اثر آنی تمرینات ثبات مرکزی بر تعادل ورزشکاران با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا

کیومرث مرادی[1*]، هومن مینونژاد[2]، رضا رجبی[3]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. استادیار گروه طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استاد گروه طب ورزش ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف:
با توجه به اهمیت تمرینات ثبات مرکزی و همچنین شیوع بالای اسپرین و ناپایداری عملکردی مچ پا و متعاقب آن کاهش تعادل بعنوان یک عامل خطر در وقوع اسپرین مجدد مچ پا، انجام تمرینات ثبات مرکزی با هدف ایجاد ثبات در ناحیه مرکزی بدن می‌تواند نقش به‌سزایی در بهبود تعادل داشته باشد، لذا هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر کوتاه مدت تمرینات ثبات مرکزی روی تعادل ایستا و پویای ورزشکاران مبتلاء به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا می‌باشد.

روش شناسی:
۳۰ مرد ورزشکار دانشگاهی مبتلاء به ناپایداری عملکردی مچ پا در این تحقیق شرکت کردند، پس از غربالگری اولیه و شناسایی ورزشکاران واجد شرایط با استفاده از پرسشنامه ارزیابی عملکرد مفصل مچ پا، آزمودنی‌ها به دو گروه تجربی (۱۵ نفر) و گروه کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. ورزشکاران گروه تجربی دو نوع از تمرینات ثبات مرکزی را در یک جلسه تمرینی انجام دادند.

یافته‌ها:
نتایج آزمون آماری نشان داد که پس از انجام تمرینات ثبات مرکزی بصورت کوتاه مدت و تک جلسه‌ای، تعادل پویا براساس میزان دسترسی در جهت‌های مختلف و تعادل ایستا براساس تعداد خطا، درگروه تمرینی نسبت به گروه کنترل بهبود پیدا می‌کند ($p<۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری:
چنین به‌نظر می‌رسد که عضلات ثبات دهنده مرکزی در کنترل مفاصل پروکسیمال و دیستال برای بهبود تعادل ایستا و پویای ورزشکاران دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا نقش مهمی دارند و انجام این تمرینات در کوتاه مدت می‌تواند در تعادل ورزشکاران دارای بی‌ثباتی عملکردی اثر مثبت داشته باشدو پیشنهاد می‌شود که جهت بهبود تعادل ورزشکاران دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا علاوه بر تمرین دادن عضلات ناحیه مچ پا، عضلات ثبات دهنده مرکزی نیز تمرین داده شوند.

واژه‌های کلیدی:
تمرینات ثبات مرکزی، پیچ خوردگی مچ پا، ورزشکار

*نویسنده مسئول: ۰۹۱۰۸۶۶۱۳۲۰
Email: kiumars.moradi03@gmail.com

مقدمه

بی‌ثباتی عملکردی مچ پا[1] (FAI) یکی از عواقب پیچ‌خوردگی مچ پا در میان ورزشکاران می‌باشد که به عنوان ریسک فاکتوری برای بروز استئوآرتریت مچ پا تلقی می‌شود (۱۷). بی‌ثباتی مچ پا با علائمی همچون ضعف در کنترل پوسچر[2]، ناتوانی در فعالیت‌های عملکردی واحساس خالی کردن مچ پا بدون ایجاد تغییر در مفصل از لحاظ آناتومی و مکانیکی، تعریف می‌شود (۹،۱۰). برخی از عوامل شناسایی شده در بروز این سندروم شامل شلی رباط‌ها، فقدان استحکام در مفصل ساب‌تالار[3]، نقصان حس عمقی و تأخیر زمانی در پاسخ عضلات تأمین کننده ثبات پویای مفصل می‌باشند (۱۳،۱۴). مطالعات نشان داده‌اند که بی‌ثباتی عملکردی مچ پا موجب نقص حسی‌حرکتی (۳۰) و اختلال در نقش فیدبکی و زمان عکس‌العمل عضلات مچ پا بویژه عضلات اورتور[4] خواهد شد (۱۲). پژوهشگران برای ارزیابی مکانیکی مفصل محل آسیب به بررسی مفاصل بالایی و پایینی می‌پردازند. این عامل به علت ماهیت فعالیت‌های ورزشی می‌باشد که اغلب به صورت زنجیره بسته انجام می‌شود. هنگامی که انتهای پایینی زنجیره حرکتی ثابت است، حرکت در یک قسمت موجب حرکت در سایر مفاصل می‌شود (۱). علت احتمالی وجود رابطه بین استقامت عضلات ثبات مرکزی و وقوع آسیب‌های اندام تحتانی را می‌توان ناشی از استقامت ناکافی عضلات ثبات مرکزی دانست که باعث ایجاد خستگی و کاهش عملکرد در هنگام فعالیت‌های عملکردی می‌شود. تحقیقات انجام شده در خصوص رابطه بین مفاصل و عضلات ناحیه پروکسیمال[5] موید این نظریه است که افراد هنگام آسیب‌دیدگی اندام تحتانی از جمله پیچ خوردگی مچ پا، به منظور جبران نقص‌های عصبی‌عضلانی اندام دیستال[6] از عضلات پروکسیمال خود استفاده می‌کنند (۶). طبق گزارشات، اختلال در صفحه ساجیتال[7] و فعال‌سازی عضلات اندام تحتانی در افراد مبتلاء به بی‌ثباتی مچ پا در مقایسه با افراد سالم به میزان قابل ملاحظه‌ای بیشتر است (۱۸،۳۰).

