بررسی پارامترهای نوسان مرکز فشار در تکلیف تعادلی ایستا و پویا با چشم بسته پس از چهار هفته گرم کردن ایستا در ورزشکاران ژیمناست ماهر

فرشته احمدآبادی [۱] (Ph.D Student)، سید محسن آوندی [*۲] (Ph.D)، عاطفه امینیان‌فر [۲] (Ph.D)

۱ – گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۲- گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۳- گروه فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات توان‌بخشی عصبی عضلانی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

چکیده

هدف: هدف از پژوهش حاضر بررسی پارامترهای نوسان مرکز فشار در تکلیف تعادلی ایستا و پویا با چشم بسته پس از چهار هفته گرم کردن ایستا در ورزشکاران ژیمناست ماهر بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، ۱۶ ورزشکار زن ماهر (با میانگین سن ۱/۴۵±۹/۶۲ سال) به‌طور تصادفی در دو گروه (گرم‌کردن عمومی (کنترل) و گرم‌کردن عمومی+کشش ایستا) تقسیم شدند. پروتکل اول شامل ۱۰ دقیقه دویدن آرام و پروتکل دوم شامل جاگینگ و استفاده از حرکات کششی ایستا به‌مدت چهار هفته و سه بار در هفته انجام شد. قبل و بعد از چهار هفته فعالیت گرم کردن ایستا، شاخص‌های تعادل (قدامی- خلفی و داخلی- خارجی) در چهار وضعیت ایستا (با دو پا و با یک پا) و پویا (با دو پا و یک پا) با حذف ورودی‌های بینائی با استفاده از سیستم نیروسنج مجهز به ۷ دوربین و صفحه فشار (Kistler force plate) بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش افزایش معنادار تعادل ایستا با دو پا و یک پا را با حذف ورودی‌های بینائی در وضعیت‌های تعادلی با پروتکل گرم کردن ایستا پس از چهار هفته نشان دادند (P=۰/۰۰۱)، اما تعادل پویا با دو پا و یک پا با پروتکل گرم کردن ایستا پس از چهار هفته به‌طور معناداری کاهش یافت (P=۰/۰۰۵).

نتیجه‌گیری: بررسی نتایج مطالعه نشان می‌دهد که انجام کشش‌های ایستا در بلندمدت می‌تواند تعادل ایستا با دو و یک پا را در ورزشکاران ژیمناست بهبود بخشد، اما از طرفی کنترل تعادل پویا با چشم بسته می‌تواند تحت تأثیر تمرینات کششی ایستا به‌صورت بلندمدت مختل شود و هنگام فعالیت‌های ورزشی فرد را در معرض آسیب‌های جدی قرار دهد.

واژه‌های کلیدی: گرم کردن ورزشی، تعادل وضعیتی، ورزشکاران، آسیب‌های ورزشی

مقدمه

انجام فعالیت‌های روزانه و ورزشی به میزان قابل ملاحظه‌ای به حفظ تعادل که به‌عنوان توانایی حفظ یا برگشت مرکز ثقل بدن در محدوده سطح اتکا و یا کنترل و حفظ وضعیت بدن در فضا به‌منظور دستیابی به پایداری و جهت‌گیری تعریف می‌شود، وابسته است [۱]. کنترل وضعیت قامت پویا را می‌توان تحت عنوان اجرای یک تکلیف عمل‌کردی بدون درگیر شدن بخشی از سطح اتکا تعریف کرد که در اکثر فعالیت‌های ورزشی قابل مشاهده است [۲]. این نوع کنترل وضعیت قامت با استفاده از داده‌های جمع‌آوری

* نویسنده مسئول، تلفن:۰۹۱۲۷۹۰۵۵۳۸

Email: m.avandi@semnan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۴

شده توسط گیرنده‌های مکانیکی موجود در اندام تحتانی، تنه و ترکیب درون‌دادهای بینائی، دهلیزی و حس حرکتی به‌منظور ایجاد پاسخ‌های حرکتی مناسب در جهت کنترل وضعیت مرکز جرم در محدوده سطح اتکا انجام می‌شود [۳]. اگرچه حفظ کنترل قامت در انجام همه کارها، مهم و ضروری است اما این عامل در انجام فعالیت‌هایی که با شدت و سرعت بالا همانند ژیمناستیک انجام می‌شوند از اهمیت بالاتری برخوردار است و برای رسیدن به موفقیت و اجتناب از وقوع آسیب می‌بایست که در حد مطلوبی انجام شود. ایجاد هرگونه اختلال در این فرآیند که موجب شود فرد در نگهداری کنترل قامت خود با مشکل مواجه گردد، باعث به‌وجود آمدن مشکلات متفاوتی از جمله افزایش احتمال سقوط و بروز آسیب می‌گردد [۴].

هم‌چنین گیرنده‌های مفصلی در تشخیص حس حرکت و درد مفصل دخالت دارند [۵]. گیرنده‌های عضلانی به عنوان بخشی از اجزای دینامیک هر مفصل نقش قابل‌توجهی در حس عمقی دارند. آسیب مفصلی می‌تواند عضلات را به‌صورت مهار عضلانی، آتروفی و ضعف عضلانی تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین آسیب مفصلی می‌تواند با اثر بر روی عضلات، ارسال داده‌های آوران از گیرنده‌های موجود را دچار اشکال نماید [۵]. آسیب به مفصل به‌طور مستقیم و غیر مستقیم موجب تغییر در اطلاعات ورودی ایجاد شده توسط گیرنده‌های مکانیکی می‌گردد [۶]. میزان شیوع این آسیب‌ها در رشته‌های ورزشی شنا، ژیمناستیک، تنیس، والیبال، اسکی و کشتی بیش‌تر از رشته‌های ورزشی دیگر است [۷].

