# تأثیر چهار هفته برنامه گرم کردن پویا بر شاخص‌های تعادلی ایستا و پویا و حس عمقی در دختران ژیمناست ماهر

**فرشته احمدآبادی[۱]، سید محسن آوندی[۲]✉**
۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه سمنان
۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی دانشگاه سمنان

**تاریخ دریافت مقاله:۹۴/۸/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۱/۱۲**

## چکیده

**زمینه و هدف:** هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر چهار هفته تمرین گرم کردن پویا بر شاخص‌های تعادلی ایستا و پویا و حس عمقی در دختران ژیمناست ماهر بود. **روش تحقیق:** به این منظور تعداد ۱۶ نفر از دختران ژیمناست ماهر (با میانگین سن۱/۴۵±۹/۶۲ سال، وزن ۸/۶۰±۲۸/۵۸ کیلوگرم، قد ۱۲/۳۷±۱۳۰/۱۲ سانتی‌متر و BMI ۲/۴۹±۱۶/۴۸ کیلوگرم بر مترمربع) انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه (گرم‌کردن عمومی و گرم‌کردن عمومی+کشش پویا) تقسیم شدند. پروتکل اول شامل ۱۰ دقیقه دویدن آرام و پروتکل دوم شامل جاگینگ و استفاده از حرکات کششی پویا بود. قبل و بعد از چهار هفته فعالیت گرم کردن، 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. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از طریق آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بانفرونی در سطح معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) انجام گرفت. **یافته‌ها:** نتایج این پژوهش افزایش معنادار تعادل پویا با دو پا و یک پا را با حذف ورودی‌های بینائی در وضعیت‌های تعادلی با پروتکل گرم کردن پویا پس از چهار هفته نشان دادند ($P=۰/۰۰۱$) همچنین تعادل ایستا با دو پا و یک پا با پروتکل گرم کردن پویا پس از چهار هفته افزایش معناداری یافت ($P=۰/۰۰۵$). **نتیجه‌گیری:** از آنجائی که حذف ورودی‌های بینائی می‌تواند منجر به اختلال عملکرد در کنترل نوسانات قامت گردد، استفاده از تمرین گرم کردن پویا در ژیمناست‌ها نشان داد که این نوسانات به میزان قابل‌توجهی نسبت به گروه کنترل کاهش یافته به‌گونه‌ای که عملکرد کنترل تعادل را در این افراد بهبود می‌بخشد.

**کلید واژه‌ها:** گرم کردن، حس عمقی، دختران ژیمناست

## The effect of four weeks dynamic warm-up on static and dynamic balance and proprioceptive receptors in skilled female Gymnast

## Abstract

**Purpose**: The aim of this study was to investigate the effect of four weeks dynamic warm-up on static and dynamic balance and proprioceptive receptors in skilled female Gymnast **Methodology:** For this purpose, 16 skilled female gymnasts (mean age 9.62±1.45 years, height 130 ±15.62 cm, weight 28.24 ±8.52 kg and BMI 16.27±1.46kg/m2) were selected and divide into two groups [general warm-up (control), and dynamic stretching] randomly. The first protocol included a 10 minute jogging, and the second protocol consisted of jogging and dynamic stretching in muscles used in performing the skill. Subjects were tested before and after acute protocol and four weeks as the using different protocols. The indicators of the equilibrium of) anterior-posterior internal-external) in four static (with two legs, and with one leg) and dynamic situations (with two legs and one leg) by removing visual input were investigated. Balance assessed with dynamometer system equipped with 7 cameras and Kistler force plate. Statistical analysis of data was performed through ANOVA and the Bonferroni post hoc test at significance level of ($p\leq 0.05$). **Results:** The results of this study showed, a significant increase in dynamic balance with both feet and a feet by removing visual input in a state of equilibrium with a dynamic warm-up protocol after four weeks ($p=0.001$ Also Static balance on two legs and one foot with a dynamic warm-up protocol was significantly increased after four week dynamic protocols respectively ($p=0.001$, $p=0.005$). **Conclusion:** Since the removal of visual inputs can lead to a dysfunction in the postural sway control, Use a dynamic warm-up exercises demonstrated in female gymnast that the fluctuations are significantly reduced compared to the control group in a way that improves there in the balance performance.

**Keywords:** Dynamic warm-up, proprioception, female gymnast

✉ **نویسنده مسئول:** سید محسن آوندی تلفن: ۰۹۱۲۷۹۰۵۵۳۸
ایران، سمنان، دانشگاه سمنان، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی
پست الکترونیکی m.avandi@semnan.ac.ir

**مقدمه**

امروزه شاهد انجام تحقیقات متنوعی در رشتهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی در سراسر جهان هستیم. برخی از تحقیقات به بررسی اثر برنامه‌های تمرینی مختلف بر قابلیتهای ورزشکاران اختصاص یافته است. یکی از این قابلیت‌ها، رشته ورزشی ژیمناستیک می‌باشد. ژیمناستیک را مادر ورزش‌ها دانسته‌اند و سن قهرمانی در این رشته ورزشی پایین و دوره قهرمانی آن کوتاه است. بنابراین، اهمیت در ژیمناستیک توسعه یافته و با اجرای صحیح آن می‌توان شانس بیشتری برای داشتن یک آینده درخشان به وجود آورد. پژوهشگران معتقدند که موفقیت در ژیمناستیک به مجموعه‌ای از عوامل فیزیکی، فیزیولوژیکی، حسی-حرکتی بستگی دارد که در این میان اهمیت تعادل و بهبود عملکرد با استفاده از پروتکل‌های مختلف در این رشته ورزشی بسیار حائز اهمیت است.