ناحیه مرکزی بدن به عنوان جعبه‌ای عضلانی در نظر گرفته می‌شود که عضلات شکم در جلو، عضلات اطراف ستون مهره‌ها و سرینی‌ها در پشت، دیافراگم در سقف و عضلات کف لگن و عضلات کمربند لگنی در کف قرار دارند که این عضلات به ثبات ستون فقرات، لگن و زنجیره حرکات عملکردی کمک می‌کند (۲۸). بنابراین هر گونه ضعف در این عضلات منجر به تأخیر در فعال‌سازی عضلات اندام تحتانی و وقوع آسیب‌های مختلف و از دست رفتن راستای صحیح ناحیه کمری-لگنی شده و در نتیجه عضلات اندام تحتانی که به این ناحیه متصل هستند به علت بهم خوردن رابطه طول- تنشن[8] مناسب دچار کاهش کارایی و مستعد آسیب می‌شود (۳۸). از طرفی دیگر بهبود عملکرد عضلات مرکزی بویژه عضلات شکمی، موجب کاهش خطر آسیب و کمک به برنامه‌های پیشگیری از آسیب می‌شود (۴). مهمترین عملکرد این عضلات پایدار کردن ستون فقرات، بدست آوردن راستای بهینه، ارتباط درست بین لگن و ستون فقرات، جلوگیری از فشارهای بیش از حد و حرکات جبرانی لگن در طی حرکت اندام‌ها می‌باشد (۳۶). درصورت ضعف ناحیه مرکزی، تمامی موارد فوق دچار اختلال شده و اندام تحتانی مستعد آسیب می‌شود. بدلیل اهمیت بکارگیری و فعالیت عضلات ناحیه مرکزی بدن، استفاده از این تمرینات همراه با حرکت اندام‌ها جهت بهبود کنترل پوسچر و عملکرد ورزشکاران توصیه شده است (۲،۵). بدلیل اینکه ناحیه مرکزی بدن نقطه انتهایی، محل اتصال و دریافت نیرو از تمام زنجیره‌های حرکتی در حین تمامی فعالیت‌های پویا از جمله فعالیت‌های ورزشی می‌باشد، کنترل قدرت، تعادل و حرکت بخش مرکزی بدن، عملکرد زنجیره‌های حرکتی اندام تحتانی و فوقانی را به حداکثر خواهد رساند (۲۳). گزارش شده است که وقتی تمرینات ثبات مرکزی بعنوان مکمّل برنامه‌های تمرینی در طولانی مدت انجام شود باعث بهبود و افزایش قابل توجهی در مدت زمان حفظ یک پوسچر مشخص خواهد شد (۲۱).

در تحقیقی ایوکا[9] و همکاران (۲۰۱۰) اثر آنی تمرینات ثبات مرکزی بر نوسان پوسچر را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه دست یافتند که تمرینات ثبات مرکزی بصورت کوتاه مدت باعث ثبات در عضلات تنه، ستون فقرات و لگن می‌شود که همین عامل موجب کاهش نوسان پوسچر خواهد شد، همچنین بررسی تأثیر کوتاه مدت تمرینات ثبات مرکزی روی ورزشکاران را توصیه کرده‌اند (۲۱).

با توجه به شیوع بسیار بالای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا در ورزشکاران و نقصان در کنترل پوسچر و تعادل این ورزشکاران و از آنجایی که تمرینات ثبات مرکزی تمرینات مفیدی برای بهبود کنترل پوسچر و تعادل می‌باشند، لذا تحقیق حاضر قصد دارد با درنظر گرفتن افراد ورزشکار دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا، اثر آنی (تمرین یک جلسه-ای) تمرینات ثبات مرکزی بر روی تعادل ایستا و پویای ورزشکاران دارای بی‌ثباتی عملکردی را مورد بررسی قرار دهد.

روش شناسی

با توجه به اهداف و محتوای تحقیق حاضر، این تحقیق نیمه تجربی و از نوع علی مقایسه‌ای می‌باشد که در دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران انجام شد. جامعه آماری تحقیق مورد نظر دانشجویان پسر ورزشکار مبتلاء به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا در رشته‌های والیبال،

1. Functional ankle instability
2. Posture
3. Subtalar
4. Evertor
5. Proximal
6. Distal
7.Sagital
8. Tension
9. Ayuko

بسکتبال و فوتبال، دارای سابقه ورزشی حداقل ۳ سال در سطح دانشگاهی بودند که تعداد ۳۰ نفر به عنوان نمونه دردامنه‌ی سنی ۲۰ تا ۲۵ سال در تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌ها در دوگروه تجربی (۱۵نفر) و گروه کنترل (۱۵نفر) قرار گرفتند و به منظور تعیین همگن بودن گروه‌ها از آزمون تی مستقل استفاده گردید. تشخیص بی‌ثباتی عملکردی مچ پا با استفاده از پرسشنامه ارزیابی عملکرد مفصل مچ پا[1] که شامل ۱۲ سوال می‌باشد، صورت گرفت و افرادی که نمره بیشتر از ۲۶ را در این پرسشنامه بدست آوردند در دامنه تحقیق مورد نظر قرار گرفتند (۳۷). همه آزمودنی‌ها طی شش ماه اخیر سابقه اسپرین مچ پا داشتند و حداقل یک بار در این مدت زمان احساس خالی کردن مچ پا را تجربه کرده بودند و حداقل سه جلسه در هفته فعالیت ورزشی انجام می‌دادند (۸،۲۲،۴۰).

