]، هومن مینونژاد[۳]، مسعود صبیانی[۴]

هدف: بی ثباتی مچ پا یکی از شایع ترین عوارض ناتوان کننده پیچ خوردگی حاد مچ پا است که غالبا به دور ماندن ورزشکار از فعالیت های ورزشی منجر می شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر ۴ هفته تمرینات ثبات مرکزی بر برخی متغیرهای کینماتیکی اندام تحتانی ورزشکاران دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا در حین تکلیف افت-فرود تک پا بود.

روش بررسی: در این تحقیق نیمه تجربی تعداد ۲۴ ورزشکار مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا در دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و گروه کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند و ۴ هفته تمرینات ثبات مرکزی را انجام دادند . ارزیابی حرکت افت-فرود با پای دارای بی‌ثباتی عملکردی، با استفاده از سیستم آنالیز حرکت وایکان (Vicon) با فرکانس ۲۴۰ هرتز ثبت شد. حرکات ثبت شده به و سیله نرم‌افزار Nexus ورژن ۲/۶ تحلیل شد. زوایای ران، زانو و مچ پا در صفحه سهمی ا ستخراج شد. در نهایت دو گروه توسط آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی مقایسه شدند ($p\leq۰/۰۵$).

یافته ها: نتایج تفاوت معنی داری در زاویه مچ پا پس از ۴ هفته تمرین نشان نداد ($p\geq۰/۰۵$). اما در زوایای ران و زانو و همچنین نمره استقامت تنه مک گیل (McGill) تفاوت معنی داری از پیش آزمون تا پس آزمون یافت شد ($p\leq۰/۰۵$).

نتیجه گیری: نتایج نشان داد ۴ هفته تمرینات ثبات مرکزی موجب بهبود کینماتیک فرود در افراد دارای بی ثباتی عملکردی

www.SID.ir

Archive of SID

مچ پا شد، به نظر می رسد می توان از این تمرینات به عنوان روشی برای جلوگیری از پیچ‌خوردگی مجدد مچ پا استفاده کرد.

کلمات کلیدی : تمرینات ثبات مرکزی، بی‌ثباتی عملکردی مچ پا، کینماتیک، اندام تحتانی
نویسنده مسئول: الهام شیرزاد عراقی eshirzad@ut.ac.ir، ORCID: 0000-0002-8683-473X
آدرس: تهران، خیابان کارگر شمالی، امیرآباد شمالی، نبش کوچه ۱۵، دانشگاه تهران، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی
۱- کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴- استادیار گروه طب ورزش و بهداشت، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی ، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳- دانشیار گروه طب ورزش و بهداشت، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی ، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲- دانشجوی دکتری گروه طب ورزش و بهداشت، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مقدمه

مفصل مچ پا از شایع ترین مفاصل آسیب‌پذیر در فعالیت-های ورزشی و زندگی روزمره است (۱) به گونه ای که پیچ‌خوردگی این مفصل حدود ۲۰ درصد کل صدمات ورزشی را شامل می شود (۲). در ورزشکاران، آسیب دیدگی مجموعه رباط‌های خارجی مفصل مچ پا، بسیار شایع بوده و حدود ۸۵ درصد کل پیچ خوردگی ها را در بر می‌گیرد (۳). به دنبال پیچ خوردگی مچ پا بیش از ۷۰ درصد افراد، وجود علائم باقی مانده را تا ۱۸ ماه بعد از آسیب اولیه بیان داشته اند (۳). علایم اولیه شامل درد، ضعف عضلانی، اختلال در حس عمقی و پیچ خوردگی مکرر مچ پا است (۴).

مطالعات قبلی نشان داده اند که در افراد دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا، مکانیک مفاصل مچ پا، زانو و ران تحت تأثیر قرار می گیرد (۵-۸). کاهش در میزان دورسی فلکشن(Dorsiflexion) در اثر بی ثباتی عملکردی، باعث محدود شدن توانایی مچ پا در رسیدن به وضعیت تنگچین (Closed-Packed) که یک وضعیت با ثبات در طول فعالیت های فرود و راه رفتن در مچ پا است، می شود و در نهایت خطر آسیب مجدد را افزایش می دهد (۶). همچنین گزارش شده است که افراد دارای بی ثباتی مزمن مچ پا و افراد سالم از استراتژی های فرود متفاوت استفاده می‌کنند (۱۱-۹).

فرض شده است که قدرت عضلات مرکزی ممکن است در کاهش خطر بروز آسیب های اندام تحتانی نقش داشته باشند (۱۲). در تحقیقات اخیر محققان معمولا برای ارزیابی مکانیک مفصل آسیب دیده به بررسی مکانیک مفاصل بالایی و پایینی محل آسیب نیز می پردازند و دلیل این امر ماهیت فعالیت های ورزشی است که به صورت زنجیره بسته اجرا می شوند (۱۳،۱۴). Bouisset (۱۵) در ابتدا فرض کرد که ثبات ناحیه لگن و تنه برای تمامی‌حرکات در اندام ها ضروری است. Hodges و همکاران (۱۶) بعد از مدتی بیان کردند که عضلات تنه قبل از حرکات اندام تحتانی و فوقانی جهت ایجاد یک پایه محکم، شروع به فعالیت می کنند (۱۶). این بیان Hodges و Richardson (۱۷) پایه ای برای این جمله شد که " ثبات پروگزیمال (Proximal) برای حرکات قسمت های دیستال (Distal) لازم است" (۱۷). فرض اساسی این جمله این است که ثبات بیشتر در ناحیه مرکزی بدن باعث سازگاری بهتر و پیش بینی مناسب تر در مورد تغییر شرایط می‌شود که به عملکرد بهتر در اندام‌ها می‌انجامد و این مسأله باعث ارتقا عملکرد و کاهش خطر آسیب می شود (۱۹،۲۰).

