

اثر تمرینات هوازی توأم با فشار کشسانی اندام تحتانی بر نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها، لنفوسیت‌ها و لکوسیت‌ها به عنوان شاخص‌های سیستم ایمنی در مردان میانسال مبتلا به ترومبوز ورید عمقی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۰

خلاصه

مقدمه: امروزه جهت اصلاح و یا متعادل نمودن شاخص‌های ترومبوز در بیماران مبتلا به ترومبوز ورید عمقی (DVT) از جوراب‌های فشرده‌سازی استاندارد استفاده می‌شود. هدف از این مطالعه مقایسه تأثیر تمرینات هوازی توأم با فشار کشسانی اندام تحتانی بر لکوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها در افراد مبتلا به DVT بود.

روش کار: ۳۰ مرد میانسال (۵۳±۴ سال) مبتلا به ترومبوز ورید عمقی به طور تصادفی در سه گروه: (۱) تمرین هوازی، (۲) تمرین هوازی با فشار کشسانی، (۳) کنترل قرار گرفتند. تمرین هوازی به مدت ۸ هفته دویدن در دامنه شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره انجام گرفت. در گروه تمرین هوازی+فشار کشسانی، جهت ایجاد فشار کشسانی از جوراب کشسانی در حین تمرین استفاده شد. سطوح ناشتایی نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها، لنفوسیت‌ها و لکوسیت‌ها در ۲ نوبت: ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت پس از دوره تمرین اندازه‌گیری شد. از آزمون تحلیل واریانس جهت مقایسه تغییرات بین گروهی و از آزمون تی همبسته جهت تعیین تغییرات درون گروهی استفاده شد.

نتایج: نتایج نشان داد که تمرین هوازی+کشسانی سبب کاهش میزان لکوسیت‌ها، لنفوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها سرم خون افراد مبتلا به DVT شد ($P = 0/001$)، اما تغییرات در گروه هوازی و کنترل در هیچ یک از فاکتورها معنادار نبود.

نتیجه‌گیری: استفاده از جوراب‌های فشرده‌سازی الاستیک حین تمرینات هوازی منظم در افراد مبتلا به ترومبوز وریدی عمقی، از طریق کاهش و متعادل نمودن فاکتورهای پیش‌انعقادی شامل لکوسیت‌ها و انواع آن شامل لنفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها به کاهش روند انعقاد خون در بین افراد مبتلا به ترومبوز وریدی عمقی منجر می‌شود.

کلمات کلیدی: تمرین هوازی، فشار کشسانی، ترومبوز ورید عمقی، لکوسیت، سیستم ایمنی

بی‌نوشته: این مطالعه فاقد تضاد منافع می‌باشد.

سید مجید حسن زاده فرد^۱

ناصر بهپور^{۲*}

مهدی روزبهانی^۳

^۱ گروه تربیت بدنی، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران

^۲ دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران (نویسنده مسئول)

^۳ استادیار گروه تربیت بدنی، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران

Email: naserbehpour2021@yahoo.com

مقدمه

ترومبوز وریدی عمقی (DVT) و آمبولی ریوی (PE) به عنوان ترومبوآمبولی وریدی (VTE) شناخته می شود (۱) که در قالب تشکیل لخته خونی در دیواره داخلی ورید عمقی اغلب وریدهای اندام تحتانی را درگیر می کند (۲) و نهایتاً انسداد نسبی یا کامل عروق خونی را به دنبال دارد (۳). جدای از وراثت و ژنتیک عموماً سن بالای ۱۰ سال، چاقی، جراحی، بی حرکتی طولانی، تروما، هورمون درمانی، دیابت، سیگار، مسافرت هوایی طولانی، بیماری های عفونی و نارسایی قلبی مزمن نیز در بروز آن سهم هستند (۴). با این وجود، عامل اصلی بروز DVT هنوز کاملاً مشخص نشده است. به همین دلیل پیشگیری قطعی در مورد آن مشکل می باشد (۵). مشکلات وریدی هنگامی ایجاد می شوند که تغییراتی در انتقال خون از بستر مویرگی به سمت قلب ایجاد شود. تغییرات در عضله صاف و بافت همبند، اتساع پذیری و ارتجاع وریدها را کاهش می دهد (۶). ترومبوسیس های وریدی دارای ساختار لایه ای مشخص هستند. ترومبوسیس ها سرشار از فیبرین و گلبول های قرمز خون هستند و با تعداد زیادی انواع لکوسیت ها (گلبول های سفید) همراه هستند. شواهد فزاینده ای وجود دارد (۷) که نشان می دهد فرآیندهای التهابی و DVT ارتباط تنگاتنگی دارند. التهاب و هموستاز از طریق مسیرهای فعال سازی مشترک و تنظیم بازخورد مرتبط هستند و التهاب تعادل هموستاتیک را مختل کرده که این خود باعث ایجاد ترومبوز می شود. بطوریکه پروتئین واکنش پذیر C، به عنوان یک مارکر التهابی، در بیماران DVT افزایش می یابد (۸). علاوه بر این، عفونت های حاد مستعد ابتلا به بیماری DVT هستند و این نتایج بر میزان نقش التهاب در ایجاد ترومبوز وریدی بیشتر حمایت می کنند (۹). از طرفی، کاهش جریان خون در افراد DVT باعث ایجاد یک بیماری اندوتلیال پیش التهابی می شود که این شرایط سلول های ایمنی، به ویژه نوتروفیل ها، لکوسیت ها و مونوسیت ها را بکارگیری می کند (۱۰).

مطالعات بالینی آشکار نموده اند که نوتروفیل ها از طریق مکانیسم های متعددی تشکیل ترومبوسیس را تقویت می کنند.