در این میان، حس عمقی یکی از اساسی‌ترین عوامل ثبات دینامیک مفصل بوده و از حواس پیکری مهم محسوب می‌شود (۱). آسیب حس عمقی، اختلالات متعددی در مفاصل ایجاد می‌کند. بعد از آسیب، ورودی‌های این حس دچار آسیب می‌شوند (۲). که اثرات نامطلوبی بر وضعیت قامتی، تعادل و هماهنگی عصبی-عضلانی در کل بدن می‌گذارد. با وجود این حس، سیستم عصبی قادر است به اطلاعات وارده پاسخ سریعی به شکل انقباض عضلانی بدهد. علاوه بر این، فشارهای تحمیل شده به مفاصل و لیگامان‌ها توسط این حس تعدیل و اصلاح می‌گردند. در نتیجه ایجاد ثبات کافی در بدن فقط مستلزم قدرت و تحمل عضلانی صرف نیست؛ بلکه به عوامل دیگری مثل هماهنگی و تعادل نیز نیاز است که از طریق حس عمقی تأمین می‌گردد (۳). حس عمقی توانایی احساس یا درک موقعیت فضایی مفصل و حرکات بدن بدون استفاده از چشم‌ها است و گیرنده‌های تخصصی اطلاعات مربوط به این حس را به سیستم عصبی مرکزی ارسال می‌کنند (۴). همچنین حس عمقی نقش بسیار زیادی در حفظ تعادل افراد دارد. تأثیر نسبی حس عمقی و سیستم وستیبولار[1] 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 (۵, ۶)؛

بنابراین هرگونه 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 (۷). برای مثال زنان ورزشکاری که با کاهش حس عمقی در مفاصل تنه مواجه‌اند، بیش از سایر ورزشکاران در معرض بروز آسیب قرار دارند (۸).

امروزه اغلب ورزشکاران، گرم‌کردن را بخشی از رشته تخصصی خود می‌دانند و معتقدند که گرم‌کردن در تمرین و مسابقه به آنان کمک می‌کند تا با آمادگی جسمانی و روانی بهتری فعالیت کرده و از آسیب‌دیدگی هنگام فعالیت نیز جلوگیری می‌شود (۹). مطالعات اندکی اثر گرم کردن را بر روند کنترل تعادل بررسی کرده‌اند (۱۰, ۱۱). در دو مطالعه جداگانه اثر تمرینات گرم کردن روی تعادل ایستا مورد بررسی قرار گرفته و محققین گزارش کردند که انجام این تمرینات به مدت ۵ و یا ۱۰ دقیقه می‌تواند بلافاصله کنترل تعادل ایستا را در وضعیت ایستاده روی یک پا با چشم بسته بهبود بخشد (۱۱) و انجام طولانی‌مدت این تمرینات نیز علاوه بر بهبود عملکرد پرش فوتبالیست‌ها، میزان خطای آنها را هنگام حفظ تعادل ایستا حین ایستادن کاهش داد (۱۰). ویتزاک و اسنو[2] (۲۰۰۰)، تأثیر تمرینات پلایومتریک را بر روی جرم استخوانی دختران نوجوان بررسی کردند، دریافتند که این تمرینات نه تنها موجب افزایش جرم استخوانی می‌شوند بلکه تعادل استاتیک را نیز بهبود می‌بخشند، در این تحقیق تعادل طرفی به میزان ۲۹ درصد و تعادل قدامی-خلفی به میزان ۱۷ درصد در گروه تمرینات پلایومتریک بیشتر از گروه کنترل بود (۱۲). 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 (۱۳). همچنین احمدآبادی و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهشی تأثیر معناداری را بر شاخص‌های تعادلی ایستا و پویا با دوپا و یک پا با چشم باز پس از چهار هفته گرم کردن پویا در دختران ژیمناست گزارش کردند (۱۴).

از نظر فیزیولوژیکی نیز بالا بردن دمای بدن از طریق گرم‌کردن باعث افزایش آزادسازی اکسیژن از میوگلوبین و هموگلوبین، افزایش جریان خون عضلات؛ افزایش حساسیت گیرنده‌های عصبی و سرعت انتقال ایمپالس عصبی؛ کاهش

انرژی فعال‌سازی واکنش‌های سوخت و سازی و کاهش ویسکوزیته عضلات می‌شود (۹). علاوه بر این، متغیرهای درگیر در پروتکل گرم‌کردن از قبیل، مدت زمان، محتوای برنامه، شدت و فاصلهٔ زمانی گرم‌کردن با فعالیت اصلی، ازجمله متغیرهایی هستند که آثارشان به ویژگی‌های ورزشکار، نوع و ماهیت رشتهٔ ورزشی، شرایط آب و هوایی، هدف جلسهٔ تمرین یا مسابقه نیز بستگی دارد (۱۵).

