

پاسخ عوامل فیبرینولیتیک به انقباض‌های درون‌گرای هم‌تنش و هم‌جنبش در مردان سالم

وریا طهماسبی^۱، سجاد احمدی زاده^۲، فریبرز هوانلو^۳، علی اشرف جمشیدی^۳

۱. استادیار دانشگاه رازی کرمانشاه*

۲. دانشیار دانشگاه شهید بهشتی تهران

۳. استادیار دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۲۲

چکیده

مطالعه حاضر جهت بررسی پاسخ شاخص‌های فیبرینولیتیک به انواع مختلف انقباض‌های درون‌گرای هم‌تنش و هم‌جنبش پس از فعالیت و دوره ریکاوری یک ساعته طراحی شد. ده مرد سالم (۲۶/۹±۱/۷ سال) دو جلسه فعالیت مقاومتی هم‌تنش و هم‌جنبش به فاصله یک هفته با شدت حدود ۴۰ درصد حداکثر گشتاور ارادی ایزومتریک (MVIT⁷⁰) را بر روی عضلات چهار سر هر دو پا با استفاده از دستگاه بایودکس انجام دادند. نمونه‌های خون سیاهرگی (۶ml) در قبل، بلافاصله بعد و انتهای یک ساعت ریکاوری گرفته شدند و برای اندازه‌گیری فعال‌کننده پلاسمینوژن بافتی (t-PA)، مهارکننده فعال‌کننده پلاسمینوژن-I (PAI-1)، D-dimer و غلظت لاکتات مورد استفاده قرار گرفتند. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس مکرر (دو جلسه × سه زمان) تجزیه و تحلیل شدند. هر دو جلسه فعالیت بدون در نظر گرفتن نوع انقباض با افزایش معنادار t-PA و لاکتات همراه بود (P<0.05). همچنین در پاسخ به دو نوع فعالیت، انقباض عضلانی درون‌گرای هم‌تنش موجب شد هم t-PA و هم لاکتات در مقایسه با انقباض هم‌جنبش افزایش بیشتری داشته باشند (P<0.05). PAI-1 بدون در نظر گرفتن نوع انقباض پس از فعالیت تغییر معناداری نشان نداد (P>0.05)، اما در دوره ریکاوری کاهش معناداری مشاهده شد (P<0.05) و در کل نیز مقایسه دو نوع عضلانی (هم‌تنش یا هم‌جنبش) عامل مؤثری در پاسخ t-PA و لاکتات خون می‌باشد، در حالی که پاسخ‌های PAI-1 و D-dimer به نوع انقباض عضلانی بستگی ندارند.

واژگان کلیدی: فعال‌کننده پلاسمینوژن بافتی (t-PA)، مهارکننده فعال‌کننده پلاسمینوژن-I (PAI-1)، D-dimer، فعالیت مقاومتی، ترومبوز

مقدمه

اساسی‌ترین علت بیماری‌های قلبی-عروقی، آترواسکلروزیس^۱ است که شامل تغییرات ساختاری و ترکیبی در داخلی‌ترین لایه شریان‌ها است. علت اصلی آترواسکلروزیس یا تصلب شرایین، اختلال در عملکرد دیواره اندوتلیال است که موجب اختلال در سیستم هموستاز^۲ می‌گردد (۲،۱). هموستاز از طریق تعادل بین دو سیستم فیزیولوژیکی مهم انعقاد خون و فیبرینولیز^۳ شکل می‌گیرد که با تعادل بین فعال‌کننده‌ها و مسدودکننده‌های این دو تنظیم می‌گردد. عدم تعادل در سیستم هموستاز می‌تواند منجر به ترومبوز^۴ شده و حملات قلبی را در پی داشته باشد (۴،۳). فیبرینولیز فرآیندی است که طی آن فعالیت فاکتور فعال‌کننده پلاسمینوژن^۵ (t-PA)، پلاسمینوژن را به پلاسمین تبدیل و فیبرین را تجزیه می‌کند (۵). همچنین، سیستم فیبرینولیز مهارکننده‌هایی دارد که از طریق مهار t-PA عمل می‌کنند و از مهم‌ترین آنها، مهارکننده فعال‌کننده پلاسمینوژن^۶ (PAI-1) را می‌توان نام برد. پژوهش‌های بسیاری ارتباط روشنی بین آمادگی جسمانی، فعالیت بدنی و کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی را نشان داده‌اند (۷،۶). اکثر پژوهشگران بر اینکه فعالیت شدید باعث تحریک افزایشی نشان‌گرهای سیستم فیبرینولیتیک می‌گردد تأکید نموده‌اند، البته این افزایش پس از فعالیت به سطح اولیه بر می‌گردد و علاوه بر این فعالیت سیستم فیبرینولیتیک به شدت فعالیت ورزشی بستگی دارد (۸،۵،۹). بی‌نارد^۷ و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی یک جلسه فعالیت هوازی بر روی گروه‌های سنی مختلف، افزایش فعالیت t-PA و کاهش فعالیت PAI-1 را نشان دادند (۱۰). همچنین وومک و همکاران^۸ (۲۰۰۱) مشاهده کردند که فعالیت با شدت بالا و مدت کم (۲۰ دقیقه) پاسخ فیبرینولیتیک بزرگتری را نسبت به فعالیت با شدت متوسط و طولانی‌تر در پی دارد (۱۱). اگرچه افزایش فعالیت سیستم فیبرینولیتیک به انواع فعالیت حاد مقاومتی مشهود است، اما میزان پاسخ آن به انواع شیوه‌های فعالیت بدنی بخصوص فعالیت‌هایی که با ابزارهای تمرینی جدید انجام می‌شود، مانند دستگاه‌های تمرین قدرتی و یا شیوه‌های تمرینی جدید مشخص نیست. برای مثال تجهیزات تمرین هم‌جنبش محبوبیت زیادی پیدا کرده‌اند؛ چرا که انواع انقباض‌های عضلانی

-
1. Atherosclerosis
 2. Haemostasis
 3. Blood coagulation and fibrinolysis
 4. Thrombosis
 5. Tissue plasminogen activator
 6. Plasminogen activator-inhibitor-1
 7. Baynard
 8. Womack

(هم‌تنش^۱، هم‌جنبش^۲ و ...) برنامه‌های تمرینی مختلفی دارد و استفاده از آنها علی‌رغم هزینه بالای تجهیزات آن رو به افزایش است.