از طرفی حس عمقی نقش بسیار زیادی در حفظ تعادل افراد دارد. تأثیر نسبی حس عمقی و سیستم وستیبولار را در غیاب سیستم بینایی بر تعادل افراد، در گروه‌های سنی مختلف بررسی و مشخص شده تمام گروه‌های سنی برای حفظ تعادل بیش از هر چیز به حس عمقی وابسته‌اند [۸،۹]؛ بنابراین هر گونه ضعف و اختلال در حس عمقی خطر بروز آسیب‌های ورزشکاران را به‌صورت قابل‌توجهی به‌خصوص در ورزش‌هایی که نیاز به تعادل و هماهنگی بیش‌تری نظیر ژیمناستیک دارند افزایش می‌دهد [۱۰]. برای مثال زنان ورزشکاری که با کاهش حس عمقی در مفاصل تنه مواجه‌اند، بیش از سایر ورزشکاران در معرض بروز آسیب قرار دارند [۱۱]. یکی از استراتژی‌های مهم برای تقویت حس عمقی، انجام گرم کردن مناسب است. گرم کردن می‌تواند به بهبود سیستم‌های حس عمقی مؤثر بر ثبات بدن کمک کند [۱۲]. با وجود این مطالعات اندکی تأثیر روش‌های مختلف گرم کردن را بر حس عمقی و تعادل به عنوان معلول حس عمقی بررسی کرده‌اند [۱۳]. هاف (Hough) و همکاران (۲۰۰۹)، در پژوهشی، اثرات مثبت کشش پویا را در مقابل اثرات منفی کشش ایستا بر عمل‌کرد عضلانی گزارش کرد و مدعی شد که کشش ایستا می‌تواند منجر به اختلالات عضلانی و تغییر در ویژگی ویسکوالاستیک بافت عضلانی تاندونی گردد [۱۴]. اگرچه که برخی افزایش توان عضلات را بعد از انجام تمرینات کششی گزارش کرده‌اند در یک مطالعه نشان داده شد که تمرینات کششی ایستا نه تنها تأثیری در افزایش گشتاور عضلانی نداشته بلکه موجب کاهش عمل‌کرد عضلانی اندام تحتانی می‌گردد [۱۵]. در دو پژوهش مروری سیستماتیک جداگانه محققین نشان دادند که غالب مطالعات پژوهشی موجود بر این نکته اتفاق نظر دارند که استفاده از تمرینات کششی قبل و بعد از فعالیت‌های ورزشی تأثیری در جلوگیری از آسیب‌های ورزشی و آزردگی عضلانی متعاقب تمرینات ورزشی ندارد [۱۷،۱۶]. در یک بررسی سیستماتیک دیگر؛ گریمون (Gremion) نشان داد که قبل از انجام برخی از ورزش‌ها نظیر ژیمناستیک و یا شیرجه که به انعطاف‌پذیری بالایی نیاز دارند استفاده از تمرینات کششی اثرات سودمندی را به‌دنبال دارد، اما برعکس در ورزش‌هایی نظیر دوچرخه‌سواری و یا دویدن که چرخه فعالیت عضله همراه با کاهش و افزایش طول آن است این تمرینات کششی تأثیری به همراه ندارند [۱۸]. در سال ۲۰۰۷، ویترو (Witvrouw) و همکاران در یک مطالعه مروری عنوان کردند که انجام تمرین کششی می‌تواند منجر به افزایش انعطاف‌پذیری تاندون‌ها شده و در نتیجه آسیب‌پذیری آن‌ها را هنگام فعالیت‌های ورزشی همراه با افزایش و کاهش طول عضلات کاهش می‌دهد [۱۹]،

در حالی‌که همین پژوهشگر در یک مطالعه مروری دیگر در سال ۲۰۰۴، خلاف این موضوع را ادعا کرده و مدعی شده بود که تمرینات کششی هیچ مزیتی در جلوگیری از آسیب‌های تاندونی ندارد [۲۰]. بختیاری و همکاران (۲۰۱۳)، اثر تمرینات گرم کردن را بر تعادل ایستا و پویا در افراد ورزشکار و غیر ورزشکار مورد بررسی قرار داده و این‌گونه گزارش کردند که نوسانات تعادل ایستا و پویا پس از حذف عامل بینائی جهت کنترل تعادل در گروه تمرینات گرم کردن نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری کاهش یافت [۲۱]. هم‌چنین احمدآبادی و همکاران (۲۰۱۵)، اثر حاد پروتکل‌های گرم کردن را بر تعادل ایستا و پویای دختران ژیمناست مورد بررسی قرار دادند و تفاوت معناداری را پس از یک جلسه حاد با گرم کردن ایستا در بین گروه‌ها بر پارامترهای نوسان مرکز فشار مشاهده نکردند [۲۲]، در حالی‌که در پژوهشی دیگر تأثیر معناداری را بر شاخص‌های نوسان مرکز فشار تعادلی ایستا و پویا با دوپا و یک پا با چشم باز پس از چهار هفته گرم کردن پویا گزارش کردند [۲۳].

از آن‌جائی که حفظ تعادل به عوامل متعددی از جمله عملکرد صحیح سیستم عصبی عضلانی وابسته است و عملکرد این سیستم ممکن است تحت تأثیر تمرینات کششی قرار گیرد و با توجه به موارد متناقض یاد شده در خصوص اثر تمرینات کششی بر فعالیت‌های ورزشی و تعادل؛ این مطالعه با هدف، بررسی اهمیت نقش کنترل تعادل بدن جهت جلوگیری از در معرض آسیب قرار گرفتن بدن هنگام تمرینات ورزشی، و هم‌چنین ارزیابی پارامترهای نوسان مرکز فشار در تکلیف تعادلی ایستا و پویا با چشم بسته پس از چهار هفته گرم کردن ایستا در ورزشکاران ژیمناست ماهر طراحی گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات توان‌بخشی عصبی- عضلانی دانشگاه علوم پزشکی سمنان اجرا شد.

