

## بررسی روش های کششی ایستا و پویا بر آمادگی حرکتی زنان ورزشکار

فاطمه رحمانیان<sup>۱</sup>، ابراهیم خوشنام\*<sup>۲</sup> (نویسنده مسئول)

۱. دانشجوی کارشناس ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران  
\*۲. نویسنده مسئول: استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

Email: khoshnam.khoshnam@gmail.com

### چکیده

**هدف:** هدف از این پژوهش بررسی تاثیر روش های کششی ایستا و پویا بر توان انفجاری و سرعت زنان والیبالیست ۱۸ تا ۳۰ سال شهرستان جهرم بود. آزمودنی های این تحقیق ۳۰ نفر از زنان والیبالیست شهرستان جهرم با میانگین سنی  $23/16 \pm 3/81$ ، قد  $167/53 \pm 4/59$ ، وزن  $61/90 \pm 7/93$  و شاخص توده بدنی  $22/36 \pm 2/65$  بودند که به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند.

**روش:** این پژوهش از نوع نیمه تجربی و از لحاظ هدف کاربردی بود. آزمودنی ها آمون توان انفجاری (پرش سارجنت) و سرعت (دو ۴۵ متر) را در سه سطح بدون کشش، کشش ایستا و کشش پویا به فاصله یک روز انجام دادند. به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات درون گروهی از آزمون تحلیل واریانس مکرر و آزمون تقییبی بون فرونی استفاده شد.

**نتایج:** نتایج تحقیق نشان داد که مقایسه بین میانگین توان انفجاری بدون کشش و کشش ایستا ( $p < 0/0001$ )، بدون کشش و کشش پویا ( $p < 0/0001$ )، کشش ایستا و کشش پویا ( $p < 0/0001$ )، معنا دار بود. همچنین مقایسه بین میانگین سرعت بدون کشش و کشش ایستا ( $p < 0/0001$ )، بدون کشش و کشش پویا ( $p < 0/0001$ )، کشش ایستا و کشش پویا ( $p < 0/0001$ )، نیز معنا دار بود.

**بحث:** با توجه به نتایج تحقیق تمرینات کششی ایستا با تاثیر بر حساسیت رفلکسی و فعال سازی گیرنده های عمقی باعث بازدارندگی عصبی و در نتیجه کاهش تعداد واحد های حرکتی و کاهش تولید نیرو نسبت به کشش پویا می شود. از سوی دیگر تمرینات کششی پویا با افزایش هماهنگی درون عضلانی، بهبود حس عمقی عضلات و افزایش هماهنگی بین عضلات موافق و مخالف میتواند موجب افزایش توان انفجاری و سرعت شوند.

