Archive of SID

Effect of Corrective Exercises with a New Approach on the Isometric Strength in People with Pronation Distortion Syndrome

Golchini A[1], Rahnama N[2], Lotfi Foroushani M[3]

Abstract

Purpose: Pronation distortion syndrome is one of the most common abnormalities in the body that causes distortions in the structures parts of the lumbar-pelvic and lower limb. The purpose of this study was to determine the effect of corrective exercises with a new approach on the isometric strength of the lower body muscles in people with pronation distortion syndrome.

Methods: In this semi experimental research, 30 volunteers who had pronation distortion syndrome were selected and randomly divided into two groups of control (Mean±standard deviation, age: 12.6±1.8 year, height: 166.4±9.6 cm, body mass: 68.6±9.9 kg, body mass index: 24.7±2.2 kg/m2) and experimental (Mean±standard deviation, age: 12.6±1.7 year, height: 165.3±6.6 cm, body weight: 67.1±5.7 kg, body mass index: 24.55±1.6 kg/m2). Experimental group, performed corrective exercises with a new approach for 12 weeks (3 sessions per week for one hour), but control group performed the routine and normal exercise. Before and after 12 weeks performing exercises, the isometric strength of the lower body muscles (digital dynamometer) were evaluated. For data analysis, repeated measures ANOVA with Bonferroni post hoc test at 5% error level was used ($p<0.05$).

Results: The experimental group after 12 weeks of corrective exercises with a new approach showed significant improvements in the isometric strength of the lower body muscles ($p<0.001$), But in control group there was no significant difference ($p>0.05$). In addition, after the intervention, the isometric strength of the lower trunk muscles was significantly higher in the experimental group ($p<0.001$), but this difference was not significant in the pre-test ($p >0.05$).

Conclusion: It seems that corrective exercises with a new approach improve isometric strength of the lower body muscles in people with pronation distortion syndrome, so it is recommended for these people.

Keywords: Pronation distortion syndrome, Corrective exercises, Isometric strength, Body posture

Received: 2019.07.13 Accepted: 2019.11.30

تأثیر تمرینات اصلاحی با رویکرد جدید بر قدرت ایزومتریک افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن

علی گل‌چینی[۱]، نادر رهنما[۲]، مجتبی لطفی فروشانی[۳]

هدف: سندرم انحراف پرونیشن یکی از شایع ترین ناهنجاری های بدنی است که موجب ناراستایی های در ساختارهای بخش کمری-لگنی و اندام تحتانی می شود. هدف این پژوهش، تعیین تاثیر تمرینات اصلاحی با رویکرد جدید بر قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه افراد مبتلا سندرم انحراف پرونیشن بود.

روش بررسی: در این تحقیق نیمه تجربی، ۳۰ داوطلب که سندرم انحراف پرونیشن داشتند را انتخاب و به صورت تصادفی و مساوی در دو گروه ۱۵ نفری گروه کنترل (میانگین ± انحراف معیار، سن: ۱/۸±۱۲/۶ سال، قد: ۹/۶±۱۶۶/۴ سانتی متر، وزن: ۶/۹±۶۸/۹ کیلوگرم، شاخص توده بدن:۲/۲±۲۴/۷ کیلوگرم برمتر مربع) و تجربی (میانگین ± انحراف معیار، سن: ۶۰/۷۲±۱۲/۱ سال، قد: ۶/۵۸±۱۶۵/۳۳ سانتی متر، وزن: ۵/۷۲±۶۷/۱۲ کیلوگرم، شاخص توده بدن:۱/۶۳±۵۵/ ۲۴ کیلوگرم برمتر مربع) تقسیم بندی شدند. گروه تجربی، تمرینات اصلاحی با رویکرد جدید را به مدت ۱۲ هفته (۳ جلسه در هفته به مدت یک ساعت) اما گروه کنترل، فعالیت های طبیعی و روزمره خود را اجرا کردند. قبل و بعد از ۱۲ هفته اجرای تمرینات،

www.SID.ir

Archive of SID

قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه (دینامومتر دیجیتال) مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده ها آزمون آماری آنالیز واریانس با اندازه های تکراری به همراه آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح خطای پنج درصد استفاده شد ($p<۰/۰۵$).

یافته ها: گروه تجربی به دنبال۱۲ هفته تمرینات اصلاحی با رویکرد جدید در قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه بهبودی معناداری پیدا کردند ($p<۰/۰۰۱$). اما در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). به علاوه، پس از انجام مداخله، قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه در گروه تجربی به طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود ($p<۰/۰۰۱$) در حالی که این تفاوت در پیش آزمون معنادار نبود ($p>۰/۰۵$).

نتیجه گیری: به نظر می رسد که تمرینات اصلاحی با رویکرد جدید سبب بهبودی در قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه در افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن می شود، لذا برای این دسته از افراد توصیه می شود.

کلمات کلیدی: سندرم انحراف پرونیشن، تمرینات اصلاحی، قدرت ایزومتریک، وضعیت بدن
نویسنده مسئول: علی گل چینی، Ali.golchini@gmail.com، ORCID: 0000-0002-7878-0217
آدرس: اصفهان، دانشگاه اصفهان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی
۱- دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۲- استاد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۳- دکتری مدیریت ورزشی، رئیس امور ورزشی فولاد مبارکه سپاهان اصفهان، اصفهان، ایران

مقدمه

سندرم انحراف پرونیشن اندام تحتانی (Lower Body Pronation Distortion Syndrome) که قسمت قدامی پا را هم درگیر می‌کند یکی از معمولی‌ترین ناهنجاری ها هست که ممکن است موجب درد در ناحیه پا شود و نیز موجب ناراستایی های در ساختارهای بخش اسکلتی تارسال (Tarsal) و بخش‌های دیستال (Distal) و پروگزیمال (Proximal) پا شود (۱). ویژگی افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن به دلیل پرونیشن بیش ازحد پا، چرخش داخلی درشت نی، چرخش داخلی ران‌ها شامل کف پای صاف (Flat Foot)، ضربدری شدن زانوها (Valgus Deformity) و در نوع هایپرپرونیشن افزایش قوس کمر (Lumbar Lordosis) می باشد (۱). در این ناهنجاری عضلات نازک‌نی (Fibularis)، دوقلوها (Gastrocnemius)، نعلی (Soleus)، نوار ایلیوتیبیال (Iliotibial Tract)، دوسررانی (سرکوتاه) (Biceps Femoris)، نزدیک کننده های ران (Abductor Hip) و سوئز (Psoas) دچار کوتاهی عملکردی (بیش فعال) شده و عضلات ساقی خلفی و قدامی، پهن میانی(Vastus Medialis)، سرینی میانی و بزرگ (Gluteus Maximus and Medius)، چرخاننده‌های خارجی ران (Hip External Rotator Muscles) مهار شده‌اند (۲). مفاصل زیرقاپی، اولین مفصل کف پایی-بندانگشتی (Metatarsophalangeal Joint)، ساقی-قاپی (Ankel Joint)، خاجی-خاصره ای (Sacrolliac Joints) و مفاصل بین زوائد مفصلی مهره‌ها دچار نقص-های بالقوه عملکردی می شوند (۲، ۱). این افراد همچنین الگوهای قابل پیش بینی از آسیب دیدگی از قبیل؛ آسیب تاندون آشیل، التهاب نیام کف پای (Fascia Foot) (۳). سندرم فشار بر روی درشت نی داخلی (ShinSplint Syndrome) (۴)، اسپرین مچ پا (Ankle Sprain) و ناپایداری آن (۶، ۵)، التهاب تاندون کشکک و درد کشککی-رانی (Patellofemoral Pain Syndrome) (۷)، التهاب تاندون عضله‌ی تیبیای خلفی، آسیب دیدگی-های رباط صلیبی قدامی (Anterior Cruciate Ligament) و کمر درد دارند (۱،۲). همچنین افراد با این وضعیت در خطر بالاتری از درد کف پا، درد زانو، آسیب کف پا، شکستگی فشاری (Stress Fracture)، عملکرد ورزشی ضعیف و نقص در تعادل (Balance) و حس عمقی (Proprioception) قرار دارند (۸). اختلالات حرکتی مانند محدودیت حرکت دورسی فلکشن (Dorsiflexion) در مفصل تالوکرورال (Thalochoric Joint)، ضعف سوپینیتورهای (Supinitor) پا و مچ پا، عضلات داخلی پا و چرخاننده های خارجی هیپ می باشد که با محدودیت ایجاد شده در این افراد بروز می نماید (۹).

www.SID.ir

Archive of SID

پا و مچ پا به مفاصل نزدیک تر به تنه (Proximal) در اندام تحتانی وابستگی بیشتری دارد و نیز نقش اساسی آن ها در تحمل وزن تنه، اندام ها و فشار ناشی از آن ها، این مفصل را بیشتر مستعد مشکلات و آسیب های مکرر می‌کند (۱۰). وجود ناهنجاری در ساختار پا و کف پا ممکن است بر عملکرد فرد در موقعیت های ایستا، پویا، حرکتی و به ویژه در جابه‌جایی بدن تأثیر بگذارد (۱۱). پرونیشن افزایش یافته پا، بر ورودی های حسی از طریق تغییر در تحرک پذیری مفصل، مساحت سطح تماس، تغییر در وضعیت لیگامنت ها و بروز شلی لیگامنتی یا به طور ثانویه از طریق تغییر در راهبردهای عضلانی جهت حفظ سطح اتکای استوار و مطمئن تأثیر می گذارد و در نهایت اختلال در کنترل وضعیت بدنی را منجر می شود (۱۲). پرونیشن افزایش یافته پا همچنین با درجاتی از شلی لیگامنتی (Ligament Laxity) همراه است (۱۲) و ممکن است تغییرات بافت های نرم اطراف مفصل مانند لیگامنت ها، عضلات و تاندون ها را به همراه داشته باشد که معمولا در میان این بافت های نرم، گیرنده‌های مکانیکی و نورون های حسی (Sensory Neurons) دوک عضلانی (Muscle Spindle)، اندام وتری گلژی (Golgi Tendon Organ)، و گیرنده های مفصلی(Articular Receptors) قرار گرفته اند (۱۳). بنابراین افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن با کاهش قدرت عضلانی و وضعیت بدنی ناهنجار مواجه هستند. بر این اساس، برنامه های تمرینات اصلاحی باید بر بهبود موارد مذکور در این افراد تمرکز کنند.

