

-
:
/ / :
/ / :

چکیده

در ورزش دست در مقایسه با ورزش پا در پاسخ به نوع و شدت تمرینات، تفاوت‌های فیزیولوژیک وجود دارد. هدف از تحقیق حاضر، بررسی و مقایسه پاسخ‌های لاکتات خون، ضربان قلب، فشار خون و همچنین بررسی ارتباط این شاخص‌ها با زمان خستگی در ورزش فزاینده دست و ورزش فزاینده پا بود. به این منظور ۸ کاراته‌کار جوان با میانگین سنی $18/9 \pm 2/2$ سال در تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌های تحقیق، دو آزمون ورزشی فزاینده را روی دوچرخه کارسنج دستی و دوچرخه کارسنج پایی پیشرفته مونارک (مدل ۸۳۸E)، با فاصله استراحت یک هفته‌ای اجرا کردند. شاخص‌های قلبی و عروقی (ضربان قلب بیشینه و فشار خون) و زمان خستگی بی‌درنگ پس از پایان هر آزمون اندازه‌گیری و ثبت شد. همچنین نمونه‌های خونی پس از پایان آزمون‌های ورزشی دست و پا جمع‌آوری و غلظت‌های لاکتات خون (میلی‌گرم ادسی لیتر) با استفاده از روش آنزیمی Enzymatic lactate reagent اندازه‌گیری شد. یافته‌های تحقیق اختلاف معنی‌داری در مقادیر لاکتات خون و فشار خون، بین آزمون‌های ورزشی دست و پا نشان نداد (به ترتیب $p = 0/22$ و $p = 0/15$)، اما حداکثر ضربان قلب به‌طور معنی‌داری در آزمون پا بیش‌تر از آزمون دست بود ($p = 0/02$). همچنین ارتباط بین مقادیر لاکتات خون، بیشینه ضربان قلب، فشار خون سیستول با زمان خستگی برای آزمون دست به ترتیب $r = 0/88$ ، $r = 0/68$ ، $r = 0/76$ و برای آزمون پا $r = 0/71$ ، $r = 0/57$ ، $r = 0/49$ به‌دست آمد. در مجموع، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین ورزش فزاینده دست و ورزش فزاینده پا، اختلاف معنی‌داری در مقادیر لاکتات خون و فشار خون سیستول وجود ندارد اما مقادیر بیشینه ضربان قلب بین این دو به‌طور معنی‌داری متفاوت است. بنابراین در تدوین برنامه‌های ورزشی با ارزیابی عملکرد ورزشکاران بر مبنای ضربان قلب باید این معیار به‌طور جداگانه برای ورزش‌های دستی و پایی در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی

ورزش‌های دستی، ورزش‌های پایی، زمان خستگی، کاراته، لاکتات.

مقدمه

ثابت شده است که در فعالیت‌های بیشینه و زیربیشینه، در ورزش اندام بالاتنه و ورزش پایین‌تنه، اختلافات فیزیولوژیکی وجود دارد (۱، ۱۷، ۳۶). ضربان قلب، فشار خون سیستول و دیاستول، حداکثر اکسیژن مصرفی و غلظت لاکتات خون در برون‌ده توان برابر، در ورزش دست و ورزش پا متفاوت‌اند، به‌طوری که دستگاه قلب و عروق، در ورزش دست بیش‌تر تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۳، ۱۰، ۱۸، ۳۶). در ورزش پا در مقایسه با ورزش دست، توده عضلات فعال بزرگ‌تر و بیش‌تری درگیرند و همین مسئله ممکن است دلیل اختلافات فیزیولوژیکی در پاسخ به ورزش دست و ورزش باشد. همچنین اختلاف بین پاسخ‌های قلبی و عروقی و متابولیکی بین ورزش دست و ورزش پا در شدت‌های یکسان، به عوامل دیگری بستگی دارد. کارایی مکانیکی (برای مثال نسبت بین برون‌ده کار خارجی و هزینه کالریک یا VO_{2max})، در ورزش دست کم‌تر از ورزش پاست (۷). این مسئله نیز ممکن است به علت درگیری گروه‌های عضلانی کوچک‌تر و انجام فعالیت استاتیک طی فعالیت با دست باشد که موجب افزایش اکسیژن مصرفی شود اما برون‌ده کار خارجی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد (۷). همچنین در ورزش دست، فشار درون سینه‌ای بر اثر پدیده مانور والسالوا، افزایش می‌یابد و ممکن است به افزایش پس‌بار قلب و فشار خون سیستول بینجامد (۱). با وجود این، نقش توده عضلانی در پاسخ‌های قلبی و عروقی و متابولیکی به ورزش اندام بالاتنه و ورزش اندام پایین‌تنه، به‌خوبی مشخص نشده است. چنان‌که سیلز و همکاران^۱ (۱۹۹۳) و ایواموتو و بوترمین^۲ (۱۹۸۵) به ارتباط بین ضربان قلب و توده عضلانی اشاره کرده‌اند (۱۳، ۳۴).

گالوز و همکاران (۲۰۰۰) نیز توده عضلانی فعال را مهم‌ترین عامل اثرگذار روی ضربان قلب طی انجام فعالیت ورزشی عنوان کرده‌اند (۱۰)، در حالی که ولوسو و همکاران^۳ (۲۰۰۷) و ماتسوکاوا و همکاران^۴ (۱۹۹۰)، عدم ارتباط ضربان قلب با توده عضلانی فعال را گزارش کرده‌اند (۲۸، ۳۸). تحقیقات ویلیامز^۵ (۱۹۹۱) نیز نشان داد که طی انقباض‌های مداوم خستگی‌زا در عضلات ساعد و چهارسر ران، توده عضلانی در میزان پاسخ‌های قلبی

-
- 1 - Seals et al
 - 2 - Iwamoto and Boterman
 - 3 - Veloso et al
 - 4 - Matsukawa et al
 - 5 - Williams et al