**واژگان کلیدی:** کشش ایستا، کشش پویا، توان انفجاری، سرعت، زنان ورزشکار.

### مقدمه

گرم کردن یکی از اجزای کلیدی تمرین و مسابقه است، زیرا برنامه گرم کردن مناسب، ورزشکار را از نظر جسمی و روحی برای عملکرد بهتر در تمرین و مسابقه آماده می سازد و از آسیب دیدگی نیز جلوگیری می کند (مک میلان، ۲۰۰۶). گرم کردن همچنین دامنه تخلیه فسفوکراتین طی فعالیت را کاهش می دهد و باعث افزایش کارایی مکانیکی عضلات فعال به دنبال افزایش دمای عضلات می شود (دلوری، ۲۰۰۷). کشش یکی از ارکان اساسی در گرم کردن است که در بالا بردن کارایی عضله نیز نقش موثری دارد. با توجه به رابطه طول عضله و میزان نیرویی که عضله می تواند ایجاد کند؛ چنانچه طول عضله ای از حد مطلوب آن کوتاهتر شود، میزان تولید نیرو در آن کاهش خواهد یافت (فردکین، ۲۰۱۰). کشش عضلانی می تواند طول مطلوب را در عضله ایجاد کرده و میزان کارایی آن را افزایش دهد. همچنین چنانچه بافت همبند عضله از خاصیت ارتجاعی کافی برخوردار باشد، کشیده شدن آن باعث ایجاد یک نیروی پتانسیل کششی به صورت برونگرا می شود که می تواند در تسهیل و افزایش نیروی انقباض درونگرایی نقش موثری داشته باشد (چاوچی و همکاران، ۲۰۰۱). از جمله رایج ترین حرکات کششی مورد استفاده ورزشکاران کشش ایستا و پویاست (زیمر، ۲۰۰۷). پژوهش های اخیر نشان داده اند کشش ایستا قبل از رویدادهای بی هوازی مانند حداکثر تولید نیرو، قدرت، توان، پرش عمودی، دو سرعت، چابکی و زمان واکنش باعث کاهش عملکرد می شود (بهیم، ۲۰۰۴) (لیتل، ۲۰۰۶) ولی کشش پویا عملکرد را افزایش می دهد (جاگر، ۲۰۰۸). کشش ایستا با افزایش خاصیت اتساع پذیری این بافت ها باعث شلی آن ها و کاهش انتقال نیرو از عضله به استخوان و در نتیجه کاهش تولید نیرو و عملکرد نسبت به کشش پویا می شود (پریر، ۲۰۰۹). همچنین کاهش سفتی عضلانی در کشش ایستا سبب افزایش طول استراحتی ساکومر می شود که این خود می تواند با تغییر رابطه طول با تنش مانع از تولید نیروی بالا در عضله شود (مک میلان، ۲۰۰۶) در مقابل، کشش پویا ضمن برخورداری

از خواص تمرینات کششی ایستا در پیشگیری از آسیب، با افزایش فعالیت عصبی عضلانی سبب تسهیل تولید نیروی انفجاری و افزایش عملکرد می شوند(جاگر و همکاران، ۲۰۰۸). ازسوی دیگر به نظر می رسد کشش ایستا در فعالیت های سرعتی موجب کندی در عملکرد تاندون شده که این مسئله موجب کاهش عملکرد عضلانی و قابلیت انقباض پذیری می شود، ضمن اینکه انکندی زیاد ممکن است مدت زمان رسیدن به قدرت حداکثر را افزایش دهد به نحوی که عضله قادر نخواهد بود تاخیلی سریع به خواسته های مورد نیاز پاسخ دهد و این امر می تواند منجر به کاهش در سرعت و توان انفجاری شود(کیترووهمکاران، ۲۰۰۱).

با توجه به اینکه بیشتر شواهد نشان دهنده تاثیرات مثبت کشش پویا و آثار نامطلوب کشش ایستا بر عملکردهای ورزشی چون توان انفجاری و سرعت می باشد اما همچنان در این میان نتایج متناقضی به چشم می خورد. در این راستا بهم و چائوچی (۲۰۱۱) در مطالعه ی مروری خود خاطر نشان کردند، که کشش پویا، عملکرد را بهبود می بخشد. در واقع، به نظر می رسد اگر دوره ی زمانی کشش پویا طولانی تر باشد، آثار مثبت آن بیشتر است. همچنین مورفی (۲۰۰۸) نیز در پژوهش خود نشان داد، استفاده از کشش پویا هنگام گرم کردن، موجب افزایش عملکرد توانی می شود .

از سوی دیگر کی و همکارانش (۲۰۱۲) شواهد واضحی را نشان می دهد که دوره های کوتاه مدت کشش ایستا، تأثیر نامطلوبی بر عملکرد عضلانی حداکثر ندارد و این عدم اختلال در عملکرد عضلانی متعاقب کشش ایستا ممکن است با عواملی مانند کوتاه بودن زمان کشش شدت کشش کمتر از آستانه درد، آزمون مورد استفاده جهت ارزیابی عملکرد و سطح آمادگی جسمانی آزمودنی ها مرتبط باشد. همچنین وانگ و همکارانش (۲۰۱۱) بازه های زمانی متفاوت کشش ایستا به همراه یک وهله ثابت کشش پویا، تأثیر معناداری بر عملکرد دوی سرعت و چابکی نداشت. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر روش های کششی ایستا و پویا بر توان انفجاری و سرعت زنان والیبالیست ۱۸ تا ۳۰ سال شهرستان چهارم بود.