انقباض‌های هم‌تنش و هم‌جنبش هر دو ماهیتی پویا دارند، ویژگی‌های بیومکانیکی مختلفی را نشان می‌دهند و هر یک سیستم عصبی-عضلانی را به شیوه متفاوت تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۲). در انقباض هم‌تنش سیستم عصبی-عضلانی می‌بایست بر مقاومت اولیه (که در طی حرکت ثابت است) غلبه نماید تا بازوی اهرم را حرکت دهد. انقباض هم‌تنش تنها در ضعیف‌ترین نقاط مکانیکی دامنه حرکتی برروی سیستم عصبی-عضلانی حداکثر فشار را ایجاد می‌کند و در سایر نقاط کمتر از حداکثر ظرفیت عضلات کار می‌کنند و در نهایت سرعت‌های زاویه‌ای متفاوتی در دامنه حرکتی ایجاد می‌نماید (۱۳). در مقابل انقباض هم‌جنبش مقاومت سازگار شده‌ای را به کار می‌بندد، که سرعت زاویه‌ای ثابتی را هنگام رسیدن به سرعت از پیش تعیین‌شده اعمال می‌نماید. بنابراین انقباض هم‌جنبش به لحاظ تئوریک به عضله اجازه می‌دهد تا میزان کار بیشتری را به نسبت انقباض هم‌تنش در دامنه حرکتی یکسان انجام دهد (۱۴). همچنین انقباض هم‌جنبش به طور کلی کوفتگی به‌دنبال ندارد و کاهش هم در نیروی انقباضی ایجاد نمی‌نماید (۱۵، ۱۶). در مطالعات اخیر نیز نشان داده شده که در طی حرکت باز کردن زانو فعالیت عضلات چهارسر و همکاری عضله همسترینگ در طی انقباض هم‌تنش در مقایسه با انقباض هم‌جنبش بیشتر است (۱۷) این موضوع احتمالاً عاملی برای پاسخ‌های هورمونی و متابولیکی متفاوتی به این دو انقباض است (۲۰-۱۸)، از این‌رو انتظار می‌رود که پاسخ‌های همودینامیک متفاوت و متعاقب آن پاسخ‌های انعقادی و فیبرینولیتیک متفاوتی داشته باشند؛ چرا که در مطالعه ایلامو و همکاران (۱۹۹۷) میانگین فشار خون شریانی در همان ابتدای فعالیت هم‌تنش افزایش معناداری نشان داد. در حالی که در طی انقباض هم‌جنبش پس از ۲۰ تکرار افزایش آن مشاهده شد (۲۱). در پژوهش‌هایی که به منظور بررسی اثر حرکت باز کردن زانوی پای غالب بر عوامل همودینامیک در مردان جوان و مسن انجام شد، نشان داده شده است که انقباض درون‌گرا نسبت به انقباض برون‌گرا باعث تغییرات بیشتری در عوامل همودینامیک می‌شود (۲۲-۲۴). همچنین هاگت^۳ و همکارانش (۲۰۰۴) گزارش کردند که انقباض‌های هم طول^۴ نسبت به انقباض برون‌گرا موجب افزایش بیشتر عوامل همودینامیک می‌گردد (۲۵). در مطالعه کرمی و همکاران (۱۳۹۲) نیز که به بررسی انواع انقباض‌های درون‌گرا و برون‌گرای هم‌جنبش بر عوامل فیبرینولیتیک پرداخته است نشان داده شد که انقباض درون‌گرای هم‌جنبش نسبت به برون‌گرا

1. Isotonic
2. Isokinetic
3. Huggett
4. Isometric

موجب افزایش بیشتر t-PA می‌گردد (۲۶). مطالعات صورت گرفته در رابطه با پاسخ‌های همودینامیک و فیبرینولیتیک به اشکال مختلف انقباض‌های عضلانی نشان‌دهنده اهمیت پاسخ‌های قلبی عروقی به این نوع انقباض‌ها است، اما در کل مطالعات صورت گرفته در رابطه با تأثیر نوع انقباض عضلانی بر پاسخ سیستم انعقادی و فیبرینولیتیک خون بسیار اندک است و تأثیر حاد فعالیت بدنی هم‌تنش و هم‌جنبش بر آنها تاکنون مورد بررسی نگرفته است. بنابراین پژوهش حاضر طراحی گردید تا مشخص شود که آیا پاسخ سیستم فیبرینولیتیک به دو نوع فعالیت هم‌جنبش و هم‌تنش درون‌گرا در مردان سالم بلافاصله بعد از فعالیت و دوره ریکاوری یک ساعته تفاوتی دارد؟

روش پژوهش

در این مطالعه روش پژوهش از نوع نیمه تجربی بود. آزمودنی‌های این پژوهش ۱۰ مرد سالم (با میانگین \pm انحراف معیار؛ سن، $26/2 \pm 1/7$ سال؛ قد، $179/9 \pm 6/8$ سانتی‌متر؛ و وزن، $78/6 \pm 1/4$ کیلوگرم) با سابقه فعالیت تفریحی بودند که به طور شفاهی و به طور داوطلبانه برای شرکت در این پژوهش دعوت شدند. آزمودنی‌ها سابقه آسیب‌دیدگی اخیر زانو، مفصل هیپ یا مچ پا نداشتند و هیچ‌گونه داروی مربوط به بیماری‌های قلبی-عروقی و یا خونی مصرف نمی‌کردند. با استفاده از پرسشنامه PAR-Q^۱ آمادگی آنها برای شرکت در فعالیت‌های ورزشی مورد بررسی قرار گرفت و در صورت منفی بودن نتیجه آمادگی از شرکت در پژوهش منع شدند. از آزمودنی‌ها خواسته شد حداقل ۴۸ ساعت قبل از آزمون از انجام هر گونه فعالیت سنگین و نیز مصرف مواد غذایی حاوی کافئین خودداری کنند.