و عروقی تأثیری ندارد (۳۹). مک دوگال و همکاران^۱ (۱۹۹۲) نیز که تأثیر قدرت، اندازه عضله و خستگی را بر افزایش فشار خون طی یک دوره ورزش مقاومتی با فشار نسبی یکسان بررسی کردند به این نتیجه رسیدند که توده عضلانی در میزان پاسخ فشار خون تأثیری ندارد (۲۶). شاید این عدم تأثیر به شدت کار یا دستور مرکزی CNS وابسته باشد. برخی مطالعات نیز عدم اختلاف معنی‌دار پاسخ‌های فیزیولوژیک را بین دو ورزش بیشینه دست و ورزش پا گزارش کرده‌اند (۱، ۲، ۳۰). خستگی در فعالیت‌های شدید به صورت کاهش عملکرد انقباضی در عضلات اسکلتی تعریف می‌شود (۳۵). تغییر در پاسخ‌های متابولیکی و قلبی و عروقی، از مهم‌ترین عوامل اثرگذار در ایجاد خستگی است. تغییرات متابولیکی شامل تجمع لاکتات در گروه‌های عضلانی فعال به عنوان عامل محدودکننده در فعالیت‌های ورزشی بیشینه و وقوع خستگی محسوب می‌شود. در ورزش‌های شدید، غلظت یون هیدروژن و لاکتات در عضلات و خون افزایش می‌یابد و با کاهش pH و اسیدی شدن محیط درون عضلانی، به خستگی عضلانی منجر می‌شود (۳۵). زمان خستگی، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تعیین‌کننده خستگی است، اما با وجود بررسی‌های انجام‌شده در مورد ارتباط پاسخ‌های قلبی و عروقی و متابولیکی با ایجاد خستگی در حین فعالیت‌های ورزشی، اطلاعات زیادی از وجود ارتباط پاسخ‌های قلبی و عروقی و متابولیکی با زمان خستگی طی ورزش به‌ویژه ورزش فزاینده دست و ورزش فزاینده پا در دسترس نیست و متأسفانه تحقیقی در این مورد گزارش نشده است. در حالی که شناخت ارتباط این عوامل با یکدیگر و تعدیل مثبت آنها هنگام فعالیت، شاید موجب کاهش خطرهای قلبی - عروقی ناشی از افزایش ناگهانی فشار خون و ضربان قلب طی فعالیت‌های شدید شود. با وجود این، نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که خستگی عضلانی ناشی از فعالیت شدید در اثر افزایش مقدار متابولیت‌ها (لاکتات، فسفات غیرآلی و مانند آن)، موجب تحریک گیرنده‌های متابولیکی موجود در عضله و در نتیجه تحریک سیستم عصبی سمپاتیک می‌شود، از این‌رو پاسخ‌های قلبی - عروقی از جمله ضربان قلب و فشار خون را در پی دارد که ممکن است بر حسب نوع خستگی و درجه آن متفاوت باشد (۸، ۲۱). در تأیید این مطلب، ویلیامز (۱۹۹۱) به افزایش پیش‌رونده ضربان قلب و فشار خون همراه با افزایش خستگی طی انقباضات خستگی‌زا اشاره کرده است (۳۹). در تحقیق حاضر، ورزش کاراته یکی از فعالیت‌های ورزشی متناوب^۲ (دارای دوره فعالیت و دوره استراحت) با شدت بالاست که عضلات هر دو اندام دست و پا در انجام آن درگیرند. ثابت

1 - Mac dougal et al

2 - Intermittent

شده که دوره‌های کوتاه‌مدت شدید در این ورزش اغلب بر تأمین انرژی از دستگاه‌های بی‌هوازی و تا حدودی نیز دستگاه هوازی تکیه دارد. بنابراین به‌نظر می‌رسد شدت زیاد این ورزش و درگیری عضلات بزرگ‌تر و کوچک‌تر بدن (عضلات دست و عضلات پا) در ورزش کاراته، این ورزش را از دیگر ورزش‌ها متمایز می‌کند. بنابراین احتمال فشار بیش‌تر بر دستگاه قلب و عروق وجود دارد و پاسخ‌های متابولیکی شدید، همراه با ایجاد خستگی زودرس طی انجام این ورزش به وجود می‌آید. از سوی دیگر، بررسی ویژگی‌های فیزیولوژیکی یک ورزش خاص برای طراحی تمرینات و برنامه‌های ورزشی آنها ضروری است. بنابراین برای تهیه و تدوین برنامه‌های تمرینی ویژه، تنها تعیین شدت تمرین کافی نیست بلکه برآورد نیازهای متابولیکی، ضربان قلب و لاکتات خون نیز شاخص‌های کلیدی به‌شمار می‌روند (۳۱). از این‌رو از آنجا که پاسخ‌های متابولیکی و قلب و عروقی طی ورزش اندام بالاتنه و ورزش پایین‌تنه متفاوت است و با در نظر گرفتن اینکه کاراته جزو ورزش‌هایی است که عضلات هر دو اندام دست و پا در آن درگیرند، محققان پژوهش حاضر معتقدند که احتمالاً بررسی پاسخ‌های قلبی و عروقی و متابولیکی در این رشته ورزشی، اطلاعات بالارزشی را در زمینه تدوین برنامه‌های تمرینی و ارزیابی عملکرد ورزشکاران کاراته در دسترس متخصصان علوم ورزشی و علم تمرین، مربیان و ورزشکاران این رشته ورزشی قرار می‌دهد. بنابراین مقایسه پاسخ‌های قلبی و عروقی (فشار خون و ضربان قلب) و متابولیکی (لاکتات خون) در ورزش فزاینده دست و ورزش فزاینده پا و بررسی ارتباط ضربان قلب، فشار خون و لاکتات خون با زمان خستگی در ورزش فزاینده دست و ورزش فزاینده پا اهداف پژوهش حاضر است.