تحقیقات قبلی به بررسی روابط متقابل بین عضلات و مفاصل پروگزیمال و بی‌ثباتی عملکردی مچ پا پرداخته اند و در این تحقیقات پاسخ به این سؤال را بررسی کرده اند که چگونه ممکن است بی ثباتی عملکردی بر مفاصل و عضلات پروگزیمال تاثیر بگذارد (۲۱،۲۲). افراد دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا، تغییر در فعالیت عضلات سرینی میانی (۲۲)، سرینی بزرگ (۲۱،۲۳) و دو سر رانی (۲۳) را نشان داده اند. در افراد دارای بی ثباتی مچ پا در مقایسه با افراد سالم عضله سرینی میانی زودتر فعال می شود (۲۲) و افراد دارای سابقه پیچ خوردگی مچ پا تاخیر در فعالیت عضله سرینی بزرگ و فعالیت زودتر در عضله دو سر رانی را نشان داده اند (۲۱،۲۳).

نتایج تحقیق Gage (۲۴) نشان داد ۸ هفته برنامه تمرینی شکم بر روی افراد مبتلا به بی ثباتی مچ پا بر حداکثر فلکشن زانو و میزان دورسی فلکشن پس از تمرینات تاثیر معنی‌داری نداشت. Haddas و همکاران (۳۰) نشان دادند که ثبات ارادی ستون فقرات موجب

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش فعالیت عضلات مایل خارجی شکم و نیم وتری و همچنین افزایش زاویه فلکشن زانو و کاهش گشتاور ابداکشن زانو می شود و موجب جذب انرژی در زانو در ارتفاع ۳۰ سانتی متری می شود. همچنین در طول پرش از ارتفاع ۵۰ سانتی متری، افزایش فعالیت عضلات مایل خارجی شکم و نیم وتری و همچنین افزایش زاویه فلکشن زانو و ران و کاهش اینورژن (Inversion) مچ پا را نشان داد. اگرچه در تحقیقات بر اجرای مداخلات تمرینی با هدف بهبود ثبات مرکزی تاکید شده است، مطالعات اندکی برای ارزیابی نقش برنامه های ثبات مرکزی و اثر آن بر میزان آسیب مچ پا وجود دارد و در بیشتر تحقیقات برنامه های تمرینی به کار گرفته شده، شامل انواع مختلفی از تمرینات بوده اند (۲۵،۲۶) یا تنها برخی از عضلات مرکزی را درگیر کرده اند (۲۴) که مانع از درک اثر بخشی تمرینات خاص بر الگوهای حرکتی می شود. همچنین، با توجه به اینکه سابقه آسیب قبلی یکی از مهم ترین عوامل خطرزای آسیب مجدد مچ پا می باشد، مطالعه بر روی افراد دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا، به منظور ارائه راهکارهایی برای پیشگیری از آسیب می تواند از اهمیت ویژه ای برخوردار باشد. لذا هدف از پروژه حاضر بررسی تاثیر چهار هفته تمرینات ثبات مرکزی بر روی متغیرهای کینماتیکی اندام تحتانی که در پیچ خوردگی مجدد مچ پا مؤثر هستند، می باشد.

روش بررسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با پیش آزمون و پس آزمون در دو گروه آزمایش وکنترل است. حجم نمونه بر اساس مطالعات قبلی که بر روی اثربخشی پروتکل های تمرینی ثبات مرکزی بر روی کینماتیک اندام تحتانی کار کرده بودند، با استفاده از نرم افزار G*power با اندازه اثر ۰/۶، آلفا ۰/۰۵و توان آماری ۹۵ درصد، تعداد ۱۲ نفر آزمودنی برای هر گروه تعیین گردید (پیوست۱). آزمودنی های این تحقیق شامل ۲۴ ورزشکار دختر مبتلا به بی ثباتی عملکردی مچ پا بودند و مشخصات آن ها در جدول ۲ ذکر شده است. که با توجه به معیارهای ورود و خروج تحقیق در دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) به صورت در دسترس تصادفی قرار گرفتند. ملاک های ورود به تحقیق عبارت بودند از: داشتن سن بین ۲۰ تا ۲۵ سال، کسب نمره صفر تا ۲۷ در پرسشنامه کامبرلند (Cumberland Ankle Instability Tool; CAIT)، سابقه حداقل یک بار آسیب پیچ خوردگی خارجی در مچ پا که نیازمند مدتی محافظت عدم تحمل وزن به همراه بی تحرکی بوده باشد، دارای حداقل دو بار احساس بی ثباتی مچ پا یا احساس خالی شدن مفصل در حین انجام فعالیت های روزمره یا ورزشی در دو سال گذشته، توانایی نمونه در تحمل وزن به طور کامل، راه رفتن طبیعی و دامنه کامل حرکتی مفصل مچ پا هنگام تحقیق حاضر. ملاک های عدم ورود به تحقیق داشتن سابقه آسیب در اندام تحتانی، داشتن پیچ خوردگی حاد در مچ پا (مانند التهاب و حساسیت) در شش هفته گذشته، داشتن سابقه جراحی در اندام تحتانی، سابقه آسیب لیگامانی یا منیسک زانو، داشتن سابقه توانبخشی در شش ماه گذشته و داشتن بی ثباتی مکانیکی مچ پا از طریق مثبت بودن آزمون های کشویی قدامی (Anterior Drawer Test) و تلیت تالار (Talar tilt) بود (۳). ملاک های خروج از تحقیق عبارت بودند از: عدم رضایت فرد برای ادامه همکاری؛ ایجاد درد در حین آزمون ها، به صورتی که فرد قادر همکاری نباشد؛ شرکت نکردن در پس آزمون حداکثر یک هفته پس از پایان برنامه تمرینی و غیبت در دو جلسه تمرینی. تمامی مراحل آزمایش ها در محل آزمایشگاه بیومکانیک دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران انجام شد.