جدول ۱- میانگین \pm انحراف معیار داده‌های ترکیب بدن، MAP و کار انجام شده در دو جلسه حاد هم‌تنش و

هم‌جنبش

متغیر	میانگین \pm انحراف معیار
شاخص توده بدن (BMI) (کیلوگرم بر متر مربع)	$24/01 \pm 1/6$
چربی بدن (%)	$19/63 \pm 2/5$
توده بدون چربی (کیلوگرم)	$63/45 \pm 6/9$
میانگین فشار خون شریانی (میلی متر جیوه)	$91/3 \pm 6/8$
کار انجام شده در جلسه هم‌تنش (ژول)	$1112/2 \pm 170/5$
کار انجام شده در جلسه هم‌جنبش (ژول)	$1200/6 \pm 176/9$

1. Physical Activity Readiness Questionnaire

در جلسه اول قد (قدسنج سکا)، وزن (ترازوی دیجیتالی مدل سکا)، توده بدن و درصد چربی بدن با استفاده از دستگاه آنالایزر ترکیب بدن (مدل ایکس اسکن پلاس دو^۱، ساخت کمپانی جاون^۲ کره جنوبی) اندازه‌گیری شد و همچنین حداکثر گشتاور هریک از آزمودنی‌ها تعیین شد. در ابتدا آزمودنی پنج دقیقه گرم کردن عمومی با شدت ۱۰۰ وات بر روی دوچرخه کارسنج (مونارک، مدل ۸۳۹E) را انجام می‌دهد. سپس بر روی صندلی دینامومتر سیستم بایودکس چهار پیشرفته^۳ ساخت آمریکا) به نحوی که مفصل هیپ در زاویه فلکشن ۸۵° (= اکستنشن کامل هیپ) قرار گیرد می‌نشست، به طوری که پا در وضعیت افقی قرار می‌گرفت تا محور چرخش موتور دینامومتر با محور آناتومیک زانو تنظیم شود. دامنه حرکتی زانو ۲۵°-۱۰۵° (= موقعیت پا در حالت افقی است) بود تا اطمینان حاصل شود که فرد قادر به انجام حرکت در تمام دامنه حرکتی بخصوص برای انقباض هم‌تنش است. آزمودنی ابتدا با شدت‌های زیر بیشینه انقباض‌های هم‌تنش، هم‌جنبش و هم‌طول بازکردن و جمع کردن زانو بر روی سیستم بایودکس آشنا شد. پس از آشنایی با حرکات و دو دقیقه استراحت، آزمودنی گرم کردن ویژه زانو را (شش حرکت بازکردن زانو برای هر پا در ۵۰ نیوتن‌برمتر به شیوه هم‌تنش) انجام داد. MVIT⁷⁰ برای تعیین شدت انقباض هم‌تنش مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و نیز شدت فعالیت هم‌جنبش با استفاده از میانگین سرعت زاویه‌ای در طی انقباض هم‌تنش برای هر فرد و نیز انجام n تکرار برای هر ست تا رسیدن به میزان کار برابر با آنچه طی فعالیت هم‌تنش ثبت شده است، تعیین شد (۱۲). شرایط ارگومتر و وضعیت نشستن در طی جلسه آشنا سازی ثبت شد تا برای هر جلسه دوباره از همان شرایط و وضعیت‌ها استفاده گردد.

پس از جلسه آشنایی، جلسات دوم و سوم هر کدام با یک هفته فاصله، در ساعت هشت صبح و در حالت ناشتا انجام شد. در هر جلسه آزمودنی‌ها پس از مراجعه به آزمایشگاه به مدت ۲۰ دقیقه در حالت نشسته استراحت نمودند و در انتهای ۲۰ دقیقه پس از اندازه‌گیری ضربان قلب و فشارخون (اومرون^۴ R1، کمپانی اومرون، ساخت آلمان)، اولین نمونه خونی (شش میلی‌لیتر) گرفته شد. سپس گرم کردن عمومی را که شامل پنج دقیقه رکاب زدن بر روی دوچرخه ثابت (۵۰ وات) بود انجام دادند و پس از آن حرکات کششی برای عضلات چهارسر، همسترینگ، دوقلو و درشت نئی قدامی را به مدت سه تا پنج دقیقه انجام دادند. سپس آزمودنی بر روی صندلی بایودکس نشسته و تنظیمات جهت‌گیری دینامومتر (۹۰ درجه)، تیلت دینامومتر (صفر درجه)، وضعیت صندلی (۹۰ درجه) و تیلت پشتی صندلی (۸۵ درجه) برای آماده‌سازی سیستم صورت گرفت. همچنین کمربندهای

1. X-Scan Plus II
2. Jawon
3. Biodex Medial System 4 Pro, Shirley, NY
4. Omron

ثابت‌کننده فرد بر روی صندلی در نواحی شانه، شکم و ران بسته شد تا فعالیت به صورت دقیق بر روی مفصل زانو انجام شود. در طی انقباض‌های عضلانی از افراد خواسته شد که بازوهای خود را به صورت ضربدری روی سینه قرار دهند (۱۲). پس از آن اتصال مربوط به زانو به دینامومتر متصل و در یک سوم فوقانی ساق پا بسته شد. فاصله، طول اتصال و ارتفاع صندلی دینامومتر طوری تنظیم شد که دینامومتر و زانو هم‌محور شوند (محور سیستم در مجاورت کندیل خارجی قرار گیرد). دامنه حرکتی برای هر دو جلسات هم‌تنش و هم‌جنبش 25° - 105° (0° = موقعیت پا در حالت افقی است) بود. گرم کردن با توجه به نوع جلسه فعالیت به روش هم‌تنش و هم‌جنبش شامل دو ست پنج‌تایی بود و زمان استراحت بین هر دوره ۳۰ ثانیه بود و پس از دو دقیقه استراحت در جلسه هم‌تنش پنج ست هشت تکراری با شدت ۴۰ درصد $MVIT^{70}$ و استراحت یک دقیقه‌ای بین هر ست برای هر دو پا اجرا شد. در جلسه هم‌جنبش پنج ست n تکراری (برابر میزان کار در جلسه هم‌تنش) با میانگین سرعت زاویه‌ای جلسه هم‌تنش و فواصل استراحت یک دقیقه‌ای بین ست‌ها برای هر دو پا اجرا شد (۱۲). بلافاصله پس از اتمام فعالیت در حالت نشسته دومین نمونه خونی از آزمودنی‌ها گرفته شد. پس از آن آزمودنی‌ها به مدت یک ساعت به حالت نشسته استراحت غیرفعال نمودند و نمونه خونی سوم گرفته شد. برای تمامی آزمودنی‌ها ابتدا جلسه فعالیت هم‌تنش اجرا شد تا بر اساس آن بار کار فعالیت هم‌جنبش محاسبه و با جلسه هم‌تنش یکسان گرفته شود و در هفته بعد جلسه هم‌جنبش اجرا شد.