آزمودنی‌های این پژوهش را ۱۶ نفر از دختران ژیمناست ماهر تشکیل می‌دادند که انتخاب نمونه‌ها هدفمند بود و به‌صورت تصادفی در دو گروه شامل گروه گرم کردن عمومی (GW) (n=۸)، گروه گرم کردن عمومی همراه با کشش ایستا (SW) (n=۸) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها قبل از انجام هر گونه تمرین و آزمون پرسش‌نامه سلامتی را تکمیل کردند. طبق این پرسش‌نامه افراد دارای بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت، آسم و سایر بیماری‌هایی که ممکن است برای آزمودنی خطرساز باشد حذف شدند، هم‌چنین هر آزمودنی که دارای مشکل در مفاصل و یا استخوان‌ها بود نمی‌توانست در تحقیق شرکت کند. سپس از آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی اخذ شد. در جلسه‌ای جداگانه قبل از شروع آزمون، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی گرفته شد. سپس آزمودنی‌ها با مراحل آزمون و نحوه انجام آزمون‌ها آشنا شدند. در مرحله‌ی پیش‌آزمون هر دو گروه بعد از جاگینگ ۱۰ دقیقه‌ای تحت ارزیابی تعادل قرارگرفتند. پس از آن آزمودنی‌ها تحت تمرین با پروتکل مشخص به مدت چهار هفته و هر هفته سه جلسه به فعالیت خود ادامه دادند. در نهایت بعد از انجام چهار هفته پروتکل تمرینی مجدداً آزمودنی‌ها در قالب مشابه پیش‌آزمون تحت ارزیابی پس‌آزمون قرار گرفتند.

پروتکل‌های گرم‌کردن:

گروه گرم‌کردن عمومی:

در این پروتکل آزمودنی‌ها به گرم‌کردن عمومی شامل ۱۰ دقیقه فعالیت از قبیل راه رفتن، دویدن و گرم‌کردن مفاصل گردن، کمربند شانه‌ای، آرنج‌ها، مچ دست‌ها، تنه، ران‌ها، زانوها و مچ پاها پرداختند.

گروه گرم‌کردن همراه با کشش ایستا. پروتکل دوم شامل گرم‌کردن عمومی و حرکات کششی ایستا بر روی زمین بود. در این پروتکل ابتدا آزمودنی‌ها به گرم‌کردن عمومی شامل ۱۰ دقیقه فعالیت از قبیل راه‌رفتن، دویدن و گرم‌کردن مفاصل گردن، کمربند شانه‌ای، آرنج‌ها، مچ دست‌ها، تنه، ران‌ها، زانوها و مچ پاها پرداختند. حرکات کششی شامل ۱۳ حرکت کشش ایستا بود که در دو نوبت ۱۵ ثانیه‌ای و زمان تعویض و آمادگی برای شروع حرکت بعدی ۵ ثانیه اجرا گردید. از مجموع ۱۳ حرکت، یک حرکت مربوط به کشش تمام بدن،

چهار حرکت مربوط به کشش اندام فوقانی، پنج حرکت مربوط به کشش اندام تحتانی، و سه حرکت مربوط به کشش تنه بـود. سپس بعد از ۲ دقیقه اسـتراحت آزمـودنی‌هـا تحـت ارزیـابی پس‌آزمون قرار گرفتند (جدول ۱).

جدول ۱. پروتکل تمرینی چهار هفته گرم کردن ایستا

تمرین	هفته			
*****	اول	دوم	سوم	چهارم
Crossover Reverse Lunge	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه هر طرف
One Half Locust Exercise	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه هر طرف
The Straddle	۲ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه دو طرف
short_adductor_stretch220	۲ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه دو طرف
Gluteus Stretch	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه هر طرف
Abdominal Stretch II	۲ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه دو طرف
Latissimus Dorsi Stretch II	۲ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه د. طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه دو طرف
Standing Outer Hip Stretch	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه هر طرف
triceps stretch	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه هر طرف
Standing Biceps	۲ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه دو طرف
Standing Toe	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۲ ست ۱۵ ثانیه هر طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه دو طرف	۳ ست ۱۵ ثانیه هر طرف

ابزار اندازه‌گیری. از صفحه فشار Kistler force plate برای آنالیز تعادل آزمودنی‌ها در وضعیت‌های ایستا و پویا استفاده شد. صفحه نیرو (Force Plate) مدل کیستلر B9286 که از طریق نرم‌افزار کوآلایسیس Qualisys) (Qualysis) (Track Manager کنترل می‌شود و قابلیت اندازه‌گیری نیروی Center of pressure را در سه محورX، Y و Z دارا است.

ارزیابی پارامترهای نوسان مرکز فشار . پارامترهای دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی (COPEAP) (Center of pressure Antroposterior)، دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی- خارجی (COPEML) (Center of pressure Medio lateral)، طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی- خلفی (PLAP) (Path length Antroposterior) و طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی- خارجی (PLML) (Path length Medio lateral) با چشم بسته پس از چهار هفته گرم کردن ایستا مورد ارزیابی قرار گرفت. نشان داده شده است که پارامترهای نوسانات مرکز فشار ابزار مناسب و حساسی برای سنجش عملکرد وضعیتی می‌باشند [۲۴].

به‌منظور سنجش پارامترهای نوسان مرکز فشار در وضعیت‌های، ایستاده روی دو پا با چشم بسته روی سطح سفت (SDEC) (Static Double Eyes Close)، ایستاده روی یک پا با چشم بسته روی سطح سفت (SSEC) Static (Single Eyes Close)، ایستاده روی دو پا با چشم بسته روی سطح نرم (DDEC) (Dynamic Double Eyes Close)، ایستاده روی یک پا با چشم بسته روی سطح نرم (DSEC) (Dynamic Single Eyes Close)، آزمودنی‌ها ابتدا در حالت آرام با قرار دادن دست‌ها در کنار بدن و فاصله پاها به اندازه‌ی عرض شانه‌ها روی صفحه نیرو می‌ایستاد. نحوه قرار گرفتن پاها به‌گونه‌ای بود که در دو طرف خط وسط صفحه تعادل به‌طور قرینه قرار می‌گرفت. هم‌چنین از آزمودنی خواسته شد ضمن تمرکز، از حرف زدن، خندیدن، تنفس عمیق و تغییر وضعیت پاها خودداری کند. زمان ثبت نوسانات در هر حالت ۲۰ ثانیه بود. هم‌چنین آزمون سه مرتبه تکرار شد و از میانگین سه تکرار به‌عنوان داده نهایی استفاده شد. ترتیب انجام آزمون‌ها به‌صورت تصادفی برای هر فرد انتخاب شد تا از اثر خستگی شرایط آزمون بر روی فرد جلوگیری شود.