بطوریکه نوتروفیل ها از طریق تعامل بین آنتی ژن مرتبط با عملکرد لکوسیت ها و ICAM-1، بلافاصله به عروق آسیب دیده می چسبند (۱۱) که فعال سازی و تجمع ترومبوسیت ها را دنبال دارد. از طرفی، مونوسیت ها منبع اصلی TF هستند، آن ها تنظیم کننده های مهمی برای ترومبوز خون از طریق بیان TF و تزریق میکروپارتیکل های پیش انعقادی تحت شرایط مختلف پاتولوژیک هستند (۱۲).

در حال حاضر از داروهای درمانی همانند هپارین و وارفارین جهت کاهش درجه ترومبوز وریدی عمقی و عوامل خطرزا و پیشگیری از بروز بیماری قلبی استفاده می شود (۳). با این حال مصرف هپارین دارای عوارضی مانند خونریزی، افزایش در ریزش مو و طاسی قابل برگشت، پوکی استخوان و شکستگی های خود به خودی است (۱). فعالیت بدنی و تمرینات ورزشی منظم نیز سیستم های مختلف از جمله سیستم هموستاتیک را متاثر می کند (۱۳). از طرفی، کم تحرکی باعث کاهش حجم پلاسما و حجم کلی گلبول های خون افراد می شود که پیامد نهایی آن کاهش حجم خون در گردش و عملکرد عروقی است (۱۴). با این وجود، اثر ورزش بر ترومبوز وریدی عمقی به خوبی مطالعه نشده است. شماری از مطالعات گذشته، تغییرات لکوسیت ها را احتمالاً ناشی از برنامه های ورزشی استقامتی گزارش نموده اند (۱۱). با این وجود، نتایج این مطالعات با توجه به ناهمگنی جامعه مورد پژوهش اغلب بحث برانگیز می باشد. همچنین، برخی از این بررسی ها از لحاظ جنسیت ناهمگون بودند و برخی دیگر نیز تغییرات هماتولوژیکی را در ورزشکاران مورد مطالعه قرار داده بودند (۱۲). تغییرات انواع لکوسیت ها از جمله نوتروفیل ها، مونوسیت ها و لنفوسیت ها که از عوامل خونی مهم در تشخیص برخی از اختلالات خونی می باشند، در بررسی های محققان کمتر مورد مطالعه قرار گرفته اند.

نتایج بررسی چندین مطالعه بیان می کند که لکوسیت ها به وضوح هم در تشکیل DVT و هم در توسعه DVT نقش اساسی دارند (۱۵)، اما تا به حال سهم دقیق زیر مجموعه های مختلف لکوسیت ها شامل نوتروفیل ها، لنفوسیت ها و مونوسیت ها در القا و

ترومبوز وریدی عمقی انجام نشده است. بر این اساس و با توجه به کمبود تحقیق در این زمینه، هدف از مطالعه حاضر بررسی و مقایسه اثر تمرینات هوازی توأم با فشار کشسانی و غیرکشسانی وارده بر عضلات تحتانی بر میزان لکوسیت ها و انواع آن شامل نوتروفیل ها، مونوسیت ها و لنفوسیت ها در بین بیماران مرد میانسال مبتلا به DVT می باشد.

روش پژوهش

آزمودنی ها در این مطالعه نیمه تجربی شامل ۳۰ نفر از بین مردان میانسال مبتلا به ترومبوز ورید عمقی شهر کرمانشاه بودند که به صورت دسترس و معیارهای ورود به مطالعه شرکت نمودند. آزمودنی ها به صورت تصادفی به سه گروه در گروه های ۱۰ نفری؛ ۱. تمرین هوازی با فشار کشسانی، ۲. تمرین هوازی و ۳. گروه کنترل (بدون تمرین) به صورت تصادفی تقسیم شدند. نتایج بررسی قد، وزن، شاخص توده بدن (BMI) و سن آزمودنی ها به تفکیک گروه ها در جدول (۱) آمده است.

ایجاد DVT، مشخص نشده است (۱۶). همچنین همان طور که بیان شد با وجود بررسی های صورت گرفته نتایج مطالعات در خصوص روش های درمانی غیرتهاجمی در بیماران مبتلا به ترومبوزیس، فشرده سازی عضلات پا به عنوان راهکار اصلی جهت درمان در بیماران است که دارای نارسایی مزمن وریدی^۱ (CVI) و افراد مبتلا به ترومبوز وریدی عمقی (DVT) هستند (۱۶، ۱۷). این روش درمانی مبتنی بر این اساس است که می توان با فشرده سازی شیب دار به تسکین علائم درد و بهبود عملکرد وریدی در این افراد کمک کند (۱۸، ۱۹). انواع وسایل فشرده سازی از جمله بانداژهای الاستیک، جوراب های فشاری شیب دار، آنابوت^۲ (چکمه کشی) و لباس کشسانی^۳ جهت استفاده برای ای افراد در دسترس است. البته باند الاستیک و آنابوت معمولاً فقط برای فشرده سازی کوتاه مدت همراه با پانسمان استفاده می شوند و در درمان پیشگیرانه طولانی مدت جایگاه کمتری دارند (۲۰، ۲۱، ۲۲). تاکنون فقط مطالعه ای در این زمینه که اثر فعالیت هوازی با استفاده از فشار کشسانی بر روی شاخص های هماتولوژیکی در افراد مبتلا به

جدول ۱. سطوح شاخص های آنتروپومتریکی در گروه های مورد مطالعه

فاکتور	تمرین هوازی	کنترل
قد (cm)	۱۷۵/۲۱±۳/۱۸	۱۷۴/۸۸±۲/۷۶
وزن (kg)	۷۵/۴۲±۴/۰۱	۷۶/۸۵±۳/۸۴
سن (سال)	۵۳/۱۲±۲/۸۲	۵۳/۴۶±۲/۵۶
BMI(kg/m ²)	۲۴/۶۲±۱/۸۵	۲۳/۹۶±۱/۷۳

شرکت در هیچ برنامه ورزشی در شش ماه اخیر و آمادگی لازم برای شروع فعالیت بدنی بود. جهت بررسی متغیرهای بیوشیمیایی (لکوسیت، لنفوسیت، منوسیت، نوتروفیل)، نمونه های خونی، ۲۴ ساعت پیش از تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین در شرایط ناشتا بین ساعت ۷ تا ۸ صبح گرفته شد. سپس به آزمایشگاه جهت اندازه گیری