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 (۱۶). با وجود این مطالعات اندکی تأثیر روش‌های مختلف گرم کردن را بر حس عمقی و تعادل به عنوان معلول حس عمقی بررسی کرده‌اند (۱۷). احتمال دارد انجام تمرینات گرم کردن، با افزایش ورودی گیرنده‌های مکانیکی در دوک‌های عضلانی موجب بهبود کنترل تعادل فرد هنگام فعالیت‌های ورزشی گردد و در نتیجه از بروز آسیب هنگام فعالیت‌های شدید جلوگیری نماید.

با مروری بر مطالعات گذشته، مشاهده می‌شود که نتایج ضدونقیضی در مورد تأثیر برنامه‌های گرم کردن مختلف بر تعادل وجود دارد و با توجه به معدود بودن پژوهش‌هایی که تأثیر اختصاصی پروتکل‌های گرم کردن را بر تعادل ایستا و پویا بدون در نظر گرفتن عامل بینائی در دختران ژیمناست قرار داده باشد بنابراین، هدف از پژوهش حاضر تأثیر چهار هفته گرم کردن پویا بر شاخص‌های تعادلی ایستا و پویا و حس عمقی در دختران ژیمناست است.

## روش‌شناسی

آزمودنی‌ها تعداد ۱۶ نفر از دختران ژیمناست ماهر (با میانگین سن ۱/۴۵±۹/۶۲ سال، وزن ۸/۶۰±۲۸/۵۸ کیلوگرم، قد ۱۲/۳۷±۱۳۰/۱۲ سانتی‌متر و BMI ۲/۴۹±۱۶/۴۸ کیلوگرم بر مترمربع) به‌صورت تصادفی در یکی از دو گروه آزمایشی گرم کردن عمومی و گرم کردن پویا قرار گرفتند. شاخص‌های خروج از مطالعه شامل ابتلا به بیماری‌های عصبی-عضلانی، عضلانی-اسکلتی، سابقه تروما در یک ماه گذشته، سابقه شکستگی اندام تحتانی در یک سال گذشته بوده است. آزمودنی‌ها هیچ‌گونه دارویی استفاده نمی‌کردند. این آزمودنی‌ها ماهر بوده و حداقل بیش از سه سال سابقهٔ فعالیت و قهرمانی در رشته ژیمناستیک داشتند. انتخاب نمونه‌ها به‌صورت هدفمند بود.

## طرح پژوهش

در جلسه‌ای جداگانه قبل از شروع آزمون، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی گرفته شد. سپس آزمودنی‌ها با مراحل و نحوه انجام آزمون‌ها آشنا شدند. در پیش آزمون هر دو گروه پس از جاگینگ ۱۰ دقیقه‌ای تحت ارزیابی تعادل ایستا و پویا قرار گرفتند، پس از آن آزمودنی‌ها به مدت چهار هفته به گرم کردن مطابق با پروتکل‌های تمرینی خود پرداختند. همچنین ارزیابی‌های تعادل ایستا و پویا چهار هفته بعد از پروتکل‌های گرم کردن برای گروه‌ها مشابه به حالت پیش‌ازمون تکرار گردید.

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 پویا

این پروتکل شامل گرم‌کردن عمومی و حرکات کششی پویا بود. در این پروتکل نیز مانند پروتکل قبل، ابتدا 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. سپس آزمودنی‌ها به اجرای گرم‌کردن با حرکات کششی پویا مشغول شدند. حرکات کششی شامل ۱۲ حرکت کشش پویا متناسب با اصل ویژگی بوده که ۳ جلسه در هفته به مدت ۳۰ دقیقه در هر جلسه انجام گرفت. از مجموع ۱۲ حرکت، ۵ حرکت مربوط به عضلات بزرگ بدن و ۷ حرکت مطابق با اصل ویژگی در رشته ورزشی ژیمناستیک بود (جدول۱) (۱۸).

ارزیابی تعادل در وضعیت‌های ایستا و پویا

برای ارزیابی شاخص‌های تعادل، تمامی آزمون‌های سنجش تعادل ایستا و پویا در وضعیت چشم بسته انجام شد. نوسان بدن در طی ایستادن ساکن با استفاده از صفحه نیرو (Force Plate)، مدل کیستلر[3] ۹۲۸۶B ساخت کشور آمریکا که از طریق نرم‌افزار کوآلایسیس[4] (Qualysis) کنترل می‌شود و قابلیت اندازه‌گیری نیروی Center of pressure را در سه محور X، Yو Z دارا است، ارزیابی شد و از افراد خواسته شد تا با پای برهنه در یک وضعیت صاف و

طبیعی درحالی‌که دست‌ها شل کنار بدن آویزان است، بر روی صفحه نیرو ساکن بایستند. نحوه قرار گرفتن پاها به‌گونه‌ای بود که در دو طرف خط وسط صفحه تعادل به‌طور قرینه قرار می‌گرفت. همچنین از آزمودنی خواسته شد دست‌ها را در کنار بدن قرار داده و ضمن تمرکز ، از حرف زدن، خندیدن، تنفس عمیق و تغییر وضعیت پاها خودداری کند. آزمون‌ها به‌صورت تصادفی تحت وضعیت‌های زیر انجام گرفت:

۱. چشم‌ها: بسته (چشم بسته: درحالی‌که فرد به یک هدف هم‌سطح چشم‌ها که در حدود ۱/۵متر در جلو آن قرار دارد، با چشم بسته تمرکز کند)

۲. سطح زیر پا هنگام ایستادن: سفت- نرم (سطح نرم: قطعه‌ای با تراکم بالا با ضخامت ۱۰ cm روی صفحه نیرو). از سطح سفت برای ارزیابی تعادل ایستا و از سطح نرم برای ارزیابی تعادل پویا استفاده شد.