قدرت عضلات در عملکرد ورزشی دارای جایگاه ویژه ای می باشد و از فاکتورهای اصلی موفقیت در ورزش است که موجب اجرای بهتر مهارت ها و همچنین کاهش آسیب های ورزشی و اصلاح ناهنجاری های بدنی می شود (۱۴). میزان قدرت عضلانی به گروه عضلانی، نوع انقباض، سرعت انقباض و زاویه مفصلی بستگی دارد (۱۵). توانایی عضلات برای تولید حداکثر نیرو جهت مقابله با یک مقاومت ثابت بدون تغییر طول عضله را قدرت ایزومتریک (Isometric Power) می نامند که به عنوان یک شاخص معتبر جهت ارزیابی عملکرد عضلانی استفاده می شود (۱۶). کنترل وضعیت بدنی مناسب، به بیومکانیک سیستم اسکلتی-عضلانی (Musculoskeletal System) (شامل پایداری و ساختار مفصل) و همچنین کنترل مناسب عصبی- عضلانی وابسته است (۱۷). عضلات از طریق مفاصل در حفظ تعادل بدن ایفای نقش می‌کنند و این موضوع روشن است که عضلات عمل-کننده در مفاصل تنه، ران، زانو و مچ پا نقش اساسی را در تنظیم تعادل بدن ایفا می‌کنند (۱۷). عدم تقارن قدرت عضلات، راستای صحیح بدن را بر هم می زند و زمینه وارد آمدن فشارهای نامتعارف به مفاصل و سایر بافت ها را فراهم می آورد (۱۸). ناهنجاری های عضلانی- اسکلتی، شرایط نامطلوبی هستند که بر اثر عوامل محیطی، فقر حرکتی و کارکرد نامناسب عضلات و مفاصل به وجود می آیند (۱۸).

خیام باشی و همکاران (۱۹)، ذکر کرده اند که تقویت عضلات دورکننده (Abductor Hip) و چرخاننده خارجی ران (Hip External Rotator) به تغییرات کینماتیکی (Kinematic) در ناحیهٔ دیستال (Distal) اندام تحتانی منجر می شود (۱۹). Synder و همکاران (۲۰)، پس از شش هفته تمرین مقاومتی با استفاده از زنجیرهٔ بستهٔ حرکتی(Closed Chain Movement) تمرینات دورکننده و چرخش- دهنده خارجی ران مشاهده کردند زوایه پشت پای (Angle of Pronation) آن ها با وجود کاهش، معنی دار نشده است (۲۰). داداش پور و همکاران (۲۱)، بیان کرده اند که اجزای بدن مانند حلقه های به هم پیوسته یک زنجیرند که هر جزء روی دیگری تاثیر می گذارد، بنابراین با اجرای تمرینات زنجیره بسته حرکتی در حالت متحمل وزن و افزایش قدرت عضلات نزدیک به تنه (Proximal) اندام تحتانی می‌توان هایپرپرونیشن (Hyperpronation) پا ناحیه دور از تنه (Distal) اندام تحتانی را اصلاح نمود (۲۱).

تحقیقات پیشین نشان داده است که برخی تمرینات اصلاحی و رویکردهای اصلاحی بر سایر روش ها برای بهبود وضعیت افراد دارای صافی کف پا و سندرم پرونیشن برتری دارد (۲۶۲-۲۲) و برخی مطالعات تمرین برروی گروه عضلات بالاتر یا پایین‌تر از محل ناهنجاری یا روش تمرینی خواص را مد نظر گرفته و برای اصلاح پرونیشن پا و بهبود عوارض ناشی از سندرم انحراف پرونیشن از این طریق تاکید داشته اند (۲۱،۲۵،۲۷،۲۸) تمرینات طناب-زنی به منظور بهبود صافی کف پا، تعادل ایستا (Static Balance)، پویا (Dynamic Balance) و کنترل

www.SID.ir

Archive of SID

وضعیت بدنی(Postural Control) (۳۰، ۲۹) حس عمقی (Proprioception) (۳۱). از این رو استفاده از این تمرینات در کنار سایر روش‌های بهبود تعادل، حس عمقی مفصل مچ پا، قدرت عضلانی اندام تحتانی و وضعیت بدنی به این افراد توصیه می شود.

اگر بین عضلات موافق و مخالف (Agonist and Antagonist Muscles) در دو طرف یک مفصل، هماهنگی مناسب به لحاظ قدرت وجود نداشته باشد، زمینه آسیب و ناهنجاری جسمانی در آن ایجاد می گردد (۳۲). یکی از مولفه های مهم در برنامه ی تمرینات توانبخشی و اصلاحی، تمرینات قدرتی می باشد، چنان که در افزایش قدرت عضلات، تاندون ها و لیگامنت ها موثر می باشد (۳۳). قدرت عضلانی و هماهنگی از طریق سازگاری های عصبی (Nervous Adaptations) و تغییرات ریخت شناختی (Morphological) در عضله توسعه پیدا می‌کند، که این به علت هایپرتروفی فیبرهای عضلانی(Hypertrophy of Muscle Fibers) افراد بجای رشد فیبرهای جدید می باشد (۳۳). در طول مراحل اولیه انجام تمرینات قدرتی، حجم عضلانی به نسبت افزایش یافتن قدرت عضلانی توسعه نمی یابد (۳۴). مخصوصا در دوره های اولیه ی تمرینات قدرتی که داشتن تناسب قدرت عضلانی بیشتر همراه با تطابق عصبی می‌توانند در ارتقاء دادن فعال سازی واحدهای حرکتی (Motor Units) بیشتر سهیم شوند (۳۵، ۳۴). سینرجیستیک (Synergistic) گروه های عضلانی به عنوان عامل مهم در پایداری مفصل شناخته شده است و نسبت قدرت این گروه های عضلانی در ارزیابی های پیشگیری از آسیب و اصلاح ناهنجاری بدنی و همچنین، نظارت بر پیشرفت دوره توانبخشی و درمانی از سوی پژوهشگران و درمانگران مورد توجه قرار دارد (۳۶).

تلاش به منظور اصلاح پرونیشن پا و کاهش عوارض ناشی از آن با استفاده از مداخلات قدیمی که به طور مستقیم بر پا اثر می گذارد، مانند پوشیدنی های پا (Foot Wear) (۲۰)، ارتز (Orthosis) (۳۷)، نواربندی (Taping) (۳۸)، تقویت عضلات ناحیه مچ پا (۳۹)، توسعه قدرت مفصل ران (۲۰)، تمرینات تعادلی و ترکیبی(Balance and Combines Exercises) (۳۱)، ماساژ (Massage) (۴۰) اجرا شده است. از طرفی اختلاف در بین گزارش تحقیقات در مورد اثر بخشی تمرینات اصلاحی بر پرونیشن پا و اثر صافی کف پا بر سایر عوامل مرتبط به آمادگی جسمانی قابل توجه می باشد؛ برخی تحقیقات گزارش کردند که افراد دارای سندرم پرونیشن و صافی کف پا، قدرت عضلانی کمتری نسبت به سایر افراد دارند که با اجرای تمرینات اصلاحی بهبود می یابند (۲۱،۲۵،۲۶). با وجود این، تحقیقاتی وجود دارند که چنین ارتباطی را تایید نکرده اند و نشان می دهند که برنامه تمرینات اصلاحی اثر معنی داری بر بهبود سندرم پرونیشن و عوارض مرتبط با آن از جمله قدرت عضلانی ندارد (۴۶-۴۱).

بر اساس نتایج و اصول ذکر شده ی حاکم بر تمرینات اصلاحی و همچنین با توجه به این‌که افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن با ضعف عضلانی روبرو هستند؛ به نظر می رسد استفاده از تمرینات اصلاحی با رویکردهای جدید مداخله مناسبی برای مبتلایان به این سندرم باشد. از طرفی، تاکنون مطالعه ای که اثر بخشی تمرینات اصلاحی با رویکرد جدید که به صورت سیستماتیک و منظم به کار می رود و دارای اهداف بازآموزی-تمرینی و عملکردی به منظور بهبود ناهنجاری سندرم پرونیشن و ناهنجاری های همراه آن در کمترین زمان ممکن باشد (شامل؛ ۱. تمرینات مهاری (Inhibitory Exercises): که با استفاده از فوم رولر عضلات توسط خود فرد ریلیز یا رهاسازی می شود، ۲. تمرینات کششی ایستا و تسهیل عصبی عضلانی (Static Stretching Exercises and Neuromuscular): که با استفاده از این تکنیک های کششی طول مناسب برای عضلات ایجاد شده و منعطف خواهند شد، ۳. تمرینات فعال سازی (Activation Exercises)؛ شامل تمرینات ایزومتریک وضعیتی و تقویتی مجزا می باشد که باعث تقویت عضلات ضعیف فرد می شود و ۴. تمرینات مسنجم پویا (Integrative Exercises)؛ شامل تمرینات ترکیبی دینامیک می باشد که باعث افزایش هماهنگی عصبی-عضلانی و تقویت واحدهای حرکتی می شود) و همچنین بر بهبود اختلالات ضعف عضلانی افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن نشان دهد، انجام نشده است و سایر روش های درمانی نیز بسیار با یکدیگر متناقض می باشند. همچنین ممکن است این تمرینات موجب کاهش هزینه های درمانی آسیب - های مرتبط با این نوع سندرم در آینده شود. بنابراین، هدف از انجام مطالعه حاضر تعیین اثر تمرینات اصلاحی با

www.SID.ir

Archive of SID

رویکرد جدید بر قدرت ایزومتریک عضلات اندام تحتانی از جمله؛ عضلات خم کننده (Flexor)، بازکننده (Extensor)، چرخاننده خارجی (External Rotator)و دورکننده های مفصل ران (Abductor Hip)، خم کننده و بازکننده مفصل زانو، سپینیتور (Supinator)، پرونیتور (Pronator)، دورسی‌فلکسور (Dorsiflexor) و پلانتارفلکسور (Plantflexor) مفاصل مچ پا در افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن بود.

روش بررسی

روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون، پس آزمون با گروه کنترل و یک سویه کور (آزمودنی ها نمی‌دانستند که در کدام گروه قرار دارند) بود که اثر تمرینات اصلاحی را بر قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه دانش آموزان دارای سندرم انحراف پرونیشن مورد ارزیابی قرار داد.