روش تحقیق

الف) آزمودنی‌ها

در این تحقیق ۸ کاراته‌کار حرفه‌ای جوان و داوطلب شرکت کردند. کاراته‌کارهای جوان سابقه و تجربه کافی شرکت در مسابقات ملی و جهانی و تمرینات منظم داشتند. به‌منظور اطلاع از وضعیت تندرستی و فعالیت بدنی آزمودنی‌ها، پرسشنامه ویژه‌ای براساس تجربه محققان تنظیم شد. روایی این پرسشنامه با روش‌های آزمون - آزمون مجدد و تأیید مراجع علمی ذی‌صلاح و مقایسه آماری با پرسشنامه‌های موجود به‌دست آمد ($P < 0/02$) و

۰/۸۱ = τ). سپس آزمودنی‌های تحقیق با توجه به تکمیل فرم رضایتنامه و آگاهی از هدف‌های پژوهش، در مراحل مختلف تحقیق شرکت کردند. متغیرهای تحت کنترل نیز در مراحل گوناگون تحقیق اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

ب) آزمون‌های ورزشی

۱. آزمون پا: این آزمون که توسط آستراند^۱ (۳) طراحی شده است، بر روی دوچرخه کارسنج الکتریکی با قابلیت کنترل ضربان قلب و حداکثر اکسیژن مصرفی (Monark E838) انجام گرفت. قبل از اجرای آزمون، دوچرخه کارسنج براساس سن، قد و وزن هر آزمودنی تنظیم شد. ابتدا آزمودنی‌ها به مدت ۲ دقیقه و با شدت صفر وات و ۵۰ دور در دقیقه بر روی دوچرخه کارسنج به گرم کردن پرداختند. فشار کار اولیه حدود ۵۰ وات در نظر گرفته شد و هر دو دقیقه یک بار ۲۵ وات به بار کار افزوده شد. تعداد دورها در طول آزمون ثابت (۵۰ دور / دقیقه) بود. آزمون زمانی به پایان می‌رسید که آزمودنی قادر به حفظ ۵۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ ثانیه نبود. بلافاصله بعد از پایان آزمون، ضربان قلب بیشینه ورزشی و فشار خون آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین زمان اتمام آزمون، به‌عنوان زمان خستگی برای هر آزمودنی ثبت شد.

۲. آزمون دست: برای اجرای آزمون ورزشی دست، از آزمون ورزشی توصیف شده توسط ساوکا و همکاران^۲ (۳۲) و دوچرخه کارسنج تعدیل‌یافته برای دست استفاده شد. ابتدا آزمودنی‌ها همانند آزمون ورزشی پا به مدت ۲ دقیقه با شدت صفر وات و ۵۰ دور در دقیقه به گرم کردن پرداختند. شدت کار اولیه ۲۵ وات در نظر گرفته شد. سپس هر دو دقیقه ۲۵ وات به بار کار افزوده شد. تعداد دورها در تمام طول آزمون ثابت بود. آزمون زمانی به پایان می‌رسید که آزمودنی‌ها قادر به حفظ ۵۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ ثانیه نبودند. در طول اجرای هر دو آزمون، آزمودنی‌ها به‌طور مرتب تشویق می‌شدند تا فعالیت را تا رسیدن به سرحد خستگی ادامه دهند. بلافاصله پس از قطع آزمون ورزشی، ضربان قلب بیشینه ورزشی و فشار خون آزمودنی‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد. زمان قطع فعالیت نیز به عنوان زمان خستگی آزمودنی‌ها ثبت شد.

1 - Astrand et al

2 - Sawaka et al

ج) اندازه‌گیری نمونه‌های خونی

اندازه‌گیری نمونه‌های خونی شامل لاکتات خون در ۳ مرحله از روند تحقیق و براساس روش زیر انجام گرفت. در وضعیت پایه، بلافاصله (در مدت ۳۰ ثانیه) (۲۹) پس از پایان آزمون ورزشی دست و آزمون ورزشی پا خونگیری به عمل آمد. مدت زمان ۳۰ ثانیه، به‌علت تأخیر در انتقال لاکتات از عضلات فعال به داخل سیستم گردش خون است که در تحقیقات قبلی به خوبی ثابت شده است (۱۱، ۱۸). سپس طی مراحل خاصی غلظت‌های لاکتات خون با استفاده از روش آنزیمی Enzymatic lactate reagent گزارش شد.

د) تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق

قبل از تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده، همگن بودن داده‌ها با استفاده از روش آماری کلموگرف - اسمیرنوف بررسی (جدول ۲) و با توجه به همگن بودن داده‌ها، برای تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده، از آزمون پارامتریک t، در گروه‌های همبسته و مستقل استفاده شد. به‌علاوه چون تعداد آزمودنی‌ها کم‌تر از ۱۰ نفر بود برای تعیین ارتباط بین ضربان قلب، لاکتات خون و فشار خون با زمان خستگی در هر دو آزمون دست و آزمون پا، از آزمون آماری کندال استفاده شد. کلیه کارهای آماری مربوط به این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS13 انجام شد. سطح معنی‌داری $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

جدول ۱ - متغیرهای تحت کنترل کاراته‌کاهای جوان در شرایط پایه

شاخص های بدنی	میانگین \pm انحراف معیار	بیشترین مقدار	کم ترین مقدار
قد (سانتیمتر)	$173/57 \pm 4/11$	۱۸۰	۱۶۸
وزن (کیلوگرم)	$67/36 \pm 6/53$	۷۶	۵۸/۵
سن (سال)	$18/86 \pm 2/19$	۲۲	۱۷
درصد چربی	$10/9 \pm 1/6$	۱۳/۴	۸/۵
شاخص توده بدنی (کیلوگرم / مترمربع)	$21/9 \pm 2/04$	۲۵	۱۹/۵

یافته‌های تحقیق

۱. پاسخ لاکتات خون، ضربان قلب و فشار خون به ورزش دست و پا

نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه مقادیر لاکتات، ضربان قلب و فشار خون سیستول بین ورزش دست و ورزش پا، نشان داد که در مقادیر لاکتات و فشار خون بین آزمون دست و پا اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (به ترتیب $p = 0/30$, $p = 0/12$) اما مقادیر بیشینه ضربان قلب به‌طور معناداری در آزمون پا بیش‌تر از آزمون دست بود ($P = 0/001$) (جدول ۳).