۳. وضعیت ایستادن: روی پای غالب (وضعیت ایستادن روی یک پا: لبه داخلی پای بلند شده در مقابل کنار داخلی ساق پای مقابل و انگشتان قوزک داخلی را لمس می‌کند).

سنجش پارامترهای تعادلی در وضعیت‌های، ایستاده روی دو پا با چشم بسته روی سطح سفت (SDEC) [۵]، ایستاده روی یک پا با چشم بسته روی سطح سفت (SSEC) [۶]، ایستاده روی دو پا با چشم بسته روی سطح نرم (DDEC) [۷] ، ایستاده روی یک پا با چشم بسته روی سطح نرم (DSEC) [۸] ، ترتیب انجام این آزمون‌ها به‌صورت تصادفی برای هر فرد انتخاب شد تا از اثر خستگی شرایط آزمون بر روی فرد جلوگیری شود. آزمون با هر سه تکرار انجام گرفت. 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 امپلی فایر 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. سپس داده‌های مرکز فشار با استفاده از نرم‌افزار Matlab مورد بررسی قرار گرفت تا متغیرهای شاخص تعادل برای شناختن رفتار نوسان بدن به دست آید. متغیرهای محاسبه‌شده شامل: دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی، دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی، طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی و طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی است. که تعادل آزمودنی‌ها با تحلیل پارامترهای نوسانات مرکز فشار مورد ارزیابی قرار گرفت. پارامترها با استفاده از معادلات زیر محاسبه گردید:

پارامترها:

$$COPEAP\ (mm) = Xmax - Xmin \qquad \text{معادله ۱}$$

$$COPEML\ (mm) = Ymax - Ymin \qquad \text{معادله ۲}$$

$$PLAP\ (mm) = \Sigma^{n-1}\sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2} \qquad \text{معادله ۳}$$

$$PLML\ (mm) = \Sigma^{n-1}\sqrt{(y_{i+1} - y_i)^2} \qquad \text{معادله ۴}$$

در این معادلات، COPEAP[۹]، COPEML[۱۰]، PLAP[۱۱] و PLML[۱۲] به ترتیب دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی، دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی، طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی و طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی است. نشان داده شده است که پارامترهای نوسانات مرکز فشار ابزار مناسب و حساسی برای سنجش عملکرد وضعیتی می‌باشند (۲۴).

## تجزیه و تحلیل داده‌ها:

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

## یافته‌ها

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

**جدول ۱.** پروتکل تمرینی چهار هفته گرم کردن پویا

| تمرین | هفته | | | |
|---|---|---|---|---|
| ***** | اول | دوم | سوم | چهارم |
| زانو بلند[۱۳] | ۳ ست<br>۱۲ تکرار | ۳ ست<br>۱۲ تکرار | ۴ ست<br>۱۲ تکرار | ۳ ست<br>۱۲ تکرار |
| جهش با پیچیدن[۱۴] | ۳ ست<br>۸ تکرار | ۳ ست<br>۸ تکرار | ۳ ست<br>۸ تکرار | ۴ ست<br>۸ تکرار |
| جهش چمباتمه‌ای (پیشرفته)[۱۵] | ۳ ست<br>۱۰ تکرار | ۳ ست<br>۱۰ تکرار | ۴ ست<br>۱۰ تکرار | ۴ ست<br>۱۰ تکرار |
| تمرین خیزاب[۱۶] | ۳ ست<br>۸ تکرار | ۳ ست<br>۸ تکرار | ۳ ست<br>۸ تکرار | ۴ ست<br>۸ تکرار |
| پرش‌های آهسته و پیوسته[۱۷] | ۲ ست<br>مسافت انتخاب‌شده | ۲ ست<br>مسافت انتخاب‌شده | ۳ ست<br>مسافت انتخاب‌شده | ۳ ست<br>مسافت انتخاب‌شده |
| بالانس | ۳ ست | ۳ ست | ۳ ست | ۴ ست |
| بالانس روی پیش تخته[۱۸] | ۳ ست | ۳ ست | ۳ ست | ۴ ست |
| نیم پشتک با کمک مربی[۱۹] | ۳ ست | ۳ ست | ۳ ست | ۴ ست |
| نیم پشتک[۲۰] | ۳ ست | ۳ ست | ۴ ست | ۴ ست |
| نیم پشتک روی ترامپولین[۲۱] | ۳ ست | ۳ ست | ۳ ست | ۴ ست |
| نیم پشتک روی خرک مطبق[۲۲] | ۳ ست | ۳ ست | ۴ ست | ۴ ست |

**جدول ۲.** ویژگی‌های توصیفی (انحراف معیار ± میانگین)

| | کنترل | پویا | 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 | ۱۲۹/۵±۱۶/۹۳ | ۱۳۰±۱۲/۳۷ |
| وزن (کیلوگرم) | ۲۸/۳±۸/۸۳ | ۲۸/۱۸±۸/۸۱ | ۲۸/۵۸±۸/۶۰ |
| **BMI** (کیلوگرم بر مترمربع) | ۱۶/۱۷±۱/۵۷ | ۱۶/۳۶±۱/۴۵ | ۱۶/۴۸±۲/۴۹ |

نتایج در این قسمت به بررسی تأثیر چهار هفته پروتکل کششی پویا 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 کولموگروف-اسمیرنوف از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) استفاده شد.