جامعه آماری دانش آموزان پسر ۱۰ تا ۱۶ ساله بودند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار آماری G*Power مبتنی بر آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری، برای انجام آزمون در سطح معناداری ۵ درصد (α=۰/۰۵)، با توان آزمون ۸۰ درصد (β=۰/۲)، و اندازه اثر متوسط (d=۰/۳) و تعداد تکرار ۲، برابر ۳۰ مورد بدست آمد (پیوست ۱). آزمودنی ها از طریق ارزیابی کلی با آزمون نیویورک (New York test) و ارزیابی منسجم بر طبق معیارهای ورود و خروج از تحقیق از بین ۱۸۳۶ دانش آموز پسر به صورت هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی و مساوی در دو گروه ۱۵ نفری کنترل و تجربی تقسیم بندی شدند.

براساس قد، وزن، سن، شاخص توده بدنی، وضعیت پرونیشن و عضو برتر همسان سازی گروه های تجربی و کنترل صورت گرفت. با هماهنگی پزشک ارتوپد، مربیان حرکات اصلاحی این افراد در طی فروردین ماه ۱۳۹۷ الی خرداد ماه ۱۳۹۷ ارزیابی شدند، سپس به افراد منتخب و والدین شان اطلاعاتی در مورد سندروم انحراف پرونیشن اندام تحتانی، هدف تحقیق، نحوه انجام مطالعه و شرایط بهبود و تمرینات اصلاحی ارائه شد، در صورت اعلام آمادگی آن ها برای شرکت در تحقیق، فرم رضایت نامه جهت تکمیل و امضاء در اختیار آن ها قرار گرفت و پس از امضای فرم مذکور به عنوان آزمودنی و با در نظر گرفتن محدودیت های تحقیق وارد گروه های مورد نظر و پروسه-ی تمرینات اصلاحی گردیدند.

معیارهای ورود و خروج دانش آموزان به مطالعه: معیارهای ورود شامل؛ ابتلای فرد به سندرم انحراف پرونیشن با توجه به تشخیص متخصص حرکات اصلاحی، الف. داشتن کف پای صاف منعطف بدون علائم درد که از طریق تست بلند کردن پاشنه، اندازه گیری شاخص افت استخوان ناویکولار با استفاده از روش توصیف شده توسط برودی (Brody) که بیشتر از ۱۰ میلی متر مد نظر بود (۸) و صافی درجه ۲ کف پا که با استفاده از تست اثر پا از طریق دیدن کف پا برروی جعبه آینه و همچنین پودر تالک بر اساس متد دنیس ای (Denis A) (در صافی کف پای درجه ۲ بخش مرکزی و جلوی پا هم اندازه هست) تشخیص داده می شد (۴۷)، ب. زانو ضربدری با اندازه-گیری فاصله بین دو قوزک داخلی پا به طوری‌که فاصله بین دو قوزک بالای ۴ سانتی متر باشد (۴۸)، ج. لوردوز کمری، که با استفاده از ابزار خط کش انعطاف‌پذیر به نام پیسوله ماری با مارک کیدوز و از روش یوداس (Youdas) مورد سنجش قرار گرفتند (۴۹) و زاویه های بیش از ۳۵ درجه انتخاب شدند (۵۰)، میانگین سنی ۱۶-۱۰ سال، داشتن دید طبیعی یا اصلاح شده با عینک یا لنز، عدم ابتلای فرد به دیگر بیماری های حاد یا مزمن ناتوان کننده مغایر با ورزش و عدم منع پزشک متخصص جهت انجام تمرینات ورزشی، عدم سابقه آسیب دیدگی یا جراحی اندام تحتانی نداشته باشد، عدم بیماری های گوش داخلی، مشکلات تاثیرگذار بر تعادل در سیستم عصبی و اختلال سیستم دهلیزی، عدم دامنه حرکتی غیر طبیعی مفاصل اندام تحتانی و مشکلات ارتوپدی جدی مثلا داشتن کف پای صاف سخت (ساختاری) و تکمیل فرم رضایت نامه به صورت آگاهانه و پرسش نامه ی سلامت فردی (۴۵). معیارهای خروج: وجود درد و یا ایجاد درد در طول مطالعه، عدم تکمیل آزمون های تحقیق در پیش آزمون و پس آزمون، عدم حضور مستمر در تمرینات (۲ جلسه غیبت پشت سرهم یا ۳ جلسه غیبت در طول دوره) (۴۵).

پروتکل تمرینی: گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته برنامه تمرینات اصلاحی منظم اجرا کردند و در طول این مدت گروه کنترل فعالیت طبیعی و روزمره خود را اجرا کردند،

www.SID.ir

Archive of SID

به عبارتی گروه کنترل فعالیت ورزشی خاصی نداشته اند و زندگی عادی خود را در طول تحقیق داشتند. پروتکل تمرینات اصلاحی شامل ۲ بخش؛ ۱. آموزشی (آموزش فعالیت های عملکردی روزانه که همه موارد به طور کاملا شفاف در کلاس تئوری در یک جلسه ۲ ساعت برای آن - ها توضیح داده شد) و ۲. تمرینی بود، که بخش تمرینی در مجموع شامل ۲۱ تمرین (شامل الف. تمرینات مهاری یا ریلیزکردن توسط خود فرد: عضلات دوقلو، نعلی، نازک نئی، عضلات خم کننده ران، نزدیک کننده ران و سر کوتاه دوسر رانی و ایلیوتیبیال باند (Iliotibial Tract) به مدت ۳۰ ثانیه بوسیله فوم غلتان (Foam Roll)، ب. تمرینات کششی ایستا: در عضلات دوقلو و نعلی روی سطح شیبدار، عضلات کشنده پهن نیام (Tensor Fasciae Latae)، سر کوتاه عضله دوسر رانی(Biceps Femoris (Brevis Head) و عضلات سوئز خاصره ای (Psoas)، ج. تمرینات مقاومتی: جهت تقویت عضلات اکسنتریک کف پا شامل دورسی فلکشن (Dorsiflexion) و اینورژن (Inversion) مچ پا، دور شدن (Abduction)، باز شدن (Extension) و چرخش خارجی ران (Hip External Rotation) با کش ترابند و تمرینات کوتاه کردن پا جهت تقویت عضلات اینترینسیک کف پا، د. تمرینات انسجامی: تمرینات تعادلی ستاره در تمامی صفحات، بالا رفتن از پله و تمرین تخته تعادل در تمامی جهات و تمرینات جیم بال بود. در تمام تمرینات اصل اضافه بار رعایت شد. تمرینات اصلاح ترکیبی از منابع علمی مختلف است که براساس جدول ۱ بود (۵۳-۵۱، ۲۴، ۹، ۲). گروه تجربی از یک روز بعد از پیش آزمون وارد برنامه تمرینات (۳ جلسه تمرین در هفته به مدت ۱۲ هفته) می شدند. تمرینات اصلاحی که برای گروه تجربی بکار رفت شامل ۳۶ جلسه ۶۰ دقیقه ی (گرم کردن اولیه ۱۰ دقیقه، تمرینات مهاری ۱۰ دقیقه، تمرینات کششی، قدرتی و انسجامی ۳۵ دقیقه و سرد کردن ۵ دقیقه) بود (۹، ۲). همزمان با آن گروه کنترل فعالیت معمول خود را داشتند. تمرینات حرکات اصلاحی در کانون اجرا گردید به طوری که افراد در طی اجرای تمرینات همکاری کرده و در کانون حاضر می شدند. علاوه بر این در صورت وجود درد نظارت های محقق زیادتر شد و تمرینات تعدیل شد.

متغیرها: قبل و بعد از ۱۲ هفته اجرای تمرینات اصلاحی متغیرهای مورد نظر در هر دو گروه مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمودنی ها از طریق آزمون های از قبیل: قدرت ایزومتریک عضلات خم کننده (Flexor)، بازکننده (Extensor)، چرخاننده خارجی (External Rotator) و دورکننده های مفصل ران (Abductor Hip)، خم کننده (Flexor) و بازکننده (Extensor) مفصل زانو، سپینیتور (Supinator)، پرونیتور (Pronator)، دورسی‌فلکسور (Dorsiflexor) و پلانتارفلکسور (Plantflexor) مفاصل مچ پا با کمک دستگاه دینامومتر دیجیتال مورد ارزیابی قرار گرفتند.

برای ارزیابی قدرت ایزومتریک عضلات بخش های مختلف پایین تنه از دستگاه دینامومتر ایزومتریک کششی-فشاری (Tensile-Compressive Isometric Dynamometer) (مدل Ver:2.0.1 ساخت دانش سالار ایرانیان تهران – ایران) استفاده شد.

عضلات دورکننده مفصل ران (Hip Abductor): از روش‌های Ireland و همکاران (۵۶-۵۴) استفاده شد. به این صورت که آزمودنی به پهلو می‌خوابد، به نحوی که مفصل لگن در حالت طبیعی و مفصل زانو باز باشد. بین زانوها آنقدر بالش گذاشته می شود تا اندام تحتانی در حالت طبیعی قرار گیرند و با استرپ، تنه را به تخت ثابت می‌کنیم، سپس دینامومتر در پنج سانتی متر بالای کندیل خارجی ران (Exterior Thigh Condyle) قرار می دهیم و با استرپ دیگری روی پا و به زیر تخت ثابت شده و از آزمودنی خواسته می‌شود در برابر مقاومت استرپ اندام تحتانی خود را به سمت بالا ببرد و ابداکشن ران را انجام دهد (۵۵، ۵۴).