معیارهای ورود به مطالعه: معیارهای ورود به مطالعه شامل تایید بیماری ترومبوز ورید عمقی توسط پزشک متخصص و پرونده پزشکی، استقلال در انجام کارهای روزانه زندگی، عدم ابتلاء به بیماری دیابت، بیماری های کلیوی، عدم سابقه فعالیت بدنی منظم، عدم استعمال دخانیات، عدم استفاده از هورمون درمانی، عدم

³ Circaid garment

¹ chronic venous insufficiency

² Unna's boot

هفته هشتم مدت زمان تمرین به ۴۵ دقیقه رسید (جدول ۲). شدت تمرین از ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره در هفته اول شروع شد و به تدریج تا ۷۰ درصد در هفته هفتم و هشتم افزایش یافت. ضربان قلب افراد در طول برنامه تمرین توسط ضربان سنج کنترل شد. در این دو ماه از افراد خواسته شد که از انجام فعالیت‌های بدنی خارج از برنامه‌ی مورد نظر اجتناب کنند. در گروه تمرینات هوازی با فشار کشسانی، توسط جوراب کشی جهت ایجاد فشار کشسانی پوشیده شد تا جریان خون محدود شود.

متغیرهای مورد نظر منتقل شدند. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتیگراد سانتریفیوژ شدند و بعد از جداسازی سرم مورد آزمایش قرار گرفتند. سپس آزمودنی‌ها به سه گروه همگن ۱۰ نفره تمرین هوازی با فشار کشسانی و گروه تمرین هوازی بدون فشار کشسانی و گروه کنترل تقسیم شدند.

پروتکل تمرینی: پروتکل تمرینات به مدت ۸ هفته و هر هفته سه جلسه اجرا شد. مدت زمان تمرین در هفته اول ۳۰ دقیقه بود که پس از گذشت هر هفته به مدت زمان تمرین اضافه شد تا اینکه در

جدول ۲. توزیع شدت تمرینات هوازی در طول دوره تمرینی

هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	شش	هفتم	هشتم
شدت (درصد ضربان قلب ذخیره)	۶۰	۶۰	۶۵	۶۵	۶۰	۶۵	۷۰	۷۰
مدت (دقیقه)	۳۰	۳۵	۴۰	۳۵	۴۵	۴۵	۴۰	۴۵

نتایج

قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون شاپیرو-ویلک برای کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد که نتایج نشان داد که داده‌ها در تمامی مراحل آزمون طبیعی بودند. در جداول زیر توزیع داده‌ها در مراحل اندازه‌گیری، میزان تغییرات و نتایج آزمون t زوجی را مشاهده می‌کنید:

روش‌های آماری: برای اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. برای بررسی اثر هشت هفته تمرین با بدون فشار کشسانی از آزمون تحلیل واریانس و برای بررسی تغییرات درون گروهی از آزمون تی زوج استفاده شد. ضمناً کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و با سطح معنی داری $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

جدول ۳. توصیف داده‌ها در میزان فاکتورهای هماتولوژی در مراحل اندازه‌گیری و میزان تغییرات آن از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون به

تفکیک گروه‌ها

متغیر	گروه	زمان اندازه‌گیری		میزان تغییرات	sig
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون		
هوازی+کشسانی	۸۳۱۹/۶۰±۱۰۳۸/۳۰	۷۳۱۰/۲۰±۸۸۵/۶۷	-۱۰۰۹/۴۰±۴۱۷/۵۳	*۰/۰۰۱	
هوازی	۸۳۳۵/۱۰±۷۲۰/۴۰	۸۰۶۴/۹۰±۳۹۴/۳۶	-۲۷۰/۲۰±۵۱۴/۶۸	۰/۱۳۱	
کنترل	۸۴۸۲/۹۰±۱۰۱۱/۷۶	۸۳۵۴/۴۰±۹۱۰/۵۳	-۱۲۸/۵۰±۲۸۰/۰۰	۰/۱۸۱	
هوازی+کشسانی	۳۰/۱۰±۲/۱۰	۲۸/۰۹±۱/۹۱	-۲/۰۱±۰/۶۴	*۰/۰۰۱	
هوازی	۳۰/۷۱±۱/۲۷	۳۰/۴۵±۱/۲۰	-۰/۲۶±۰/۴۲	۰/۰۸۳	
کنترل	۲۹/۸۵±۱/۰۶	۲۹/۸۳±۱/۱۱	-۰/۰۲±۰/۴۹	۰/۸۷۶	
هوازی+کشسانی	۱/۶۸±۰/۰۹۱	۱/۲۱±۰/۰۹۹	-۰/۴۶±۰/۰۸۱	*۰/۰۰۱	
هوازی	۱/۶۶±۰/۱۳۷	۱/۶۱±۰/۱۰۱	-۰/۰۵±۰/۰۷۴	۰/۱۳۴	
کنترل	۱/۶۲±۰/۱۴۳	۱/۶۴±۰/۰۹۰	۰/۰۲±۰/۱۲۹	۰/۶۳۸	

هوازی+کشسانی	۸/۴۶±۱/۰۴	۷/۰۵±۰/۸۰	-۱/۴۱±۰/۵۰	*۰/۰۰۱
هوازی	۸/۲۱±۱/۳۹	۸/۰۱±۱/۱۲	-۰/۱۹±۰/۳۷	۰/۱۳۷
کنترل	۸/۷۷±۱/۴۲	۸/۷۶±۱/۱۶	-۰/۰۰۹±۰/۲۹	۰/۹۲۶

نتایج آزمون t زوجی نشان داد که گروه هوازی+کشسانی پس از هشت هفته تمرین کاهش معناداری را در میزان فاکتورهای لکوسیت‌ها و انواع آن شامل: لنفوسیت‌ها، منوسیت‌ها و نوتروفیل -ها در بین افراد دارای ترومبوز وریدی عمقی داشتند ($p < 0.05$)، اما این میزان تغییرات در هیچ یک از فاکتورهای یاد شده در گروه تمرین هوازی و گروه کنترل معنادار نبودند ($p > 0.05$). همچنین نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان داد که اثر متقابل زمان × گروه در میزان فاکتورهای لکوسیت‌ها ($p = 0.001$)، لنفوسیت‌ها ($p = 0.001$)، منوسیت‌ها ($p = 0.001$) و نوتروفیل‌ها ($p = 0.001$) پس از هشت هفته تمرین معنادار بود.