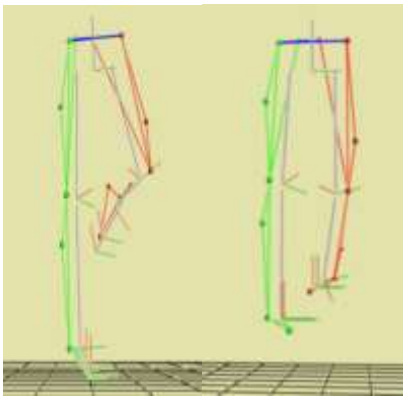
حرکت افت-فرود توسط شش عدد دوربین پرسرعت مادون قرمز آنالیز حرکت وایکان، ساخت کشور انگلیس و با فرکانس ۲۴۰ هرتز ثبت شد و حرکات ثبت شده به وسیله نرم افزار Nexus نسخهٔ ۲/۶ ساخت شرکت وایکان آنالیز شد (۲۴). همچنین جهت شناسایی Landmarks مورد نظر از Reflective Markers استفاده شد. از روش مارکرگذاری پلاگین گیت (Plug in Gait) برای اندام تحتانی که دارای ۱۶ مارکر برای هر فرد بود، استفاده شد. بر اساس مدل تعریف شده، نشانگرهای رفلکسی روی قوزک خارجی مچ پا، پشت پاشنه، اولین مفصل متاتارسال (Metatarsal)، جانب خارجی ساق پا، اپی‌کندیل خارجی (Lateral epicondyle) زانو، جانب خارجی ران، خار خاصره ای قدامی فوقانی و خار خاصره‌ای فوقانی خلفی در دو سمت قرار داده شد.

در ابتدا ویژگی های فردی آزمودنی ها مانند سن، قد،وزن و اندازه های آنتروپومتری اندازه‌گیری و ثبت شد. آزمودنی

www.SID.ir

Archive of SID

به مدت ۳ الی ۵ دقیقه گرم کردن اولیه را انجام دادند، سپس برای هر آزمودنی نحوه انجام تکلیف افت فرود توضیح داده می شد. آزمودنی باید یک فرود تک پا از جعبه ای به ارتفاع ۴۰ سانتی متر را انجام می داد به این صورت که آزمودنی پای آزمون خود را در حالت بدون وزن قرار می داد در حالی که دست ها به کمر بود و سپس با همان پا بر روی زمین فرود می آمد (شکل ۱). هر آزمودنی تکلیف-افت فرود را ۴ بار تکرار می کرد که بین هر کوشش یک دقیقه استراحت در نظر گرفته می شد و برای ارزیابی آماری، میانگین نتایج ۳ کوشش صحیح به دست آمده از این تلاش ها به کار رفت. در تحقیق حاضر زوایای مفصل ران، زانو و مچ پا در صفحه سهمی در حین تکلیف افت فرود تک پا در لحظه تماس پا با زمین بررسی شد.



شکل ۱: نحوه انجام تکلیف افت فرود تک پا

سپس آزمون های مربوط به استقامت عضلات تنه مک‌گیل انجام شد. این آزمون ها جهت ارزیابی استقامت عضلات مرکزی بدن و کنترل اثر بخشی تمرینات ثبات مرکزی در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. این تست ها شامل تست فلکسورهای تنه، اکستنسورهای تنه و خم کننده های جانبی سمت راست و سپس خم کننده-های جانبی سمت چپ بود که در همه نمونه ها به ترتیب مذکور انجام می‌گردید. هر تست یک بار اندازه گیری می شد و بین هر یک از تست ها ۳ دقیقه استراحت در نظر گرفته می شد در نهایت زمان کل آزمون های تنه مک‌گیل مورد استفاده قرار گرفت. بعد از این‌که از همه آزمودنی ها پیش آزمون گرفته شد، گروه تمرین به مدت ۴ هفته و ۳ جلسه در هفته، تمرینات ثبات مرکزی را انجام دادند در حالی که گروه کنترل این تمرینات را انجام ندادند. پروتکل تمرینی مورد استفاده در این تحقیق شامل ۶ تمرین بود که به مدت ۴ هفته و ۳ جلسه ۴۵ دقیقه ای در هفته توسط گروه تمرین انجام شد. تمرینات ثبات مرکزی در تحقیق حاضر بر اساس پروتکل تمرینی Araujo و همکاران (۲۷) است (جدول ۱). این شش تمرین شامل Plank ، Side Plank، Supine Bridge، Abdominal Crunch، Russian Twister و Spilt Legs Scissors بودند. پس از پایان اجرای پروتکل توسط گروه تمرین دوباره به همان روش پیش آزمون، داده های کینماتیکی پس آزمون از گروه تمرین و کنترل جمع آوری می‌گردید آزمودنی های گروه کنترل پس از اندازه‌گیری اولیه بدون انجام تمرین پس از ۴ هفته تحت اندازه‌گیری ثانویه قرار می‌گرفتند.

به منظور تحلیل داده ها از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ و نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ استفاده شد. از آزمون آماری شاپیرو ویلک برای بررسی نرمال بودن داده ها و آزمون لون برای بررسی همگنی واریانس ها استفاده شد همچنین از تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر ۲ (گروه)* ۲ (پیش آزمون-پس آزمون) برای بررسی تفاوت های درون گروهی و بین گروهی استفاده گردید. از آزمون تعقیبی تصحیح بونفرونی برای مقایسه گروه ها استفاده شد. سطح معنی‌داری در این تحقیق $p \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته ها

خصوصیات مربوط به سن، قد و وزن نمونه های مورد آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. همچنین نتایج آزمون شاپیروویلک (Shapiro–Wilk) نشان داد که توزیع داده های متغیرهای وابسته تحقیق به تفکیک گروه نرمال است. همچنین، نتایج آزمون لوین(Levene's) (پیوست۲) نشان داد که فرض همگنی واریانس در گروه-های تحقیق در متغیرهای تحقیق برقرار است.