جدول ۲ - نتایج آزمون کلموگرف - اسمیرنوف برای تعیین همگن بودن داده‌ها

متغیرها	سطح معنی‌داری
لاکتات (mg/dl)	$P < 0/99$
ضربان قلب (ضربه / دقیقه)	$P < 0/70$
فشار خون سیستول (mmHg)	$P < 0/14$

* همبستگی در سطح $P < 0/05$ معنی‌دار است (دوطرفه)

جدول ۳ - مقایسه پاسخ‌های لاکتات خون، فشار خون سیستول و ضربان قلب در ورزش دست و ورزش پا

متغیرها	استراحت	بلافاصله پس از پایان آزمون پا	بلافاصله پس از پایان آزمون دست	سطح معنی‌داری
لاکتات (mg/dl)	$13/82 \pm 3/75$	$64/74 \pm 15/80$	$74/44 \pm 18/10$	$P < 0/30$
ضربان قلب (ضربه / دقیقه)	$60/43 \pm 6/71$	$186/3 \pm 12/37$	$129/30 \pm 13/44$	$P < 0/01^*$
فشار خون سیستول (mmHg)	$11/3 \pm 0/49$	$15/36 \pm 0/75$	$14/59 \pm 1/00$	$P < 0/12$

* همبستگی در سطح $0/05$ معنی‌دار است (دوطرفه)

۲. ارتباط بین مقادیر لاکتات خون، ضربان قلب بیشینه ورزشی و فشار خون سیستول با زمان خستگی در آزمون پا و دست

نتایج جدول‌های ۴ و ۵ نشان می‌دهد که بین مقادیر لاکتات خون و زمان خستگی در آزمون‌های دست و پا رابطه معنی‌داری وجود دارد (به ترتیب $r = 0/87$ و $r = 0/71$). رابطه بین ضربان قلب و زمان خستگی در آزمون پا در حد متوسط ($r = 0/58$) و در آزمون دست بیش‌تر ($r = 0/68$) بود. همچنین رابطه بین فشار خون سیستول و زمان خستگی در آزمون پا تقریباً ضعیف بود ($r = 0/48$)، ولی در آزمون دست رابطه قوی ($r = 0/75$) و مثبتی به‌دست آمد.

جدول ۴ - رابطه بین شاخص‌های قلبی - عروقی و متابولیکی با زمان خستگی در آزمون پا

متغیرها	سطح همبستگی
لاکتات _ زمان خستگی	$r = 0/71$
ضربان قلب _ زمان خستگی	$r = 0/58$
فشار خون سیستول - زمان خستگی	$r = 0/48$

جدول ۵ - رابطه بین شاخص‌های قلبی - عروقی و متابولیکی با زمان خستگی در آزمون دست

متغیرها	سطح همبستگی
لاکتات _ زمان خستگی	$r = 0/87$
ضربان قلب _ زمان خستگی	$r = 0/68$
فشار خون سیستول - زمان خستگی	$r = 0/75$

بحث و نتیجه گیری

در تحقیق حاضر پاسخ‌های قلبی و عروقی و متابولیکی و همچنین ارتباط این پاسخ‌ها با زمان خستگی در ورزش دست و ورزش پا بررسی شد. در بیش‌تر پژوهش‌های قبل برای ارزیابی پاسخ‌های فیزیولوژیک اندام بالاتنه، از دوچرخه کارسنج دستی استفاده شده است که این وسیله برآورد دقیقی از برون‌ده توان ارائه می‌دهد. اما در برخی تحقیقات بالینی و آزمایشگاهی، دوچرخه کارسنج پایی تعدیل‌شده نیز برای برآورد شاخص‌های فیزیولوژیک مورد استفاده قرار گرفته و برآورد دقیقی از این شاخص‌ها ارائه کرده است (۲۵). در تحقیق حاضر برای بررسی پاسخ‌های قلبی و عروقی و متابولیکی اندام بالاتنه از دوچرخه کارسنج تعدیل‌یافته برای دست و برای ارزیابی پاسخ‌های اندام پایین تنه از دوچرخه کارسنج پایی استفاده شد. تغییرات لاکتات خون به‌عنوان پاسخ‌های متابولیکی و تغییرات ضربان قلب ورزشی بیشینه و فشار خون سیستول به‌عنوان پاسخ‌های قلبی و عروقی آزمودنی‌های تحقیق حاضر در نظر گرفته شدند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین آزمون دست و آزمون پا در مقادیر لاکتات خون اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. نتایج تحقیق حاضر، یافته‌های چودالا و همکاران^۱ (۲۰۰۶) را تأیید کرد. این محققان با مقایسه مستقیم ورزش‌های طولانی‌مدت دست و پا، دوره زمانی مشابهی را برای آزادسازی لاکتات خون گزارش و خاطرنشان کردند که آزادسازی لاکتات خون در شدت‌های ورزشی مشخص در عضلات دست و پا قابل مقایسه است (۶). هافمن و همکاران (۱۹۹۶) نیز عدم اختلاف معنی‌دار مقادیر لاکتات خون را بین ورزش پا و ورزش ترکیبی دست و پا در افراد سالم گزارش کردند (۱۲). با وجود این، نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های تحقیقاتی که مقادیر لاکتات خون بیش‌تری را برای ورزش دست در مقایسه با ورزش پا در شدت کار، به نسبت یکسان گزارش کرده‌اند، همخوانی ندارد (۴، ۹، ۲۳، ۲۵، ۳۷). به‌نظر می‌رسد عدم همخوانی یافته‌های تحقیق حاضر با تحقیقات انجام‌گرفته، به شدت کار مرتبط باشد. در تحقیق حاضر، پاسخ‌های بیشینه لاکتات خون به دو نوع آزمون ورزشی با شدت‌های متفاوت بررسی شد در حالی که در بیش‌تر تحقیقات قبلی، تغییرات لاکتات خون در شدت کار به نسبت یکسان، برای هر دو ورزش مقایسه شده است. متز و همکاران^۲ (۱۹۹۴) مقادیر لاکتات خون بیش‌تری برای گروه‌های عضلانی بزرگ‌تر نسبت به گروه‌های عضلانی