نتایج آزمون t زوجی نشان داد که گروه هوازی+کشسانی پس از هشت هفته تمرین کاهش معناداری را در میزان فاکتورهای لکوسیت‌ها و انواع آن شامل: لنفوسیت‌ها، منوسیت‌ها و نوتروفیل -ها در بین افراد دارای ترومبوز وریدی عمقی داشتند ($p < 0.05$)، اما این میزان تغییرات در هیچ یک از فاکتورهای یاد شده در گروه

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری در میزان فاکتورها

متغیرها	مجموع مربعات نوع سوم	آماره F	سطح معناداری
اثر زمان	۳۳۰۴۵۷۶/۰۱	۳۸/۳۰	*۰/۰۰۱
اثر گروه	۳۷۳۷۴۹۲/۶۳	۱/۳۵	۰/۲۷۴
اثر زمان × گروه	۲۲۳۷۴۶۷/۲۳	۱۲/۹۶	*۰/۰۰۱
اثر زمان	۸/۸۱	۶۲/۵۶	*۰/۰۰۱
اثر گروه	۲۲/۱۸	۲/۵۴	۰/۰۹۷
اثر زمان × گروه	۱۱/۷۵	۴۱/۷۱	*۰/۰۰۱
اثر زمان	۰/۳۳۰	۶۸/۲۴	*۰/۰۰۱
اثر گروه	۰/۵۴۶	۱۳/۲۷	*۰/۰۰۱
اثر زمان × گروه	۰/۷۶۲	۷۸/۸۲	*۰/۰۰۱
اثر زمان	۴/۳۳	۵۳/۷۶	*۰/۰۰۱
اثر گروه	۱۰/۳۴	۱/۹۱	۰/۱۶۷
اثر زمان × گروه	۵/۷۹	۳۵/۹۱	*۰/۰۰۱

جدول ۵- نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه در میزان تغییرات (دلتا) فاکتورها از پیش آزمون تا پس آزمون بین سه گروه

متغیرها	مجموع مربعات	درجه آزادی	سطح معناداری
لکوسیت‌ها	۴۴۷۴۹۳۴/۴۶	۲	*۰/۰۰۱
لنفوسیت‌ها	۲۳/۵۱	۲	*۰/۰۰۱
منوسیت‌ها	۱/۵۲	۲	*۰/۰۰۱
نوتروفیل‌ها	۱۱/۵۸	۲	*۰/۰۰۱

جهت بررسی تفاوت گروه‌ها در میزان تغییرات فاکتورهای یاد شده از پیش آزمون تا پس آزمون نتایج تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که تفاوت معناداری در بین سه گروه تمرین هوازی+کشسانی، تمرین هوازی و گروه کنترل در چهار فاکتور جهت بررسی تفاوت گروه‌ها در میزان تغییرات فاکتورهای یاد شده از پیش آزمون تا پس آزمون نتایج تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که تفاوت معناداری در بین سه گروه تمرین هوازی+کشسانی و تمرین هوازی تفاوت معنادار در میزان فاکتورهای یاد شده وجود داشت ($p = 0.001$).

جهت بررسی تفاوت گروه‌ها در میزان تغییرات فاکتورهای یاد شده از پیش آزمون تا پس آزمون نتایج تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که تفاوت معناداری در بین سه گروه تمرین هوازی+کشسانی، تمرین هوازی و گروه کنترل در چهار فاکتور جهت بررسی تفاوت گروه‌ها در میزان تغییرات فاکتورهای یاد شده از پیش آزمون تا پس آزمون نتایج تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که تفاوت معناداری در بین سه گروه تمرین هوازی+کشسانی و تمرین هوازی تفاوت معنادار در میزان فاکتورهای یاد شده وجود داشت ($p = 0.001$).

جدول ۶. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه در میزان تغییرات (دلتا) فاکتورها از پیش آزمون تا پس آزمون بین سه گروه

تفاوت بین گروه‌ها	تفاوت میانگین	خطای استاندارد	sig	
لکوسیت‌ها	هوازی+کشسانی - کنترل	۸۸۰/۹۰-	۱۸۵/۷۶	*۰/۰۰۱
	هوازی - کنترل	۱۴۱/۷۰-	۱۸۵/۷۶	۰/۷۲۹
	هوازی+کشسانی - هوازی	۷۳۹/۲۰-	۱۸۵/۷۶	*۰/۰۰۱
لنفوسیت‌ها	هوازی+کشسانی - کنترل	۱/۹۸-	۰/۲۳۷	*۰/۰۰۱
	هوازی - کنترل	۰/۲۳۹-	۰/۲۳۷	۰/۵۷۹
	هوازی+کشسانی - هوازی	۱/۷۴-	۰/۲۳۷	*۰/۰۰۱
منوسیت‌ها	هوازی+کشسانی - کنترل	۰/۴۸۷-	۰/۰۴۳	*۰/۰۰۱
	هوازی - کنترل	۰/۰۱۸-	۰/۰۴۳	۰/۹۱۲
	هوازی+کشسانی - هوازی	۰/۴۶۹-	۰/۰۴۳	*۰/۰۰۱
نوتروفیل‌ها	هوازی+کشسانی - کنترل	۱/۴۰-	۰/۱۷۹	*۰/۰۰۱
	هوازی - کنترل	۰/۱۸۵-	۰/۱۷۹	۰/۵۶۵
	هوازی+کشسانی - هوازی	۱/۲۱-	۰/۱۷۹	*۰/۰۰۱