برای ارزیابی سیستم تعادلی بدن بر روی صفحه نیرو، از برآیند نیروهای عکس‌العمل زمین یا مرکز فشار پا استفاده شد. سیگنال‌های نیروی عکس‌العمل زمین و گشتاور از طریق لود سل‌های صفحه نیرو ثبت شدند. این سیگنال‌های آنالوگ در فرکانس ۱۲۰ هرتز روی یک رایانه نمونه‌گیری شده و به‌منظور حفظ حذف نویز از سیگنال‌ها از cut-of frequency، ۲۰ هرتز استفاده شد. این سیگنال‌ها امپلی‌فایر شده و با استفاده از کارت آنالوگ به دیجیتال تبدیل به رقم می‌شوند. از داده‌های صفحه نیرو که شامل نیروی گرانشی زمین (F) و گشتاور (M) در سه محور X، Y و Z است، از مشخصات مرکز فشار در جهت X (قدامی- خلفی) و در جهت Y (داخلی- خارجی) محاسبه شدند، داده‌های به دست آمده از ۵ ثانیه اول و آخر ارزیابی حذف شدند و داده‌های حاصل از ۱۰ ثانیه برای تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) استفاده شد. هم‌چنین برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده گردید.

نتایج

جدول ۲ ویژگی‌های فردی شامل سن، وزن، قد و BMI آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد.

نتایج در این قسمت به بررسی تأثیر چهار هفته پروتکل کششی ایستا بر تعادل ایستا و پویا در چهار وضعیت ایستا با دو پا و تک پا و پویا با دو پا و تک پا و با چشم بسته می‌پردازد. برای تعیین تفاوت بین مراحل مختلف نمونه‌گیری، بعد از بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک (Shapiro wilk) از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) استفاده شد.

جدول ۲. ویژگی‌های توصیفی میانگین و انحراف معیار گروه‌ها

	کنترل	ایستا	همه گروه‌ها
ویژگی‌های توصیفی	N=۸	N=۸	N=۱۶
سن (سال)	۹/۵±۱/۵۱	۹/۷۵±۱/۴۸	۹/۶۲±۱/۴۵
قد (سانتی‌متر)	۱۳۰/۵±۱۵/۳۵	۱۲۹/۷۵±۹/۵۸	۱۳۰/۱۲±۱۲/۳۷
وزن (کیلوگرم)	۲۸/۳±۸/۸۳	۲۸/۸۶±۸/۹۷	۲۸/۵۸±۸/۶۰
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۱۶/۱۷±۱/۵۷	۱۶/۷۸±۳/۲۵	۱۶/۴۸±۲/۴۹

تأثیر چهار هفته گرم کردن ایستا بر شاخص‌های تعادل SDEC، SSEC، DDEC، DSEC. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که تعادل ایستا با دو پا با چشم بسته (SDEC) با پروتکل گرم کردن ایستا پس از چهار هفته در وضعیت شاخص‌های تعادل دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت قدامی- خلفی (P=۰/۰۰۱، ۳/۷۴=(۱۴،۳) F)، دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی- خارجی (P=۰/۰۵، ۳۵/۳=(۱۴،۳) F)، طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی- خلفی (P=۰/۰۴، ۰۶/۴=(۱۴،۳) F) و طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی (P=۰/۰۴، ۹۱/۳=(۱۴،۳) F) موجب افزایش معنادار تعادل ایستا با دو پا گردید (جدول ۲). همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی تفاوت معناداری را در شاخص‌های تعادل COPEAP، COPEML، PLAP و PLML در گروه ایستا پس از چهار هفته نسبت به گروه کنترل برای تعادل ایستا با دو پا نشان داد (P=۰/۰۰۱).

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که تعادل ایستا با یک پا با چشم بسته (SSEC) با پروتکل گرم کردن ایستا پس از چهار هفته در وضعیت شاخص‌های تعادل دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت قدامی- خلفی (P=۰/۰۲، ۹۷/۳=(۱۴،۳) F)، دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی- خارجی (P=۰/۰۱، ۶۹/۴=(۱۴،۳) F)، طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی- خلفی (P=۰/۰۳، ۳۷/۳=(۱۴،۳) F) و طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی- خارجی (P=۰/۰۰۱، ۴۲/۳=(۱۴،۳) F) تفاوت معناداری را برای تعادل ایستا با یک پا نشان داد (جدول ۳). همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی تفاوت معناداری در شاخص‌های تعادل COPEAP، COPEML، PLAP و PLML در گروه ایستا پس از چهار هفته نسبت به گروه کنترل برای تعادل ایستا با یک پا نشان داد (P=۰/۰۰۱).

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که تعادل پویا با دو پا با چشم بسته (DDEC) با پروتکل گرم کردن ایستا پس از چهار هفته در وضعیت شاخص‌های تعادل دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت قدامی- خلفی (P=۰/۰۵، ۵۷/۳=(۱۴،۳) F)، دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی- خارجی (P=۰/۰۰۱، ۸۹/۸=(۱۴،۳) F)، طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی- خلفی (P=۰/۰۰۱، ۱۵/۴=(۱۴،۳) F) و طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی- خارجی (P=۰/۰۱، ۸۱/۴=(۱۴،۳) F) موجب کاهش معنادار تعادل پویا با دو پا گردید (جدول ۳). همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی تفاوت معناداری را در شاخص‌های تعادل COPEAP، COPEML، PLAP و PLML در گروه ایستا پس از چهار هفته نسبت به گروه کنترل برای تعادل پویا با دو پا نشان داد (P=۰/۰۰۱).

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که تعادل پویا با یک پا با چشم بسته (DSEC) با پروتکل گرم کردن ایستا پس از چهار هفته در وضعیت شاخص‌های تعادل دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت قدامی- خلفی (P=۰/۰۱، ۳۷/۲=(۱۴،۳) F)، دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی- خارجی (P=۰/۰۰۱، ۲۸/۲=(۱۴،۳) F)، طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی- خلفی (P=۰/۰۱، ۹۶/۳=(۱۴،۳) F) و طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی- خارجی (P=۰/۰۲، ۵۶/۳=(۱۴،۳) F) تفاوت معناداری را برای تعادل پویا با یک پا نشان داد (جدول ۳). همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی تفاوت معناداری در شاخص‌های تعادل COPEAP، COPEML، PLAP و PLML در گروه

ایستا پس از چهار هفته نسبت به گروه کنترل برای تعادل پویا با یک پا نشان داد (P=۰/۰۰۱).