1 - Chudulla et al

2 - Mats Jensen et al

کوچکتر گزارش کردند. به عقیده این محققان، درگیری توده عضلانی بزرگتر و بیشتر موجب تولید لاکتات خون بیشتری در این عضلات می‌شود (۱۶). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مقادیر بیشینه ضربان قلب در پایان آزمون پا به‌طور معناداری بیشتر از آزمون دست بود. این نتایج با یافته‌های فاردی و همکاران^۱ (۱۹۷۷) و گالوز و همکاران^۲ (۲۰۰۰) همخوانی داشت. فاردی و همکاران (۱۹۷) گزارش کرده‌اند که طی ورزش بیشینه پاسخ‌های فیزیولوژیک مانند ضربان قلب، در ورزش پا بیشتر از ورزش دست است (۷). گالوز و همکاران (۲۰۰۰) نیز ضربان قلب بیشینه بالاتری را برای ورزش ایزومتریک پا در مقایسه با ورزش ایزومتریک دست در مردان سالم گزارش کرده‌اند (۱۰) اما در برخی از مطالعات، ضربان قلب بالاتری برای ورزش دست در مقایسه با ورزش پا در شدت کار به نسبت یکسان به‌دست آمده است (۹، ۱۷، ۲۵، ۳۱). شاید اختلاف بین نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های تحقیقات قبلی این است که تحقیقات انجام‌شده مقادیر ضربان قلب بالاتر برای ورزش دست را در شدت کار مشخص و یکسان برای هر دو ورزش به‌دست آورده‌اند. با وجود این، برخی محققان نیز عدم اختلاف معنی‌دار مقادیر بیشینه ضربان قلب را بین ورزش دست و ورزش پا گزارش کرده‌اند (۲، ۴، ۵، ۲۷، ۳۶). شاید دلیل اصلی بالا بودن مقادیر ضربان قلب بیشینه در آزمون فزاینده ورزشی پا نسبت به آزمون فزاینده ورزشی دست در تحقیق حاضر، درگیری عضلات بزرگتر و بیشتر با درصد چربی کمتر و تنش بیشتر اعمال‌شده در ورزش فزاینده پا باشد (۱).

ثابت شده است که ضربان قلب فعالیت در حداکثر اکسیژن مصرفی نسبی در عضلات بزرگ فعال در مقایسه با ورزش دست افزایش بیشتری را نشان می‌دهد (۱). تأثیر مقدار توده عضلانی فعال بر افزایش ضربان قلب، به خوبی مشخص نشده است، چنانچه گالوز و همکاران (۲۰۰۰)، توده عضلانی فعال را مهم‌ترین عامل اثرگذار بر ضربان قلب هنگام فعالیت ورزشی عنوان کرده‌اند (۱۰). ایواموتو و بوتومن (۱۹۸۵) نیز بیشتر بودن ضربان قلب را همراه با توده عضلانی بزرگتر و بیشتر در سگ‌ها گزارش کرده‌اند (۱۳). اما این یافته‌ها مخالف یافته‌های ماتسوکاوا و همکاران (۱۹۹۰) بود (۲۸). دو ساز و کار نقش توده عضلانی و مقدار تنش اعمال‌شده در افزایش بازتابی ضربان قلب را توجیه می‌کنند؛ فرمان مرکزی^۳ و رفلکس فشارزای (بالابرنده فشار خون) ورزشی^۴. به‌نظر

1 - Fardi et al
2 - Galvez et al
3 - Central command
4 - Exercise pressor reflex

منطقی است که انتظار داشته باشیم به علت درگیری توده عضلانی بزرگ تر و بیش تر، تعداد زیادی از واحدهای حرکتی فعال شوند، یکپارچه سازی بیش تری از پیامها توسط نرونهای کنترل کننده مرکزی صورت بگیرد. درونداد فرمان مرکزی بزرگ تری به مراکز قلبی و عروقی ساقه مغز ارسال شود و پاسخهای قلبی و عروقی بزرگ تری طی ورزش با توده عضلانی بزرگ تر دیده شود. نظریهٔ رفلکس فشارزای ورزشی نشان می دهد که منشاء تحریک رفلکسی در پایانه های عصبی عضلات فعال وجود دارد که توسط مواد شیمیایی آزاد شده طی انقباضات عضلانی یا با تغییر شکل جسمی^۱ فعال می شود. بنابراین طی انقباضات مداوم، تعداد زیادی از واحدهای حرکتی و تارهای عصبی آوران بیش تری فعال می شوند. این مسئله نشان می دهد که افزایش ضربان قلب با توده عضلانی و بیشینه نیروی اعمال شده ارتباط دارد. در بین مطالعات انسانی انجام گرفته، برخی شواهد تجربی از نتایج این تحقیق حمایت می کنند. سیلز در تحقیق بر روی ۱۲ آزمودنی مرد با دامنهٔ سنی ۲۰ الی ۳۰ سال، افزایش ضربان قلب را همراه با افزایش توده عضلانی گزارش کرد (۳۴). نتایج این تحقیق برخلاف یافته های ویلیامز (۱۹۹۱) بود. ویلیامز گزارش کرد که توده عضلانی افزایش ضربان قلب را تعیین می کند (۳۹). همچنین به نظر می رسد حضور چشمگیر هورمون های ویژه و متابولیت های گشادکننده عروقی در ورزش فزایندهٔ پا در مقایسه با ورزش فزایندهٔ دست از دلایل مهم دیگر در بالا بودن ضربان قلب در ورزش پا باشد (۱). زیاد بودن مقدار متابولیت های گشادکننده عروقی مانند آدنوزین، دی اکسید کربن، یون هیدروژن، لاکتات و پتاسیم در ورزش پا به افزایش بیش تر گردش خون عمومی می انجامد به گونه ای که افزایش نسبی در فشار خون با افزایش چشمگیر ضربان قلب و برون ده قلب همراه است. نتایج این تحقیق، اختلاف معنی داری را در مقادیر فشار خون سیستول بین ورزش فزایندهٔ دست و ورزش فزایندهٔ پا نشان نداد. این نتایج با یافته های ویلیامز (۱۹۹۰) همخوانی دارد.