بحث

در مطالعه حاضر اثر تمرین هوازی با فشار کشسانی را بر تعداد لکوسیت‌ها، لنفوسیت‌ها، منوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها به عنوان عوامل خطر در ایجاد و نگهداری ترومبوز وریدی عمقی ارزیابی شد. یافته‌های تحقیق بیانگر تفاوت معنی دار تغییرات در گروه تمرین هوازی با فشار کشسانی در مقایسه با گروه کنترل و گروه دارای تمرین هوازی است. به عبارتی، ۸ هفته تمرین هوازی توام با فشار کشسانی به بهبود متغیرهای مذکور نسبت به گروه‌های دیگر منجر شد. بر پایه این شواهد به نظر می‌رسد جوراب‌های فشرده سازی استاندارد تأثیر مستقیم بر روی همودینامیک وریدی عمقی دارند و اساساً بر روی سیستم وریدی فوق سطحی عمل می‌کنند. بدین صورت که این فشار کشسانی با فشرده سازی رگ‌های سطحی گشاد شده در بیماران DVT، سبب می‌شوند که خون به سیستم "عمیق تر" از نظر فیزیولوژیکی منتقل شود (۲۳). البته بنا بر نتایج پژوهش‌های گذشته این اثر با معاینه دوبلکس به عنوان افزایش سرعت ورید پوپلیتال قابل اندازه گیری است (۲۴،۲۵). سارین و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که جوراب ساق بلند ممکن است سبب انسداد دریچه‌ها در برخی از بیماران شود، بر اساس یافته‌های آن‌ها مبنی بر اینکه ریفلاکس در ورید پوپلیتال کاهش می‌یابد، نتایج بدست آمده را توجیه کردند.

نتایج مطالعه حاضر با پژوهش‌های ایونسون و همکاران (۲۰۲۰)، رجبی و همکاران (۲۰۱۹) و کیشی موتو و همکاران (۲۰۲۰) از لحاظ اثرگذاری تمرین با فشار کشسانی بر کاهش فاکتورهای هماتولوژیک هم‌سو بود (۲۶،۲۷،۲۸) و با نتایج پژوهش‌های شاهپورآبادی و همکاران (۲۰۱۶)، احمدی‌زاد و همکاران (۲۰۱۹) و امینی و همکاران (۲۰۱۱) ناهم‌سو بود (۱۰،۱۴،۲۹). از دلایل ناهم‌سو بودن نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های یاد شده می‌تواند به دلیل تفاوت در پروتکل تمرینی، شدت تمرین، سن، جنس، سطح آمادگی افراد، نوع جمعیت آزمودنی‌ها به لحاظ سلامت و تندرستی و زمان خونگیری در این مطالعات باشد. پژوهشگران سازوکارهای متفاوتی را به عنوان عامل اثر گذار بر فاکتورهای هماتولوژی و عوامل انعقادی پیشنهاد کرده‌اند که از جمله می‌توان به افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک و تغییر در پروفایل‌های چربی آزمودنی‌ها اشاره کرد (۲۵).

یافته‌های مطالعه حاضر همسو با برخی مطالعات پیشین به این نکته اشاره دارد که کاهش تعداد لکوسیت‌ها و انواع آن به دلیل تعداد زیاد آن‌ها در بیماران ترومبوز وریدی عمقی با میزان تشکیل و نگهداری ترومبوز در این افراد مرتبط بوده و همبستگی مثبت بین آن‌ها برقرار است (۱۱،۱۳،۲۳). بررسی‌ها نشان داده است که عدم رسیدگی به ترومبوز وریدی عمقی ممکن است در فعالیت‌های

ورزشی شدید سبب بروز عفونت شود. اگرچه امروزه آنتی بیوتیک‌ها به میزان قابل توجهی خطر بروز عفونت در بیماران ترومبوز وریدی را کاهش داده‌اند، اما این موضوع همچنان تهدیدی جدی برای سلامتی به شمار می‌رود و منجر به مرگ و میر ۲۰۰۰۰۰ نفر در سال در ایالات متحده می‌شود (۱۳). چندین شواهد نشان می‌دهد که مکانیسم‌های یکسانی که در برابر عفونت محافظت می‌کنند نیز می‌توانند در تشکیل DVT نقش داشته باشند. نتایج مطالعه حاضر از این جهت حائز اهمیت است، چراکه باید توجه داشت که افراد دارای ترومبوز وریدی عمقی به دلیل شرایط فیزیولوژیکی موجود قادر به انجام تمرینات همانند افراد سالم نیستند. به طوری که نشان داده شده است که یک دوره حاد ورزش شدید خطر ایست قلبی اولیه را افزایش می‌دهد، در حالی که تمرینات بدنی متوسط و منظم به کاهش حوادث قلبی عروقی ترومبوتیک در افراد سالم کمک می‌کند (۷). با وجود بررسی‌های صورت گرفته مشخص شده است که لکوسیت‌ها و انواع آن در تشکیل انعقاد خون نقش دارند، اما مشخص نیست که آیا آنها در خطر ابتلا به بیماری DVT نقش اساسی دارند یا خیر و میزان دخالت این فاکتورهای تا چه اندازه است (۳۰). در نمونه‌های مطالعه حاضر، تعداد لکوسیت‌ها و انواع آن شامل: لنفوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها در بیماران مورد بررسی افزایش یافته بود. بنابراین این موضوع خود تاییدی بر نتایج مطالعات گذشته مبنی بر وجود همبستگی بین میزان لکوسیت‌های بالا با وجود ترومبوز وریدی در بین بیماران مبتلا می‌باشد (۲۳، ۳۰). مطالعات انجام شده روی موش‌ها نشان داد که فعالیت سلول‌های التهابی ممکن است پیش شرط ترمیم بافت نباشد (۵). علاوه بر این، مونوسیت‌ها در تعدیل ترومبوس وریدی نقش دارند (۲۹). با این وجود، لکوسیت‌ها بخش قابل توجهی از سلول‌های موجود در ترومبوس را تشکیل می‌دهند و مداخلات منجر به تغییر در تجمع آنها منجر به تأثیرات قابل توجهی در وضوح بعدی ترومبوس می‌شود. طبق نظر پیکون (۲۰۱۵) وجود پاسخ‌های مختلف به ورزش که در مطالعات مختلف اخیر وجود دارد، پژوهشگران را مطمئن می‌سازد که نوع تمرینات (در کنار سن، جنس و شدت