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار پارامترهای ثبت شده پروتکل‌های مختلف گرم‌کردن در مراحل مختلف اندازه‌گیری در وضعیت شاخص‌های SDEC، DDEC، SSEC و DSEC

متغیرها	آزمون	گروه‌هاپارامترها	GW(M±SD)	SW(M±SD)	P Value
SDEC	پیش‌آزمون	COPEAP	۶/۲۶±۳/۰۴	۵/۷۱±۱/۱۳	p≥۰/۰۵
		COPEML	۵/۴۹±۲/۱۱	۱۰/۱۹±۹/۳۶	p≥۰/۰۵
		PLAP	۲۹/۰۲±۱۵/۰۳	۲۶/۸۵±۶/۵۴	p≥۰/۰۵
		PLML	۲۷/۸۰±۱۲/۹۸	۳۴/۳۰±۱۱/۰۰	p≥۰/۰۵
	چهار هفته پس از فعالیت	COPEAP	۵/۶۸±۱/۷	۳/۵۸±۲/۷۱	❋p=۰/۰۰۱
		COPEML	۹/۴۴±۱۱/۴۳	۶/۴۵±۱/۷۲	❋p=۰/۰۰۱
		PLAP	۲۴/۰۹±۶/۰۱	۱۹/۱۸±۱۳/۳۰	❋p=۰/۰۰۱
		PLML	۲۴/۲۰±۶/۹۸	۲۵/۶۰±۱۱/۰۴	❋p=۰/۰۰۱
SSEC	پیش‌آزمون	COPEAP	۱۵/۷۲±۹/۵۷	۱۱/۴۸±۲/۶۳	p≥۰/۰۵
		COPEML	۱۶/۹۱±۹/۱۷	۱۳/۲۸±۵/۳۲	p≥۰/۰۵
		PLAP	۷۷/۸۸±۶۰/۶۸	۵۷/۷۸±۱۵/۳۷	p≥۰/۰۵
		PLML	۹۳/۲۳±۴۷/۳۱	۷۹/۶۶±۲۷/۵۷	p≥۰/۰۵
	چهار هفته پس از فعالیت	COPEAP	۱۲/۰۵±۴/۲۵	۱۰/۷۶±۲/۴۹	❋p=۰/۰۰۱
		COPEML	۱۴/۸۱±۷/۴۶	۱۳/۸۱±۴/۶۸	❋p=۰/۰۰۱
		PLAP	۶۷/۲۰±۲۳/۳۷	۴۸/۵۰±۱۲/۵۱	❋p=۰/۰۰۱
		PLML	۸۶/۶۱±۳۷/۰۶	۵۳/۶۶±۲۸/۴۵	❋p=۰/۰۰۱
DDEC	پیش‌آزمون	COPEAP	۱۰/۸۹±۴/۹۰	۹/۰۳±۲/۷۶	p≥۰/۰۵
		COPEML	۱۲/۸۳±۳/۳۱	۱۱/۲۲±۳/۶۵	p≥۰/۰۵
		PLAP	۴۹/۱۷±۱۹/۶۳	۴۴/۵۰±۱۱/۹۲	p≥۰/۰۵
		PLML	۵۶/۷۶±۱۲/۷۵	۴۹/۲۱±۱۵/۰۲	p≥۰/۰۵
	چهار هفته پس از فعالیت	COPEAP	۹/۹۶±۳/۶۱	۱۵/۸۲±۳/۶۸	❋p=۰/۰۰۱
		COPEML	۱۲/۲۵±۳/۵۹	۱۶/۷۰±۸/۹۶	❋p=۰/۰۰۱
		PLAP	۵۰/۵۸±۲۳/۳۳	۴۹/۲۰±۱۱/۱۰	❋p=۰/۰۰۱
		PLML	۴۲/۷۳±۱۴/۶۷	۵۶/۱۲±۱۶/۹۷	❋p=۰/۰۰۱
DSEC	پیش‌آزمون	COPEAP	۱۶/۲۵±۳/۴۲	۱۸/۲۴±۵/۳۴	p≥۰/۰۵
		COPEML	۲۰/۹۵±۵/۷۰	۱۸/۸۷±۵/۳۴	p≥۰/۰۵
		PLAP	۹۱/۸۱±۲۵/۸۸	۸۹/۰۶±۲۹/۶۶	p≥۰/۰۵
		PLML	۱۱۳/۴۷±۳۷/۲۰	۹۰/۸۸±۲۵/۴۲	p≥۰/۰۵
	چهار هفته پس از فعالیت	COPEAP	۱۶/۹۲±۴/۹۴	۲۰/۶۹±۶/۲۴	❋p=۰/۰۰۱
		COPEML	۲۰/۲۷±۶/۱۵	۲۶/۸۰±۸/۵۷	❋p=۰/۰۰۱
		PLAP	۸۸/۰۴±۳۱/۱۶	۹۸/۲۶±۲۹/۶۹	❋p=۰/۰۰۱
		PLML	۱۰۹/۹۵±۳۰/۷۴	۱۰۱/۹۲±۳۲/۷۷	❋p=۰/۰۰۱

❋ مقایسه میانگین تغییرات پس از چهار هفته گرم کردن ایستا. COPEAP: دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت قدامی–خلفی. COPEML: دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی–خارجی. PLAP: طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی–خلفی. PLML: طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی–خارجی. SDEC: تعادل ایستا با دو پا با چشم بسته. DDEC: تعادل پویا با دو پا با چشم بسته. SSEC: تعادل ایستا با یک پا با چشم بسته. DSEC: تعادل پویا با یک پا با چشم بسته

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش، بررسی پارامترهای نوسان مرکز فشار در تکلیف تعادلی ایستا و پویا با چشم بسته پس از چهار هفته گرم کردن ایستا در ورزشکاران ژیمناست ماهر بود. نتایج نشان داد تعادل ایستا با دو پا با پروتکل گرم کردن ایستا پس از چهار هفته افزایش معناداری داشته است. هم‌چنین در تعادل ایستا با یک پا با پروتکل گرم کردن ایستا تفاوت معناداری مشاهده شد، در حالی‌که تعادل پویا با پروتکل گرم کردن ایستا پس از چهار هفته کاهش معناداری را نشان داد ضمن این‌که تعادل پویا با یک پا با پروتکل گرم کردن ایستا نیز کاهش یافت. هم‌چنین تعادل در دامنه نوسانات مرکز فشار قدامی- خلفی، دامنه نوسانات مرکز فشار داخلی- خارجی، طول مسیر مرکز فشار قدامی- خلفی و طول مسیر مرکز فشار داخلی- خارجی ایستا و پویا در وضعیت‌های متفاوت تعادلی تفاوت معناداری را از لحاظ آماری در بین گروه‌ها نشان دادند که با توجه به اختلاف بین میانگین‌ها می‌توان بیان کرد که پروتکل گرم‌کردن ایستا به نسبت پروتکل گرم‌کردن عمومی پس از چهار هفته باعث حفظ تعادل ایستا و اختلال در تعادل پویا با حذف عامل بینائی می‌شود.