**تأثیر چهار هفته گرم کردن پویا 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 پویا پس از چهار هفته در وضعیت شاخص‌های تعادل دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی ($P<۰/۰۰۱$ و $F_{(۲,۱۳)}=۳/۷۴$). دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی ($P<۰/۰۰۱$ و $F_{(۲,۱۳)}=۳/۳۵$)، طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی ($P<۰/۰۰۱$ و $F_{(۲,۱۳)}=۴/۰۶$) و طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی-

خارجی (P<۰/۰۰۱ و $F_{(۲،۱۳)}$= ۳/۹۱) موجب افزایش معنادار تعادل ایستا با دو پا گردید (جدول ۳). همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی تفاوت معنی‌داری را در شاخص‌های تعادل COPEAP، COPEML، PLAP و PLML در گروه پویا 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 پویا پس از چهار هفته در وضعیت شاخص‌های تعادل دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی (P<۰/۰۰۱ و $F_{(۲،۱۳)}$=۳/۹۷)، دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی (P<۰/۰۰۱ و ۴/۶۹ =$F_{(۲،۱۳)}$)، طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی (P<۰/۰۰۱ و ۳/۳۷ =$F_{(۲،۱۳)}$) و طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی (P<۰/۰۰۱ و ۳/۴۲ =$F_{(۲،۱۳)}$)، 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 پویا 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 پویا پس از چهار هفته در وضعیت شاخص‌های تعادل دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی (P<۰/۰۰۱ و $F_{(۲،۱۳)}$= ۳/۵۷)، دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی (P<۰/۰۰۱ و ۸/۸۹ =$F_{(۲،۱۳)}$)، طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی (P<۰/۰۰۱ و ۴/۱۵ =$F_{(۲،۱۳)}$) و طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی (P<۰/۰۰۱ و ۴/۸۱ =$F_{(۲،۱۳)}$) موجب افزایش معنادار تعادل پویا با دو پا گردید (جدول ۳). همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی تفاوت معنی‌داری را در شاخص‌های تعادل COPEAP، COPEML، PLAP و PLML در گروه پویا 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 پویا پس از چهار هفته در وضعیت شاخص‌های تعادل دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی (P<۰/۰۰۱ و $F_{(۲،۱۳)}$= ۲/۳۷)، دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی (P<۰/۰۰۱ و $F_{(۲،۱۳)}$= ۲/۲۸)، طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی (P<۰/۰۰۱ و $F_{(۲،۱۳)}$=۲/۹۶) و طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی (P<۰/۰۰۱ و ۳/۵۶ =$F_{(۲،۱۳)}$) 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 پویا پس از چهار هفته نسبت به گروه کنترل برای تعادل پویا با یک پا نشان داد (P=۰/۰۰۱).

## بحث

هدف از انجام این پژوهش، بررسی چهار هفته گرم‌کردن پویا بر تعادل ایستا و پویا و حس عمقی در دختران ژیمناست ماهر بود. نتایج نشان داد تعادل پویا با دو پا با پروتکل گرم کردن پویا پس از چهار هفته ۳۲/۱۳ درصد در طول مسیر داخلی-خارجی افزایش داشته است همچنین در تعادل پویا با یک پا با پروتکل گرم کردن پویا ۱۰/۷۶ درصد افزایش معناداری در طول مسیر داخلی-خارجی مشاهده شد. تعادل ایستا نیز با پروتکل گرم کردن پویا پس از چهار هفته ۲۸/۵۶ درصد در طول مسیر داخلی-خارجی و ۳۷/۳۰ درصد در دامنه نوسانات مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی افزایش یافت ضمن اینکه تعادل ایستا با یک پا با پروتکل گرم کردن پویا نیز تفاوت معناداری را نشان داد. 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 ازلحاظ آماری در بین گروه‌ها نشان دادند که با توجه به اختلاف بین میانگین‌ها می‌توان بیان کرد که پروتکل گرم‌کردن پویا به نسبت پروتکل گرم‌کردن عمومی پس از چهار هفته باعث توسعه بیشتری در تعادل ایستا و پویا با حذف عامل بینائی می‌شود.

محققین نشان داده‌اند که بروز بهبود عملکرد پس از انجام تمرین گرم کردن پویا و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی، ناشی از افزایش حساسیت گیرنده‌های مکانیکی دوک‌های عضلانی و افزایش ورودی سیگنال‌های آوران این ساختارها به سیستم عصبی مرکزی باشد که منجر به بهبود کنترل حرکتی هنگام فعالیت‌های ورزشی می‌گردد (۱۹).