بیماری ترومبوز وریدی) بر پاسخ سیستم انعقاد، تأثیر قابل توجهی دارد. به عبارتی پاسخ سیستم انعقاد بستگی به شدت و مدت تمرینات نیز دارد. فعالیت فیزیکی شدید، احتمالاً بالانس سیستم هموستاتیک را به نفع سیستم انعقاد تغییر می‌دهد و فعالیت فیزیکی زیر بیشینه این تعادل را همان‌طور که در نتایج پژوهش حاضر نیز وجود داشت، در جهت سیستم فیبرینولیز سوق می‌دهد (۳۱). بنابراین نوع، شدت و مدت تمرین در فرایند هموستاز اهمیت بالایی دارد، بطوریکه بیشتر فاکتورهای فیبرینولیزی به شدت بالا (۸۰-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه) و مدت زمان زیاد (بالای ۱ ساعت) همراه با تسریع فرآیند لخته‌شدن خون و افزایش فاکتورهای انعقادی پاسخ می‌دهند (۳۲). در برخی مطالعات، تأثیر شدت بر هموستاز خون بیشتر از مدت گزارش شده است. بر این اساس محققان تمرینات شدید و از نوع مقاومتی را نسبت به هوازی زیر بیشینه، بیشتر مورد تأکید قرار داده‌اند چراکه سبب افزایش فاکتورهای انعقادی خون می‌شوند. به دلیل شدت بالای تمرینات مقاومتی تأثیر بالای این تمرینات بر هموستاز قلبی عروقی گزارش شده است، که این شدت بیشتر معطوف به تأثیر بر فاکتورهای انعقادی است. در مقابل تمرینات هوازی زیر بیشینه با مدت بالای ۶۰ دقیقه نیز با تأثیر بر فاکتورهای فیبرینولیزی اخیراً مورد تأکید قرار گرفته است (۸، ۹). بنابراین فعالیت ورزشی به عنوان راه کاری با عوارض کمتر بر کاهش ترومبوز وریدی عمقی خفیف و نیمه حاد می‌تواند حائز اهمیت و مثر ثمر باشد. نتایج پژوهش حاضر بیان دارد که تمرین هوازی همراه با فشار کشسانی در افراد مبتلا به ترومبوز وریدی عمقی، سبب بهبود و برقراری تعادل در عوامل هماتولوژیکی می‌شود. جوراب‌های فشار کشسانی به پمپ عضله ساق پا کمک می‌کنند و فشار خون وریدی و ریفلکس دریچه‌های وریدی را کاهش می‌دهند که به کاهش ادم پا منجر می‌شود و به گردش خون کمک می‌کند و از ایسکمی وریدی جلوگیری می‌کند. این احتمال می‌رود که رفلکس غیر طبیعی آن را اصلاح می‌کند و در نتیجه عملکرد پمپ عضلانی ساق پا را بهبود می‌بخشد و مانع از ادم اندام می‌شود (۳۳). بنابراین به نظر می‌رسد که جوراب‌های فشرده سازی استاندارد اثر مستقیمی بر

همودینامیک‌های عمیق وریدی دارند. این میزان فشار کشسانی با فشرده سازی رگ‌های سطحی کششی میزان گران روی خون در رگ‌ها را تسهیل کرده، به این ترتیب خون را به سیستم عمیق در حالت "فیزیولوژیک صحیح" در حین ورزش و فعالیت هوازی را بیشتر می‌کند (۲۰). با توجه به اینکه کسر حجم باقیمانده در اثر استفاده از جوراب ساق بلند مقاومتی (ایجاد فشار کشسانی) کاهش معناداری پیدا خواهد کرد (۱۷). بر پایه این شواهد، استفاده از جوراب‌های فشرده سازی الاستیک با ایجاد فشار کشسانی در حین تمرین هوازی در افراد مبتلا به ترومبوز وریدی عمقی سبب متعادل نمودن میزان لکوسیت‌ها و انواع آن در این افراد که تاثیر بسزایی در ایجاد ترومبوز و ایجاد لخته خون دارند می‌شود. بنابراین می‌توان با یک برنامه ورزشی با کاهش فعال سازی پلاکت (۲۳)، کاهش سطح پیش انعقادی شامل لکوسیت‌ها و انواع آن (نتایج پژوهش حاضر) و افزایش فعالیت فیبرینولیز (۳۱) منجر به کاهش پتانسیل هموستاتیک شده، بنابراین به کاهش خطر وقایع ترومبوتیک در این افراد منجر می‌شود. علیرغم شواهد مذکور، عدم اندازه گیری سایر شاخص‌های هورمونی و آنزیمی که معرف عملکرد سیستم ایمنی در پاسخ به استفاده از جوراب‌های کشسانی در طول تمرینات هوازی در افراد مبتلا به ترومبوز ورید عمقی هستند از محدودیت‌های مطالعه حاضر است.