به منظور برابری میزان کل کار انجام شده و میانگین سرعت زاویه‌ای بین انواع انقباض‌های هم‌تنش و هم‌جنبش در پژوهش حاضر روش‌های به کار رفته در پژوهش‌های قبلی مورد استفاده قرار گرفت (۲۷، ۱۷). در ابتدا فعالیت هم‌تنش جهت کنترل مقدار کار انجام شده و میانگین سرعت زاویه‌ای اجرا شد. در طی هر جلسه حاد هم‌تنش و هم‌جنبش میزان کل کار انجام شده از داده‌های ارائه شده توسط دستگاه بایودکس محاسبه شد. میانگین سرعت زاویه‌ای جلسات هم‌تنش نیز در انتهای جلسه یادداشت شد. مطالعات قبلی ریموند و همکاران (۲۰۱۰) نشان داده است که هشت حرکت هم‌جنبش بازکردن زانو برای انجام همان میزان کار با هشت تکرار حین فعالیت هم‌تنش بازکردن زانو در شدت ۴۰ درصد $MVIT^{70}$ لازم است (۱۲). همچنین نتایج این مطالعات نشان داد در افراد تمرین‌نکرده میانگین سرعت زاویه‌ای اندازه‌گیری شده حین هشت انقباض هم‌تنش بازکردن زانو در شدت ۴۰ درصد $MVIT^{70}$ حداکثر 150° در ثانیه است. در پژوهش حاضر نیز به طور متوسط 150° - 160° بود. بنابراین در جلسه حاد هم‌تنش، پنج ست هشت تکراری حداکثر بازکردن زانو در شدت ۴۰ درصد $MVIT^{70}$ انجام شد. سپس تعداد تکرارها و گشتاور از پیش تعیین شده

حرکت در طی این جلسه برای محاسبه میزان کار انجام شده و میانگین سرعت زاویه‌ای جلسه هم‌جنبش تعدیل شد.

سه نمونه خونی در حالت نشسته و از ورید قدامی-بازویی (آنتی کیوبیتال) در قبل از فعالیت، سریعاً پس از فعالیت و پس از یک ساعت ریکاوری جمع‌آوری شد. سه میلی‌لیتر خون به لوله‌های حاوی ضد انعقاد (EDTA) و سه میلی‌لیتر به لوله‌های حاوی سیترات سدیم اضافه و به آرامی مخلوط شد و سپس جهت جدا نمودن پلاسما، نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد با سرعت ۲۵۰۰g سانتریفوژ شدند. پلاسماهای به‌دست‌آمده در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد برای اندازه‌گیری‌های بعدی لاکتات، t-PA، PAI-1 و D-dimer ذخیره شدند. لاکتات خون با استفاده از روش آزمایشگاهی آنزیماتیک (کیت آزمایشگاهی Greiner Diagnostic GmbH، ساخت آلمان) اندازه‌گیری شد. سطوح پلاسمایی t-PA و PAI-1 با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی Hyphen biomed، ELISA، ساخت فرانسه به ترتیب با ضریب تغییرات (CV) ۶/۱ و ۵/۱ و حساسیت ۰/۵ نانوگرم بر میلی‌لیتر اندازه‌گیری شدند. D-dimer نیز با استفاده از کیت آزمایشگاهی NycoCard D-Dimer، ساخت نروژ با CV ۸/۶ و دامنه ۰/۰۱ تا ۲۰ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری اس.پی.اس.اس نسخه ۱۶ تجزیه و تحلیل شدند. جهت تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. برای مقایسه داده‌های دو جلسه از تحلیل واریانس مکرر [(زمان)۳]×(جلسه)۲ استفاده شد. زمانی که آزمون تحلیل واریانس تفاوت معناداری را نشان داد از آزمون بان فرونی جهت تعیین محل تفاوت و مقایسه زوج‌ها استفاده شد. سطح معناداری برای تمام تحلیل‌های آماری $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

داده‌های آنتروپومتریکی، ترکیب بدن، فشار خون استراحتی و میزان کار انجام‌شده در هر جلسه در جدول ۱ ارائه شده است.

غلظت لاکتات خون در هر دو جلسه هم‌تنش و هم‌جنبش افزایش معناداری داشت. همچنین بین دو پروتکل تفاوت معناداری مشاهده شد ($F_{2,18}=3.98$, $P=0.034$) و انقباض هم‌تنش افزایش بیشتری در مقایسه با انقباض هم‌جنبش نشان داد (جدول ۲).

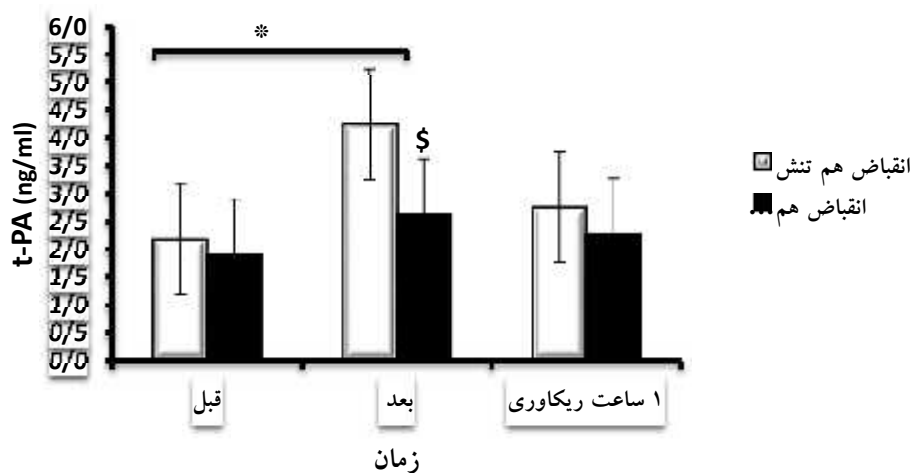
1. Coefficient of Variation

جدول ۲- میانگین \pm انحراف معیار داده‌های PAI-1، D-dimer و لاکتات خون در قبل، بعد و یک ساعت ریکاوری پس از فعالیت

متغیر	نوع انقباض	قبل	بعد	یک ساعت ریکاوری
PAI-1 (نانوگرم/ میلی لیتر)	هم‌تنش	۸/۵ \pm ۴/۳	۹/۲ \pm ۴/۵	۶/۴ \pm ۳/۵
	هم‌جنش	۸/۰ \pm ۳/۹	۸/۸ \pm ۳/۹	۶/۸ \pm ۲/۹
D-dimer (نانوگرم/ میلی لیتر)	هم‌تنش	۲۰۸/۸ \pm ۶۰/۳	۲۳۰/۷ \pm ۹۸/۳	۲۰۸/۲ \pm ۹۰/۹
	هم‌جنش	۱۹۹/۷ \pm ۵۰/۹	۲۲۲/۱ \pm ۳۹/۹	۲۲۴/۶ \pm ۵۷/۸
لاکتات خون (میلی مول بر لیتر)	هم‌تنش	۱/۰۴ \pm ۰/۳	۳/۳ \pm ۱/۲	۱/۴ \pm ۰/۳
	هم‌جنش	۱/۰۲ \pm ۰/۳	۲/۸ \pm ۱/۱	۱/۹ \pm ۱/۰

\$ نشان‌گر تفاوت معنادار داده‌ها در زمان‌های مختلف صرف نظر از نوع انقباض و * نشان‌گر تفاوت داده‌ها بر اساس نوع انقباض می‌باشد.