ویلیامز عدم اختلاف معنی دار مقادیر فشار خون سیستول و دیاستول را بین عضلات ساعد دست و عضلات چهارسر ران پا طی انقباضات مداوم خستگی زا گزارش کرد (۳۹). برخی از پژوهش ها نیز مقادیر فشار خون سیستول بالاتری را برای ورزش دست در مقایسه با ورزش پا، با شدت کار به نسبت یکسان گزارش کرده اند (۹، ۱۷، ۳۰، ۳۳) در حالی که برخی دیگر به بالا بودن فشار خون شریانی در ورزش پا اشاره کرده اند (۷، ۲۴، ۲۵، ۳۳). اینکه پاسخهای فشار خون در ورزش دست و پا در تحقیق حاضر مشابه است، در حالی که توده عضلات پا

1 - Physical deformation

به مراتب بزرگ‌تر و بیش‌تر از عضلات دست است، نشان می‌دهد که احتمالاً پاسخ‌های فشار خون، عملکردی از توده عضلانی نیست بلکه شاید میزان پاسخ فشار خون به میزان تلاش یا پیام‌های ارسال‌شده از سیستم عصبی مرکزی وابسته است و اساساً شاید مقدار تولید نیروی واقعی^۱ در تغییرات میزان فشار خون نقشی ندارد، به‌طوری که مانور والسالوای جزئی هنگام ورزش دست ممکن است موجب تشدید افزایش فشار خون در مقایسه با ورزش پا شود (۲۷). ویلیامز (۱۹۹۱) نیز در تأیید این موضوع پیشنهاد کرده است که توده عضلانی در مقدار پاسخ‌های قلبی و عروقی طی انقباضات خستگی‌زا نقشی ندارد (۳۹).

نتایج تحقیق حاضر، همبستگی معنی‌داری را بین مقادیر لاکتات و زمان خستگی در آزمون فزاینده دست و آزمون فزاینده پا نشان داد (به ترتیب $r = 0/87$ و $r = 0/71$). متأسفانه اطلاعات بسیار اندکی مبنی بر ارتباط زمان خستگی و لاکتات خون طی فعالیت‌های ورزشی به‌ویژه هنگام مقایسه ورزش دست و ورزش پا وجود دارد، برخی محققان اشاره کردند که با افزایش سریع لاکتات خون، خستگی نیز اتفاق می‌افتد. کریستنسن و همکاران (۲۰۰۵) پیشرفت سریع خستگی در عضلات را به‌دنبال تجمع لاکتات در خون و عضلات گزارش کردند (۲۲). تحقیق حاضر همبستگی متوسطی را بین زمان خستگی و ضربان قلب برای آزمون فزاینده پا ($r = 0/58$) و همبستگی معنی‌داری را برای آزمون فزاینده دست ($r = 0/68$) نشان داد. ویلیامز (۱۹۹۱) نیز افزایش پیشرونده ضربان قلب را همراه با افزایش خستگی برای هر دو ورزش دست و پا گزارش کرد (۳۹). با وجود این، اطلاعات موجود از ارتباط بین زمان خستگی و ضربان قلب در حین ورزش به‌ویژه در مقایسه ورزش فزاینده دست و ورزش فزاینده پا بسیار محدود است. نتایج پژوهش حاضر، نشان داد که همبستگی ضعیفی بین فشار خون سیستمول و زمان خستگی در آزمون فزاینده پا وجود دارد ($r = 0/49$)، اما این رابطه در آزمون فزاینده دست از همبستگی بالایی ($r = 0/75$) برخوردار بود که شاید به‌علت استفاده از پدیده مانور والسالو و تلاش بیش‌تر برای حفظ بیشینه انقباضات ارادی تا هنگام رسیدن به سر حد خستگی، در این نوع ورزش باشد (۲۷). متأسفانه همانند ضربان قلب و لاکتات خون، اطلاعات بسیار اندکی از چنین رابطه‌ای در مورد فشار خون وجود دارد. با وجود این کوکینوس و همکاران^۲ (۲۰۰۲) در تحقیق بر روی افراد سالم و افراد دارای فشار خون بالا، رابطه

1 - Actual force production

2 - Kokkinos et al

معنی دار و معکوسی را بین فشار خون سیستول بعد از فعالیت ۶ دقیقه‌ای و زمان رسیدن به خستگی نشان دادند (به ترتیب $r = 0/43$ ، $P < 0/01$ ، $r = -0/44$ ، $P < 0/01$) (۲۱).

ویلیامز (۱۹۹۱) در تحقیقی گزارش کرد که طی انقباضات خسته‌کننده با ۷۰ درصد حداکثر انقباض ارادی، افزایش فزاینده‌ای در فشار خون مشاهده شد که این افزایش در اوج خستگی به مقادیر بیشینه خود می‌رسید (۳۹). با توجه به نتایج تحقیقات گذشته، در موضوع تحقیق حاضر نیز بین افزایش فشار خون طی انجام پروتکل‌های فزاینده ورزشی و مدت انجام فعالیت تا سر حد خستگی، از نظر زمانی همراهی مثبتی وجود داشت. شاید افزایش رفلکس متابولیکی^۱ در عضلات فعال در اثر خستگی، از طریق تحریک گیرنده‌های متابولیکی^۲ و گیرنده‌های مکانیکی^۳ موجب ایجاد رفلکس فشاری عروقی^۴ با تحریک سیستم عصبی سمپاتیک و در نتیجه افزایش پاسخ‌های قلبی - عروقی از جمله ضربان قلب و فشار خون می‌شود. چنین ساز و کاری در بررسی ارتباط فشار خون و عوامل متابولیکی مرتبط با خستگی مورد تأیید منابع علمی و محققان است (۸، ۱۴، ۱۵، ۱۹). در تحقیق قبلی (۲۱) با اعمال عامل زمان خستگی در داخل زمان انجام پروتکل ورزشی این همراهی به صورت وارونه گزارش شده است، به این مفهوم که آزمودنی‌ای که مدت بیش‌تری فعالیت کرده و به فشار خون بالا رسیده است، نسبت به آزمودنی‌ای که در مدت زمان کم‌تری از فعالیت دچار خستگی شده و افزایش فشار خون داشته، زمان خستگی کم‌تری داشته است. یعنی آزمودنی‌ای که مدت زمان بیش‌تری فعالیت کرده و دیرتر خسته شده است از نظر آمادگی قلبی - عروقی در شرایط بهتری قرار داشته است. این مفهوم با نتایج این تحقیق کاملاً همخوانی دارد. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر مدت زمان انجام فعالیت به‌عنوان زمان خستگی در نظر گرفته شده است، نتایج به‌صورت مثبت گزارش شده‌اند.