معیارهای خروج افراد از مطالعه، داشتن هرگونه سابقه جراحی در ستون فقرات یا اندام تحتانی، داشتن سابقه آسیب جدی در ستون فقرات و آسیب رباط صلیبی‌قدامی در یک سال گذشته، وجود ناهنجاری‌های اسکلتی‌عضلانی قابل مشاهده در اندام تحتانی مانند پای ضربدری، پای پرانتزی و پرونیشن[2] مچ پا، استفاده از داروهایی که بر سیستم عصبی مرکزی اثرگذارند مانند آرام بخش‌ها، فعالیت ورزشی شدید در ۲۴ ساعت قبل از انجام آزمون بود. لازم به ذکر است که آزمودنی‌ها در هر دو گروه از نظر پای غالب و غیرغالب همگن شدند. ابتدا غربالگری اولیه آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود و خروج تحقیق انجام شد و بعد از شناسایی ورزشکاران واجد شرایط با استفاده از پرسشنامه ارزیابی عملکرد مفصل مچ پا، آزمودنی‌ها براساس زمان اعلام شده قبلی به آزمایشگاه مربوطه جهت انجام آزمون مراجعه کردند. در روز آزمون پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه توسط آزمودنی‌ها، اطلاعات زمینه‌ای آنها (قد، وزن، سن، سابقه ورزشی و رشته ورزشی) در فرم جمع آوری اطلاعات ثبت شد. پس از توضیحات لازم در مورد نحوه انجام آزمون‌های ارزیابی تعادل (ایستا و پویا) و تمرینات به هر آزمودنی، تعادل ایستای آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون اندازه‌گیری خطای تعادل مورد ارزیابی شد. این آزمون در ۶ حالت مورد بررسی قرار گرفت: ایستادن روی دو پا، ایستادن بصورت تک پا و ایستادن با پاهای پشت سر هم روی سطح زمین و فوم که هر حالت را فرد بمدت ۲۰ ثانیه حفظ می‌کرد (شکل۱). ابتدا فرد روی پایی که دچار بی‌ثباتی بود می‌ایستاد و با علامت آزمونگر چشمانش را می‌بست و در حین ۲۰ ثانیه ایستادن همزمان تعداد خطاهای آزمودنی شامل: برداشتن دست‌ها از کمر (تاج خاصره)، باز کردن چشم ها، قدم برداشتن، تلو تلو خوردن و یا افتادن، ابداکشن[3] یا فلکشن[4] بیشتر از ۳۰ درجه در ران، بلند کردن پنجه یا پاشنه از سطح، باقی ماندن در خارج از موقعیت آزمون برای مدت بیش از ۵ ثانیه، ثبت می‌شد. برای هر خطا یک نمره در نظر گرفته می‌شد (حداکثر تعداد خطا برای هر یک از موقعیت‌ها ۱۰ درنظر گرفته شد (۳۵).

شکل ۱. ست نمره خطای تعادل (BESS)

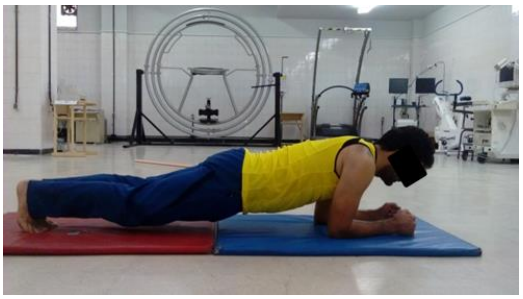
یک دقیقه پس از اندازه‌گیری خطای تعادل آزمودنی‌ها، تعادل پویا با استفاده از آزمون Y مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل۲). بدین صورت که آزمودنی روی یک پا (پای دارای بی‌ثباتی) در مرکز Y قرار می‌گرفت و سعی می‌کرد با حفظ تعادل روی پای تکیه‌گاه، با پای دیگر عمل دستیابی را انجام دهد. این آزمون در سه جهت قدامی، خلفی-داخلی و خلفی خارجی انجام شد و آزمودنی با پنجه پا دورترین نقطه ممکن را در هر یک از جهات تعیین شده بدون خطا لمس کرده و فاصله محل تماس تا مرکز، فاصله دستیابی می‌باشد که با واحد سانتی-متر اندازه‌گیری شد. به لحاظ اینکه این آزمون با طول پا رابطه معنی-داری دارد به منظور اجرای این آزمون و نرمال کردن اطلاعات طول واقعی پا از خار خاصره قدامی فوقانی تا قوزک داخلی در حالت طاقباز در حالت خوابیده بر روی زمین اندازه‌گیری شد. به منظور به حداقل رساندن اثرات یادگیری هر آزمودنی ۶ بار با فاصله ۱۵ ثانیه استراحت، این آزمون را در هر یک از جهت‌های سه گانه تمرین می‌کرد. بعد از ۵ دقیقه استراحت، آزمودنی آزمون را در جهت‌های اصلی انجام داد. در صورت بروز خطا، اگر پایی که در مرکز قرار داشت حرکت می‌کرد یا تعادل فرد دچار اختلال می‌شد از آزمودنی خواسته می‌شد آزمون را دوباره تکرار کند و جهت بدست آوردن نمره تعادل در هر جهت به صورت جداگانه از فرمول زیر استفاده شد (۳۳).

$$\text{امتیاز} = \frac{\text{فاصله دستیابی}}{\text{طول اندام}} \times 100$$

1. Ankle Joint Functional Assessment Tool (AJFAT)
2. Pronation
3. Abduction
4. Flexion

شکل۲. آزمون Y

پس از اندازه‌گیرهای اولیه، گروه تجربی دو نوع از تمرینات ثبات مرکزی را در یک جلسه انجام دادند. اولین تمرینی که انجام شد تمرین ثباتی پلانک بود بدین صورت که ورزشکار در حالت دمر با زانوی صاف و ۹۰ درجه فلکشن آرنج‌ها قرار گرفته و سعی می‌کرد بدن را توسط آرنج و انگشتان پا نگه دارد. همچنین از وی خواسته می‌شد سر، لگن و پاشنه در یک راستا باشد. مدت زمان انجام این تمرین ۳۰ ثانیه بود (شکل۳).



شکل ۳. تمرین ثبات مرکزی پلانک

تمرین بعدی که انجام شد، تمرین Hand-heel بود. در این تمرین ورزشکار با بازکردن کامل آرنج‌ها و اندام تحتانی، در وضعیت طاقباز قرار گرفت و یک جعبه به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر زیر پای فرد قرار داشت. در این حالت سر، لگن و پاها در یک راستا بود و ورزشکار این وضعیت را برای مدت ۳۰ ثانیه حفظ می‌کرد (۲۱) (شکل۴).