**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 | گروه‌ها / پارامترها | GW(M±SD) | DW(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 | ۵/۸۲±۱/۶۸ | *p=۰/۰۰۱ |
| | | COPEML | ۱۲/۲۵±۳/۵۹ | ۸/۷۰±۶/۹۶ | *p=۰/۰۰۱ |
| | | PLAP | ۵۰/۵۸±۲۳/۳۳ | ۳۰/۲۰±۸/۱۰ | *p=۰/۰۰۱ |
| | | PLML | ۴۲/۷۳±۱۴/۶۷ | ۳۷/۱۲±۶/۹۷ | *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 | ۹۱/۰۶±۲۹/۶۶ | p≥۰/۰۵ |
| | | PLML | ۱۱۳/۴۷±۳۷/۲۰ | ۹۷/۸۸±۲۵/۴۲ | p≥۰/۰۵ |
| | چهار هفته پس از فعالیت | COPEAP | ۱۶/۹۲±۴/۹۴ | ۱۴/۶۹±۴/۲۴ | *p=۰/۰۰۱ |
| | | COPEML | ۲۰/۲۷±۶/۱۵ | ۱۲/۸۰±۶/۵۷ | *p=۰/۰۰۱ |
| | | PLAP | ۸۸/۰۴±۳۱/۱۶ | ۸۱/۲۶±۲۰/۶۹ | *p=۰/۰۰۱ |
| | | PLML | ۱۰۹/۹۵±۳۰/۷۴ | ۸۴/۹۲±۱۱/۷۷ | *p=۰/۰۰۱ |

* مقایسه میانگین تغییرات گرم کردن پویا در مرحله حاد و طولانی‌مدت

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.

نتایج مطالعه حاضر نیز بر این ادعا صحه می‌گذارد که تمرینات گرم کردن پویا به‌صورت طولانی‌مدت می‌تواند موجب بهبود عملکرد تعادل هنگام به چالش کشیده شدن روند تعادل گردد. این نتایج نشان داد که هنگام انجام آزمایش‌های تعادل ایستا با چشم بسته (حذف ورودی‌های بینائی برای کنترل تعادل)، نوسانات قامتی در هر دو گروه آزمایش و کنترل قبل از انجام تمرینات گرم کردن افزایش یافته و تنها در گروه تمرینات پویا این نوسانات وضعیتی فرد تحت کنترل در آمده و به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. بااین‌حال نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که کنترل تعادل هنگام ایستادن بر سطوح ثابت با چشم بسته نیز به‌طور مؤثری بعد از تمرینات گرم کردن پویا بهبود می‌یابد. از آنجائی که کنترل تعادل تحت تأثیر حس عمقی، بینائی و سیستم وستیبولار قرار دارد (۲۰)، حذف ورودی‌های بینائی می‌تواند منجر به اختلال در کنترل نوسانات وضعیت ایستاده گردد. استفاده از تمرینات گرم کردن پویا در این گروه از ورزشکاران نشان داد که این نوسانات به میزان قابل‌توجهی نسبت به گروه کنترل کاهش یافته به‌گونه‌ای که عملکرد کنترل تعادل را در ایشان بهبود می‌بخشد. این نتایج با پژوهش چاتونگ[۲۳] و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد که نشان دادند بهبود عملکرد سیستم عصبی عضلانی بعد از تمرینات گرم کردن پویا منجر به بهبود فعالیت عملکردی ورزشکاران می‌گردد (۲۱). مگالهس[۲۴] و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که تمرینات گرم کردن به‌صورت طولانی‌مدت در زنجیره بسته می‌تواند حس وضعیت زانو را افزایش دهد و نتیجه گرفتند که این اثر می‌تواند تحت تأثیر افزایش عملکرد دوک‌های عضلانی ناشی از تأثیر تمرینات گرم کردن پویا در زنجیره بسته باشد (۱۹).

مطالعه حاضر علاوه بر بررسی اثر تمرین گرم کردن بر کنترل تعادل در وضعیت ایستا، اثر این تمرینات را بر کنترل تعادل در وضعیت پویا را نیز بررسی کرده است. در این وضعیت با توجه به متحرک بودن سطح اتکا در زیر پای داوطلبین، آنها مجبورند با استفاده از اطلاعات ورودی سطوح مختلف کنترل تعادل (حسی-عمقی، بینائی و وستیبولار) نوسانات وضعیت خود را روی سطح بی‌ثبات به‌گونه‌ای کنترل کنند که مانع از بر هم خوردن تعادلشان هنگام قرار گرفتن روی سطوح بی‌ثبات شوند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با گرم کردن پویا در طولانی‌مدت در وضعیت دو پا و یک پا با چشم بسته تعادل پویا به میزان ۲۵/۸۷ درصد در گروه تمرینی پویا افزایش یافت، به‌گونه‌ای که افراد در گروه تمرینات پویا بهبود عملکرد مناسبی را در کنترل تعادل و نوسانات وضعیت ایستاده خود در وضعیت قرار گرفتن روی سطح تعادل بی‌ثبات (کنترل تعادل پویا) تجربه کردند. نتایج مشابهی توسط سولیگارد[۲۵] و همکاران (۲۰۰۸) نیز روی یک گروه ورزشکاران فوتبالیست گزارش گردید. ایشان نشان دادند که استفاده از تمرینات گرم کردن پویا می‌تواند به‌طور واضحی خطر آسیب‌های ورزشی شدید و همین‌طور ریسک آسیب ناشی از کار بیش‌ازحد را کاهش دهد و نتیجه گرفتند که تمرینات گرم کردن با توسعه قدرت، آگاهی و کنترل عصبی عضلانی در هر دو وضعیت ایستا و حرکات پویا می‌تواند در کاهش ریسک آسیب‌های ورزشی مؤثر باشد (۲۲). نتایج مطالعه ایشان مؤید اثر تمرینات بر بهبود عملکرد کنترل تعادل در وضعیت‌های پویا است. بررسی‌ها نشان داده است که افزایش حساسیت و عملکرد گیرنده‌های مکانیکی دوک عضلانی و افزایش ورودی‌های این ساختارهای داخل عضلانی، علت اصلی این بهبود عملکرد و پیشگیری از آسیب هنگام فعالیت ورزشی است (۱۹). به‌هرحال، درحالی‌که نتایج این مطالعات نشان‌دهنده اثرات جلوگیری کننده این تمرینات بر آسیب‌های ورزشی است، فردکین[۲۶] و همکاران (۲۰۰۶)، در یک مطالعه مروری نشان دادند که در مورد اثرات قطعی پیشگیری کننده این تمرینات نمی‌توان قضاوت صریحی را انجام داد، زیرا اندک مطالعاتی نیز وجود دارد که این اثرات را تائید نکرده است (۲۳).