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می شود تفاوت معنی-داری در شاخص های قد، وزن، شاخص توده بدنی و سن در بین گروه کنترل و آزمایش مشاهده نشد. قبل از بررسی نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نتایج آزمون ام باکس(M box) نشان داد که ماتریس واریانس-کوواریانس متغیرهای وابسته همگن است (p=۰/۳۶۹، $f_{۳۶،۱۶۲۹/۵۸}$=۱/۰۶۳، Mbox=۶۴/۱۴). همچنین نتایج آزمون پیلایی در حالت زمان*گروه معنی دار به دست آمد (Eta=۷۶۷، p=۰/۰۰۱، $F_{=۱۹،۴}$=۱۵/۶۷۸، ۷۶۷=مقدار

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: پروتکل تمرینات شکم

تمرین	هفته اول و دوم	هفته سوم و چهارم
پلانک	۳×۳۰ ثانیه نگه داشتن	۳×۴۵ ثانیه نگه داشتن
پلانک پهلو	۳×۳۰ ثانیه نگه داشتن	۳×۴۵ ثانیه نگه داشتن
پل	۳×۳۰ ثانیه نگه داشتن	۳×۴۵ ثانیه نگه داشتن
کرانچ شکمی	۳×۲۰ تکرار	۳×۳۰ تکرار
چرخش روسی	۳×۲۰ تکرار	۳×۳۰ تکرار
قیچی پا	۳×۲۰ تکرار	۳×۳۰ تکرار

جدول ۲: اطلاعات دموگرافیک افراد مورد مطالعه

شاخص	گروه	انحراف معیار ± میانگین	p -مقدار
قد (سانتی‌متر)	کنترل	۱۶۸/۰۰±۵/۹۱	۰/۵۵
	آزمایش	۱۶۷/۰۰±۴/۹۸	
وزن (کیلوگرم)	کنترل	۶۰/۰۰±۷/۹۶	۰/۴۵
	آزمایش	۶۱/۴۵±۹/۰۱	
شاخص توده بدنی	کنترل	۲۱/۴۴±۲/۳۰	۰/۱۲
	آزمایش	۲۱/۲۵±۳/۵۷	
سن (سال)	کنترل	۲۲/۷۵±۲/۳۴	۰/۸۰
	آزمایش	۲۲/۵۰±۲/۳۹	

اثرپیلایی). در ادامه نتایج آزمون موچلی در همه متغیر فرض کرویت داده ها را تایید.کرد ($p>۰/۰۵$). در ادامه برای بررسی تفاوت های بین گروهی و درون گروهی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر ۲*۲ استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ گزارش شده است.

نتایج به دست آمده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه-گیری مکرر نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین زاویه مچ پا در صفحه سهمی در لحظه تماس پا با زمین (Eta=۰/۰۲۰، F=۰/۴۵۰ ،p=۰/۵۰۹۰) در گروه های آزمایش و کنترل وجود ندارد. اما تفاوت معنی‌داری بین زاویه زانو در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین (Eta=۰/۳۵۰، F=۱۱/۸۴ ،p=۰/۰۰۲)، معنی داری بین زاویه ران در صفحه ساجیتال (Eta=۰/۶۲۴، p=۰/۰۰۱، F=۳۶/۵۴) و تغییرات زمان آزمون استقامت عضلات تنه مک‌گیل (Eta=۰/۵۷۷، p=۰/۰۰۱، F=۲۹/۹۷) در گروه‌های آزمایش و کنترل وجود دارد. در ادامه در نمودار ۱ A-D با استفاده از آزمون تعقیبی تصحیح بنفرونی تفاوت های بین گروهی گزارش شده است.

نتایج بدست آمده از آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد که بین گروه تجربی و کنترل در متغیر زاویه مچ پا در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین تفاوت معنی داری وجود ندارد ($p>۰/۰۵$). اما در متغیرهای زاویه زانو در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین (p=۰/۰۱)، زاویه ران در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین (p=۰/۰۱) و زمان آزمون استقامت عضلات تنه مک‌گیل (p=۰/۰۱) تفاوت معنی داری یافت شد.

بحث و نتیجه گیری

هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی تاثیر ۴ هفته تمرینات ثبات مرکزی بر کینماتیک اندام تحتانی در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین در افراد دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا حین تکلیف افت فرود تک پا بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ۴ هفته تمرین ثبات مرکزی تاثیر معنی داری بر پلانتار فلکشن مچ پا در لحظه تماس پا

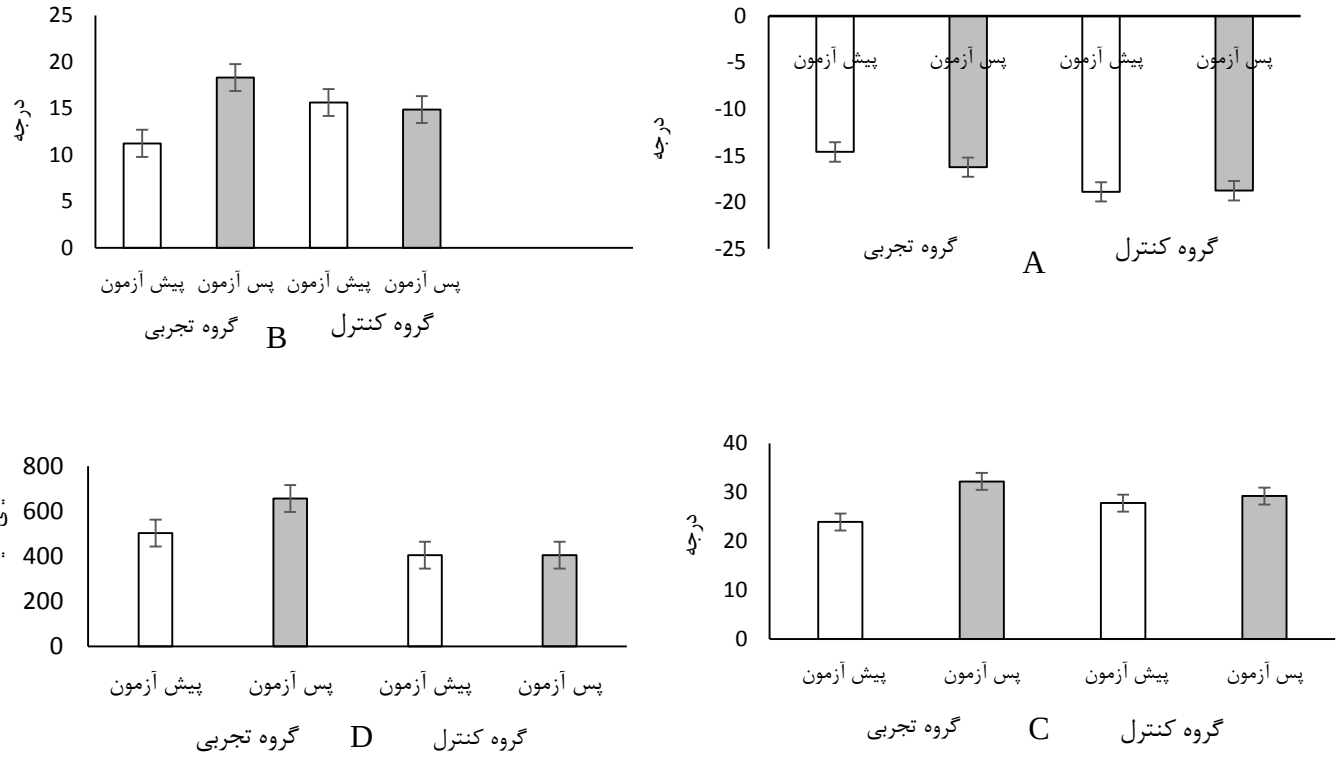
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای مچ پا، زانو، ران و زمان آزمون استقامت عضلات تنه مک‌گی