مطالعات متعددی اثر کاهش عمل‌کرد را بعد از به‌کارگیری کشش ایستا گزارش کرده‌اند [۲۵-۲۸]. کیفیت روند کنترل تعادل اغلب به‌عنوان یکی از مقیاس‌های سنجش عمل‌کرد اندام تحتانی مورد استفاده قرار گرفته است [۲۹] و به‌خصوص در ورزشکاران از اهمیت خاصی برخوردار است [۳۰]. زیرا همراه با موضوع افزایش قدرت و توان عمل‌کردی ورزشکاران، موضوع ارتباط آسیب‌های ورزشی با تعادل نیز از اهمیت ویژه‌ای در فعالیت‌های ورزشی برخوردار است [۳۱]. بنابراین چنان‌چه ورزشکار از وضعیت تعادلی مناسبی برخوردار باشد، می‌تواند ضمن حفظ عمل‌کرد مناسب و کسب بهترین نتیجه از بروز حداقل آسیب‌های ورزشی جلوگیری کند [۳۲،۳۰]. با این توصیف هر عامل مؤثر بر تعادل ورزشکاران می‌تواند در روند عمل‌کردی و نتیجه حاصله نیز مؤثر باشد. یکی از این موارد که جدیداً بسیار مورد توجه مجامع علمی و ورزشی قرار گرفته است بحث تمرینات کششی ایستا و اثرات این تمرینات بر روی تعادل است [۳۳،۲۵-۳۵]. اگرچه امروزه در زمینه انجام تمرینات کششی قبل از تمرینات ورزشی، مطالعات مختلفی انجام شده است اما نتایج گزارش شده بسیار ضد و نقیض بوده است [۳۷،۳۶،۳۳]. برخی از این مطالعات نشان داده که استفاده از کشش ایستا می‌تواند موجب کاهش عمل‌کرد عضلات هنگام فعالیت‌های پویا گردد [۳۹،۳۸]. این نتایج با نتایج مطالعه ما هم‌خوانی دارد که نشان داد کشش ایستا موجب کاهش عمل‌کرد شاخص‌های تعادل پویا گردید. هم‌چنین یافته‌های پژوهش حاضر توسط مطالعه بهم و همکارانش (۲۰۰۴) تأیید می‌شود، که نشان داد تمرینات کششی ایستا با بازه زمانی طولانی‌مدت موجب اختلال در روند کنترل تعادل و افزایش زمان عمل و عکس‌العمل افراد می‌گردد [۲۵]. هم‌چنین کاستا (Costa) و همکارانش نشان دادند کشش ایستا کوتاه‌مدت اثر مضری بر عمل‌کرد تعادل افراد ندارد [۳۳]. بختیاری و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی که بر روی ۴۵ دختر سالم غیر ورزشکار انجام دادند گزارش کردند که گرم‌کردن با استفاده از کشش ایستا با مدت زمان بیش‌تر موجب افت عمل‌کرد و تعادل در ورزشکاران می‌گردد [۲۱]. احمدآبادی و همکاران (۲۰۱۵)، تأثیر حاد گرم کردن ایستا را بر شاخص‌های تعادلی با چشم باز بر ۲۴ دختر ژیمناست مورد بررسی قرار دادند و این‌گونه گزارش کردند که گرم کردن ایستا به‌صورت یک جلسه‌ای تأثیر معناداری بر شاخص‌های تعادل در دامنه نوسانات مرکز فشار قدامی- خلفی، دامنه نوسانات مرکز فشار داخلی- خارجی، طول مسیر مرکز فشار قدامی- خلفی و طول مسیر مرکز فشار داخلی- خارجی ایستا و پویا ندارد [۲۲].

نتایج مطالعه حاضر نیز بر این ادعا صحه می‌گذارد که تمرینات گرم کردن ایستا به صورت طولانی‌مدت می‌تواند موجب بهبود عمل‌کرد تعادل هنگام به چالش کشیده شدن روند تعادل گردد. این نتایج نشان داد که هنگام انجام آزمایشات تعادل ایستا با چشم بسته (حذف ورودی‌های بینائی برای کنترل تعادل)، نوسانات پوسچر در هر دو گروه آزمایش

و کنترل قبل از انجام تمرینات گرم کردن افزایش یافته و این نوسانات وضعیتی فرد تحت کنترل در آمده و به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. به هر حال نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که کنترل تعادل هنگام ایستادن بر سطوح ثابت با چشم بسته نیز به طور مؤثری بعد از تمرینات گرم کردن ایستا بهبود می‌یابد. از آن‌جائی که کنترل تعادل تحت تأثیر حس عمقی، بینائی و سیستم وستیبولار قرار دارد [۲۱]، حذف ورودی‌های بینائی می‌تواند منجر به اختلال در کنترل نوسانات وضعیت ایستاده گردد. استفاده از تمرینات گرم کردن ایستا در این گروه از ورزشکاران نشان داد که این نوسانات به میزان قابل توجهی نسبت به گروه کنترل کاهش یافته به گونه‌ای که عمل‌کرد کنترل تعادل را در ایشان بهبود می‌بخشد [۲۱].