نتایج این پژوهش نیز نشان داد که تمرینات گرم کردن پویا موجب کاهش خطای مطلق و ثابت حس عمقی می‌گردد. در این راستا اشتون میلر و همکارانش (۲۰۰۱)، معتقدند که در صورت مشاهده این تغییرات ازآنجاکه هیچ دلیل اثبات شده‌ای وجود ندارد که تمرین تعداد گیرنده‌های محیطی را تغییر می‌دهد، باید به دنبال مکانیسم‌های مرکزی احتمالی برای توضیح چگونگی تغییر حس عمقی در اثر تمرین بود. یک مکانیسم احتمالی برای بهبود حس عمقی در اثر تمرین، افزایش توجه است. توجه یک روند نوروسایکولوژیک است که سیستم عصبی مرکزی از این طریق بر اطلاعات دریافتی تأثیر می‌گذارد. احتمالاً تمرینات حس عمقی، توجه به علائم حس عمقی توسط مغز را، ابتدا در سطح هوشیارانه و پس از تمرین، در سطح خودکار افزایش می‌دهد. به عقیده آنها، مکانیسم احتمالی دیگر برای

توجیه بهبود حس عمقی در اثر تمرین، می‌تواند فعال شدن مسیرها، افزایش تعداد سیناپس‌ها و افزایش منطقهٔ حسی مربوطه که در پلاستیسیته دیده می‌شود، باشد؛ البته مشخص نیست آیا این مکانیسم‌ها می‌توانند تغییرات دقت حس عمقی را در اثر تمرین توجیه کنند یا خیر. همچنین مطالعات نشان داده‌اند که خروجی دوک عضلانی را می‌توان به‌طور ارادی افزایش داد که می‌تواند از طریق تغییر تون، دقت عمل را افزایش دهد (۲۴).

به‌هرحال با توجه به اینکه نشان داده شده است که عملکرد ضعیف کنترل تعادل و نوسانات وضعیت ایستاده فعالیت بدنی می‌تواند افزایش خطر آسیب مفاصل مچ پا و زانو را به همراه داشته باشد (۲۵) و اینکه کنترل تعادل در افراد سالم از طریق استراتژی مچ پا صورت می‌گیرد و با توجه به مطالعات تائیدکننده اثر تمرینات گرم کردن پویا بر بهبود عملکرد (۲۱, ۲۶) و همین‌طور اثر این تمرینات به‌صورت طولانی‌مدت بر افزایش قدرت، چابکی و تحمل (۹, ۲۷)، به نظر می‌رسد که لازم است در خصوص اثرات تمرینات گرم کردن بر عملکرد مچ پا و کنترل تعادل از طریق استراتژی مچ پا بدون عامل بینائی تحقیقات بیشتری صورت گیرد. این نکته بخصوص از اهمیت بیش‌تری برخوردار خواهد بود که به اثرات پیشگیری کننده از آسیب‌های ورزشی ادعا شده برای این تمرینات توجه کرد.

## نتیجه‌گیری

با توجه به مداخله به‌وسیله تمرینات گرم کردن پویا و اینکه حس عمقی بیشتر به گیرنده‌های موجود در عضله و مفصل وابسته است؛ با اثرگذاری تمرینات روی عضلات خصوصاً در حین انجام حرکات فعال، نقش گیرنده‌های عضلانی مهم‌تر خواهد بود. طی انقباض فعال عضلات، فعالیت همزمان اعصاب گاما منجر به افزایش فعالیت صعودی دوک‌های عضلانی شده و عضلاتی که همزمان منقبض شوند؛ دقت حس عمقی را با افزایش حساسیت به کشش در دوک‌های عضلات فعال شده اطراف مفصل افزایش می‌دهند، بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود از پروتکل گرم کردن پویا به صورت تخصصی قبل از رشته‌های ورزشی‌ای مانند ژیمناستیک که نیازمند تعادل بالایی هستند استفاده گردد.