## روش تحقیق

این پژوهش از نظر روش نیمه تجربی و از نظر هدف کاربردی است. در این تحقیق متغیر مستقل (تمرینات کششی ایستا و پویا) بر روی یک گروه آزمودنی و متغیرهای وابسته توان انفجاری و سرعت است. جامعه آماری این تحقیق را ورزشکاران والیبالیست شهرستان جهرم تشکیل می دهند که حداقل هفته ای سه جلسه تمرین ورزشی داشتند. نمونه آماری تعداد ۳۰ نفر از ورزشکاران زن والیبالیست ۱۸ تا ۳۰ ساله بودند که به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. وزن و قد آزمودنی‌ها به ترتیب با استفاده از ترازوی عقربه‌ای و دستگاه قدسنج استاندارد ژاپنی، به صورت پاره‌هفته و حداقل لباس (وزن به کیلوگرم با دقت ۰/۱ کیلوگرم؛ قد به سانتی‌متر با دقت ۰/۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری و در برگه‌ی مخصوص داده‌ها ثبت شد. سپس شاخص توده‌ی بدن با استفاده از نسبت وزن (کیلوگرم) به مجذور قد (متر) محاسبه شد. افراد شرکت کننده در این پژوهش باید حداقل سه سال سابقه ورزشی حرفه‌ای در رشته‌ی والیبال داشته باشند. ابتدا یک هفته قبل از اجرای آزمون یک جلسه جهت آشنایی آزمودنی‌ها با نحوه کار کشش و نحوه اجرای آزمون‌ها برگزار شد. سپس در سه روز غیر متوالی، شنبه، دوشنبه و چهارشنبه برنامه تمرینی انجام شد. در روز اول ۴ دقیقه دوی نرم انجام شد و سپس از آزمودنی‌ها آزمون پرش سارجنت به منظور تعیین توان انفجاری و آزمون دوی سرعت ۴۵ متر به منظور تعیین سرعت به عمل آمد. سپس آزمودنی‌ها یک روز استراحت داشتند و در روز بعد آزمودنی‌ها ۴ دقیقه دوی نرم و کشش ایستا را انجام دادند و سپس از آزمودنی‌ها تست‌های پرش سارجنت و سرعت به عمل آمد. بعد از این جلسه آزمودنی‌ها مجدداً یک روز استراحت داشتند و سپس در روز بعد از آن آزمودنی‌ها، ۴ دقیقه دوی نرم را انجام دادند و به کشش پویا پرداختند و سپس از آن‌ها آزمون‌گیری به عمل آمد. برنامه کششی ایست و پویا به شرح زیر بود. پس از هر نوع کشش آزمون سرعت و توان انفجاری را برای سه بار اجرا خواهند کرد و بهترین رکورد ثبت خواهد گردید .

الف : برنامه کششی ایستا : شش نوع کشش ایستا روی عضلات چهار سر رانی پشت رانی، دوقلو، سرینی، نزدیک کننده‌ها و دور کننده‌ها که هر کشش برای هر پا با ۳۰

ثانیه مکث اجرا می شد، هر تمرین کششی ابتدا در پای راست و سپس در پای چپ اجرا می شد.

ب: برنامه کششی پویا: نشش نوع کشش پویا روی عضلات چهار سر رانی، پشت رانی، دوقلو، سرینی، نزدیک کننده ها و دور کننده ها که هر کشش برای هر پا در ۳۰ ثانیه تکرار اجرا می شد، هر تمرین کششی ابتدا در پای راست و سپس در پای چپ اجرا می شد. ابتدا ویژگی های آزمودنی ها و داده های تحقیق با استفاده از آمار توصیفی به صورت جدول و نمودار استفاده شد. پس از تایید توزیع طبیعی داده های هر دو گروه (آزمون کلموگراف اسمیرنوف)، اختلاف میانگین داده ها با استفاده روش آماری آنوا با اندازه گیری مکرر در سطح معنی داری ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار *SPSS 16* انجام گرفت.