عضلات چرخانندهٔ خارجی ران (Hip External Rotator): آزمودنی به نحوی می نشیند که مفصل زانو و ران ۹۰ درجه خم باشند و قسمت دیستال استخوان ران از طریق استرپی ثابت می‌شود. دینامومتر در پنج سانتی-متری بالای قوزک داخلی پا با استرپ دیگری به گونه ای بسته می شود تا به حرکت چرخش خارجی ران مقاومت اعمال کند. سر دیگر استرپ به پایهٔ تخت بسته شده و از آزمودنی خواسته می‌شود در برابر مقاومت استرپ پاشنهٔ خود را به سمت داخل ببرد (۵۵، ۵۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: خلاصه ای از برنامه تمرینات حرکات اصلاحی

تمرینات	هدف یا نوع تمرین	شاخص ها: دوره	تکرار	مدت	شدت	توضیحات
تکنیک های مهاری با استفاده از فوم رولر (تمرینات رهاسازی میوفاشیال توسط خود فرد)	دوقلو/نعلی	۱	۱	۳۰ ثانیه	-	بخش داخلی
	دوسر رانی	۱	۱	۳۰ ثانیه	-	سرکوتاه
	نوار ایلیوتیبیال باند/ کشنده پهن نیام	۱	۱	۳۰ ثانیه	-	-
	نازک نئی	۱	۱	۳۰ ثانیه	-	-
تمرینات کششی (کشش ایستا و PNF)	کشش دوقلو	۱	۱	۳۰ ثانیه	-	چرخش داخلی پشت پا
	کشش نعلی	۱	۱	۳۰ ثانیه	-	-
	کشش دوسر رانی در حالت طاق باز	۱	۱	۳۰ ثانیه	-	-
	کشش نوار ایلیوتیبیال باند/ کشنده پهن نیام در حالت ایستاده	۱	۱	۳۰ ثانیه	-	چرخش خارجی پشت پا
تمرینات فعال سازی (تمرین تقویتی مجزا و ایزومتریک وضعیتی)	درسی‌فلکشن مچ در مقابل مقاومت	۱-۲	۱۰-۱۵	-	۲/۲/۴	ساقی قدامی
	پلنتار فلکشن و اینورژن در مقابل مقاومت	۱-۲	۱۰-۱۵	-	۲/۲/۴	ساقی خلفی
	بلند کردن ساق یک پا	۱-۲	۱۰-۱۵	-	۲/۲/۴	دوقلو داخلی
	خم کردن زانو در مقابل مقاومت همراه با چرخش داخلی	۱-۲	۱۰-۱۵	-	۲/۲/۴	همسترینگ داخلی
	جمع کردن حوله زیر پا، کوتاه کردن پا بدون جمع شدن انگشتان	۱-۲	۱۰-۱۵	-	۲/۲/۴	خم کننده انگشتان و عضلات اینترینسیک کف پا
	حرکت آبداکشن و چرخش خارجی ران در مقابل مقاومت کش پیلاتس و کش بدنسازی	۱-۲	۱۰-۱۵	-	۲/۲/۴	آبداکتورها و چرخاننده های خارجی ران
	درحالت طاق باز با خم کردن زانو۹۰ درجه در مقابل مقاومت دست	۱	۴	-	۲۵-۵۰-۷۵-۱۰۰ درصد	عضله همسترینگ داخلی
	درحالت طاق باز با صاف بودن زانو در مقابل مقاومت دست پلانتار و اینورژن پا صورت می گیرد	۱	۴	-	۲۵-۵۰-۷۵-۱۰۰ درصد	عضله ساقی خلفی
	درحالت طاق باز با صاف بودن زانو در مقابل مقاومت دست درسی فلکشن پا صورت می گیرد.	۱	۴	-	۲۵-۵۰-۷۵-۱۰۰ درصد	عضله ساقی قدامی
تمرینات منسجم پویا	دستیابی به تعادل برروی یک پا در چند جهت (تمرینات تعادل ستاره‌ای)	۱-۲	۱۰-۱۵	۳۰ ثانیه	-	قوس مناسب پا حفظ شود و زانو مستقیم در راستای مقابل انگشتان دوم و سوم قرار گیرد.
	بالا رفتن از پله و حفظ تعادل	۱-۲	۱۰-۱۵	۳۰ ثانیه	-	قوس مناسب پا حفظ شود و زانو مستقیم در راستای مقابل انگشتان دوم و سوم قرار گیرد.
	اسکات با یک پا	۱-۲	۱۰-۱۵	۳۰ ثانیه	-	قوس مناسب پا حفظ شود و زانو مستقیم در راستای مقابل انگشتان دوم و سوم قرار گیرد.
	حرکت لانچ و حفظ تعادل	۱-۲	۱۰-۱۵	۳۰ ثانیه	-	قوس مناسب پا حفظ شود و زانو مستقیم در راستای مقابل انگشتان دوم و سوم قرار گیرد.

PNF: Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (تمرینات تسهیل عصبی-عضلانی)

عضلات خم کننده مفصل ران (Hip Flexor): فرد در وضعیت طاق باز طوری قرار می گرفت که زانوی پای برتر خم زاویه ۶۰ تا ۹۰ درجه و تسمه دینامومتر بر روی تروکانتر بزرگ ران قرار داده می‌شد و پای دیگر کاملا صاف با زاویه ۱۸۰ درجه روی میز قرار می‌گرفت. در ادامه، از آزمودنی خواسته شد ران خود را به وضعیت خم شده برده و با حداکثر قدرت این وضعیت را برای ۵ ثانیه نگه دارد (۵۶).

عضلات بازکننده مفصل ران (Hip Extensor): فرد در وضعیت دمر قرار می‌گرفت و تسمه دینامومتر ۵ سانتی-متر بالاتر از چین پوپلیتئال قرار داده می‌شد و زانوی پای برتر در وضعیت خمیده (۶۰ تا ۹۰ درجه) قرار می گرفت. در ادامه، از آزمودنی خواسته شد ران خود را

www.SID.ir

Archive of SID

به وضعیت باز شده برده و با حداکثر قدرت این وضعیت را برای ۵ ثانیه نگه دارد (۵۶).

قدرت ایزومتریک عضلات خم کننده و باز کننده مفصل زانو: به طوری که فرد با زاویه ۹۰ درجه برروی صندلی نشسته، قدرت ایزومتریک عضلات مفصل زانوی پای برتر ارزیابی شد. جهت اندازه‌گیری ابتدا دینامومتر در زاویه ۹۰ درجه ثابت می شود و زاویه پشتی صندلی در زاویه ۷۰ تا ۸۵ درجه به گونه ای که فرد احساس راحتی نماید تنظیم می‌گردد. هنگام آزمون، جهت اندازه‌گیری فقط قدرت ایزومتریک عضلات خم کننده (Flexor) و بازکننده (Extensor)، از استرپ برای ثابت کردن ران و بالاتنه فرد استفاده می شود، سپس تسمه دینامومتر برای ارزیابی بازکننده ها (Extensor) روی ساق و برای خم کننده ها (Flexor) پشت ساق و ۵ سانتی متر بالاتر از قوزک خارجی قرار می گیرد، در ادامه، از آزمودنی خواسته شد در زاویه مورد نظر ۵ ثانیه حداکثر انقباض را برای هر یک از عضلات فلکسور و اکستنسور نگه دارد (۵۶).

قدرت ایزومتریک عضلات دورسی‌فلکسور (Dorsiflexor)، پلانتافلکسور (Plantflexor)، پرونیتور (Pronator) و سوپینیتور (Supinator) مچ پا: از دستگاه دینامومتر دیجیتال در حالی که ران و ساق ثابت شده‌اند قدرت ایزومتریک عضلات دورسی-فلکسور (Dorsiflexor)، پلانتافلکسور (Plantflexor)، پرونیتور (Pronator) و سوپینیتور (Supinator) ارزیابی خواهند شد. قسمت دیستال استخوان ران و ساق پا از طریق استرپی در حالی که فرد به صورت طاق باز و نشسته روی میز معاینه قرار گرفته است ثابت می شود. یک بخش از تسمه دینامومتر برروی پنجه‌ی پا قرار گرفته و سر دیگر آن به پایهٔ تخت بسته شده و از آزمودنی خواسته می شود در برابر مقاومت تسمه پنجه‌ی پای خود را به سمت داخل، خارج، بالا و پایین در جهات مختلف حرکت را انجام داده و در این حالت قدرت عضلات با توجه به اوج گشتاور ایجاد شده بر حسب کیلوگرم ثبت می شد (۵۸، ۵۷، ۵۴، ۱۴).

قابل توجه می باشد که آزمودنی ها برای تمامی تست-های فوق الذکر یک کوشش تمرینی را اجرا کرده و سپس هر تست قدرت ایزومتریک سه بار تکرار می شود و هر انقباض پنج ثانیه حفظ می شود در ادامه آزمودنی بین هر تکرار پانزده ثانیه استراحت می کرد (۱۴،۵۴،۵۷،۵۸). به منظور جلوگیری از اسپاسم (Spasm) و گرفتگی عضلات حین ارزیابی قدرت، پیش از شروع این مرحله از پژوهش، حرکات کششی عمومی با تأکید بر عضلات مذکور به آزمودنی ها آموزش داده شد و هر آزمودنی به مدت پنج دقیقه به گرم کردن پرداخت. لازم به ذکر است که اندازه-گیری قدرت ایزومتریک در تمامی موارد فوق الذکر فقط در سمت برتر انجام شد و آزمودنی ها، هر وضعیت را سه مرتبه با یک دقیقه استراحت بین هرکدام از آن ها انجام می دادند و میانگین نمرات کسب شده به عنوان رکورد آن ها ثبت می گردید، ذکر این نکته ضرورت دارد که جهت نرمال سازی داده ها، میزان قدرت ایزومتریک عضلات بر وزن افراد تقسیم و در ۱۰۰ ضرب گشت تا امکان مقایسه صحیح بین افراد فراهم آید: قدرت ایزومتریک= (قدرت عضلانی/جرم بدنی)×۱۰۰ (۵۸، ۵۷، ۵۴، ۱۴). همه ی این تست ها در طی یک جلسه اجرا می شد طوری که برای دانش آموزان هیچ گونه عارضه و ناراحتی نداشته باشد. حالات دانش آموزان در حین آزمون‌ها مورد توجه بود و در بین هر آزمون فرصت کافی برای استراحت در نظر گرفته می‌شد که فرد دچار خستگی بیش از حد یا آسیب نشوند.

در این پژوهش برای توصیف متغیرها از آمار توصیفی و برای تجزیه و تحلیل داده ها از آمار استنباطی بهره گرفته شد. از روش های آمار توصیفی در قالب آماره هایی چون میانگین، انحراف معیار و جدول جهت توصیف داده ها استفاده شد. در سطح استنباطی برای مقایسه ویژگی های فردی بین دو گروه از آزمون تی مستقل و برای پاسخ به فرضیات تحقیق از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری (۲×۲) استفاده گردید. آزمون ها در سطح خطای پنج درصد و با استفاده از نسخه ۲۲ نرم‌افزار SPSS انجام شد (۵۹). پس از پردازش مدل آنالیز واریانس، پذیره های زیربنایی مدل آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری از قبیل نرمال بودن توزیع خطا از طریق آزمون شاپیروویلک، همگن بودن واریانس خطا از طریق آزمون لوین، و همگن بودن کواریانس‌ها از طریق آزمون باکس برروی داده های مطالعه حاضر بررسی و تایید شدند (پیوست ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

یافته ها

آزمودنی های گروه کنترل دارای میانگین سنی ۱۲/۱±۶۶/۸۳ سال، قد ۹/۵±۴/ ۱۶۶ سانتی متر، وزن ۶۸/۹±۹/۹ کیلوگرم، شاخص توده بدنی ۲۴/۷۱±۵/۲۱ کیلوگرم/مترمربع، طول پا ۸۲/۴±۶/۸۸ سانتی متر و آزمودنی های گروه تجربی دارای میانگین سنی ۱۲/۱±۶۰/۷۲ سال، قد ۶/۵۹±۳/ ۱۶۵ سانتی متر، وزن ۶۷/۵±۱۳/۷۲ کیلوگرم، شاخص توده بدن ۲۴/۵۵±۱/۶۴ کیلوگرم/مترمربع، طول پا ۸۱/۶±۴/۲۲ سانتی متر بودند. نتیجه ی آزمون تی مستقل اختلاف معناداری در میانگین سن (p=۰/۹۱۹)، قد (p=۰/۷۲۵)، وزن (p=۰/۶۲۷)، شاخص توده‌ی بدنی (p=۰/۸۲۴) و طول پا (p=۰/۶۸۱) بین دو گروه نشان نداد.