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر آشکار نمود که تمرینات ورزشی هوازی منظم همراه با استفاده از جوراب‌های فشرده‌سازی الاستیک نقش مهمی را در برقراری تعادل مجدد هموستاز ایفا می‌کند و از این طریق سبب کاهش روند انعقاد خون در بین افراد مبتلا به ترومبوز وریدی عمقی می‌شود. بر پایه این شواهد، طراحی تمرین هوازی با شدت متوسط توام با استفاده از جوراب‌های فشرده‌سازی جهت ایجاد فشار کشسانی جهت کاهش فاکتورهای انعقادی شامل لکوسیت‌ها و انواع آن در افراد دارای ترومبوز ورید عمقی موثر می‌باشد. بنابراین به کارگیری این تمرینات برای افرادی که مبتلا به ترومبوز وریدی عمقی هستند و به دنبال بهبود عملکرد ورزشی و سلامتی خود به واسطه تغییر در محتویات سلول‌های خونی و متعادل نمودن شاخص‌های هماتولوژی هستند توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری گروه فیزیولوژی ورزشی می‌باشد. نویسندگان مراتب قدردانی خود را نسبت به افراد شرکت کننده در این پژوهش که همکاری خالصانه و بی‌دریغ داشتند، اعلام می‌کنند.

References

1. Gram AS, Bladbjerg E-M, Skov J, Ploug T, Sjödin A, Rosenkilde M, et al. Three months of strictly controlled daily endurance exercise reduces thrombin generation and fibrinolytic risk markers in younger moderately overweight men. *European journal of applied physiology*. 2015; 115(6):1331-8.
2. Evensen LH, Isaksen T, Hindberg, K, Brækkan SK, Hansen JB. Repeated assessments of physical activity and risk of incident venous thromboembolism. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*. 2018; 16(11), 2208-2217.
3. Yamamoto J, Ijiri Y, Ikarugi H, Otsui K, Inoue N, Sakariassen KS. Prevention of thrombotic disorders by antithrombotic diet and exercise: evidence by using global thrombosis tests. *Future Sci OA*. 2018 Jan 24; 4(4):FSO285.
4. Terra MF, Pedrosa DG, Zoppi CC, Werneck CC, Vicente CP. Physical exercises decreases thrombus and neointima formation in atherosclerotic mice. *Thromb Res*. 2019 Mar; 175:21-31.
5. Sandrini L, Ieraci A, Amadio P, Zarà M, Mitro N, Lee FS, Tremoli E, Barbieri SS. Physical Exercise Affects Adipose Tissue Profile and Prevents Arterial Thrombosis in *BDNF* Val66Met Mice. *Cells*. 2019 Aug 11; 8(8):875.
6. Kearon C, Ageno W, Cannegieter S, Cosmi B, Geersing G J, Kyrle P, et al. Categorization of patients as having provoked or unprovoked venous thromboembolism: guidance from the SSC of ISTH, *Journal of Thrombosis and Haemostasis*. 2016; 14(7), 1480-1483.
7. Kim L, Lim Y, Park SY, Kim YJ, Kwon O, Lee JH, Shin JH, Yang YK, Kim JY. A comparative study of the antithrombotic effect through activated endothelium of garlic powder and tomato extracts using a rodent model of collagen and epinephrine induced thrombosis. *Food Sci Biotechnol*. 2018 Sep 18; 27(5):1513-1518.

8. Perandini LA, Sales-de-Oliveira D, Almeida DC, Azevedo H, Moreira-Filho CA, Cenedeze MA, et al. Effects of acute aerobic exercise on leukocyte inflammatory gene expression in systemic lupus erythematosus. *Exerc Immunol Rev.* 2016; 22:64-81.
9. Uncle Mahdirji, Hassan, Mirsaedi, Mojtaba, Fadaei Reyhanabadi, Sajedeh. Comparison of the effect of four weeks of resistance and aerobic training on coagulation and fibrinolytic factors in inactive elderly men. *Journal of Mashhad University of Medical Sciences*, 2013; 56 (3): 150-158.
10. Amini A, Kordi M R, Gaini A A, Ahmadi A, Ayoubian H, Lahoopour F. The effects of aerobic exercises on coagulation and fibrinolytic factors in inactive aged men. *SJKU.* 2011; 15 (4):25-32. (In Persian).
11. Rezende SM, Lijfering WM, Rosendaal FR, Cannegieter SC. Hematologic variables and venous thrombosis: red cell distribution width and blood monocyte count are associated with an increased risk. *Haematologica.* 2014 Jan; 99(1):194.
12. Jahani Ghiyeh Gheshlagh, Gholamreza, Dehghanpour, Kiomars, Khaledan, Asghar. The effect of intense endurance training and consumption of probiotic yogurt on aerobic power, anaerobic, white blood cells, lymphocytes, monocytes and blood neutrophils of young football players. *Food Hygiene*, 2018; 7 (1 (25) Spring): 83-94. (In Persian).
13. von Brühl ML, Stark K, Steinhart A, Chandraratne S, Konrad I, Lorenz M, et al. Monocytes, neutrophils, and platelets cooperate to initiate and propagate venous thrombosis in mice in vivo. *Journal of Experimental Medicine.* 2012 Apr 9; 209(4):819-35.
14. Ahmadizad, Sajjad, Malekian, Elahe, Khani, Elham, Rahmani, Hiva. The effect of exercise and exercise on platelet function and activity: A review article. *Sports Physiology*, 2019; 11 (43): 17-38. (In Persian).
15. Saito Y, Kusaka Y, Shimada M. Effects of exercise intensity on circulating leukocyte subpopulations. *Environmental health and preventive medicine.* 2003; 8(1):18-22.
16. Natale M. Effect of these different type of exercise on blood leukocyte count during and following exercise. *Sao Paulo Med J.* 2002; 121(1):9-14.
17. Kahn SR, Elman E, Rodger MA, Wells PS. Use of elastic compression stockings after deep venous thrombosis: a comparison of practices and perceptions of thrombosis physicians and patients 1. *Journal of Thrombosis and Haemostasis.* 2003 Mar; 1(3):500-6.
18. Roche-Nagle G, Ward F, Barry M. Current prescribing patterns of elastic compression stockings post-deep venous thrombosis. *Phlebology.* 2010 Apr; 25(2):72-8.
19. Rimaud D, Calmels P, Roche F, Mongold JJ, Trudeau F, Devillard X. Effects of graduated compression stockings on cardiovascular and metabolic responses to exercise and exercise recovery in persons with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007 Jun; 88(6):703-9.
20. Mayberry JC, Moneta GL, DeFrang RD, Porter JM. The influence of elastic compression stockings on deep venous hemodynamics. *J Vasc Surg.* 1991 Jan; 13(1):91-9; discussion 99-100.
21. Hirai M, Iwata H, Hayakawa N. Effect of elastic compression stockings in patients with varicose veins and healthy controls measured by strain gauge plethysmography. *Skin Res Technol.* 2002 Nov; 8(4):236-9.
22. Sioson E, Alexander JJ, Mentari A, Heitz R, Mion L. Effect of elastic compression stockings on venous hemodynamics in hemiplegic patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 1992; 2(4):196-201.
23. Ming L, Jiang Z, Ma J, Wang Q, Wu F, Ping J. Platelet-to-lymphocyte ratio, neutrophil-to-lymphocyte ratio, and platelet indices in patients with acute deep vein thrombosis. *Vasa.* 2018 Jan 12.
24. Ibegbuna V, Delis KT, Nicolaidis AN, Aina O. Effect of elastic compression stockings on venous hemodynamics during walking. *J Vasc Surg.* 2003 Feb; 37(2):420-5.
25. Mousavizadeh MS, Ebrahim K, Nikbakht HA. Effect of one period of selective aerobic training on hematological indexes of girls. *Sci J Iran blood Transfus.* 2009; 6(3): 227-31.
26. Kishimoto S, Maruhashi T, Kajikawa M, Matsui S, Hashimoto H, Takaeko Y, et al. Hematocrit, hemoglobin and red blood cells are associated with vascular function and vascular structure in men. *Scientific reports.* 2020 Jul 10; 10(1):1-9.
27. Evensen LH, Brækkan SK, Hansen JB. Regular physical activity and risk of venous thromboembolism. Final version of this paper is part of: Evensen, LH (2020). Physical activity, cardiorespiratory fitness and venous thromboembolism. (Doctoral thesis). <https://hdl.handle.net/10037/18072>.. 2018 Oct 5.
28. Rajabi, Hamid, Khidmatgzar, Ehsan, Dastmalchi, Jalal, Dehkoda, Mohammad Reza. Comparison of the effect of intense and continuous intermittent exercise on plasma levels of fibrinolytic factors in CAD patients. *Jundishapur Medical Scientific Journal*, 1398; 18(3): 287-300. (In Persian).
29. Shapoorabadi YJ, Vahdatpour B, Salesi M, Ramezani H. Effects of aerobic exercise on hematologic indices of women with rheumatoid arthritis: A randomized clinical trial. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences.* 2016; 21.