در مجموع، نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در پاسخ لاکتات خون و فشار خون سیستول بین ورزش فزاینده دست و ورزش فزاینده پا اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما در مقادیر بیشینه ضربان قلب، بین آزمون فزاینده دست و آزمون فزاینده پا اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. نبود اختلاف معنی‌دار در مقادیر پاسخ‌های فشار خون سیستول و لاکتات خون بین دو آزمون دست و پا در کاراته‌کارهای حرفه‌ای جوان نشان می‌دهد که

1 - Muscle metaboreflex

2 - mechanoreceptors

3 - mechanoreceptors

4 - Arterial baroreflex

هر دو ورزش فزاینده را می‌توان برای ارزیابی پاسخ‌های قلبی و عروقی بر مبنای فشار خون و پاسخ‌های متابولیکی ورزشکاران مورد استفاده قرار داد، اما وجود اختلاف معنی‌دار در مقادیر بیشینه ضربان قلب بین دو آزمون فزاینده دست و پا، بر این موضوع تأکید می‌کند که در تدوین برنامه‌های ورزشی یا ارزیابی عملکرد ورزشکاران بر مبنای ضربان قلب، باید معیارهای جداگانه‌ای از این شاخص برای ورزش‌های دستی و ورزش‌های پایی به‌ویژه برای کاراته‌کارهای حرفه‌ای جوان در نظر گرفته شود.

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که:

۱. بین مقادیر لاکتات و زمان خستگی در آزمون فزاینده دست و آزمون فزاینده پا رابطه بالا،
۲. بین ضربان قلب و زمان خستگی در آزمون فزاینده پا رابطه متوسط،
۳. بین ضربان قلب و زمان خستگی در آزمون فزاینده دست رابطه بالا،
۴. بین فشار خون سیستول و زمان خستگی در آزمون فزاینده پا رابطه متوسط،
۵. بین ضربان قلب و زمان خستگی در آزمون فزاینده دست رابطه بالایی

وجود دارد. با وجود این تحقیقات زیادی باید انجام گیرد تا اطلاعات جامع‌تری در زمینه رابطه بین شاخص‌های قلبی و عروقی و متابولیکی و خستگی به‌ویژه زمان خستگی طی فعالیت‌های ورزشی و به‌ویژه ورزش فزاینده دست و ورزش فزاینده پا و به‌خصوص در ورزشکاران کاراته‌کای حرفه‌ای به‌دست آید.

منابع و مآخذ

۱. ترتیبیان، بختیار. (تألیف)، (۱۳۷۹). "سازگاری‌های فیزیولوژیک مرکزی و محیطی در ورزش"، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه.

2. Afsana Momen, Brian Handly, Allen Kunselman, Urs A. Leuenberger, and Lawrence, I. Sinoway. (2006). "Influence of sex and active muscle mass on rental

...

vascular responses during static exercise". *Am J physiol heart circ physiol*. 291: H121-H126.

3. Astrand P.O. (1965). "Work test with the bicycle ergometer, Verberg, Sweden: AB cykelfabriken Monark".

4. Borg, G, Hassmen, P, and Lagerstrom. M. (1987). "Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise". *Eur J Appl, physiol*, 65:PP: 679-685.

5. Bouckaert J, Pannier. L, and Vrijens, J. (1983). "Cardiorespiratory responses to bicycle and rowing ergometer exercise in Oarsmen". *Eur J Appl Phsyiol*. 51:PP: 51-59.

6. Chudalla, R. Baerwalde. S, Schneider. G. and Maassen. N. (2006). "Local and systemic effects on blood lactate concentration during exercise with small and large muscle groups". *Pflugers arch – eur J physiol*, 452: PP:690-697.

7. Fardy PS, Webb D, Hellerstein HK. (1977). "Benefits of arm exercise in cardiac rehabilitation". *Phys sport Med*. 5: PP:30-41.

8. Ferdinando Iellamo, M. Massaro, G. Raimondi, G. Peruzzi, and J. M. Legramante, (1999). "Role of muscular factors in cardiorespiratory responses to static exercise: contribution of reflex mechanisms". *J Appl physiol*, 86: PP:174-180.

9. Franklin BA. (1985). "Exercise testing, training, and arm ergometry", *sports Med*. 2:PP: 100-119.

10. Galvez. J.M., Alonso. J.P. Sangrador. L.A. and Navaro. G. (2000). "Effect of muscle mass and intensity of isometric contraction on heart rate". *J Appl physiol*, 88; PP:487-492.

11. Gollnick PD, Bayly WM, Hodgson DR. (1986). "Exercise intensity training diet, and lactate concentration in muscle and blood". *Med Sci Sports Exerc*. Jun; 18 (3): PP:334-40.

12. Hoffman, D.M. Kassay. K.M. zen. A.l, and Clifford. P.S. (1996). "Dose the amount of exercising muscle alter the aerobic demand of dynamic exercise?" *Eur J Appl Physiol*, 74: PP:541-547.

13. Iwamoto. G.A. and B.R. Botterman. (1985). "Peripheral factor influenceing exprissin of pressor reflex evoked by mascular contraction". *J. Appl phsyiol*. 58: PP:1676- 1682.

14. James P Fisher and Michael J White, (2004). "Muscle afferent contributions to the cardiovascular response to isometric exercise". *Experimental Physiology* 89, 6: PP: 639-646.