## 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.

## پی‌نوشت‌ها

1. Vestibular
2. Witzke &Snow
3. Kistler
4. Qualisys Track Manager
5. Static Double Eyes Close
6. Static Single Eyes Close
7. Dynamic Double Eyes Close
8. Dynamic Single Eyes Close
9. Center of pressure Antroposterior
10. Center of pressure Medio lateral
11. Path length Antroposterior
12. Path length Medio lateral
13. Knee to chest
14. Lunge with a Twist
15. Jump Squats (Advanced)
16. Surf exercise
17. SKIP TAPS
18. Balance on mat
19. Half somersault with partner
20. Half somersault
21. Half somersault on trampoline
22. Half somersault on platform
23. Chattong
24. Magalhaes
25. Soligard
26. Fradkin

## منابع

1. Lephart S.M, F.F.H., (2000). Proprioception and neuromuscular control in joint stability. New Zealand, Human Kinetics, p. 40-48.
2. McWhorter, J. and S. Schuerman, (2002). Balance and aging. Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America, 11(1): p. 111-130.
3. Newcomer, K.L., et al., (2000). Differences in repositioning error among patients with low back pain compared with control subjects. Spine, 25(19): p. 2488-2493.
4. Shirazi, Z., F. Nezhad, and L. Hemati, (2012). Comparison of speed of walking, balance and proprioception of knee and ankle joints between diabetic and healthy subjects. Journal of Gorgan University of Medical Sciences, 14(2): p. Pe43-Pe46, En47.

5. Ergen, E. and B. Ulkar, (2008). Proprioception and ankle injuries in soccer. Clinics in sports medicine, 27(1): p. 195-217.
6. Vaugoyeau, M., et al., (2008). Proprioceptive contribution of postural control as assessed from very slow oscillations of the support in healthy humans. Gait & posture, 27(2): p. 294-302.
7. Cameron, M.L., R.D. Adams, and C.G. Maher, (2008). The effect of neoprene shorts on leg proprioception in Australian football players. Journal of Science and Medicine in Sport, 11(3): p. 345-352.
8. Panics, G., et al., (2008). Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. British journal of sports medicine, 42(6): p. 472-476.
9. Pearce, A.J., et al., (2009). Effects of secondary warm up following stretching. European journal of applied physiology, 105(2): p. 175-183.
10. Pasanen, K., et al., (2009). Effect of a neuromuscular warm-up programme on muscle power, balance, speed and agility: a randomised controlled study. British journal of sports medicine, 43(13): p. 1073-1078.
11. Subasi, S.S., N. Gelecek, and G. Aksakoglu, (2008). Effects of different warm-up periods on knee proprioception and balance in healthy young individuals. Journal of Sport Rehabilitation, 17(2): p. 186.
12. Witzke, K.A. and C.M. Snow, (2000). Effects of polymetric jump training on bone mass in adolescent girls. Medicine and science in sports and exercise, 32(6): p. 1051-1057.
13. Amir Hoshang Bakhtiary, M.G., Golamreza Jafarian Ardekani, Saeid Amini, Seyede Maryam Hoseini, (2013). Acute effect of warm-up training on the static and dynamic balance indices in athletic and non-athletic subjects. Koomesh. (In Persion), 14 (3): p. 292-301.
14. Ahmadabadi, F., S.M. Avandi, and A. Aminian-Far, (2015). Acute versus Chronic dynamic warm-up on balance and balance the vault performance in skilled gymnast. International Journal of Applied Exercise Physiology, 4(2): p. 20-33.
15. calfs, C., E,And arnheirn,D, (1977). modern principlec of athletic training. saint louis:C,V.Mosbey com.
16. Ribeiro, F. and J. Oliveira, (2007). Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. European Review of Aging and Physical Activity, 4(2): p. 71-76.
17. A, J., (2008). The comparison of elbow joint position sense in basketball player, Gymnast and non-athletes mens. [MSc thesis]. Tehran Univ.
18. Bishop, D. and G. Middleton, (2013). Effects of static stretching following a dynamic warm-up on speed, agility and power.
19. Magalhães, T., et al., (2010). Warming-up before sporting activity improves knee position sense. Physical Therapy in Sport, 11(3): p. 86-90.
20. Maurer, C., T. Mergner, and R. Peterka, (2006). Multisensory control of human upright stance. Experimental Brain Research, 171(2): p. 231-250.
21. Chattong, C., et al., (2010). Effect of a dynamic loaded warm-up on vertical jump performance. The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(7): p. 1751-1754.
22. Soligard, T., et al., (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. Bmj, 337.
23. Fradkin, A.J., B.J. Gabbe, and P.A. Cameron, (2006). Does warming up prevent injury in sport?: The evidence from randomised controlled trials? Journal of Science and Medicine in Sport, 9(3): p. 214-220.
24. Ashton-Miller, J.A., et al., (2001). Can proprioception really be improved by exercises? Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy, 9(3): p. 128-136.
25. Hrysomallis, C., (2007). Relationship between balance ability, training and sports injury risk. Sports Medicine, 37(6): p. 547-556.
26. Faigenbaum, A.D., et al., (2006). Dynamic warm-up protocols, with and without a weighted vest, and fitness performance in high school female athletes. Journal of athletic training, 41(4): p. 357.
27. Herman, S.L. and D.T. Smith, (2008). Four-week dynamic stretching warm-up intervention elicits longer-term performance benefits. The Journal of Strength & Conditioning Research, 22(4): p. 1286-1297.