شکل٤. تمرین ثبات مرکزی (hand-heel)

در مرحله آخر یک دقیقه پس از انجام تمرینات ثبات مرکزی، ابتدا تعادل ایستای آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون نمره دهی خطای تعادل و پس از آن تعادل پویا با استفاده از آزمون Y مورد ارزیابی قرار گرفت. هنگامی که گروه تجربی تمرینات ثبات مرکزی را انجام می‌دادند گروه کنترل روی صندلی می‌نشستند و هیچ گونه فعالیتی انجام نمی‌دادند (۲۱).پس از اتمام تمرینات توسط گروه تمرینی، دوباره تعادل ایستا و پویای گروه کنترل ارزیابی شد. در نهایت پس از جمع آوری اطلاعات تحقیق، داده‌های مربوط به ویژگی‌های آزمودنی‌ها از قبیل سن، قد و وزن بعلاوه متغیرهای تحقیق در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی در نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و از آزمون تی زوجی جهت مقایسه درون گروهی و از آزمون تی مستقل جهت مقایسه نتایج بدست آمده بین گروه‌های تحقیق استفاده شد. همچنین، سطح معناداری در سراسر تحقیق در سطح ۹۵ درصد با آلفای کوچکتر و یا مساوی با ۰/۰۵ در نظرگرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات نمونه‌های تحقیق (ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا) شامل قد، وزن، سن و سابقه ورزشی به تفکیک گروه در جدول ۱ ذکر شده است. نتایج در رابطه با این متغیرها نشان داد بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود ندارد و گروه‌ها در این متغیرها همگن می‌باشند (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات عمومی آزمودنی‌ها (میانگین± انحراف استاندارد) و نتایج آزمون تی مستقل جهت بررسی همگن بودن متغییرهای مختلف در دو گروه کنترل و تجربی

متغییر	گروه کنترل	گروه تجربی	t	df	P
قد	۱۷۹/۴۶±۷/۱۷	۱۸۰/۱۳±۷/۱۷	۰/۲۵۵	۲۸	۰/۸۰۱
وزن	۷۰/۷۳±۷/۳۳	۳۸/۹ ±۶/۷۳	۰/۹۳۲	۲۸	۰/۳۵۹
سن	۲۳/۴±۱/۸۰	۲۳/۹۳±۱/۳۸	۰/۹۰۷	۲۸	۰/۳۷۲
سابقه ورزشی	۷/۰۶±۱/۲	۷/۱۳±۰/۹	۰/۱۶۰	۲۸	۰/۳۸۹

نمرات آزمون تعادل پویا و ایستا در هر گروه بین دو حالت پیش‌آزمون و پس‌آزمون با استفاده از تی زوجی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در آزمون تعادل پویا (آزمونY) بین پیش آزمون و پس آزمون در گروه تمرینی (تمرینات ثبات مرکزی) اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به گونه‌ای که میزان دسترسی در جهت‌های قدامی، خلفی‌داخلی، خلفی‌خارجی و نمره کلی در پس آزمون و پس از انجام تمرینات ثبات مرکزی اندام تحتانی بطور معنی‌داری بیشتر از پیش آزمون بود ($p<۰/۰۵$). اما تعادل پویای گروه کنترل در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در هیچ یک از جهت‌ها و نمره کلی تغییر معنی‌داری نداشته است. همچنین نتایج آزمون تعادل ایستا (آزمون BESS) نشان داد که تعادل ایستای گروه کنترل در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون تغییر معنی‌داری نداشته ($p>۰/۰۵$) اما تعادل ایستای گروه تمرینی در پس‌آزمون بطور معنی‌داری بهتر از پیش‌آزمون می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که در اختلاف نمرات تعادل ایستا و پویا بین دو گروه تحقیق اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳)، به‌نحوی که میزان دسترسی در تمامی جهات در گروه تمرینی (تمرینات ثبات مرکزی) به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل می‌باشد ($p<۰/۰۵$) و همچنین تعداد خطای گروه تمرینی پس از انجام تمرینات ثبات مرکزی نسبت به گروه کنترل کمتر می‌باشد که این امر اثر بخشی مفید تمرینات را نشان می‌دهد ($p<۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این تحقیق بررسی اثر آنی تمرینات ثبات مرکزی بر تعادل ایستا و پویای ورزشکاران با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا بود که اثر این تمرینات بصورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از انجام تمرینات ثبات مرکزی و بررسی نتایج در پس آزمون، اختلاف معنی‌داری در تعادل ایستا و پویا درگروه تجربی مشاهده‌شد ($p<۰/۰۵$). همچنین مقایسه اختلاف تعادل ایستا و پویای گروه تجربی و کنترل حاکی از بهبود تعادل گروه تجربی پس از انجام تمرینات ثبات مرکزی می‌باشد ($p<۰/۰۵$). وجود این تفاوت، تأثیر کوتاه مدت تقویت عضلات ثبات مرکزی بر تعادل ورزشکاران مبتلاء به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا را تأیید می‌کند.