اطلاعات مربوط به قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه‌ی دانش آموزان در جدول ۲ ارائه شده است.

بر اساس نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری برای متغیرهای مورد بررسی، فرض یکسان بودن میانگین امتیاز در دو مرحله ی پیش آزمون و پس آزمون در تمامی متغیرهای مربوط به قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه رد شد (p<۰/۰۰۱). اثر گروه آزمایشی برای متغیر خم کننده ران (Hip Flexor) (p=۰/۰۹۶) معنادار نبود ولی در متغیرهای باز کننده ران (Hip Extensor) (p=۰/۰۱۴)، دورکننده ران (Abductor Hip) (p=۰/۰۴۹)، چرخاننده خارجی ران (Hip External Rotator) (p<۰/۰۰۱)، خم کننده مفصل زانو (Knee Flexor) (p=۰/۰۱۸)، باز کننده مفصل زانو (Knee Extensor) (p=۰/۰۰۶)، دورسی‌فلکسور (Dorsiflexor) (p=۰/۰۲۰)، پلانتارفلکسور (Plantflexor) (p=۰/۰۲۸)، پرونیتور (Pronator) (p=۰/۰۴۷)، سوپینیتور (Supinator) (p<۰/۰۰۱) اختلاف معناداری در میانگین امتیازات دو گروه کنترل و تجربی مشاهده شد. به علاوه اثرمتقابل گروه آزمایشی و زمان اندازه‌گیری در تمامی شاخص های قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه معنادار بود (p<۰/۰۰۱).

نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مربوط به اثر متقابل نشان داد در گروه کنترل میانگین مقادیر خم کننده ران (Hip Flexor) (p=۰/۴۲۱)، بازکننده ران (Hip Extensor) (p=۰/۹۹۲)، دور کننده ران (Abductor Hip) (p=۰/۹۴۲)، چرخاننده خارجی ران (Hip External Rotator) (p=۰/۵۴۲)، خم کننده زانو (Knee Flexor) (p=۰/۶۰۳)، باز کننده زانو (Knee Extensor) (p=۰/۶۶۸)، دورسی‌فلکسور (Dorsiflexor) (p=۰/۵۵۵)، پلانتارفلکسور (Plantflexor) (p=۰/۶۲۹)، پرونیتور (Pronator) (p=۰/۹۰۱)، سوپینیتور (Supinator) (p=۰/۳۷۶) بین پیش آزمون و پس - آزمون تفاوت معنادار نداشت در حالی که در گروه تجربی میانگین مقادیر همه متغیرها در پس آزمون به طور معناداری بیشتر از پیش آزمون بود (p<۰/۰۰۱). به علاوه با انجام مقایسه‌های بین گروهی مشخص شد که در مرحله‌ی پیش آزمون میانگین مقادیر خم کننده ران (Hip Flexor) (p=۰/۳۹۷)، باز کننده ران (Hip Extensor) (p=۰/۵۱۷)، دورکننده ران (Abductor Hip) (p=۰/۹۴۱)، چرخاننده خارجی ران (Hip External Rotator) (p=۰/۲۴۹)، خم کننده زانو (Knee Flexor) (p=۰/۸۸۲)، باز کننده زانو (Knee Extensor) (p=۰/۳۸۰)، دورسی‌فلکسور (p=۰/۷۷۵)، پلانتارفلکسور (Plantflexor) (p=۰/۵۶۱)، پرونیتور (Pronator) (p=۰/۲۳۲)، سوپینیتور (Supinator) (p=۰/۱۹۵) بین دو گروه کنترل و تجربی تفاوت معنادار وجود نداشت ولی در پس‌آزمون میانگین مقادیر تمامی شاخص های مربوط به ایزومتریک عضلات پایین تنه در دانش‌آموزان گروه تجربی بطور معناداری بیشتر از دانش-آموزان گروه کنترل بود (p<۰/۰۰۱).

بحث و نتیجه گیری

هدف پژوهش حاضر تعیین تاثیر تمرینات اصلاحی با رویکرد جدید بر قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه دانش آموزان مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن بود.

براساس یافته های تحقیق حاضر نمونه های گروه تجربی پس از پایان برنامه تمرینات اصلاحی در دوره زمانی پس آزمون که تست قدرت عضلانی به منظور ارزیابی قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه، بر روی آن ها اجرا شده بهتر از گروه کنترل بوده و دارای قدرت عضلانی بیشتری در پای غالب نسبت به آن ها می باشند که نشان دهنده موثرتر بودن روش تمرینات اصلاحی منظم نسبت به عدم تحرک بدنی و فعالیت های روتین می‌باشد. به طوری که در پس آزمون اختلاف امتیازات بدست آمده در میانگین قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه در عضلات خم کننده

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه

متغیر	گروه	پیش آزمون میانگین± انحراف معیار	پس آزمون میانگین± انحراف معیار	نتایج آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری زمان	گروه	اثر متقابل
خم کننده ران(**Hip Flexor**) (٪ وزن بدن)	تجربی	۰/۹۲±۱۱/۴۴	۰/۸۶±۱۳/۵۱	p<۰/۰۰۱	p=۰/۰۹۶	p<۰/۰۰۱
	کنترل	۱/۲۱±۱۱/۷۸	۱/۲۲±۱۱/۸۳	(η^2=۰/۹۵۱)	(η^2=۰/۰۹۶)	(η^2=۰/۹۴۶)
بازکننده ران (**Hip Extensor**) (٪ وزن بدن)	تجربی	۰/۷۶±۱۰/۴۲	۰/۸۸±۱۲/۶۶	p<۰/۰۰۱	p=۰/۰۱۴	p<۰/۰۰۱
	کنترل	۱/۰۵±۱۰/۶۵	۱/۰۴±۱۰/۶۴	(η^2=۰/۹۵۳)	(η^2=۰/۱۹۷)	(η^2=۰/۹۵۳)
دورکننده ران (**Hip Abductor**) (٪ وزن بدن)	تجربی	۰/۵۷±۵/۴۳	۰/۶۱±۶/۶۳	p<۰/۰۰۱	p=۰/۰۴۹	p<۰/۰۰۱
	کنترل	۰/۵۷±۵/۴۳	۰/۸۹±۵/۴۶	(η^2=۰/۸۲۸)	(η^2=۰/۱۳۱)	(η^2=۰/۸۲۶)
چرخاننده خارجی ران(**Hip External Rotator**) (٪ وزن بدن)	تجربی	۰/۴۱±۴/۵۶	۰/۴۴±۵/۷۴	p<۰/۰۰۱	p<۰/۰۰۱	p<۰/۰۰۱
	کنترل	۰/۵۰±۴/۳۶	۰/۵۲±۴/۳۸	(η^2=۰/۹۵۹)	(η^2=۰/۴۲۴)	(η^2=۰/۹۵۶)
خم کننده زانو (**Knee Flexor**) (٪ وزن بدن)	تجربی	۰/۶۳±۱۱/۸۴	۰/۶۲±۱۳/۵۲	p<۰/۰۰۱	p=۰/۰۱۸	p<۰/۰۰۱
	کنترل	۱/۰۲±۱۱/۸۸	۱/۰۳±۱۱/۹۲	(η^2=۰/۹۱۸)	(η^2=۰/۱۸۳)	(η^2=۰/۹۱۱)
بازکننده زانو (**Knee Extensor**) (٪ وزن بدن)	تجربی	۰/۹۸±۱۴/۴۷	۱/۰۸±۱۷/۵	p<۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۶	p<۰/۰۰۱
	کنترل	۱/۱۲±۱۴/۸۲	۱/۰۷±۱۴/۸۵	η^2=۰/۹۵۵)	(η^2=۰/۲۴۳)	(η^2=۰/۹۵۲)
دورسی‌فلکسور (**Dorsiflexor**) (٪ وزن بدن)	تجربی	۰/۳۶±۳/۹۸	۰/۴۵±۵/۱۸	p<۰/۰۰۱	p=۰/۰۲۰	p<۰/۰۰۱
	کنترل	۰/۷۳±۴/۰۴	۱/۷۲±۴/۰۸	(η^2=۰/۸۶۷)	(η^2=۰/۱۷۸)	(η^2=۰/۸۵۱)
پلانتارفلکسور (**Plantflexor**) (٪ وزن بدن)	تجربی	۰/۵۸±۴/۸۷	۰/۷±۶/۶۸	p<۰/۰۰۱	p=۰/۰۲۸	p<۰/۰۰۱
	کنترل	۱/۰۱±۵/۰۵	۱/۰۱±۵/۰۷	(η^2=۰/۹۶۳)	(η^2=۰/۱۶۱)	(η^2=۰/۹۶۲)
پرونیتور (**Pronator**) (٪ وزن بدن)	تجربی	۰/۳۳±۴/۲۵	۰/۴۱±۵/۳۸	p<۰/۰۰۱	p=۰/۰۴۷	p<۰/۰۰۱
	کنترل	۰/۵۷±۴/۴۶	۰/۵۶±۴/۴۷	(η^2=۰/۸۵۱)	(η^2=۰/۱۳۴)	η^2=۰/۸۴۸)
سوپینیتور(**Supinator**) (٪ وزن بدن)	تجربی	۰/۳۶±۳/۴۶	۰/۵۱±۵/۶	p<۰/۰۰۱	p<۰/۰۰۱	p<۰/۰۰۱
	کنترل	۰/۴۵±۳/۶۶	۰/۴۸±۳/۷۳	(η^2=۰/۹۳۳)	(η^2=۰/۵۰۰)	η^2=۰/۹۲۴)

سطح معناداری p<۰/۰۵

ران (Hip Flexor)، بازکننده ران (Hip Extensor)، دور کننده ران (Hip Abductor)، چرخاننده خارجی ران (Hip External Rotator)، خم کننده زانو (Knee Flexor)، باز کننده زانو (Knee Extensor)، دورسی‌فلکسور(Dorsiflexor)، پلانتارفلکسور (Plantflexor)، پرونیتور (Pronator)، سوپینیتور (Supinator) معنی دار بوده. با توجه به نتایج حاصله میانگین امتیازات کسب شده در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل برتری نشان می دهد و تفاوت ها معنی دار است. همچنین در گروه کنترل در هیچ یک از متغیرها بین پیش آزمون و پس آزمون اختلاف معنادار نبود.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج بدست آمده از تحقیق خیام باشی و همکاران (۱۹)، داداش‌پور و همکاران (۲۱)، Lynn و همکاران (۲۲)، Chung و همکاران (۲۳)، داداش‌پور و همکاران (۲۵)، نجفی و همکاران (۲۶)، Goo و همکاران (۲۸)، حاتمی و همکاران (۳۱)، Pandey و همکاران (۶۰)، Docherty و همکاران (۶۱)، Iodice و همکاران (۶۲)، مهدوی و همکاران (۶۳) هم‌خوانی دارد. شاید علت این هم‌خوانی استفاده این تحقیقات از تمرینات اصلاحی یکسان با تمرینات بکار رفته در تحقیق حاضر یا ویژگی های مشابه شرکت کننده ها باشد.