اثر	متغیر	درجه آزادی	آماره F	p – مقدار	مجذور اتا
زمان	زاویه مچ پا در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین (درجه)	۱	۰/۳۲۵	۰/۵۷۴	۰/۰۱۵
	زاویه زانو در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین (درجه)	۱	۲۳/۹۵	**۰/۰۰۱	۰/۵۲۱
	زاویه ران در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین (درجه)	۱	۵۶/۱۷	**۰/۰۰۱	۰/۷۱۹
	زمان آزمون استقامت عضلات تنه مک‌گیل (ثانیه)	۱	۲۹/۹۰	**۰/۰۰۱	۰/۵۷۶
زمان*گروه	زاویه مچ پا در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین (درجه)	۱	۰/۴۵۰	۰/۵۰۹	۰/۰۲۰
	زاویه زانو در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین (درجه)	۱	۱۱/۸۴	**۰/۰۰۲	۰/۳۵۰
	زاویه ران در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین (درجه)	۱	۳۶/۵۴	**۰/۰۰۱	۰/۶۲۴
	زمان آزمون استقامت عضلات تنه مک‌گیل (ثانیه)	۱	۲۹/۹۷	**۰/۰۰۱	۰/۵۷۷

** تفاوت بین میانگین ها معنادار بوده است($p\leq ۰/۰۱$).



نمودار ۱: نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در متغیرهای تحقیق

A: تغییرات زاویه زانو در صفحه ساجیتال در دو گروه تجربی و کنترل از پیش آزمون تا پس آزمون. B: تغییرات زاویه مچ پا در صفحه ساجیتال در دو گروه تجربی و کنترل از پیش آزمون تا پس آزمون. C: تغییرات زاویه ران در صفحه ساجیتال در دو گروه تجربی و کنترل از پیش آزمون تا پس آزمون. D: تغییرات زمان آزمون مک گیل در دو گروه تجربی و کنترل از پیش آزمون تا پس آزمون

تاثیر معنی داری بر پلانتار فلکشن مچ پا در لحظه تماس پا با زمین نداشت اما بصورت معنی‌داری موجب افزایش فلکشن زانو و هیپ در لحظه تماس پا با زمین شد ($p\leq ۰/۰۵$).

مطالعات نشان داده اند که افراد دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا و افراد سالم از استراتژی های فرود متفاوت استفاده می‌کنند (۱۱-۹). افراد دارای بی ثباتی مچ پا در حین فرود برای حفظ کنترل راستای بدنی از استراتژی مچ

www.SID.ir

Archive of SID

پا استفاده می‌کنند در حالی که افراد سالم از استراتژی ران یا ترکیبی استفاده می کنند. استراتژی مچ پا به عنوان گردش مفصلی کمتر در مفاصل اندام تحتانی یا فرود سفت تعریف می شود در حالی که استراتژی ران نشان دهنده گردش مفصلی بزرگتر در مفاصل اندام تحتانی است (۹). یک فرود نرم یا استراتژی ران با فلکشن بزرگتر در زانو قابل تشخیص است (۹).

Gage (۲۴) در مطالعه ای به بررسی تاثیر ۸ هفته برنامه تمرینی شکم بر روی کینماتیک اندام تحتانی در صفحه ساجیتال و هچنین فعالیت الکتریکی عضلات عرضی شکمی، مورب داخلی و خارجی، سرینی میانی، پهن داخلی و نازک نئی طویل حین تکلیف افت-فرود تک پا در افراد دارای بی‌ث باتی مچ پا پرداخته است(۲۴). این تمرینات بیشتر بر روی عضلات مورب و عرضی شکمی تمرکز داشتند. آزمودنی ها در این تحقیق به سه گروه کنترل (۱۹ نفر)، سالم (۲۰ نفر) و دارای بی ثباتی مزمن مچ پا (۲۱ نفر) تقسیم شدند. دو گروه سالم و دارای بی ثباتی به انجام ۸ هفته تمرین شکم پرداختند (۲۴). نتایج این مطالعه نشان داد که ۸ هفته تمرین شکم بر حداکثر فلکشن (Flexion) زانو و میزان دورسی فلکشن مچ پا تاثیر معنی‌داری نداشت(۲۴). همچنین تمرینات موجب کاهش فعالیت الکتریکی همه عضلات شد که تنها عضلات عرضی شکمی، مورب خارجی، پهن داخلی و نازک نئی طویل دارای تغییرات معنی دار بودند. نویسنده دلیل معنی دار نشدن تغییرات زانو و مچ را تغییر در استراتژی فرود عنوان کرد که در افراد دارای بی ثباتی مچ پا از استراتژی مچ به استراتژی ترکیبی (مچ و ران) تغییر کرده است (۲۴).