کیبلر[1] و همکاران در تحقیقی بیان کرد تقویت عضلات عمقی موجب ثبات در ناحیه تنه می‌شود و این عامل اندام تحتانی را برای تحرک پذیری آماده می‌سازد. عضلات عرضی شکمی، عضله مایل داخلی و خارجی و عضله راست شکمی موجب ثبات در ناحیه تنه می‌شود و تکیه گاهی برای حرکات اندام تحتانی فراهم می‌کند (۲۳). زمانی که عضله عرضی شکمی منقبض می‌شود و موجب افزایش فشار داخل شکمی و تنش فاسیای سینه‌ای‌کمری می‌شود، همچنین عضله راست شکمی و عضلات مورب داخلی و خارجی بسته به حرکت اندام فعال می‌شود و موجب بهبود کنترل پوسچر و متعاقب آن بهبود تعادل می‌شود (۷،۲۳). با توجه به اینکه میانگین تعادل در جهات مختلف تست تعادلی Y با انجام تمرینات ثبات مرکزی افزایش یافته است، به احتمال زیاد فعال‌سازی عضلات ناحیه مرکزی باعث بهبود ثبات و فراخوانی عضلات تنه و کنترل پوسچر می‌شود و بدن از فعال‌سازی عضلات مرکزی برای تولید گشتاور نیروی چرخشی حول بدن و ایجاد حرکت اندام‌ها استفاده می‌کند (۱۹).

همچنین گزارش شده است که تمرینات ثبات مرکزی منجر به فعال‌سازی سطوح بالاتری از عضلات ناحیه کمری‌لگنی هنگام انجام فعالیت‌های پویا می‌شود (۲۹). کینگ[2] ناحیه مرکزی بدن را به سه قسمت تقسیم می‌کند که ناحیه مرکزی را به‌عنوان مرکز عصبی عضلانی در نظر می‌گیرد که بر موقعیت قرارگیری نواحی بالایی و پایینی تأثیرگذار است و متعاقبا نواحی بالایی و پایینی هم بر مرکز عصبی عضلانی اثر گذارند. تغییر در این سیستم موجب تغییر در الگوی فراخوانی عصبی‌عضلانی می‌شود (۲۴). بعلاوه کنترل فیدفوروارد[3] عصبی عضلانی می‌تواند تحت تأثیر اطلاعات حسی نادرست بافت آسیب دیده قرار گیرد. بنابراین ثبات و کنترل عصبی عضلانی ناحیه مرکزی بدن می‌تواند به میزان زیادی بر عملکرد اندام فوقانی و اندام تحتانی تأثیر گذار باشد (۲۷،۳۴).

جدول ۲. نتایج آزمون تی زوجی برای مقایسه نتایج آزمون تعادل پویا و ایستا به تفکیک گروه

متغیر	نمره	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	تغییرات‌درون گروهی*	t	df	P
تعادل پویا: (آزمون Y: درصدی از طول اندام تحتانی)	نمره کلی	تجربی	۷۹/۹±۸/۴۲	۸۳/۳۲±۹/۰۲	−۳/۴۰±۴/۵۵	−۲/۹	۱۴	۰/۰۱۲*
		کنترل	۸۳/۳۱±۸/۹	۸۳/۸۷±۶/۴۵	−۰/۵۵±۴/۹۲	−۰/۴۳	۱۴	۰/۶۶۹
	جهت قدامی	تجربی	۶۵/۲۴±۶/۵	۶۸/۹۹±۶/۷۴	−۳/۷۵±۵/۲۱	−۲/۷۵	۱۴	۰/۰۱۵*
		کنترل	۶۸/۶۷±۶/۷۶	۶۷/۹۱±۶/۸۵	۰/۷۶±۲/۷۲	۱/۰۸	۱۴	۰/۲۹۸
	جهت خلفی داخلی	تجربی	۷۶/۶۶±۷/۱۷	۷۹/۷۸±۷/۲۹	−۳/۱۱±۴/۷۶	−۲/۵۳	۱۴	۰/۰۲۴*
		کنترل	۸۰/۳۴±۸/۸۲	۸۲/۴۸±۵/۱۶	−۲/۱۴±۶/۴۸	−۱/۲۸	۱۴	۰/۲۲۰
	جهت خلفی خارجی	تجربی	۷۹/۲۴±۶/۶۸	۸۲/۸۷±۶/۹۰	−۳/۶۳±۳/۲۵	−۴/۳۲	۱۴	۰/۰۰۱*
		کنترل	۷۹/۲۹±۷/۲۳	۸۰/۰۲±۸/۰۶	−۰/۷۳±۸/۰۱	−۰/۳۵	۱۴	۰/۷۲۹
تعادل ایستا(آزمون BESS- تعداد خطا)	نمره کلی	تجربی	۱۵/۷۳±۶/۷۵	۸/۸۶±۵/۵۲	۶/۸۶±۳/۶۸	۷/۲۲	۱۴	۰/۰۰۱*
		کنترل	۱۲/۹۳±۴/۹۶	۱۴/۹۳±۵	−۲±۳/۶۸	−۲/۱	۱۴	۰/۰۵۴

*$p\leq ۰/۰۵$

* تغییرات درون گروهی حاصل نمره پیش آزمون- پس آزمون می باشد.

1. Kibler
2. King
3. Feed forward

جدول ۳. نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه اختلاف نمرات تعادل پویا و تعادل ایستا بین دو گروه

متغیر	نمره	گروه	تغییرات درون گروهی	تفاوت‌های بین گروهی	t	df	p
تعادل پویا (آزمون Y (درصدی از طول اندام تحتانی)	نمره کلی	تجربی	۳/۴۰±۴/۵۵	۲/۸۵±۱/۷۳	۱/۶۴	۲۸	۰/۰۴۱*
		کنترل	۰/۵۵±۴/۹۲				
	جهت قدامی	تجربی	۳/۷۵±۵/۲۱	۴/۵۱±۱/۵۲	۲/۹۶	۲۸	۰/۰۰۷*
		کنترل	-۰/۷۶±۲/۷۲				
	جهت خلفی داخلی	تجربی	۳/۱۱±۴/۷۶	۰/۹۷۲±۲/۰۷	۰/۴۶۸	۲۸	۰/۴۴۴
		کنترل	۲/۱۴±۶/۴۸				
	جهت خلفی خارجی	تجربی	۳/۶۳±۳/۲۵	۲/۹۰±۲/۲۳	۱/۲۹	۲۸	۰/۰۴۱*
		کنترل	۰/۷۳±۸/۰۱				
تعادل ایستا-آزمون BESS (تعداد خطا)	نمره کلی	تجربی	-۶/۸۶±۳/۶۸	-۸/۸۶±۱/۳۴	-۶/۵۹	۲۸	۰/۰۰۱*
		کنترل	۲±۳/۶۸				