داده‌های t-PA، در دو جلسه تفاوت معناداری نشان دادند ($F_{2,18}=6.50, P=0.007$) و تغییرات آن در جلسه هم‌تنش در مقایسه با هم‌جنش بیشتر بود. همچنین صرف نظر از نوع انقباض t-PA در پاسخ به فعالیت افزایش و در دوره ریکاوری کاهش معناداری ($F_{2,18}=19.96, P=0.001$) نشان داد (شکل ۱).



شکل ۱- میانگین \pm انحراف معیار داده‌های t-PA در قبل، بعد و یک ساعت ریکاوری

* نشان‌گر تفاوت معنادار داده‌ها در زمان‌های مختلف صرف نظر از نوع انقباض

\$ نشان‌گر تفاوت تغییرات داده‌ها با در نظر گرفتن نوع انقباض

داده‌های PAI-1 ($F_{2,18}=0.30$, $P=0.74$) و D-dimer ($F_{2,18}=0.62$, $P=0.55$) با در نظر گرفتن نوع انقباض هم‌تنش و هم‌جنش تفاوت معناداری نشان ندادند. در صورتی که صرف نظر از نوع انقباض میزان PAI-1 تنها در دوره ریکاوری کاهش معناداری نسبت به قبل از فعالیت نشان داد ($F_{2,18}=8.14$, $P=0.003$) و بلافاصله بعد از فعالیت تغییر معناداری نشان نداد ($P<0.05$). اما بر خلاف آن D-dimer حتی صرف نظر از نوع انقباض تغییر معناداری در بلافاصله بعد از فعالیت و دوره ریکاوری نشان نداد ($F_{2,18}=1.30$, $P=0.30$) (جدول ۲).

بحث و نتیجه‌گیری

شناخت تغییرات سیستم فیبرینولیتیک در پاسخ به اشکال مختلف فعالیت بدنی درک بهتر واکنش‌های قلبی-عروقی، راه‌کارهای بهبود برنامه‌های ورزشی و همچنین پیشگیری از عوارض احتمالی شیوه‌های مختلف از فعالیت بدنی را فراهم می‌نماید. امروزه یکی از تفاوت‌هایی که در انواع تمرینات کمتر مورد توجه است نوع انقباض عضلانی مورد استفاده است. انواع انقباض‌های عضلانی با سرعت و شدت‌های مختلف در قالب پروتکل‌های مختلف انقباض هم طول، هم جنش و هم تنش انجام می‌شوند. پژوهش حاضر برای اولین بار پاسخ‌های حاد سیستم فیبرینولیتیک به انواع انقباض‌های هم‌تنش و هم‌جنش درون‌گرا را با یکسان نمودن حجم تمرین مورد بررسی قرار داد. نتایج پژوهش حاضر تفاوت معنادار داده‌های t-PA را در پاسخ به انواع انقباض عضلانی نشان داد به نحوی که بعد از انقباض هم‌تنش افزایش ۱۳۴ درصدی t-PA و در انقباض هم‌جنش افزایش ۷۵ درصدی مشاهده شد. نتایج پژوهش‌های قبلی در رابطه با پاسخ حاد t-PA به انواع فعالیت استقامتی (۲۸،۱۰-۳۱) و مقاومتی (۸) در شدت‌های مختلف تقریباً تماماً یکسان بوده و افزایش آنرا نشان داده و افزایش t-PA بعد از فعالیت حاد مقاومتی با حجم آن ارتباط مستقیمی نشان داده است (۸). مکانیزم‌های احتمالی افزایش سطوح پلاسمایی t-PA تحریک سیستم عصبی خودمختار و درگیری بخش سمپاتیکی و در نتیجه رهایی کاتکولامین‌ها (اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین) است که موجب تحریک سیستم فیبرینولیتیک و کاهش میزان لخته و در نتیجه بهبود سیالیت خون می‌گردد (۳۲،۳۰). همچنین تغییرات فشار تنش برشی^۱ (استرس تنشی) و فشار شریانی ناشی از فعالیت ورزشی، موجب تحریک سلول‌های اندوتلیال و در نتیجه ترشح بیشتر t-PA می‌شود (۳۳،۳۰). ال‌سید و همکاران (۱۹۹۳) سه عامل تاثیرگذار احتمالی بر افزایش سطوح پلاسمایی t-PA را افزایش میزان سنتز، رهایی و فعالیت آن بیان کرده‌اند (۸). از سویی دیگر بسیاری از پژوهشگران کاهش