O'Driscoll و همکاران (۲۶) در یک مطالعه موردی تأثیر ۶ هفته تمرین عصبی-عضلانی که شامل تمرینات ثبات پاسچر، قدرتی، پلایومتریک، سرعتی/ چابکی بود و عضلات مرکزی نیز در این تمرینات درگیر می شدند را بر عملکرد مچ پای فرد دارای بی ثباتی مزمن مچ پا بررسی کردند. این مطالعه به بررسی کینماتیک مچ پا حین تکلیف افت- فرود ، افت-پرش و راه رفتن پرداخت(۲۶). نتایج نشان داد که پلانتار فلکشن(Plantar Flexion) در لحظه تماس پا با زمین در حین تکلیف افت-فرود و دومین لحظه تماس پا با زمین حین تکلیف افت-پرش، بعد از انجام ۶ هفته تمرین کاهش یافت اما تغییری در جا به جایی زاویه ای قسمت عقب پا در صفحه فرونتال(Frontal) حین راه رفتن مشاهده نشد (۲/۱۶ در مقایسه با ۲/۲۴). محقق خاطر نشان کرد که بدلیل عدم اندازه گیری متغیرهای الکترومیوگرافی نمی‌توان توضیحی برای علت تغییر در متغیرهای کینماتیکی داشت (۲۶). نتایج تحقیق حاضر با تحقیق ما ناهمسو بود. شاید بتوان علت تفاوت را در نوع و مدت تمرینات دانست. تمرینات این تحقیق عضلات بخش پایینی که به مچ پا نزدیکتر بودند را نیز در بر می‌گرفت و علاوه بر تمرینات عضلات مرکزی شامل تمرینات پلایومتریک، سرعتی و چابکی نیز می شدند، که هر کدام از این تمرینات می تواند تاثیر بسزایی بر روی نتایج بگذارد در حالی که در تحقیق حاضر تمرکز فقط بر روی عضلات مرکزی بوده است.

Hadass و همکاران (۳۰) در تحقیقی به بررسی ثبات ارادی ستون فقرات بر کینماتیک و کینتیک اندام تحتانی و همچنین فعالیت الکترومیوگرافی عضلات تنه و اندام تحتانی در حین تکلیف افت-پرش پرداختند. تعداد ۳۲ آزمودنی (۱۷ مرد و ۱۵ زن) در این تحقیق شرکت کردند. افراد حرکت افت-پرش را در دو ارتفاع ۳۰ و ۵۰ سانتی-متری اجرا کردند نتایج تحقیق افزایش فعالیت عضلات مایل خارجی شکم و نیم وتری (Semitendinosus) و همچنین افزایش زاویه فلکشن زانو و کاهش گشتاور ابداکشن (Abduction) زانو و جذب انرژی را در زانو در ارتفاع ۳۰ سانتی متری نشان داد(۳۰). همچنین در طول پرش از ارتفاع ۵۰ سانتی متری افزایش فعالیت عضلات مایل خارجی شکم و نیم وتری و همچنین افزایش زاویه فلکشن زانو و ران و کاهش اینورژن مچ پا را نشان داد (۳۰).

مرکز بدن به عنوان جعبه ای عضلانی در نظر گرفته می شود که به ثبات ستون فقرات، لگن و زنجیره حرکتی طی حرکات عملکردی کمک می کند. ناحیه مرکز بدن تقریباً مرکز زنجیره حرکتی تمام فعالیت های ورزشی است. همچنین کنترل قدرت، تعادل و حرکت ناحیه مرکزی بدن عملکرد زنجیره حرکتی اندام های فوقانی و تحتانی را افزایش می دهد (۳۱). عضلات تنه به صورت فیدفورواردی عمل می کنند و قبل یا با ترکیب عضلات حرکت دهنده اصلی اندام برای کاهش گشتاورهای ایجاد شده توسط اغتشاش فعال می شوند (۳۱). فعالیت فیدفورواردی بخشی از برنامه حرکتی مرکزی است که جهت پیشگیری از فرو ریختن مفاصل استفاده می شود. فعالیت فیدفورواردی موقعیتی را برای عضله فراهم می کند که عضله بتواند در

www.SID.ir

Archive of SID

زمان کوتاهی حداکثر نیروهای خود را توسعه دهد. ضعف این عضلات منجر به از دست رفتن راستای صحیح لگن شده و در نتیجه عضلات اندام تحتانی که به این ناحیه متصل هستند، به علت بر هم خوردن رابطه طول-تنش مناسب دچار کاهش کارایی و مستعد آسیب می شوند(۳۲).

پایداری پویای بدن یا هر مفصل خاصی مشروط به کنترل عصبی عضلانی جابجایی تمام سگمنت های مشارکت-کننده بدن طی حرکت است (۳۳). از این رو عدم تقارن در فعال سازی عضلات پروگزیمال ممکن است وضعیت مفاصل را تغییر دهد و همچنین کاهش فعال سازی ساختار عضلانی تنه و ران ممکن است پتانسیل الگوهای فعال سازی عضلانی مناسب را در پاسخ به بار مفصلی کاهش دهد (۳۴). به علاوه، کاهش در ثبات مرکزی و تعادل در عضلات ثبات-دهنده تنه و ران ها، بیومکانیک اندام های تحتانی را تغییر می دهد و می تواند منجر به آسیب های غیربرخوردی به دلیل عدم کنترل مناسب شود (۳۵). اگر سیستم کنترل ثبات مرکزی در معرض خطر (رفلکس مهاری، آسیب، خستگی، شروع با تاخیر و نرخ فعال سازی عضلانی) باشد، منجر به کاهش یا کنترل ناکافی در فعالیت عضلات ران و تنه می شود، که بیومکانیک اندام تحتانی را تغییر می دهد و آسیب اتفاق می افتد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد ۴ هفته تمرینات عضلات مرکزی بدن بر روی کینماتیک مچ پا در صفحه ساجیتال تأثیر معنی‌داری نداشت اما موجب افزایش معنی داری در فلکشن زانو و هیپ در لحظه برخورد پا با زمین شد. با توجه به این که در تحقیق حاضر فلکشن ران و زانو بعد از انجام تمرینات به طور معنی داری افزایش یافت، ممکن است تمرین توانسته باشد با تاثیر بر کل زنجیره حرکتی موجب تغییر در استراتژی فرود شده باشد و استراتژی فرود را از استراتژی مچ پا به استراتژی ترکیبی تغییر داده باشد. همچنین نتایج ما این نکته را بیان می‌کند که ۴ هفته تمرینات تقویت عضلات مرکزی بدن بیشتر بر روی قسمت های پروگزیمال مچ پا (زانو و ران) تاثیر می گذارد و اثرگذاری بسیار کمی بر روی مفصل مچ پا دارد.