#### یافته ها

ویژگی های جمعیت شناسی شرکت کنندگان در این پژوهش شامل میانگین و انحراف معیار متغیر سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی در جدول (۱) نشان داده شده است. جدول (۱) متغیر های توصیفی آزمودنی های گروه های مورد مطالعه

گروه متغیر	تعداد انحراف معیار	ویژگی ها	میانگین و
آزمودنی ها	۳۰	سن (سال)	۲۳/۳±۱۶/۸۱
		قد (سانتی متر)	۱۶۷/۳±۵۳/۵۹
		وزن (کیلوگرم)	۶۱/۷±۹۰/۹۳
		شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۲±۳۶/۶۵

آماره های توصیفی متغیرهای توان انفجاری و سرعت در سه شرایط بدون کشش، کشش ایستا و کشش پویا در جدول (۲) گزارش شده است. جدول (۲) آماره های توصیفی مورد مطالعه

متغیر	مراحل	(میانگین±انحراف معیار)
-------	-------	------------------------

۲۳/۳±۰.۳/۲۲	بدون کشش	توان انفجاری (سانتیمتر)
۲۴/۲±۰.۶/۹۷	کشش ایستا	
۲۷/۳±۸۳/۶۰	کشش پویا	
۸/۰±۷۹/۶۹	بدون کشش	سرعت (ثانیه)
۸/۰±۳۰/۷۱	کشش ایستا	
۷/۰±۳۴/۵۲	کشش پویا	

نتایج آزمون تحلیل واریانس با تکرار سنجش نشان داد که بین میانگین های مختلف توان انفجاری ( $F=209.366, p<0.0001$ ) و سرعت ( $p<0.0001$ ) در شرایط مختلف اختلاف معنی داری مشاهده می شود. با توجه به اثر معنی دار مشاهده شده در آزمون تحلیل واریانس با تکرار سنجش، مقایسه های دوجه دو بنفرونی در جدول (۳) نشان می دهد که بین میانگین های توان انفجاری و سرعت در شرایط مختلف آزمون تفاوت معنی داری وجود دارد.

جدول (۳) مقایسه های دو به دو بنفرونی برای توان انفجاری در شرایط مختلف اندازه گیری

معنی a داری	خطای معیار	اختلاف میانگین	متغیر	آماره
۰/۰۰۰۱	۰/۱۵۷	-۱/۰۳۳	بدون کشش - کشش ایستا	توان انفجاری
۰/۰۰۰۱	۰/۲۸۷	-۴/۸۰۰	بدون کشش - کشش پویا	
۰/۰۰۰۱	۰/۲۷۵	-۳/۷۶۷	کشش ایستا - کشش پویا	
۰/۰۰۰۱	۰/۰۷۰	۰/۴۸۷	بدون کشش - کشش ایستا	سرعت
۰/۰۰۰۱	۰/۱۱۵	۱/۴۵۳	بدون کشش - کشش پویا	
۰/۰۰۰۱	۰/۱۰۲	۰/۹۶۶	کشش ایستا - کشش پویا	

a: یافته ها بر اساس تجزیه و تحلیل آماری توسط آزمون آنوا با اندازه های تکراری قرار داده شده است.

## بحث و نتیجه گیری

کشش ایستا از طریق تاثیر بر حساسیت رفلکسی و فعال سازی گیرنده های عمقی باعث بازدارندگی عصبی و در نتیجه کاهش تعداد واحد های حرکتی و کاهش تولید نیرو می شود. بر این اساس تحقیقات زیادی گزارش کرده اند که کشش ایستا قبل از فعالیت های بیهوازی باعث کاهش عملکرد انقباضی، سرعت و توان تولیدی می شود (رایان، ۲۰۱۴). همچنین کشش ایستا با شدت زیاد ممکن است تاثیر منفی بر فعال سازی عصبی عضلانی داشته باشد موجب کاهش معنی دار حداکثر انقباض ارادی و همچنین موجب اختلال جریان خون عضله هنگام کشش قرار گیرد و عملکرد را تحت تاثیر قرار دهد. از طرف دیگر کشش پویا با مکانیسم احتمالی فعال سازی ثانویه و افزایش فعالیت عصبی با افزایش رهایش کلسیم در تار عضلانی و افزایش فسفوریلاسیون سبب افزایش تولید نیرو و بهبود عملکرد متعاقب می شود. تحقیقات زیادی گزارش کرده اند که کشش پویا قبل از فعالیت های ورزشی باعث افزایش عملکرد توانی می شود (بهم و چاچی، ۲۰۱۱).