1. Sheer stress

جریان خون کبدی را در طی فعالیت ورزشی به‌عنوان عامل افزایش سطوح پلاسمایی t-PA از طریق کاهش میزان پاک‌سازی آن بیان کرده‌اند (۸، ۳۰، ۳۴). پژوهش مشابه کرمی و همکاران (۱۳۹۲) نیز که به بررسی انواع انقباض‌های درون‌گرا و برون‌گرای هم‌جنبش پرداخته، بیشتر افزایش t-PA در پاسخ به انقباض درون‌گرای هم‌جنبش را گزارش نموده‌است (۲۶). نکته‌ی حائز اهمیت پژوهش حاضر تفاوت‌های آشکار در میزان افزایش t-PA ناشی از انقباض هم‌تنش به نسبت انقباض هم‌جنبش است. چون میزان تفاوت در افزایش t-PA در این دو انقباض حدود ۵۹ درصد است، این تفاوت ناشی از مکانیسم‌های بکارگیری عصبی-عضلانی و نیز تحریکات سمپاتیک متفاوت در این دو انقباض است (۱۲)، چرا که مطالعات قبلی نشان داده‌اند نسبت‌های فعالیت به کار عضلات آگونیست و فعالیت سمپاتیکی در طی عمل باز کردن هم‌تنش زانو در مقایسه با انقباض هم‌جنبش بیشتر است (۳۵). از این‌رو افزایش بیشتر t-PA پس از انقباض هم‌تنش ناشی از فعالیت بیشتر سمپاتیکی و متفاوت بودن نحوه‌ی بکارگیری واحدهای حرکتی و نیز فعالیت بیشتر عضله‌ی چهارسر در طی این انقباض است (۱۲، ۱۷). علاوه بر این مقادیر افزایش یافته‌ی لاکتات خون در طی انقباض هم‌تنش بیشتر بود و به دلیل همبستگی مثبتی که بین سطوح t-PA و لاکتات خون در پژوهش‌های قبلی نشان داده شده‌است (۳۰، ۳۶)، تولید لاکتات بیشتر در طی انقباض هم‌تنش می‌تواند توجیه‌کننده‌ی سطوح بالاتر t-PA در پاسخ به این انقباض در مقایسه با انقباض هم‌جنبش باشد. اما در دوره‌ی ریکاوری سطوح t-PA کاهش معناداری (تقریباً ۳۳ درصد) نسبت به بعد از فعالیت در انقباض هم‌تنش نشان داد، در صورتی‌که در انقباض هم‌جنبش با داده‌های بعد از فعالیت تفاوت چندانی نشان نداد. با افزایش t-PA تبدیل پلاسمینوژن به پلاسمین افزایش می‌یابد و پلاسمین باعث تخریب فیبرین (لخته) می‌شود، در نتیجه باعث تولید بیشتر D-dimer و FDP^۱ می‌گردد که باعث بهبود انسداد عروق و متعاقب آن سیالیت بیشتر خون می‌شود و در پژوهش حاضر نیز با توجه به نتایج حاصله، انقباض هم‌تنش بعد از فعالیت موجب تخریب بیشتر فیبرین شد، در دوره‌ی ریکاوری نیز انقباض هم‌تنش نشان داد فعالیت تخریبی بیشتری به دنبال دارد، چرا که سطح آن در مقایسه با انقباض هم‌جنبش بالاتر بود. از این‌رو به نظر می‌رسد در انواع انقباض‌های درون‌گرای هم‌تنش و هم‌جنبش که پاسخ‌های قلبی-عروقی بعد از فعالیت اهمیت بیشتری دارد، انقباض هم‌تنش بتواند نقش مفیدتری در سیالیت خون داشته باشد.

در رابطه با داده‌های PAI-1 و D-dimer نتایج، عدم تغییر معنادار این متغیرها را بعد از فعالیت نشان دادند. اما در دوره‌ی ریکاوری یک ساعته PAI-1 کاهش ۲۶ درصد پس از انقباض هم‌تنش و

1. Fibrin Degradation Product

کاهش ۱۹ درصد پس از انقباض هم‌جنبش نشان داد. در صورتی که D-dimer در ریکاوری نیز تغییر معناداری نشان نداد. پژوهش‌های ال‌سید و همکاران (۱۹۹۳) کاهش سطوح پلاسمایی PAI-1 را بعد از فعالیت حاد مقاومتی گزارش نمودند (۸). وومک و همکاران (۲۰۰۱) میزان سنتز و رهایی PAI-1 از اندوتلیال عروق و افزایش پاک‌سازی آن از کبد را از جمله عوامل کاهش سطوح پلاسمایی این فاکتور بیان کردند (۳۴). ال‌سید و همکاران (۱۹۹۳) کاهش در میزان سطوح پلاسمایی PAI-1 را بعد از فعالیت حاد مقاومتی به ایجاد کمپلکس PAI-1 با t-PA نسبت داده‌اند (۸). هیلبرگ و همکاران (۲۰۰۳) نیز در پژوهشی تأثیر ورزش کوتاه‌مدت بیشینه (دوچرخه‌ارگومتر)، بر روی افراد سالم را مورد بررسی قرار دادند و هیچ‌گونه تغییری را در PAI-1 و D-dimer مشاهده نکردند. آنها نتیجه گرفتند که ورزش کوتاه‌مدت بیشینه منجر به فعال‌سازی فیبرینولیز می‌شود و به‌طور مستقیم به مدت ورزش وابسته است (۳۰)، به‌همین دلیل در پژوهش حاضر به‌دلیل کوتاه‌بودن مدت فعالیت و نیز کمتر بودن عضلات درگیر بلافاصله بعد از فعالیت زمان کافی برای تشکیل کمپلکس t-PA با PAI-1 نبوده‌است و سطح PAI-1 کاهش قابل ملاحظه‌ای نداشت. اما در دوره ریکاوری به نظر می‌رسد زمان کافی وجود داشته و سطح PAI-1 با تشکیل کمپلکس با t-PA کاهش معناداری داشته‌است. اما در کل پاسخ‌های PAI-1 به دو انقباض هم‌تنش و هم‌جنبش متفاوت نبود، که احتمالاً به دلیل تأخیر زمانی در تشکیل کمپلکس با t-PA باشد. از این‌رو پاسخ‌های PAI-1 به نظر می‌رسد بیشتر با مدت زمان و تعداد عضلات درگیر تا نوع انقباض عضلانی ارتباط داشته باشد.

عدم تغییر در سطوح D-dimer در پژوهش حاضر با پژوهش ریبر و همکاران (۲۰۰۷) در تضاد بوده اما با پژوهش کرمی و همکاران (۱۳۹۲) همسو است (۳۷). دلیل قابل توجه نبودن تغییرات D-dimer احتمالاً به دلیل کوتاه‌بودن زمان فعالیت، حجم فعالیت و نیز تعداد اندام‌ها و عضلات درگیر در پژوهش حاضر باشد، همچنین D-dimer که محصول نهایی فرآیند فیبرینولیتیک است، در افراد جوان و سالم کمتر دستخوش تغییر می‌شود و مکانیسم‌های کنترلی احتمالاً مانع افزایش و یا تغییرات قابل توجه D-dimer شده‌است (۳۸،۲۶). در پژوهش‌های آتی اندازه‌گیری کمپلکس PAI-1/t-PA با توجه به نقش آن در کنترل افزایش PAI-1 و مکانیسم‌های کنترل هموستاز توصیه می‌شود.

در کل نتایج پژوهش حاضر برای اولین‌بار با یکسان گرفتن حجم کار انجام‌شده انقباض‌های درون‌گرای هم‌تنش و هم‌جنبش نشان داد که پاسخ آنتی‌ژن t-PA و لاکتات خون بعد از فعالیت و دوره ریکاوری یک ساعته پس از آن به نوع انقباض عضلانی بستگی دارد. همچنین t-PA بلافاصله بعد از انقباض هم‌تنش افزایش بیشتری را نشان داد و در دوره ریکاوری نیز علی‌رغم کاهش معنادار t-PA به نسبت بعد از فعالیت باز هم انقباض هم‌تنش به نسبت هم‌جنبش سطوح t-PA بالاتری

نشان داد. در صورتی که PAI-1 و D-dimer با در نظر گرفتن نوع انقباض تفاوت معناداری نشان نداند.