اگرچه که در مطالعات دیگر نشان داده شده که کاربرد کشش ایستا خود موجب کاهش حداکثر گشتاور و توان متوسط عضلانی می‌گردد که این اثر به‌خاطر دو مکانیسم: ۱) تغییر خصوصیات ویسکوالاستیکی واحدهای عضلانی- تاندونی و ۲) تغییر در فاکتورهای عصبی- عضلانی مانند کاهش تعداد واحدهای حرکتی فعال و فرکانس به کارگیری واحدهای حرکتی و یا تغییر در حساسیت رفلکسی رخ می‌دهد [۴۰-۴۲]. به نظر می‌رسد که این مکانیسم‌ها برای توجیه تغییر شاخص‌های تعادل پویا کافی باشد چرا که «کشش» می‌تواند باعث ایجاد تغییراتی در آوران‌های عضلات و هم در خروجی‌های مکانیک گیرنده‌های عمقی نظیر دوک‌های عضلانی و یا ساختارهای گلژی تاندون‌ها گردد که این عوامل در توانایی سازش‌پذیری بدن با تغییرات ثباتی (از جمله تعادل) اثرگذار است [۴۳].

در پژوهش حاضر، محدودیت‌هایی وجود دارد که باید در هنگام تفسیر نتایج در نظر گرفت. یکی از آن محدودیت‌ها تعداد کم شرکت‌کننده‌ها در هر گروه گرم کردن بود (N=۸). محدودیت دیگر، مربوط به تعمیم نتایج به سایر رشته‌ها یا نوع ورزشکاران می‌باشد. به‌عنوان مثال در پژوهش حاضر از دختران ورزشکار در رشته ورزشی ژیمناستیک استفاده شد. بنابراین یافته‌های پژوهش حاضر ممکن است، قابل تعمیم به سایر ورزشکاران زن، ورزشکاران مرد و یا حتی غیر ورزشکاران نباشد.

پژوهش‌های بیش‌تر می‌تواند تعیین‌کننده این باشد که آیا نتایج این پژوهش می‌تواند با حجم نمونه بیش‌تر، جامعه‌ی ورزشی متفاوت و پروتکل تمرینی مشابه تکرار شود.

مطابق با نتایج پژوهش حاضر، انجام تمرینات گرم کردن ایستا به‌صورت طولانی‌مدت می‌تواند موجب اختلال تعادل پویا و در نتیجه افزایش احتمال آسیب هنگام فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا گردد. از آن‌جائی که حذف ورودی‌های بینائی می‌تواند منجر به اختلال عمل‌کرد در کنترل نوسانات پوسچر گردد، پیشنهاد می‌شود از تمرینات گرم کردن ایستا قبل از شروع فعالیت‌های ورزشی شدید پویا منحصر به انجام کشش‌های کوتاه‌مدت باشد. مطالعات بیش‌تر در این زمینه کمک می‌کند که بتوان بهترین نوع کشش‌های مورد استفاده پویا و یا ایستا را با توجه به نوع تمرینات ورزشی و همین‌طور با توجه به عامل کنترل تعادل در جلوگیری از آسیب‌های ورزشی را تعیین نمود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مرکز تحقیقات توان‌بخشی عصبی- عضلانی دانشگاه علوم پزشکی سمنان و همکاری تمامی ورزشکاران و مسئولان هیئت ژیمناستیک که در این مطالعه با محقق همکاری کرده تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

[1] Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: theory and practical applications: Williams & Wilkins 1995.

[2] Gribble PA, Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. Arch Phys Med Rehabil 2004; 85: 589-592.

[3] Baroni BM, Wiest MJ, Generosi RA, Vaz MA, Junior L, Pinto EC. Effect of muscle fatigue on posture control in soccer Players during the short-pass movement. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano 2011; 13: 348-53.

[4] Giansanti D, Dozza M, Chiari L, Maccioni G, Cappello A. Energetic assessment of trunk postural modifications induced by a wearable audio-biofeedback system. Med Eng Phys 2009; 31: 48-54.

[5] Williams GN, Chmielewski T, Rudolph KS, Buchanan TS, Snyder-Mackler L. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. J Orthop Sports Phys Ther 2001; 31: 546-566.

[6] Mousavi M, Safari M, Majdolesami B, Rahgozar M. Influence of elastic bandage and neoprene sleeve on knee position sense and pain in subjects with knee osteoarthritis. 2003. (Persian).

[7] Alibakhshi E, Golpayegani M, Kazemipour M, Mollanorouzi K, Parastesh M. Comparison of physical therapy, massage therapy, mechanotherapy and compound programs on rotator cuff muscles in shoulder impingement syndrome patients. Iranian J Military Med 2010; 12: 81-88. (Persian).

[8] Ergen E, Ulkar B. Proprioception and ankle injuries in soccer. Clin Sports Med 2008; 27: 195-217.

[9] Vaugoyeau M, Viel S, Amblard B, Azulay J, Assaiante C. Proprioceptive contribution of postural control as assessed from very slow oscillations of the support in healthy humans. Gait Posture 2008; 27: 294-302.

[10] Cameron ML, Adams RD, Maher CG. The effect of neoprene shorts on leg proprioception in Australian football players. J Sci Med Sport 2008; 11: 345-352.

[11] Panics G, Tallay A, Pavlik A, Berkes I. Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. Br J Sports Med 2008; 42: 472-476.

[12] Ribeiro F, Oliveira J. Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. Eur Rev Aging Phys Activ 2007; 4: 6-71.

[13] A J. The comparison of elbow joint position sense in basketball player, Gymnast and non-athletes mens. [MSc thesis] Tehran Univ 2008. (Persian).

[14] Hough PA, Ross EZ, Howatson G. Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity. J Strength Cond Res 2009; 23: 507-512.

[15] Samuel MN, Holcomb WR, Guadagnoli MA, Rubley MD, Wallmann H. Acute effects of static and ballistic stretching on measures of strength and power. J Strength Cond Res 2008; 22: 1422-1428.

[16] Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. BMJ 2002; 325: 468.

[17] Shrier I. Does stretching improve performance?: a systematic and critical review of the literature. Clin J Sport Med 2004; 14: 267-273.

[18] Gremion G. [Is stretching for sports performance still useful? A review of the literature]. Rev Med Suisse 2005; 1: 1830-1834.

[19] Witvrouw E, Mahieu N, Roosen P, McNair P. The role of stretching in tendon injuries. Br J Sports Med 2007; 41: 224-226.

[20] Witvrouw E, Mahieu N, Danneels L, McNair P. Stretching and injury prevention. Sports Med 2004; 3: 443-444.