از این رو مطالعات نشان داده اند بخش عمده ای از تاثیر حرکات کششی بر اجرای متعاقب از طریق تاثیر در فعال سازی ثانویه اعمال می شود. به طوری که کشش ایستا باعث کاهش و کشش پویا باعث افزایش فعال سازی ثانویه می شود. فعال سازی ثانویه بر روی تارهای تند انقباض اثر بالاتری دارد. بنابراین فعالیت هایی مثل دوی سرعت و پریدن، بیشتر تحت تاثیر پدیده فعال سازی ثانویه قرار می گیرند (مانوئل و همکاران، ۲۰۰۸). در همین زمینه تحقیقات اخیر نشان داده است که کشش پویا ضمن برخورداری از خواص تمرینات کششی ایستا در پیشگیری از آسیب، می تواند با افزایش فعالیت عصبی عضلانی باعث تسهیل تولید نیروی انفجاری و بهبود نتایج توان و فعالیت عصبی-عضلانی در عملکرد متعاقب شود (رایان، ۲۰۱۴).

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان توان انفجاری در کشش پویا نسبت کشش ایستا بیشتر بود ( $p < 0.001$ ) که این امر احتمالاً به دلیل این است که چون در فعالیت هایی مثل پریدن، چرخه کشش کوتاه شدن عضلات اهمیت دارد و از

آنجایی که برای یک چرخه کشش کوتاه شدن مناسب، وجود یک واحد عضلانی تاندونی سفت و محکم ضروری می باشد، لذا احتمالاً کشش پویا توانسته است با مکانیسم احتمالی فعال سازی ثانویه و افزایش فعالیت عصبی با افزایش رهائش کلسیم در تار عضلانی و افزایش فسفوریلاسیون موجب افزایش توان انفجاری در آزمودنی ها شده است، از سوی دیگر با توجه به اینکه مقایسه آزمون توان انفجاری در شرایط کشش ایستا بهتر از بدن کشش بود ( $p < 0/0001$ ) می توان گفت که احتمالاً مکانیسم های بیومکانیکی که به ویژگی های ویسکوالاستیکی واحد عضلانی-تاندونی مربوط است موجب می شود که کشش ایستا با افزایش خاصیت اتساع پذیری این بافت ها باعث شلی آن ها و کاهش انتقال نیرو از عضله به استخوان و در نتیجه کاهش تولید نیرو و عملکرد می شود (مانوئل، ۲۰۰۸) همچنین کاهش سفتی عضلانی سبب افزایش طول استراحتی سارکومر می شود که این خود می تواند با تغییر رابطه طول با تنش مانع از تولید نیروی بالا در عضله شود (هردا، ۲۰۰۸). از طرفی چون در فعالیت هایی مثل پریدن، چرخه کشش-کوتاه شدن عضلات اهمیت دارد و از آنجایی که برای یک چرخه کشش کوتاه شدن مناسب، وجود یک واحد عضلانی-تاندونی سفت و محکم ضروری می باشد، لذا دور از ذهن نخواهد بود که کشش ایستا به علت شل کردن واحد عضلانی-تاندونی سبب کاهش نتایج اجرایی در پرش عمودی شود. در حالی که در تحقیق حاضر دامنه کشش ایستا از طول استراحت فراتر نرفته است، بنابراین چون کشش عضله در محدوده طول استراحت می باشد سبب تانسین بیشتر عضله و متعاقب آن نیروی بیشتری شده است. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان سرعت در کشش پویا نسبت کشش ایستا بیشتر بود ( $p < 0/0001$ ) که این امر احتمالاً از آنجایی که کشش پویا با انقباض عضلات آنتاگونیست همراه است، همچنین از آنجایی که احتمالاً افزایش فعالیت الکتریکی عضله از اثرات پدیده فعالسازی ثانویه و افزایش فعالیت عصبی ریشه خلفی نخاع پس از یک انقباض عضلانی است و کاهش زمان سرعت در آزمودنی ها شده باشد. از سوی دیگر با توجه به اینکه مقایسه آزمون سرعت در شرایط کشش ایستا بهتر از بدن کشش بود