* p≤۰/۰۵

پاسخ از سطح پروکسیمال به دیستال موید این نظریه است که حرکت در مچ پا منجر به افزایش آگاهی اعصاب حسی پیکری سیستم عصبی مرکزی می‌شود تا به حرکت مورد نظر پاسخ دهد که این عامل اشاره به این دارد که تمرین عضلات پروکسیمال در پیشگیری یا درمان ناپایداری مچ پا می‌تواند مفید باشد (۱۵،۳۹) با توجه به اینکه افراد مبتلاء به بی‌ثباتی مچ پا دچار اختلال تعادل در بخش خارجی مچ پا، تغییر در فعالسازی عضلات عمل کننده بر ران (سرینی بزرگ) وکنترل عصبی‌عضلانی مفاصل پروکسیمال هستند (۴۱) و همچنین این افراد علاوه بر استراتژی مچ پا از استراتژی ران برای کنترل پوسچر استفاده می‌کنند، نتایج بدست آمده نشان داد که انجام تک جلسه‌ای تمرینات ثبات مرکزی با هدف ثبات در ناحیه میانی بدن و ثبات عضلات عمل کننده بر ران از جمله عضلات چرخاننده، موجب بهبود فیدبک به سیستم اعصاب مرکزی (۳۱) وکاهش نوسان ناحیه مرکزی بدن و به دنبال آن بهبود تعادل در حین فعالیت‌های عملکردی می‌شود.

برای ایجاد ثبات در ناحیه تنه سطح مشخصی از هم انقباضی عضلات آگونیست و آنتاگونیست لازم است (۷،۱۱) براساس یافته های کالمیتزر[1] و همکاران انجام تمرینات تقویت عضلات اکتنسور[2] پشت باعث کاهش ثبات پوسچر می شود که برای حفظ ثبات پوسچر، تقویت عضلات آنتاگونیست[3] آنها نیز در یک برنامه جامع ضروری می‌باشد. همچنین کالمیتزر و همکاران میزان فعالیت عضلات راست شکمی، مورب خارجی و ارکتور اسپاین[4] را طی انجام دو تمرین پلانک و hand-heel را با استفاده از الکترومیوگرافی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که ترکیب این دو تمرین می‌تواند در کاهش نوسان پوسچر و بهبود تعادل بطور معنی‌داری مفید باشد (۲۵).

با توجه به ساختار آناتومیکی پا و موقعیت قرارگیری آن در پایین‌ترین بخش زنجیره حرکتی اندام تحتانی و سطح اتکای به نسبت کوچکی که بدن روی آن تعادل خود را حفظ می‌کند، منطقی بنظر می‌رسد کوچکترین تغییرات بیومکانیکی در سطح اتکا بر کنترل پوسچر می‌تواند اثرگذار باشد (۲۲). در حالت ایستاده جابجایی بیش از حد مرکز ثقل برای حفظ تعادل سبب افزایش نوسان می‌شود، بدنبال آن کناره خارجی پا به‌عنوان یک تکیه گاه عمل می‌کند تا با اینورژن مچ پا که در پی آن ایجاد می‌شود، افزایش نوسان جبران شود. چنانچه مچ پا قادر به جبران این نوسانات خارجی نباشد، استراتژی ران فعال شده تا از ایجاد گشتاور یا حرکت بیش از حد اینورژن مچ پا جلوگیری کند. ضعف عضلات ران، این مکانیزم کمکی برای کنترل نوسانات خارجی را کم اثر کرده و در این حال احتمال آسیب جدی مچ پا فراهم می‌شود (۱۶). یافته‌های هاپکینز[5] و همکاران نشان داد افراد مبتلاء به بی ثباتی عملکردی مچ پا دارای نوسان پوسچر بیشتری در قسمت خارجی مچ پا هستند (۲۰) و تعادل در جهت داخلی‌خارجی توسط عضلات ران (ابداکتورها و اداکتورها)[6] کنترل می‌شود (۴۲). در این خصوص، هنگام انجام تمرینات ثبات مرکزی به حفظ ثبات لگن نیاز است و این تمرینات باعث فعال شدن عضلات مهم ثبات دهنده که در بالا ذکر شدند خواهد شد و لذا احتمالا همین عامل باعث بهبود نوسان پوسچر و متعاقب آن تعادل خواهد شد.

سطح مشخصی از سفتی عضلانی و هم انقباضی عضلات تنه جهت کنترل پوسچر ضروری می‌باشد (۲۶). در تحقیقی گریچن[7] و همکاران پاسخ پوسچرال هر گروه عضلانی پس از انقباضات ایزومتریک را مورد

1. Kollmitzer
2. Extensor
3. Antagonist
4. Erector spinae
5. Hopkins
6. Adductor & Abductor
7. Gretchen

آزمایش قرار دادند که نتایج این مطالعه نشان داد انقباض ایزومتریک عضلات موجب تغییر در منبع پوسچر و بکارگیری عضلات عمقی تنه از جمله مولتی فیدوس‌ها بدنبال انقباضات ارادی عضلانی خواهد شد (۳۲). به‌نظر می‌رسد که تمرینات ثبات مرکزی بصورت آنی موجب فعالسازی همزمان و سفت شدن عضلات تنه، ستون فقرات و لگن می‌شود و در نهایت بهبود کنترل پوسچر و تعادل را در پی خواهد شد. اتصال ورودی حس عمقی تنه و قسمت فوقانی پا ارتباط مناسبی را برای بهبود تعادل ایجاد می‌کند (۳). عضلات عمقی تنه مثل مولتی‌فیدوس‌ها و چرخاننده‌ها از چگالی دوک عضلانی بالایی برخوردارند که نسبت عضلات چرخاننده بیشتر از مولتی‌فیدوس‌ها می‌باشد (۴۳). وقتی که آزمودنی‌ها تمرینات ثبات مرکزی را انجام می‌دادند قرار گرفتن تنه، لگن و اندام تحتانی در یک راستا و همچنین حفظ ثبات ناحیه کمری‌لگنی، مستلزم انقباض ایزومتریک عضلات این ناحیه بصورت ارادی بود. بنابراین، انجام این تمرینات بصورت کوتاه مدت به احتمال زیاد باعث تسهیل کنترل حس عمقی بین تنه و اندام تحتانی و نهایتا بهبود تعادل می‌شود.