شاید دلیل دیگری که منجر به عدم تاثیرگذاری تمرینات عضلات مرکزی بر روی کینماتیک مچ پا شده است این باشد که در برخی مقالات ذکر شده است، افرادی که دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا هستند تفاوت معنی داری در کینماتیک مچ پا در صفحه ساجیتال با افراد سالم ندارند (۲۴). بنابراین با توجه به این نکته نباید تفاوت معنی داری بعد از تمرینات بدست آید. همچنین در تحقیق حاضر از گروه کنترل سالم استفاده نکردیم و در واقع نتوانستیم نتایج اولیه پیش آزمون را بین دو گروه مقایسه کنیم، ممکن است این عامل بر روی نتایج ما تاثیرگذار باشد. هر چند اگر در تحقیق حاضر محقق می توانست از متغیرهای الکترومیوگرافی نیز استفاده کند، ممکن بود بتواند توجیه مناسبی برای این نتایج بدست می‌آورد.

با توجه به مطالعات پیشین چنین به نظر می رسد که نتایج به دست آمده ممکن است به این دلیل باشد که تمرینات ثبات مرکزی می تواند به وسیله افزایش بالقوه توانایی مکانیزم فیدفورواردی موجب بهبود عملکرد عصبی-عضلانی قسمت پایینی زنجیره حرکتی شود و جذب انرژی در کل زنجیره حرکتی اتفاق می‌افتد. این مطالعه اهمیت تمرینات عضلات پروگزیمال برای کاهش آسیب مجدد مچ پا را نشان می دهد. از این رو بعد از پیچ خوردگی مچ پا نباید فقط عضلات پا و قسمت پایین پا تمرین داده شود بلکه باید تمریناتی که کل زنجیره حرکتی را درگیر می کند لحاظ گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری و تلاش های کلیه عزیزان شرکت کننده در این تحقیق تشکر و قدردانی می گردد. لازم به ذکر است این مطالعه دارای کد اخلاق به شماره IR.ut.Rec.1395023 در دانشگاه تهران می باشد.

منابع

1. Gribble PA, Robinson RH. Alterations in knee kinematics and dynamic stability associated with 1. chronic ankle instability. J. Athl. Train 2009; 44(4): 350-355.

2. Fu SN, Hui-Chan CW. Modulation of prelanding lower-limb muscle responses in athletes with multiple ankle sprains. Med Sci Sports Exerc MED SCI SPORT EXER 2007; 39(10): 1774-1783.

www.SID.ir

Archive of SID

3. Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. J. Athl. Train 2002; 37(4): 364.

4. Gerber JP, Williams GN, Scoville CR, Arciero RA, et al. Persistent disability associated with ankle sprains: a prospective examination of an athletic population. FAI 1998; 19(10): 653-660.

5. Caulfield B, Garrett M. Functional instability of the ankle: differences in patterns of ankle and knee movement prior to and post landing in a single leg jump. Int. J. Sports Med 2002; 23(01): 64-68.

6. Delahunt E, Monaghan K, Caulfield B. Changes in lower limb kinematics, kinetics ,and muscle activity in subjects with functional instability of the ankle joint during a single leg drop jump. J. Orthop. Surg. Res 2006; 24(10): 1991-2000.

7. Delahunt E, Monaghan K, Caulfield B. Ankle function during hopping in subjects with functional instability of the ankle joint. Scand J Med Sci Sports 2007; 17(6): 641-648.

8. Brown CN, Padua DA, Marshall SW, Guskiewicz KM. Hip kinematics during a stop-jump task in patients with chronic ankle instability. J. Athl. Train 2011; 46 (5): 461-470.

9. Devita P, Skelly WA. Effect of landing stiffness on joint kinetics and energetics in the lower extremity. Med Sci Sports Exerc 1992; 24(1): 108-115.

10. Van Deun S, Staes FF, Stappaerts KH, Janssens L, et al. Relationship of chronic ankle instability to muscle activation patterns during the transition from double-leg to single-leg stance. Am. J. Sports Med 2007; 35(2): 274-281.

11. Brown C, Ross S, Mynark R, Guskiewicz K. Assessing functional ankle instability with joint position sense, time to stabilization, and electromyography. J. Sport Rehabil 2004; 13(2): 122-134.

12. Ortiz A, Olson S, Libby CL. Core stability for the female athlete: a review. Journal of Women's Health Physical Therapy 2006; 30(2): 11-7.

13. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, et al. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk a prospective biomechanical-epidemiologic study. Am. J. Sports Med. 2007.35(7):1121-1130

14. Murphy D, Connolly D, Beynnon B. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. Br. J. Sports Med 2003; 37(1): 13-29.

15. Bouisset S. Relationship between postural support and intentional movement :biomechanical approach. Archives internationales de physiologie, de biochimie et de biophysique 1991; 99(5): A77-92.