می توان گفت که احتمالا انجام چهار دقیقه‌های دوی نرم قبل از انجام کشش توانسته است دمای مرکزی بدن را افزایش دهد که این امر خود موجب افزایش سرعت ایمپالس های عصبی و انقباض های عضلانی سریع تر و با نیروی زیاد تر در آزمودنی ها شود. همچنین این احتمال نیز وجود دارد که شدت ایجاد شده در کشش ایستا در این پژوهش آنقدر نبوده است که تاثیر منفی بر فعال سازی عصبی عضلانی و کاهش حداکثر انقباض ارادی شود، در نتیجه کشش ایستا نیز توانسته است تاثیرات مثبتی را بر سرعت اعمال کند.

### سپاسگزاری

از همه عزیزانی که در انجام این تحقیق ما را یاری دادند، سپاسگزاری می کنیم.

### منابع

- Jagers JR, Swank AM, Frost KL, Lee CD. The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force, and power. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(6): 1844-9
- Kitarow D, Madole K, Lacourse M. (2001). Sport science: Static stretching before exercise reduces explosive power. *Physical Education Digest.* 19: 24-25.
- Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol.* 2011; 111(11):2633-51.
- Murphy JC. Effect of acute dynamic and static stretching on maximal muscular power in a sample of college age recreational athletes. A thesis for the degree of Doctor of Philosophy in Exercise Physiology, Pittsburgh University. 2008.
- Kay, A.D.; Blazevich, A.J. (2012). "Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review". *Med Sci Sports Exerc.* 44:154-64.
- Wong, P.L.; Chaouachi, A.; Lau, P.W.C.; Behm, D.G. (2011). "Short durations of static stretching when combined with dynamic

*stretching do not impair repeated sprints and agility, J Sport Sci Med. 10:408-16.*

*Perrier, E.T. (2009). The Effects of static and dynamic stretching on reaction time and performance in a countermovement jump, A thesis for the degree of Master of Science in exercise and sport science, Oregon State University*

*McMillian, D.J.; Moore, J.H.; Hatler, B.S.; Taylor, D.C. (2006). "Dynamic vs. static-stretching warm Up: The effect on power and agility performance". J Strength Cond Res. 20: 492-99.*

*Chaouachi, A.; Castagna, C.; Chtara, M.; Brughelli, M.; Turki, O.; Galy, O.; Chamari, K.; Behm, D.G. (2010). Effect of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, sprinting, and jumping performance in trained individuals". J Strength Cond Res. 24:2001-11.*

*Zimmer, A.; Burandt, A.; Kent, C. (2007). "The effects of Acute stretching on running Economy". Journal of undergraduate kinesiology research,52-61.*

*Behm, D.G.; Bambury, A.; Cahill, F.; Power, K. (2004). "Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time and movement time". Medicin and science in Sports Exercise, 36:1397-1402.*

*Little, T.; Williams, A.G. (2006). "Effects of differential stretching protocols during warm ups on high-speed motor capacities in professional soccer players". Journal of Strength and Conditioning Research, 20:203-207.*

*Delory, D.S.; Koalchuk, J.M.; Heenan, A.P.; Dumanior, G.R.; Paterson, D.H. (2007). "Prior exercise speeds pulmonary O2 uptake kinetic by increases in both local muscle O2 availability and o2 utilization". Journal of Applied Physiology, 103:771-778.*

*Manoel, M. E., Harris-Love, M. O., Danoff, J. V., & Miller, T. A. (2008). Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. The Journal of Strength & Conditioning Research, 22(5), 1528 .*

Ryan ED, Everett KL, Smith DB, Pollner C, Thompson BJ, Sobolewski EJ, et al. Acute effects of different volumes of dynamic stretching on vertical jump performance, flexibility and muscular endurance. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2014; 34(6): 485-92.

Herda, T. J., Cramer, J. T., Ryan, E. D., McHugh, M. P., & Stout, J. R. (2008). Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of the biceps femoris muscle. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 809.

Fradkin AJ, Zazryn TR, Smoliga JM. Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *J Strength Cond Res*. 2010; 24(1):140-8.