پیام مقاله: بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر پیام پژوهش حاضر این نکته می‌باشد که علاوه بر فاکتورهایی نظیر مدت، شدت، حجم و نوع فعالیت ورزشی، نوع انقباض عضلانی (هم‌تنش یا هم‌جنبش) می‌تواند با الگوهای متفاوت بکارگیری عصبی-عضلانی و نحوه بکارگیری واحدهای حرکتی موجب پاسخ‌های متفاوت t-PA و لاکتات خون گردد. از این رو پیشنهاد می‌شود در انجام انقباض‌های هم‌جنبش به نسبت انقباض‌های هم‌تنش احتیاط شود.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌های گرامی که در اجرای این پژوهش ما را یاری نمودند بسیار سپاسگزاریم. برای اجرای این پژوهش هیچ کمک مالی دریافت نشده است.

منابع

- ۱) خدمتگذار احسان، احمدی زاد سجاد، سلیمی آوانسر علیرضا. تاثیر تعاملی تمرین استقامتی و روزه‌داری بر غلظت پلاسمایی فاکتورهای فیبرینولیتیک در مردان. فیزیولوژی ورزشی. ۱۳۹۳؛ ۶(۲۱): ۳۰-۱۵.
- 2) Lee KW, Lip GY. Effects of lifestyle on hemostasis, fibrinolysis, and platelet reactivity: a systematic review. Arch Intern Med. 2003 Oct 27;163(19):2368-92.
- 3) Smith JE. Effects of strenuous exercise on haemostasis. Br J Sports Med. 2003;37(5):433-5.
- 4) Sae Young J, Mercedes R, Eui Soo A, Kevin S, Yoon-Ho C, Moon-Kyu L, et al. Association between heart rate recovery after exercise testing and plasminogen activator inhibitor 1, tissue plasminogen activator, and fibrinogen in apparently healthy men. Atherosclerosis. 2008;197:415-9.
- 5) El-Sayed MS, El-Sayed Ali Z, Ahmadizad S. Exercise and training effects on blood haemostasis in health and disease: an update. Sports Med. 2004;34(3):181-200.
- 6) Van den Burg PJ, Hospers JE, van Vliet M, Mosterd WL, Bouma BN, Huisveld IA. Effect of endurance training and seasonal fluctuation on coagulation and fibrinolysis in young sedentary men. J Appl Physiol. 1997 Feb;82(2):613-20.
- 7) El-Sayed MS. Effects of exercise on blood coagulation, fibrinolysis and platelet aggregation. Sports Med. 1996 Nov;22(5):282-98.
- 8) El-Sayed MS. Fibrinolytic and hemostatic parameter response after resistance exercise. Med Sci Sports Exerc. 1993 May;25(5):597-602.
- 9) El-Sayed MS, Jones PG, Sale C. Exercise induces a change in plasma fibrinogen concentration: fact or fiction? Thromb Res. 1999 Dec 15;96(6):467-72.

- 10) Baynard T, Jacobs HM, Kessler CM, Kanaley JA, Fernhall B. Fibrinolytic markers and vasodilatory capacity following acute exercise among men of differing training status. *Eur J Appl Physiol*. 2007 Nov;101(5):595-602.
 - 11) Womack CJ, Nagelkirk PR, Coughlin AM. Exercise-induced changes in coagulation and fibrinolysis in healthy populations and patients with cardiovascular disease. *Sports Med*. 2003;33(11):795-807.
 - 12) Remaud A, Cornu C, Guevel A. Neuromuscular adaptations to 8-week strength training: isotonic versus isokinetic mode. *Eur J Appl Physiol*. 2010 Jan;108(1):59-69.
 - 13) Kovaleski JE, Heitman RH, Trundle TL, Gilley WF. Isotonic preload versus isokinetic knee extension resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 1995 Jun;27(6):895-9.
 - 14) Barroso R, Roschel H, Ugrinowitsch C, Araujo R, Nosaka K, Tricoli V. Effect of eccentric contraction velocity on muscle damage in repeated bouts of elbow flexor exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010 Aug;35(4):534-40.
 - 15) Guilhem G, Cornu C, Guevel A. Neuromuscular and muscle-tendon system adaptations to isotonic and isokinetic eccentric exercise. *Ann Phys Rehabil Med*. 2010 Jun;53(5):319-41.
 - 16) Chen YW, Hubal MJ, Hoffman EP, Thompson PD, Clarkson PM. Molecular responses of human muscle to eccentric exercise. *J Appl Physiol*. 2003 Dec;95(6):2485-94.
 - 17) Remaud A, Cornu C, Guevel A. Agonist muscle activity and antagonist muscle co-activity levels during standardized isotonic and isokinetic knee extensions. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009 Jun;19(3):449-58.
 - 18) Timon R, Olcina G, Tomas-Carus P, Munoz D, Toribio F, Raimundo A, et al. Urinary steroid profile after the completion of concentric and eccentric trials with the same total workload. *J Physiol Biochem*. 2009 Jun;65(2):105-12.
 - 19) Durand RJ, Castracane VD, Hollander DB, Tryniecki JL, Bamman MM, O'Neal S, et al. Hormonal responses from concentric and eccentric muscle contractions. *Med Sci Sports Exerc*. 2003 Jun;35(6):937-43.
- ۲۰) صدقی بهنام، کهریزی صدیقه، ذاکری حمید رضا، امیدفر کبری، رحمانی مظاهر. بررسی پاسخ‌های حاد نسبت به فعالیت‌های انقباضی کانسنتریک، اکسنتریک و کانسنتریک-اکسنتریک در مردان جوان سالم. فیزیولوژی و فارماکولوژی. ۱۳۸۸؛ ۱۳ (۲): ۲۱۶-۲۸.
- 21) Iellamo F, Legramante JM, Raimondi G, Castrucci F, Damiani C, Foti C, et al. Effects of isokinetic, isotonic and isometric submaximal exercise on heart rate and blood pressure. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1997;75(2):89-96.
 - 22) Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Cardiovascular responses induced during high-intensity eccentric and concentric isokinetic muscle contraction in healthy young adults. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2006 Jan;26(1):39-44.
- ۲۳) اکبری نیا آتوسا، احمدی‌زاد سجاد، ابراهیم خسرو، باسامی مینو، شمشکی افسانه، کرمی رعنا. تاثیر انواع مختلف انقباض عضلانی آیزو کینتیک بر عوامل همودینامیک در مردان. توانبخشی نوین. ۱۳۹۲؛ ۷ (۲): ۶۱-۹.