در یک نتیجه‌گیری کلی، با توجه به اثر معنی‌دار تمرینات ثبات مرکزی بصورت آنی (تمرین یک جلسه‌ای) بر روی تعادل ایستا و پویای ورزشکاران دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا، می‌توان گفت که انجام تمرینات ثبات مرکزی باعث بهبود ورودی‌های حس عمقی ناحیه کمری‌لگنی می‌شود و متعاقب آن موجب کاهش نوسان در ناحیه خارجی مچ پا و همچنین بهبود تعادل در حین فعالیت عملکردی بویژه تأثیر بر نقش حسی‌حرکتی و فیدبکی می‌شود، لذا پیشنهاد می‌شود در درمان و طراحی پروتکل‌های توانبخشی برای بهبود کنترل پوسچر و جلوگیری از آسیب‌های بعدی ورزشکاران مبتلاء به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا علاوه بر تمرینات مربوط به ناحیه مچ پا، تمرینات ثبات مرکزی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی از دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران می‌باشد. بدینوسیله از تمام عزیزانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع:

۱. حداد نژاد، ملیحه. رجبی، رضا. علیزاده، محمد حسین. لطافت، کار امیر (۱۳۸۹). آیا تمرینات مرکزی تنه، اندام تحتانی زنان ورزشکار را در معرض آسیب دیدگی قرار می دهد. پژوهش در علوم توانبخشی، سال ۶، شماره ۲.

2. Aggarwal A, Zutshi K, Munjal J, Kumar S, Sharma V (2010). Comparing stabilization training with balance training in recreationally active individuals. International Journal of Therapy and Rehabilitation, 17(5): 244-53.
3. Allum J, Honegger F (1998). Interactions between vestibular and proprioceptive inputs triggering and modulating human balance-correcting responses differ across muscles. Experimental brain research, 121(4): 478-94.
4. Bliven KCH, Anderson BE (2013). Core stability training for injury prevention. Sports Health: A Multidisciplinary Approach, 5(6): 514-22.
5. Boyle M (2016). New Functional Training for Sports. Human Kinetics.
6. Chuter VH, Jonge XAJ (2012). Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature. Gait & posture, 36(1): 7-15.
7. Cholewicki J, McGill SM (1996). Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. Clinical Biomechanics, 11(1): 1-15.
8. Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, Nightingale EJ, Lin C, Hiller CE (2010). Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. Medicine & Science in Sports & Exercise, 42(11): 2106-21.
9. Docherty CL, McLeod TCV, Shultz SJ (2006). Postural control deficits in participants with functional ankle instability as measured by the balance error scoring system. Clinical Journal of Sport Medicine, 16(3): 203-8.
10. Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E (2016). Recovery from a first-time lateral ankle sprain and the predictors of chronic ankle instability a prospective cohort analysis. The American journal of sports medicine, 44(4): 995-1003.
11. El Ouaaid Z, Shirazi-Adl A, Plamondon A, Larivière C (2013). Trunk strength, muscle activity and spinal loads in maximum isometric flexion and extension exertions: a combined in vivo-computational study. Journal of biomechanics, 46(13): 2228-35.
12. Feger MA, Donovan L, Hart JM, Hertel J (2015). Lower extremity muscle activation in patients with or without chronic ankle instability during walking. Journal of athletic training, 50(4): 350-7.
13. Fox J, Docherty CL, Schrader J, Applegate T (2008). Eccentric plantar-flexor torque deficits in participants with functional ankle instability. Journal of athletic training, 43(1): 51.
14. Freeman M. Instability of the foot affer injuries to the lateral ligament of the ankle (1965). Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume, 47(4): 669-77.
15. Freeman M, Wyke B (1967). Articular reflexes at the ankle joint: An electromyogrphic study of normal and abnormal influences of ankle-joint mechanoreceptors upon reflex activity in the leg muscles. British Journal of Surgery, 54(12): 990-1001.