15. James P. Fisher, Shigehiko Ogoh, Ellen A. Dawson, Paul J. Fadel. Niels H. Secher, Peter B. Raven and Michael J. White (2002). "Cardiac and vasomotor components of the carotid baroreflex control of arterial blood pressure during isometric exercise in humans".

16. Jensen – Urstad. Mats, Jan Svedenhag, and Kent Sahlin. (1994). "Effect of muscle mass on lactate formation during exercise in humans". *Eur J Appl Physiol*. 69 ; PP:189-195.

17. Jerry J.Mayo, Len Kravits, and Jataporn Wangsathikun . (2001). "Detecting the onest of added cardiovascular strain cardiovascular strain during combeined arm and leg exercise". *Official Journal of The American Society of Exercise Physiologists (ASEP)*. 4 : PP: 53-60.

18. Juel. C. Intracellular PH recovery and lactate efflux in mouse soleus muscles stimulated in vitro (1988): "The involvement of sodium/proton exchange and a lactate carrier". *Acta Physiol Scand . Mar; 132(3) : PP:363-71.*

19. Julian M. Stewart , Leslie D. Montgomery , June L, Glover , and Marvin S. Medow (2007). "Changes in regional blood volume and blood flow during static handgrip". *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 292; PP: H215 – H 223.

...

20. Kang . JIE, Chaloupak . Edvard C, Masterangelo. M. Alysia, Angelucci. John. (1999). "Physiological responses to upper exercise on an arm and a modified leg ergometer". *Med Sci Sport & Exerc.* 31(10) ; PP:1453-1465.

21. Kokkinos. Peter F, Andreas. Pittaras E, Coutoulakis. Emmanuel , Colleran. Hohn A, Narayan. Puneet, Dotson. Charles O. Choucair, Wassim. Farmer, Colleen. Fernhall. Bo (2002). "Determinants of exercise blood pressure response in Normotensive and Hypertensive Women : Role of Cardiorespiratory fitness". *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation.* 22(3) ; PP:178-183.

22. Kristensen. M, Albertsen. J, Rentsch. M. And Juel. C. (2005). "Lactate and force production in skeletal muscle". *J Physiol.* 56(2) ; PP: 521-526.

23. Lavoie. J.M. (1982). "Blood metabolites during prolonged exercise in swimming and leg cycling". *Eur J Appl Physiol.* 48 ; PP: 127- 133.

24. Lewis . S. F, Snell . P.G. Taylor. W.F. Hamra. M, Graham. R.M, Pettinger. W.A, and Blomqvist. C.G. (1985). *J. Appl Physiol.* 58 ; PP:146-151.

25. Louhevaara V, Sovijarvi A, Ilmarinen J, Teraslinna P. (1990). "Differences in cardiorespiratory responses during and after arm crank and cycle exercise". *Acta Physiol Scand.* 138(2) ; PP:133-143.

26. Macdougall J. D.R.S. McKelvie , D.E. Moroz , D.G. Sale, N.McCartney and F. Buick (1992). "Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contraction". *J Appl Physiol.* 73 : PP: 1590-1597.

27. Macdougall. J.D., D., Tuxen, D.G. Sale, J.R. Moroz and J.R. Sutton (1985). "Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise". *J Apple Physiol.* 58 ; PP:785- 790.

28. Matsukawa. K, P.T. Wall, L.B. Wilson , and J.H. Mitchell. (1990). "Reflex responses of renal nerve activity during isometric muscle contraction in cats". *Am J Physiol Circ Physiol.* 259 ; PP:1380-1388.

29. Peter A. Farrell , Jack H. Wilmore , Edward F.Coyle, John E. Billing , and David L., Costill.(1979). “Plasma lactate accumulation and distance running performance”. *Medicin science and sport*, Vol. 11, No. 4. PP: 338-344.

30. Protas Elizabeth J, Rhanda K. Stanly , Joseph Jankovic , Betty McNeill. (1996). “Cardiovascular and metabolic responses to upper and lower extremity exercise in men with idiopathic parkinsons disease”. *Physical Therapy*. 76(1) ; PP:34-40.

31. Riberio J. L, Ogoday . B, Rose . C.S, Baptista. R.R, and Oliveira A.R. (2006). “Heart rate and blood lactate responses to changquan and daoshu forms of modern wushu”. *Journal of Sports Science and Medicine*. PP: 1-4.

32. Sawka MN, Foley ME, Pimental NA, et al. (1983). “Determination of maximal aerobic power during able-body exercise”. *J Apple Physiol*. 54 ; PP:113-17.

33. Seals. D.R. (1993). “Influence of active muscle size on sympathetic nerve discharge during isometric contraction in humans”. *J Appl Physiol*. 75 ; PP:1426-1431.

34. Seals . D.R, R.A. Washburn, P.G. Hanson, P.L. Painter, and F.J. Nagel. (1993). “Increased cardiovascular response to static contraction of larger muscle groups”. *J Apple Physiol*. 54’ PP: 434-437.

35. Shi-Jin, Zhang, Joseph. D.Bruton, Abram Katz, and Hakan Westerblad. (2006). “Limited oxygen diffusion accelerates fatigue development in mouse skeletal muscle”. *J Physiol*. 572(2) : PP: 551-559.

36. Toner M. Sawka M, Levine L, and Pandolf K. (1983). “Cardiorespiratory responses to exercise distributed between the upper and lower body”. *J Apple Physiol*. 1 : PP:67-75.

37. Van Hall. G, Jensen-Urstad. M, Rosdahl. H, Holmberg. H.C, Saltin. B, and Calbet J.A.L. (2003). “Leg and arm lactate and substrate kinetics during exercise”. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 284 : PP: 193-205.

...

-

38. *Velso Joao, Silva Rodrigo, Novaes Jefferson, Jaco Ricardo, Scale Robert. Battaro Martim (2007). "Cardiovascular response to different high-velocity resistance exercise protocols in older men". 99; PP:257-64.*

39. *Williams. Carole A. (1991). "Effect of muscle mass on the pressor response in man during isometric contractions". Journal Applied Physiology. 435; PP: 573-584.*