[21] Bakhtiary AH, Hedayati R. Acute effects of static stretch on the static and dynamic balance indices in the young healthy non-athletic females. Koomesh 2013; 14: 431-438. (Persian).

[22] Ahmadabadi F, Avandi SM, Aminian-Far A. Acute effect of different warm up protocols on static and dynamic balance indices and balance the vault in skilled female gymnast. Koomesh 2015; 17: 99-110. (Persian).

[23] Ahmadabadi F, Avandi SM, Aminian-Far A. Acute versus Chronic dynamic warm-up on balance and balance the vault performance in skilled gymnast. Int J Appl Exercise Phys 2015; 4: 20-33.

[24] Salavati M, Hadian MR, Mazaheri M, Negahban H, Ebrahimi I, Talebian S, et al. Test–retest reliabty of center of pressure measures of postural stability during quiet standing in a group with musculoskeletal disorders consisting of low back pain, anterior cruciate ligament injury and functional ankle instability. Gait Posture 2009; 29: 460-464.

[25] Behm DG, Bambury A, Cahill F, Power K. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. Med Sci Sports Exerc 2004; 36: 1397-1402.

[26] Church JB, Wiggins MS, Moode FM, Crist R. Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. J Strength Cond Res 2001; 15: 332-336.

[27] Cramer J, Housh T, Weir J, Johnson G, Coburn J, Beck T. The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. Eur J Appl Physiol 2005; 93: 530-539.

[28] Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Miller JM, Coburn JW, Beck TW. Acute effects of static stretching on peak torque in women. J Strength Cond Res 2004; 18: 236-241.

[29] Balogun J, Ajayi L, Alawale F. Determinants of single limb stance balance performance. Afr J Med Med Sci 1996; 26: 153-157.

[30] Gray C. Athletic body in balance "optimal movement skills and conditioning for performance. Champaign, IL: Human Kinetics; 2003.

[31] Hrysomallis C, McLaughlin P, Goodman C. Balance and injury in elite Australian footballers. Int J Sports Med 2007; 28: 844-847.

[32] Cachupe WJ, Shifflett B, Kahanov L, Wughalter EH. Reliability of biodex balance system measures. Measurement in physical education and exercise science 2001; 5: 97-108.

[33] Costa P, Ryan E, Herda T, DeFreitas J, Beck T, Cramer J. Effects of stretching on peak torque and the H: Q ratio. Int J Sports Med 2009; 30: 60-65.

[34] Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, Fitz KA, Culbertson JY. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. J Athl Train 2005; 40: 94-103.

[35] Torres EM, Kraemer WJ, Vingren JL, Volek JS, Hatfield DL, Spiering BA, et al. Effects of stretching on upper-body muscular performance. J Strength Cond Res 2008; 22: 1279-1285.

[36] Egan AD, Cramer JT, Massey LL, Marek SM. Acute effects of static stretching on peak torque and mean power output in National Collegiate Athletic Association Division I women's basketball players. J Strength Cond Res 2006; 20: 778-782.

[37] Marshall PW, Cashman A, Cheema BS. A randomized controlled trial for the effect of passive stretching on measures of hamstring extensibility, passive stiffness, strength, and stretch tolerance. J Sci Med Sport 2011; 14: 535-540.

[38] Manoel ME, Harris-Love MO, Danoff JV, Miller TA. Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. J Strength Cond Res 2008; 22: 1528-1534.

[39] Taylor DC, Brooks DE, Ryan JB. Viscoelastic characteristics of muscle: passive stretching versus muscular contractions. Med Sci Sports Exerc 1997; 29: 1619-1624.

[40] Amiri-Khorasani M, Osman NA, Yusof A. Acute effect of static and dynamic stretching on hip dynamic range of motion during instep kicking in professional soccer players. J Strength Cond Res 2011; 25: 1647-1652.

[41] Cornwell A, Nelson AG, Sidaway B. Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. Eur J Appl Physiol 2002; 86: 428-434.

[42] McNeal J, Sands WA. Static stretching reduces power production in gymnasts. Technique 2001; 21: 5-6.

[43] Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part II: the role of proprioception in motor control and functional joint stability. J Athl Train 2002; 37: 80-84.

Correlation between sway parameters of center of pressure in static and dynamic balance indices with eyes closed after four weeks static warm up in skilled gymnast athletes

Fereshte Ahmadabadi (Ph.D student) [1], Seyed Mohsen Avandi (Ph.D)*[2], Atefe Aminian-Far (Ph.D) [3]
1 – Dept. of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran
2 - Dept. of Exercise physiology, Humanity Faculty, Semnan Universit, Semnan, Iran
3 – Neuromuscular Rehabilitation Research Center, and Dept. of Physiotherapy, Rehabilitation Faculty, Semnan University of Medical Sciences. Semnan, Iran

(Received: 26 Dec 2015; Accepted: 25 Sep 2016)

Introduction: The aim of this study was to investigate between sway parameters of center of pressure in static and dynamic balance indices with eyes closed after four weeks static warm up in skilled gymnast athletes.

Material and Methods: In this study, 16 skilled female gymnasts (with mean age 9.62±1.45 years) were randomly categorized into two groups: general warm-up (control), general warm-up and static stretching. The first protocol included a 10 minute jogging, and the other group was tested for static stretch (SS) during 4 weeks and three times a week. Before and after four weeks the activity, the indicators of the equilibrium of anterior-posterior and internal-external pressure fluctuations range, and track length of the anterior-posterior and internal-external pressure center in four static and dynamic situations (both with one leg, and with two legs) were investigated using a dynamometer system equipped with 7 cameras and Kistler force plate.

Results: The results showed a significant increase in static balance with both feet and a feet by removing visual input in a state of equilibrium with static warm-up protocol after four weeks (P=0.001), But dynamic balance on two legs and one foot with static warm-up protocol was significantly decreased after four weeks (P=0.001, P=0.005, respectively).

Conclusion: The results may indicate that long duration static stretch exercises can improve static balance with both feet and a foot in gymnast athletes, but long duration static stretch exercises may disturb the function of the dynamic balance and so may cause sport injuries in athletics.

Key Words: Warm up Exercise, Postural Balance, Athletes, Athletic injuries

* Corresponding author. Tel: +98 9127905538
m.avandi@semnan.ac.ir