- 24) Overend TJ, Versteegh TH, Thompson E, Birmingham TB, Vandervoort AA. Cardiovascular stress associated with concentric and eccentric isokinetic exercise in young and older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000 Apr;55(4): 177-82.
- 25) Huggett DL, Elliott ID, Overend TJ, Vandervoort AA. Comparison of heart-rate and blood-pressure increases during isokinetic eccentric versus isometric exercise in older adults. *J Aging Phys Act*. 2004 Apr;12(2):157-69.
- ۲۶) کرمی رعنا، شمشکی افسانه، احمدی زاد سجاد، باسامی مینو، اکبری نیا آتوسا. مقایسه پاسخ‌های سیستم فیبرینولیتیک به انواع انقباض عضلانی آیزوکینتیک در مردان. المپیک. ۱۳۹۲؛ ۲۱ (۳): ۸۷-۹۸.
- 27) Remaud A, Cornu C, Guevel A. A methodologic approach for the comparison between dynamic contractions: influences on the neuromuscular system. *J Athl Train*. 2005 Oct-Dec;40(4):281-7.
- 28) Menzel K, Hilberg T. Coagulation and fibrinolysis are in balance after moderate exercise in middle-aged participants. *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*. 2009;15(3):348-55.
- 29) Menzel K, Hilberg T. Blood coagulation and fibrinolysis in healthy, untrained subjects: effects of different exercise intensities controlled by individual anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol*. 2011 Feb;111(2):253-60.
- 30) Hilberg T, Prasa D, Sturzebecher J, Glaser D, Schneider K, Gabriel HH. Blood coagulation and fibrinolysis after extreme short-term exercise. *Thromb Res*. 2003 Mar 15;109(5-6):271-7.
- 31) Ribeiro J, Almeida-Dias A, Ascensao A, Magalhães J, Oliveira A, Carlson J, et al. Hemostatic response to acute physical exercise in healthy adolescents. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2007;10(3):164-9.
- 32) Jae S, Carnethon M, Ahn E, Heffernan K, Choi Y, Lee M, et al. Association between heart rate recovery after exercise testing and plasminogen activator inhibitor 1, tissue plasminogen activator, and fibrinogen in apparently healthy men. *Atherosclerosis*. 2008;197(1):415-9.
- 33) Mustonen P, Lepantalo M, Lassila R. Physical exertion induces thrombin formation and fibrin degradation in patients with peripheral atherosclerosis. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*. 1998;18(2):244-9.
- 34) Womack CJ, Ivey FM, Gardner AW, Macko RF. Fibrinolytic response to acute exercise in patients with peripheral arterial disease. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 Feb;33(2):214-9.
- 35) Purkayastha S, Cramer JT, Trowbridge CA, Fincher AL, Marek SM. Surface electromyographic amplitude-to-work ratios during isokinetic and isotonic muscle actions. *Journal of athletic training*. 2006;41(3):314-20.
- 36) Fernhall B, Szymanski L, Gorman P, Milani J, Paup D, Kessler C. Fibrinolytic activity is not dependent upon exercise mode in post-myocardial infarction patients. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1998;78(3):247-52.
- 37) Ribeiro J, Almeida-Dias A, Oliveira AR, Mota J, Appell HJ, Duarte JA. Exhaustive exercise with high eccentric components induces prothrombotic and hypofibrinolytic responses in boys. *Int J Sports Med*. 2007 Mar;28(3):193-6.

38) McDermott MM, Ferrucci L, Liu K, Criqui MH, Greenland P, Green D, et al. D-dimer and inflammatory markers as predictors of functional decline in men and women with and without peripheral arterial disease. J Am Geriatr Soc. 2005 Oct;53(10): 1688-96.

ارجاع دهی به روش ونکوور

طهماسبی وریا، احمدی زاد سجاد، هوانلو فریبرز، جمشیدی علی اشرف. پاسخ عوامل فیبرینولیتیک به انقباض‌های درون‌گرای هم‌تنش و هم‌جنش در مردان سالم. فیزیولوژی ورزشی. تابستان ۱۳۹۴؛ ۷(۲۶): ۶۶-۵۱.

Acute responses of fibrin lytic factors to isotonic and isokinetic concentric contractions in healthy men

W. Tahmasebi¹, S. Ahmadizad², F. Hovanloo², A. A. Jamshidi³

1. Assistant Professor at Razi University of Kermanshah*
2. Associate Professor at Shahid Beheshti University
3. Assistant Professor at Iran Medical Science University

Received date: 2014/05/12

Accepted date: 2014/10/06

Abstract

Present study was designed to investigate the effects of different isotonic and isokinetic concentric contractions and 1h recovery (1h-rec) period on fibrin lytic factors. Ten healthy male subjects (26.9 ± 1.7 years) completed two isotonic and isokinetic exercise protocols at an intensity corresponding to 40% of maximal voluntary isometric torque at 70 (MVIT70) on quadriceps using Biodex Systems which was followed by 1h-rec. Venous blood samples (6 ml) were obtained before, immediately after exercise and at the end of recovery and were analyzed for tissue plasminogen activator (t-PA), plasminogen activator inhibitor-1 (PAI-1), D-dimer and lactate concentration. All data were analyzed using repeated measures of ANOVA (2×3). Although both exercise trials irrespective of contraction type were followed by significant increases in t-PA and lactate ($P < 0.05$), these increases were transient and returned to pre-exercise level at the end of 1h recovery. In addition, concentric isotonic contraction resulted in increases in both t-PA and lactate concentration compared to isokinetic contraction ($P < 0.05$). Irrespective of contraction type, PAI-1 showed no significant changes after exercise but decreased significantly after 1h recovery ($P < 0.05$). Not only, there was no significant differences between two type of contractions for PAI-1 ($P > 0.05$), D-dimer, but also, responses of these variables to acute exercise and 1h recovery was not statistically significant ($P > 0.05$). Based on the findings of the present study, isotonic muscular contraction leads to more increases of t-PA and blood lactate levels in comparison to isokinetic knee extension exercise, and that changes in PAI-1 and D-dimer are not related to muscle contraction type.

Keywords: Tissue plasminogen activator (t-PA), Plasminogen activator inhibitor-1 (PAI-1), D-dimer, Resistance exercise, Thrombosis

* Corresponding author

E-mail: worrya2626@gmail.com