16. Friel K, McLean N, Myers C, Caceres M (2006). Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. Journal of athletic training, 41(1): 74.
17. Golditz T, Steib S, Pfeifer K, Uder M, Gelse K, Janka R, et al (2014). Functional ankle instability as a risk factor for osteoarthritis: using T2-mapping to analyze early cartilage degeneration in the ankle joint of young athletes. Osteoarthritis and Cartilage, 22(10): 1377-85.
18. Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, Buckley WE (2004). The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. Journal of Athletic Training, 39(4): 321.
19. Granata KP, Orishimo KF (2001). Response of trunk muscle coactivation to changes in spinal stability. Journal of Biomechanics, 34(9): 1117-23.
20. Hopkins JT, Coglianese M, Glasgow P, Reese S, Seeley MK (2012). Alterations in evertor/invertor muscle activation and center of pressure trajectory in participants with functional ankle instability. Journal of Electromyography and Kinesiology, 22(2): 280-5.
21. Kaji A, Sasagawa S, Kubo T, Kanehisa H (2010). Transient effect of core stability exercises on postural sway during quiet standing. The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(2): 382-8.
22. Khaleghi M SS, Abbasi A, Hosseini M H (2010). Comparison of the achieve stability time in the varus and valgus foot with emphasis structure and sensory information. Olympic, 18(2): 73-85.
23. Kibler WB, Press J, Sciascia A (2006). The role of core stability in athletic function. Sports medicine, 36(3): 189-98.
24. King M (2000). Functional stability for the upper quarter. Athletic Therapy Today. 5(2): 17-21.
25. Kollmitzer J, Ebenbichler GR, Sabo A, Kerschan K, Bochdansky T (2000). Effects of back extensor strength training versus balance training on postural control. Medicine and science in sports and exercise, 32(10): 1770-6.
26. Lee PJ, Rogers EL, Granata KP (2006). Active trunk stiffness increases with co-contraction. Journal of Electromyography and Kinesiology, 16(1): 51-7.
27. Lephart SM, Pincivero DM, Rozzi SL (1998). Proprioception of the ankle and knee. Sports Medicine, 25(3): 149-55.
28. Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM (2004). Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. Medicine & Science in Sports & Exercise, 36(6): 926-34.
29. Marshall PW, Murphy BA (2005). Core stability exercises on and off a Swiss ball. Archives of physical medicine and rehabilitation, 86(2): 242-9.
30. Munn J, Sullivan SJ, Schneiders AG (2010). Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: a systematic review with meta-analysis. Journal of Science and Medicine in Sport, 13(1): 2-12.
31. Nitz A, Peck D (1986). Comparison of muscle spindle concentrations in large and small human epaxial muscles acting in parallel combinations. The American Surgeon, 52(5): 273-7.
32. Oliver GD, Dwelly PM, Sarantis ND, Helmer RA, Bonacci JA (2010). Muscle activation of different core exercises. The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(11): 3069-74.
33. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. North American journal of sports physical therapy: North American Journal of Sport Physical Therapy, 4(2): 92.
34. Prieske O, Muehlbauer T, Borde R, Gube M, Bruhn S, Behm D, et al (2016). Neuromuscular and athletic performance following core strength training in elite youth soccer: Role of instability. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 26(1): 48-56.
35. Prentice WE (2004). Rehabilitation techniques for sports medicine and athletic training with laboratory manual and esims password card. Fifth Edition.
36. Rickman AM (2012). Core stability: implications for dance injuries. Medical problems of performing artists, 27(3): 159.
37. Ross SE, Guskiewicz KM, Gross MT, Yu B (2008). Assessment tools for identifying functional limitations associated with functional ankle instability. Journal of athletic training, 43(1): 44.
38. Samson KM, Sandrey MA, Hetrick A (2007). A core stabilization training program for tennis athletes. Athletic Therapy Today, 2(3): 41.
39. Santilli V, Frascarelli MA, Paoloni M, Frascarelli F, Camerota F, De Natale L, et al (2005). Peroneus longus muscle activation pattern during gait cycle in athletes affected by functional ankle instability a surface electromyographic study. The American journal of sports medicine, 33(8): 1183-7.
40. Suda EY, Amorim CF, de Camargo Neves Sacco I (2009). Influence of ankle functional instability on the ankle electromyography during landing after volleyball blocking. Journal of Electromyography and Kinesiology, 19(2): e84-e93.
41. Webster KA, Gribble PA (2013). A comparison of electromyography of gluteus medius and maximus in subjects with and without chronic ankle instability during two functional exercises. Physical Therapy in Sport, 14(1): 17.
42. Winter DA, Prince F, Frank J, Powell C, Zabjek KF (1996). Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. Journal of neurophysiology, 75(6): 2334-43.
43. Willardson JM (2007). Core stability training: applications to sports conditioning programs. The Journal of Strength & Conditioning Research, 21(3): 979-85.

The Immediate Effect of Core Stability Exercises on Balance in Athletes with Functional Ankle Instability

Kiumars Moradi[1*], Hooman Minoonejad[2], Reza Rajabi[3]

1. Master of Science of Sport Injuries and Corrective Exercises, Health and Sport Medicine Department, Physical Education Faculty, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. Assistant professor, PhD of Sport injuries and Corrective Exercises, Health and Sport Medicine Department, Physical Education Faculty, University of Tehran, Tehran, Iran.
3. Professor, PhD of Sport Injuries and Corrective Exercises, Health and Sport Medicine Department, Physical Education Faculty, University of Tehran, Tehran, Iran.

Abstract

Background:
Given the importance of core stability exercises as well as the high prevalence of ankle sprains and functional instability and Subsequently, decrease of balance as a risk factor for the occurrence of an ankle sprain, core stability exercises aimed at stabilizing the central area of the body can have a significant role in improving balance. Therefore, the purpose of this study is investigating the immediate effect of core stability exercises on static and dynamic balance in athletes suffered from functional ankle instability.

Methodology:
Thirty male college athletes suffered from functional ankle instability are participated in this study. After primary screening and identification of eligible athletes suffered from ankle joint functional assessment tool (AJFAT), subjects were divided into the experimental (n = 15) and control groups (n = 15). Athletes in the experimental group carried out two types of core stability exercises in a session. Static and dynamic balance measured in both the groups before and after the test.

Results:
Statistical test results showed that core stability exercises in short term period and in a single session improved the effect on static and dynamic balance in athletes suffered from functional ankle instability ($p<0/05$).

Conclusion:
It seems that muscle stabilizers of the core are important in controlling the proximal and distal joints for reducing the static and dynamic balance in athletes' sufferd from functional ankle instability and doing these exercises in the short-term period can be useful in improving balance in athletes suffered from functional ankle instability .It is proposed to use the core stability muscles practice alongside ankle muscles in order to improve the athletes balance suffered from functional ankle instability.

Keywords:
Ankle sprain, Athlete, Core exercises

* Corresponding Author: Email: kiumars.moradi03@gmail.com, Tel: +9809108661320