قدرت ایزومتریک عضلات دورکننده مفصل ران (Hip Abductor)، چرخش دهنده های خارجی مفصل ران(Hip External Rotator) و عضلات راست رانی (Rectus Femoris) به طور معنی‌داری در افراد دارای هایپرپرونیت پا کمتر می باشد (۱۴). بنابراین پای پرونیت

www.SID.ir

Archive of SID

شده موجب تغییراتی در قدرت عضلات پایین تنه خواهد شد (۱۰). بدلیل اینکه این تغییرات در قوس طولی داخلی پا صورت می گیرد می تواند موجب تغییراتی در الگوهای جبرانی عصبی-عضلانی شود (۱۰). این دسته از تغییرات در الگوهای جبرانی عصبی-عضلانی که بخاطر ناهنجاری - های بدنی بوجود می آید می تواند موجبات آسیب دیدگی را فراهم کند (۱۴، ۲). این نتایج با نتایج بدست آمد از تحقیقات Synder و همکاران (۲۰)، کُوهی و همکاران (۴۱)، احمدعلی دخت و همکاران (۴۵)، Lee و همکاران (۶۴)، Kaminski و همکاران (۶۵)، هم‌خوانی ندارد. ممکن است دلیل عدم هم خوانی این تحقیقات با مطالعه حاضر به خاطر نوع پژوهش باشد، چرا که در مطالعه حاضر از تمرینات اصلاحی استفاده شده ولی برخی از پژوهش های یاد شده از نوع مقایسه ای می باشد. در مطالعه حاضر به منظور افزایش قدرت عضلانی تمرینات اصلاحی اجرا شده است. همچنین استفاده از پروتکل های تمرینی متفاوت با رویکردهای مختلف، ویژگی افراد شرکت کننده در تحقیق (سن، جنسیت و جمعیت های متفاوت) ابزارها یا روش ارزیابی متفاوت و قدیمی می تواند از علل عدم همسویی این مطالعات باشد.

ناهنجاری‌های عضلانی- اسکلتی، شرایط نامطلوبی هستند که بر اثر عوامل محیطی، فقر حرکتی و کارکرد نامناسب عضلات و مفاصل به وجود می آیند (۱۸). اگر بین عضلات موافق و مخالف در دو طرف یک مفصل، هماهنگی مناسب به لحاظ قدرت وجود نداشته باشد، زمینه آسیب و ناهنجاری جسمانی در آن ایجاد می‌گردد (۳۲). فعالیت عضلات تبیای خلفی (اینورتور) در افراد با وضعیت هایپرپرونیشن زیاد و فعالیت عضلات اورتور نسبت به افراد نرمال کمتر است و در این افراد گشتاور پلانتار فلکسوری در مچ پا بیشتر است (۶۶). تغییرات بیومکانیکی ناشی از پرونیشن مچ پا ممکن است بر بارهای مفصلی، بازدهی مکانیکی عضلات، بازخورد و جهت یابی حس عمقی اثرگذار باشد و به تغییر در کنترل عصبی- عضلانی اندام تحتانی بیانجامد (۶۷).

یکی از مولفه های مهم در برنامه‌ی تمرینات توانبخشی و اصلاحی، تمرینات قدرتی می باشد، چنان که در افزایش قدرت عضلات، تاندون ها، و لیگامنت ها موثر می باشد. قدرت عضلانی و هماهنگی از طریق سازگاری های عصبی و تغییرات ریخت شناختی در عضله توسعه پیدا می کند، که این به علت هایپرتروفی فیبرهای عضلانی افراد بجای رشد فیبرهای جدید می باشد (۳۳). در طول مراحل اولیه انجام تمرینات قدرتی، حجم عضلانی به نسبت افزایش یافتن قدرت عضلانی توسعه نمی یابد. مخصوصا در دوره - های اولیه‌ی تمرینات قدرتی که داشتن تناسب قدرت عضلانی بیشتر همراه با تطابق عصبی می توانند در ارتقاء دادن فعال‌سازی واحدهای حرکتی بییشتر سهیم شوند (۳۵، ۳۴). یکی از اصول تمرینات قدرتی چگونگی بکارگیری بارهای مناسب در روند تمرینات می باشد. زمانی که عضلات با محرک ها سازگار شدند، بار اضافی برروی ساختارهای قرار می گیرند که نیاز به بدست آوردن قدرت عضلانی بیشتری دارند. بکارگیری اصل اضافه بار در تمرینات قدرتی و عصبی- عضلانی منجر به هایپرتروفی جبرانی و افزایش در قدرت عضلانی و هماهنگی می شود (۶۸). سینرجیستیک (Synergistic) گروه های عضلانی به عنوان عامل مهم در پایداری مفصل شناخته شده است و نسبت قدرت این گروه های عضلانی در ارزیابی‌های پیشگیری از آسیب و اصلاح ناهنجاری بدنی و همچنین، نظارت بر پیشرفت دوره توانبخشی و درمانی از سوی پژوهشگران و درمانگران مورد توجه قرار دارد (۳۶). در مورد این که برنامه تمرینات اصلاحی منظم چگونه می تواند بر قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه اثر بگذارند باید توضیح داد که کشش، انقباض و تقویت عضلانی عضلات ناحیه مرکزی بدن، ران، زانو، ساق پا، مچ پا و کف پا باعث بهبود سیستم عصبی-عضلانی، هماهنگی و توازون، بالا رفتن کارآیی و عملکرد عضلات و گیرنده - های مفصلی شده و این امر موجب افزایش قدرت ایزومتریک آن ها می شود (۳۶-۳۴). همچنین تمرینات اصلاحی موجب افزایش کارآرایی سیستم عصبی- عضلانی شد و این امر باعث می شود که مفاصل کمری- لگنی- رانی در طول زنجیره حرکات عملکردی و انجام آزمون های عملکردی دارای حرکات مطلوب و قدرت بهتری باشند (۶۸، ۳۶-۳۴). این اثرات منجر به عملکرد مطلوب و افزایش قدرت اندام تحتانی می شود که می توانند تثبیت عضلانی مناسب تری داشته باشند و در نتیجه آزمودنی ها می توانند رکورد بهتری کسب کنند. بنابراین میانگین قدرت عضلانی که با دستگاه دینامومتر دیجیتال اندازه- گیری شد افزایش می یابد، که می‌تواند تاثیر تمرینات اصلاحی منظم بر افراد دارای سندرم انحراف پرونیشن

www.SID.ir

Archive of SID

باشد. در واقعه بخش های مختلف بدن مانند حلقه های به هم پیوسته یک زنجیرند که هر جزء بروی دیگری اثر می‌گذارد، چنان که می توان با اجرای تمرینات اصلاحی مناسب و افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی و تنه سندرم انحراف پرونیشن پا را اصلاح نمود.

از یافته های تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات اصلاحی با رویکرد جدید سبب بهبودی در قدرت ایزومتریک عضلات پایین تنه در دانش آموزان مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن می‌شود، لذا برای این دسته از دانش آموزان توصیه می شود.

سپاسگزاری

محققین از تمام اشخاصی که در انجام تحقیق حاضر ما را یاری نمودند از جمله؛ پزشکان ارتوپد، مربیان، ارزیابان و تمامی دانش آموزان ارجمند و والدین ایشان نهایت تشکر و سپاس را دارند. شایان ذکر است که کد اخلاق با شماره (IR.UI.REC.1396.037) از کمیته اخلاق معاونت پژوهشی دانشگاه اصفهان و کد IRCT با شماره IRCT20190824044597N1 توسط پژوهشگر اخذ گردید.

منابع

1. Hertling D, Kessler R. Management of Common Musculoskeletal Disorders: Physical Therapy Principles and Methods. ed. r, editor. Philadelphia: Lippincott-Raven; 2006; 606-612.
2. Clark M, Lucett S. NASM essentials of corrective exercise training :Lippincott Williams & Wikins; 2011.
3. Irving D B, Cook J L, Menz H B. Factors associated with chronic plantar heel pain: a systematic review. J Sci Med Sport 2006; 9(1-2): 11-22.
4. Moen M, Tol J, Weir A, Steunebrink M, De Winter T. Medial tibial stress syndrome :a critical review. Sports Med 2009; 39(7): 523-546.
5. Holmes A, Delahunt E. Treatment of common deficits associated with chronic ankle instability. Sports Med 2009; 39(3): 207-224.
6. De Noronha M, Refshauge K, Herbert R, Kilbreath S, Hertel J. voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain? Br J Sports Med 2006; 40(10): 824-828.
7. Powers C. The influence of altered Lower-extremity Kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. J Orthop Sports Phys Ther 2003; 33(11): 639-646.
8. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. J Ath Train 2005; 40(1): 41-46.
9. Sahrmann S. Movement system impairment syndromes of the extremities,cervical and thoracic spines: St Louis: Mosby, 2011: .217-254.
10. Halasi T, Kynsburg A, Tállay A, Berkes I. Changes in joint position sense after surgically treated chronic lateral ankle instability. Br J Sports Med 2005;3 9(11): 818-824.

www.SID.ir

Archive of SID

11. Razeghi M, Batt M. Foot type classification: a critical review of current methods. Gait & Posture. 2002; 15(3): 282-291.