30. Kiani Najmeh, Rahimi Iskandar, Hosseini Seyed Ali, Mansouri Zahra. Evaluation of the effect of eight weeks of resistance training on interleukin-10, lymphocyte, monocyte and macrophage levels in boys aged 17-18 years. *Research in Sports Life Sciences*, 2014; 4 (13): 39-50. (In Persian).
31. Hilberg T, Nowacki PE, Müller-Berghaus G, Gabriel HH. Changes in blood coagulation and fibrinolysis associated with maximal exercise and physical conditioning in women taking low dose oral contraceptives. *J Sci Med Sport* 2000 Dec; 3(4): 383-90.
32. Cadroy Y, Pillard F, Sakariassen KS, Thalamas C, Boneu B, Riviere D. Strenuous but not moderate exercise increases the thrombotic tendency in healthy sedentary male volunteers. *J Appl physiol* 2002 Sep; 93(3): 829-33.
33. Carlson GP. Thermoregulation and fluid balance in the exercising horse. In: Snow DH, Person SGB, Rose RJ. *Equine Exercise Physiology*. Granta Editions: Cambridge; 1983: 291-8.

Original Article

The effect of aerobic training combined with elastic pressure of the lower limb on neutrophils, monocytes, lymphocytes and leukocytes as indicators of the immune system in middle-aged men with deep vein thrombosis

Received: 15/06/2023 - Accepted: 11/07/2023

Seyyed Majid Hasanzadeh Fard¹
Nasser Behpour^{2*}
Mehdi Roozbahani³

¹Department of Physical Education
, Boroujerd Branch, Islamic Azad
University, Boroujerd, Iran.

² Associate Professor of Exercise
Physiology, Faculty of Sports Sciences,
Razi University, Kermanshah, Iran.
(Corresponding author)

³ Assistant Professor, Department of
Physical Education, Boroujerd Branch,
Islamic Azad University, Boroujerd,
Iran.

Email:
naserbehpour2021@yahoo.com

Abstract

Introduction

Nowadays, standard compression stockings are used to correct or balance thrombosis indicators in patients with deep vein thrombosis (DVT). The purpose of this study was to compare the effect of aerobic exercises combined with elastic pressure of the lower limbs on leukocytes, neutrophils, monocytes and lymphocytes in people with DVT.

Material and Method

30 middle-aged men (51 ± 4 Years) with DVT were randomly divided into three groups: 1) Aerobic training, 2) Aerobic exercise with elastic pressure, and 3) Control group. Aerobic training was performed for 8 weeks of running at an intensity range of 60-70% heart rate reserve. In the group of aerobic training + elastic pressure, elastic socks were used to create elastic pressure during training. Fasting levels of neutrophils, monocytes, lymphocytes and leukocytes were measured on 2 occasions: 24 before and 48 hours after the training period. Analysis of variance test was used to compare between-group changes and paired t-test was used to determine intra-group changes.

Results

The results showed that aerobic + stretching training decreased leukocytes, lymphocytes, neutrophils and monocytes ($p = 0.001$), but the changes in the aerobic and control groups in none of Factors were not significant.

Conclusion

Using elastic compression stockings during regular aerobic exercises in people with DVT, through reducing and balancing pro-coagulation factors including leukocytes and its types including lymphocytes, monocytes and neutrophils leads to a decrease in the blood coagulation process among people with DVT.

Key words: Aerobic exercise, Elastic pressure, deep vein thrombosis, leukocyte, Immune system

Acknowledgement: There is no conflict of interest