16. Hodges PW, Richardson CA, Hasan Z. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. Phys. Ther 1997; 77(2): 132

17. Hodges PW, Richardson CA. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. Arch. Phys. Med. Rehabil 1999; 80(9): 1005-1012.

18. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. Sports medicine 2006; 36(3): 189-198.

19. Aminaka N, Pietrosimone BG, Armstrong CW, Meszaros A, et al. Patellofemoral pain syndrome alters neuromuscular control and kinetics during stair ambulation. J Electromyogr Kinesiol 2011; 21(4): 645-651.

20. Fredericson M, Moore T. Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle-and long-distance runners. Phys Med Rehabil Clin N Am 2005; 16(3): 669-689.

21. Bullock-Saxton J, Janda V, Bullock M. The influence of ankle sprain injury on muscle activation during hip extension. Int. J. Sports Med 1994; 15(06): 330-334.

22. Beckman SM, Buchanan TS. Ankle inversion injury and hypermobility: effect on hip and ankle muscle electromyography onset latency. Arch. Phys. Med. Rehabil 1995; 76(12): 1138-1143.

23. Joanne E. Local sensation changes and altered hip muscle function following severe ankle sprain. Phys. Ther 1994; 74:17-31

www.SID.ir

Archive of SID

24. Gage MJ. The Effects of Abdominal Training on Postural Control, Lower Extremity Kinematics, Kinetics, and Muscle Activation. 2009.

25. Myer GD, Ford KR, McLean SG, Hewett TE. The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. Am. J. Sports Med 2006; 34(3): 445-455.

26. O'Driscoll J, Kerin F, Delahunt E. Effect of a 6-week dynamic neuromuscular training programme on ankle joint function: a case report. Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation,Therapy & Technology 2011; 3(1): 13.

27. Araujo S, Cohen D, Hayes L. Six weeks of core stability training improves landing kinetics among female capoeira athletes: a pilot study. J. Hum. Kinet 2015; 45(1): 27-37

28. Arnold BL, Linens SW, De La Motte SJ, Ross SE. Concentric evertor strength differences and functional ankle instability: a meta-analysis. J. Athl. Train. 2009; 44(6): 653-662.

29. Tropp H, Odenrick P, Gillquist J. Stabilometry recordings in functional and mechanical instability of the ankle joint. Int. J. Sports Med 1985; 6(03): 180-182.

30. Haddas R, Hooper T, James CR, Sizer PS. Volitional Spine Stabilization During a Drop Vertical Jump From Different Landing Heights: Implications for Anterior Cruciate Ligament Injury. J. Athl. Train 2016; 51(12): 1003–1012.

31. Comerford MJ, Mottram SL. Movement and stability dysfunction–contemporary developments. Man. Ther 2001; 6(1): 15-26.

32. Hodges PW. Core stability exercise in chronic low back pain. Orthopedic Clinics of North America 2003; 34(2): 245-254.

33. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt Jr RS, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. Am. J. Sports Med 2005; 33(4): 492-501.

34. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. Am. J. Sports Med 2006; 34(2): 299-311.

35. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. J Orthop Sports Phys Ther 2003; 33(11): 671-676.

www.SID.ir

Archive of SID

پیوست ۱

خروجی نرم افزار G*Power برای تعیین حجم نمونه

[1] -- *Wednesday, June 10, 2020 -- 12:22:36*

F tests - ANOVA: Repeated measures, within-between interaction

Analysis:	A priori: Compute required sample size		
Input:	Effect size f	=	0.6
	α err prob	=	0.05
	Power (1-β err prob)	=	0.95
	Number of groups	=	2
	Number of measurements	=	2
	Corr among rep measures	=	0.5
	Nonsphericity correction ϵ	=	1
Output:	Noncentrality parameter λ	=	17.2800000
	Critical F	=	4.9646027
	Numerator df	=	1.0000000
	Denominator df	=	10.0000000
	Total sample size	=	12
	Actual power	=	0.9618759

www.SID.ir

Archive of SID

پیوست ۲

جدول ۱: نتایج آزمون شاپیروویلک

متغیر	گروه	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
		p- مقدار	آماره	p- مقدار	آماره
زاویه مچ پا در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین	آزمایش	۰/۹۴	۰/۵۸	۰/۹۳	۰/۳۸
	کنترل	۰/۹۵	۰/۶۶	۰/۹۴	۰/۵۳
زاویه زانو در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین	آزمایش	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۸۷	۰/۰۷
	کنترل	۰/۸۷	۰/۰۶	۰/۹۲	۰/۳۵
زاویه ران در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین	آزمایش	۰/۹۲	۰/۳۷	۰/۹۲	۰/۲۹
	کنترل	۰/۹۴	۰/۵۸	۰/۸۹	۰/۱۲
زمان آزمون استقامت عضلات تنه مک‌گیل	آزمایش	۰/۹۰	۰/۱۵	۰/۹۳	۰/۴۵
	کنترل	۰/۸۶	۰/۰۶	۰/۹۴	۰/۶۱

جدول ۲: نتایج آزمون لوین

متغیر	آزمون	آماره لون	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	p- مقدار
زاویه مچ پا در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین	پیش‌آزمون	۰/۲۹۰	۱	۲۲	۰/۰۸۴
	پس‌آزمون	۱/۱۳۴	۱	۲۲	۰/۱۵۷
زاویه زانو در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین	پیش‌آزمون	۱/۱۲۵	۱	۲۲	۰/۳
	پس‌آزمون	۰/۱۱۰	۱	۲۲	۰/۷۴۴
زاویه ران در صفحه ساجیتال در لحظه تماس پا با زمین	پیش‌آزمون	۰/۶۱۴	۱	۲۲	۰/۴۴۲
	پس‌آزمون	۰/۰۹۵	۱	۲۲	۰/۷۶۱
زمان آزمون استقامت عضلات تنه مک‌گیل	پیش‌آزمون	۶/۹۴۹	۱	۲۲	۰/۰۸۳
	پس‌آزمون	۵/۸۷۳	۱	۲۲	۰/۰۸

www.SID.ir