12. Yalcin E, Kurtaran A, Selcuk B, Onder B, et al. Isokinetic measurements of ankle strength and proprioception in patients with flatfoot. Isokinetics & Exercise Science 2012; 20(3): 167-171.

13. Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. Am J Sports Med 1997; 25(1): 130-137.

14. Javdaneh N, Mozafaripour E, Javdaneh N, Pourmahmodyan P. Isometric strength of lower extremity muscles in athletes with hyperpronated foot. Physical Treatments 2014; 4(2): 32-37.

15. Rajabi R, Samadi H. Corrective exercise laboratory guidline. Tehran university publication institute. First edition. Tehran; (Persian), 2008: 144-145.

16. Kashef M, Shalchi F. Measurement and evaluation in physical education. Faratahlil Publication: 1st ed. Tehran; (Persian), 2005: 68-102.

17. Lyytinen T, Liikavainio T, Bragge T, Hakkarainen M, et al. Postural control and thigh muscle activity in men with knee osteoarthritis. Journal of Electromyography and Kinesiology 2010; 20(6): 1066-1074.

18. Abdoli B, Teymoori M, Zamani SS, Zeraatkar M, Hovanloo F. Relationship between Plantar longitudinal arches and some selected motor parameters in children aging 11 to 14 years. J Res Rehabil Sci 2011; 7(3): 381-390.

19. Khayambashi K, Mohammadkhani Z, Ghaznavi M. The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: A randomized controlled trial. J Orthop Sport Phys Ther 2012; 42(1): 22-29.

20. Synder K, Earl J, O'Connor KM, Ebersole KT. Resisrance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during runing. Clin Biomech (Bristol,AVON) 2009; 24(1): 26-34.

21. Dadashpoor A ,Shojaeddin SS, Alizadeh MH. The Effect of Strength Exercise Program on the Hip Abductor and Lateral Rotator Muscles in Correcting Pronated Foot. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences 2014; 12(11): 881-894.

22. Lynn S, Padilla R, Tsang KKW. Differences in Static- and Dynamic-Balance Task Performance After 4 Weeks of Intrinsic-Foot-Muscle Training: The Short-Foot Exercise Versus the Towel-Curl Exercise. Journal of Sport Rehabilitation 2012; 21(4): 327-333.

23. Chung Kyoung A, Lee E, Lee S. The effect of intrinsic foot muscle training on medial longitudinal arch and ankle stability in patients with chronic ankle sprain accompanied by foot pronation. J Phys Ther Rehabil Sci 2016; 5(2):78-83.

24. Moon DC, Kim K, Lee SK. Immediate effect of short-foot exercise on dynamic balance of subjects with Excessively Pronated Feet. Journal of physical therapy science 2014; 26(1): 117-119.

25. Dadashpoor A, Shojaeddin SS, Alizadeh MH. The effect of a selected exercise program on correcting foot pronation (Pilot study) J Res Rehabil Sci 2013; 9(2): 209-219. [Persian]

26. Najafi M, Shojaedin S, Haddadnejad M, Barati A. Effect of Eight-Week Corrective Exercises on the activity of Involved Muscles in Ankle Balance Strategies in Girls with Lower Limb Pronation Syndrome. J Rehab Med 2018; 7(1): 77-87. [Persian]

27. Goo YM, Kim TH, Lim JY. The effects of gluteus maximus and abductor hallucis strengthening exercises for four weeks on navicular drop and lower extremity muscle activity during gait with flatfoot.(A). J Phys Published by IPEC Inc Ther Sci 2016; 28(3): 911-915.

www.SID.ir

Archive of SID

28. Goo YM, Kim TH, Lim JY. The effects of hip external rotator exercises and toe-spread exercises on lower extremity muscle activities during stair-walking in subjects with pronated foot .(B). J Phys Ther Sci 2016; 28(3): 816-819.

29. Ghaderiyan M, Ghasemi G, Zolaktaf V. Effect of Rope Jumping Exercise on Foot Arch in Boy Students with Cavus, Planus, and Normal Foot Types. Journal of Research in Rehabilitation Sciences 2015; 11(3): 212-219. [Persian]

30. Ghaderiyan M, Ghasemi GA, Zolaktaf V. The effect of rope jumping training on postural control, static and dynamic balance in boy students with flat foot. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport 2016; 4(8): 89-102. [Persian]

31. Hatami M, Shojaedin S, Letafatkar A. Effect of Six Weeks of Balance Exercise Protocol, Taping, and Mixed Protocol on Proprioception and Functional Performance in Teenager Boys' Volleyball Players with Chronic Ankle Instability. J Rehab Med 2018; 7(2): 23-32. [Persian]

32. Nazari MH, Jamashidi A, Peeri M, Sadeghi R, Mahmudi F. Assessment of muscle strength imbalance of ankle, knee and hip joints as one of important biomechanical factors in predicting of extremity lower sport injuries among elite young athletes. Olympic 2013; 20(4): 99 -113. [Persian]

33. Hubal MJ, Gordish-Dressman HE, Thompson PD, Price TB, et al. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. Med Sci Sports Exerc 2005; 37: 964-972.

34. Jones D, Round J, De Haan A. Muscle growth, development, adaptions and ageing, in Skeletal muscle from molecules to movement. A textbook of muscle physiology for sport, exercise, physiotherapy and medicine. Elsevier, London 2004.

35. Peterson MD, Rhea MR, Alvar BA. Applications of the dose-response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription The Journal of Strength & Conditioning Research, 2005; 19(4): 950-958.

36. Shojaaldin SSAD, Sadeghi H, Torkamaani H. The effect of six weeks' strength training on eversion to inversion ratios in soccer players with chronic ankle instability. J Mov Sci Sports 2008; 5(10): 39-47. [Persian]

37. Nejati P, Forugh B, Kuhpayezade J, Moeineddin R , Nejati M. Effects of foot orthoses on knee pain and function of female athletes with patellofemoral pain syndrome. J Zanjan University of medical Sciences 2010; 17(66): 49-60. [Persian]

38. Holmes C, Wilcox D, Fletcher J. Effect of modified, low- dye medial longitudinal arch taping procedure on the subtalar joint neutral position before and after light exercise. J Orthop Sport Phys Ther 2002; 32(5): 194-201.

39. Feltner M, Macarae H, Macarae P, Turner N, et al. Strength training effects on rearfoot motion in running. Med Sci Sport Exerc 1994; 26(8): 1021-1027.

40. Tasoujian H, Sadeghi Dehcheshme E, Omidi A. The Effect of eight weeks Foot Reflexology Massage on balance and Ankle Joint Proprioception Error in Elderly Men. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport (JPSBS) 2016; 4(8): 123-35. [Persian]

41. Kouhi AF, Abbaszadegan M, Eghbalmoghanlou A. The effects of corrective exercise program on flat foot deformity of male and female students 2012; 3(2): 988-994. [Persian]

42. musavi SH, ghasemi B, faramarzi M. The Relationship between Internal Longitudinal Foot Arch with Static and Dynamic Balance of 12-14 years Male Students. Sports Medicine Journal 2009; 1(2): 107-231. [Persian]

43. Pashnameh A, Mirnasouri R, Nikravan M. Relationship between genu valgum ,genu varum and flat foot Deformities with Static and Dynamic

www.SID.ir

Archive of SID

Balance in Female Students of Dorud Islamic Azad University. Asian Journal of Multidisciplinary Studies 2014; 2(2): 59-63. [Persian]

44. Ghasemi Paindehi V, Rajabi R, Alizadeh MH, Dashti Rostami K, Sour Aliya M. The relationship between the medial longitudinal arch of the foot and some anthropometric measurements and dynamic balance. Research a practical exercise physiology 2016; 11(21): 23-36. [Persian]

45. Dokht Fariba AA, Ghanizade Hesar N. [Effect of NASM corrective exercise on functional tests and Foot posture index (FPI) in children with flat foot (Persian)]. Paper presented at: 9th International Congress on Phsycal Education and Sport Sciences. Urmia University; 9-10 March 2016; Urumia, Iran.

46. Demeritt KM, Shultz SJ, Docherty CL, Gansneder, BM, Perrin DH. Chronic Ankle Instability Dose Not Affected Lower Extremity Functional Performance. Journal of Athletic Training 2002; 37(4): 507-511.

47. Chougala A, Phanse V, Khanna E, Panda S. Screening of body mass index and functional flat foot in adult: an observational study. International Journal of Physiotherapy and Research 2015; 3(3): 1037-1041.

48. Culik J, Marik I, Cerny EP. Biomechanics of leg deformity treatment. J Musculoskelet Neuronal Interact 2008; 8(1): 58-63

49. Youdas J W, Hollman J H, Krause D A. The effects of gender, age, and body mass index on standing lumbar curvature in persons without current low back pain. Physiotherapy theory and practice 2006; 22(5): 229-237.

50. Seidi F, Rajabi R, Ebrahimi TI, Tavanai AR, Moussavi SJ. The Iranian flexible ruler reliability and validity in lumbar lordosis measurements. World J Sport Sci 2009; 2(2), 95-99. [Persian]

51. Goss K. The ultimate guide to Fixing Flat Feet. Training & Equipment. 2008: 48-51.

52. Junga DY, Koh EK, Kwon OY. Effect of foot orthoses and short-foot exercise on the cross-sectional area of the abductor hallucis muscle in subjects with pes planus. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation 2011; 24(4): 225-231.

53. Listyorini I, Shanti M, Prabowo T. Effectiveness in Dynamic Balance: a Comparison between Foot Muscle Strengthening Using Elastic Band and without Elastic Band in Children Aged 8–12 with Flexible Flatfeet. IJIHS 2015; 3(1): 26-32.

54. Willems TM, Witvrouw E, Delbaere K, Mahieu N, et al.Intrinsic Risk Factors for Inversion Ankle Sprains in Male Subjects: A Prospective Study. The American Journal of Sports Medicine 2005; 33(3): 415-423.

55. George D, Mallery P. IBM SPSS statistics 23 step by step: A simple guide and reference. Routledge 2016.

56. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. Journal of orthopaedic & sports physical therapy2003; 33(11): 671-676.

57. Eek MN, Kroksmark AK, Beckung E. Isometric muscle torque in children 5 to 15 years of age: normative data. Arch Phys Med Rehab 2006; 87(8): 1091-1099.

58. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers M, Romani WA. Muscles: Testing and function with posture and pain. Lippincott Williams & Wilkins United States of America; 2005.

59. Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. J Orthop Sport Phys 2007; 37(5): 232-238.

60. Pandey S, Prakash Pal C, Kumar D, Singh P. Flatfoot in Indian population. Journal of Orthopaedic Surgery 2013; 21(1): 32-36.

www.SID.ir

Archive of SID

61. Docherty CL, Moore JH, Arnold BL. Effects of strength training on strength development and joint position sense in functionally unstable ankles. J Athl Train 1998; 33(4): 310-314.

62. Iodice P, Bellomo RG, Migliorini M, Megna M, Saggini R. Flexible Flatfoot Treatment In Children With Mechanical Sound Vibration Therapy. International journal of immunopathology and pharmacology2012; 25(1): 9-15.

63. Mahdavi A, Hadadnezhad M, Eftekhari F. Effect of 6 week stretching training of Gastrocnemius-Soleus complex on dorsiflexion range of motion, ankle proprioception, knee valgus and function in athletes with limited dorsiflexion. Journal for Research in Sport Rehabilitation 2018; 6(11): 21-32. [Persian]

64. Lee JH, Cynn HS, Yoon TL, Choi SA, Kang TW. Differences in the angle of the medial longitudinal arch and muscle activity of the abductor hallucis and tibialis anterior during sitting short-foot exercises between subjects with pes planus and subjects with neutral foot. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation 2016; 29(4): 809-815.

65. Kaminski TW, Buckley BD, Powers ME, Hubbard TJ, Ortiz C. Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. Br J Sports Med 2003; 37(5): 410-415.

66. Lloyd DG, Buchanan TS. Strategies of muscular support of varus and valgus isometric loads at the human knee. Journal of Biomechanics 2001; 34(10): 1257-1267.

67. Daneshmandi H, Saki F, Shahheidari S, Khoori A. Lower extremity Malalignment and its linear relation with Q angle in female athletes. Procedia - Social and Behavioral Sciences 2011; 15: 3349.-3359. [Persian]

68. Wernbom M, Augustsson J, Thomeé R. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. Sports Medicine 2007; 37(3); 225-264.

www.SID.ir

Archive of SID

پیوست ۱

خروجی نرم‌افزار G*power در تعیین حجم نمونه

[1] -- *Wednesday, July 31, 2019 -- 18:08:21*
F tests - ANOVA: Repeated measures, within-between interaction

Analysis:	A priori: Compute required sample size		
Input:	Effect size f	=	0.3
	α err prob	=	0.05
	Power (1-β err prob)	=	0.8
	Number of groups	=	2
	Number of measurements	=	2
	Corr among rep measures	=	0.4
	Nonsphericity correction ε	=	1
Output:	Noncentrality parameter λ	=	9.0000000
	Critical F	=	4.1959718
	Numerator df	=	1.0000000
	Denominator df	=	28.0000000
	Total sample size	=	30
	Actual power	=	0.8252955

www.SID.ir

Archive of SID

پیوست ۲

نتایج آزمون شاپیروویلک در بررسی نرمال بودن ویژگی‌های فردی به تفکیک گروه

متغیر	گروه تجربی			گروه کنترل		
	آماره	درجه آزادی	p-مقدار	آماره	درجه آزادی	p-مقدار
سن (سال)	۰/۹۶۱	۱۵	۰/۷۰۶	۰/۹۵۰	۱۵	۰/۵۲۸
قد (متر)	۰/۹۷۹	۱۵	۰/۹۶۵	۰/۹۶۲	۱۵	۰/۷۳۳
جرم بدن (کیلوگرم)	۰/۹۷۱	۱۵	۰/۸۶۵	۰/۹۵۶	۱۵	۰/۶۲۷
شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۰/۹۴۳	۱۵	۰/۴۱۵	۰/۹۳۹	۱۵	۰/۳۷۲
طول پا (سانتی متر)	۰/۹۷۰	۱۵	۰/۸۶۰	۰/۸۸۸	۱۵	۰/۰۶۰

بررسی پذیره‌های زیر بنایی آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری

نتایج آزمون شاپیروویلک در بررسی نرمال بودن توزیع خطا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	پیش‌آزمون			پس‌آزمون		
	آماره	درجه آزادی	p - مقدار	آماره	درجه آزادی	p-مقدار
خم کننده ران (٪ وزن بدن)	۰/۹۵۱	۳۰	۰/۱۷۸	۰/۹۴۳	۳۰	۰/۱۱۳
بازکننده ران (٪ وزن بدن)	۰/۹۴۳	۳۰	۰/۱۱۲	۰/۹۵۴	۳۰	۰/۲۱۰
دور کننده ران (٪ وزن بدن)	۰/۹۸۷	۳۰	۰/۹۶۳	۰/۹۸۲	۳۰	۰/۸۷۱
چرخاننده خارجی ران (٪ وزن بدن)	۰/۹۵۷	۳۰	۰/۲۶۶	۰/۹۸۳	۳۰	۰/۹۰۲
خم کننده زانو (٪ وزن بدن)	۰/۹۵۹	۳۰	۰/۲۹۰	۰/۹۶۶	۳۰	۰/۴۳۳
بازکننده زانو (٪ وزن بدن)	۰/۹۳۹	۳۰	۰/۰۸۵	۰/۹۳۷	۳۰	۰/۰۷۵
دورسی‌فلکسور (٪ وزن بدن)	۰/۹۴۷	۳۰	۰/۱۴۷	۰/۹۴۲	۳۰	۰/۱۰۰
پلانتارفلکسور (٪ وزن بدن)	۰/۹۶۴	۳۰	۰/۳۹۷	۰/۹۵۱	۳۰	۰/۱۷۵
پرونیتور(اورتور)(٪ وزن بدن)	۰/۹۶۸	۳۰	۰/۴۹۴	۰/۹۶۶	۳۰	۰/۴۴۲
سوپینیتور(اینورتو)(٪ وزن بدن)	۰/۹۶۱	۳۰	۰/۳۲۹	۰/۹۶۰	۳۰	۰/۳۰۸

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج آزمون لوین در بررسی همگنی واریانس خطا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	مرحله	آماره آزمون	درجه آزادی۱	درجه آزادی ۲	p-مقدار
خم کننده ران (٪ وزن بدن)	پیش‌آزمون	۱/۹۴۴	۱	۲۸	۰/۱۷۴
	پس‌آزمون	۳/۸۸۸	۱	۲۸	۰/۰۵۹
بازکننده ران (٪ وزن بدن)	پیش‌آزمون	۱/۱۹۳	۱	۲۸	۰/۲۸۴
	پس‌آزمون	۰/۵۲۴	۱	۲۸	۰/۴۷۵
دورکننده ران (٪ وزن بدن)	پیش‌آزمون	۳/۷۹۸	۱	۲۸	۰/۰۶۱
	پس‌آزمون	۲/۸۶۰	۱	۲۸	۰/۱۰۲
چرخاننده خارجی ران (٪ وزن بدن)	پیش‌آزمون	۱/۱۲۲	۱	۲۸	۰/۲۹۹
	پس‌آزمون	۰/۹۶۷	۱	۲۸	۰/۳۳۴
خم کننده زانو (٪ وزن بدن)	پیش‌آزمون	۱/۱۵۹	۱	۲۸	۰/۲۹۳
	پس‌آزمون	۲/۹۱۴	۱	۲۸	۰/۰۹۹
بازکننده زانو (٪ وزن بدن)	پیش‌آزمون	۱/۰۶۰	۱	۲۸	۰/۳۱۲
	پس‌آزمون	۰/۱۲۶	۱	۲۸	۰/۷۲۵
دورسی‌فلکسور (٪ وزن بدن)	پیش‌آزمون	۱/۸۷۹	۱	۲۸	۰/۱۸۴
	پس‌آزمون	۲/۸۲۱	۱	۲۸	۰/۱۰۴
پلانتارفلکسور (٪ وزن بدن)	پیش‌آزمون	۳/۴۲۳	۱	۲۸	۰/۰۷۵
	پس‌آزمون	۳/۴۳۶	۱	۲۸	۰/۰۷۴
پرونیتور(اورتور) (٪ وزن بدن)	پیش‌آزمون	۳/۶۷۸	۱	۲۸	۰/۰۶۵
	پس‌آزمون	۲/۳۸۷	۱	۲۸	۰/۱۳۴
سوپینیتور(اینورتو) (٪ وزن بدن)	پیش‌آزمون	۰/۵۱۱	۱	۲۸	۰/۴۸۰
	پس‌آزمون	۰/۳۶۱	۱	۲۸	۰/۵۵۳

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج آزمون باکس در بررسی همگنی ماتریس واریانس کواریانس در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	مقدار M باکس	آماره آزمون	درجه آزادی۱	درجه آزادی ۲	p-مقدار
خم کننده ران (٪ وزن بدن)	۷/۰۱۰	۲/۱۵۶	۳	۱۴۱۱۲۰/۰	۰/۰۹۱
بازکننده ران (٪ وزن بدن)	۳/۲۸۱	۱/۰۰۹	۳	۱۴۱۱۲۰/۰	۰/۳۸۸
دورکننده ران (٪ وزن بدن)	۵/۳۸۳	۱/۶۵۵	۳	۱۴۱۱۲۰/۰	۰/۱۷۴
چرخاننده خارجی ران (٪ وزن بدن)	۵/۴۷۲	۱/۶۸۳	۳	۱۴۱۱۲۰/۰	۰/۱۶۸
خم کننده زانو (٪ وزن بدن)	۸/۰۳۴	۲/۴۷۱	۳	۱۴۱۱۲۰/۰	۰/۰۶۰
بازکننده زانو (٪ وزن بدن)	۷/۸۶۱	۲/۴۱۸	۳	۱۴۱۱۲۰/۰	۰/۰۶۴
دورسی‌فلکسو (٪ وزن بدن)	۸/۸۶۳	۲/۷۲۶	۳	۱۴۱۱۲۰/۰	۰/۰۴۳
پلانتارفلکسور (٪ وزن بدن)	۵/۷۳۵	۱/۷۶۴	۳	۱۴۱۱۲۰/۰	۰/۱۵۲
پرونیتور(اورتور) (٪ وزن بدن)	۸/۱۱۷	۲/۴۹۶	۳	۱۴۱۱۲۰/۰	۰/۰۵۸
سوپینیتور(اینورتو) (٪ وزن بدن)	۴/۵۸۰	۱/۴۰۹	۳	۱۴۱۱۲۰/۰	۰/۲۳۸

www.SID.ir