

Original Research

The effect of 3 weeks of HIT exercises on the peak time of blood lactate and VO_{2max} in non-athlete teenage girls

Betoul Faraj Elahi Moghadam^{1*}, Mahvash Khanjari²

1. Master of General Physical Education, Payam Noor University, Tehran, Iran

2. Master of Sports Physiology, Arak University, Arak, Iran

ARTICLE INFO

Received: 2021/09/11
Reviewed: 2021/10/02
Revised: 2021/10/18
Accepted: 2021/10/18

Keyword:

Lactate peak time
HIT exercises
Vo2max

ABSTRACT

The main of this study was to investigate the effect of my three weeks of HIT exercise on lactate peak time and also VO_{2max} adolescent girls were in active which are randomly divided into 2 practice groups (8 people) and control group (8 people) were divided. The present study is a cross-sectional (8 people) were divided. The present study is a cross-sectional experimental study which was performed in the whit pre-and post test design. Befor and after the exercise program, the subjects of both groups performed an incremental test to determine the maximum oxygen consumption. The control group had no activity but the experimental group tested the anerobic speed as (RAST) the protocol performed four sessions per week for lactate peak times. Blood lactate at pre – test times and at zerominutes of (recovery start) 2, 4, 6, 9, 12, 15 measured with alactometer. Data analysis was performed using ANOVA statis tical test. The ANOVA test showed that 3 weeks of HIT exercise was the peak time of blood lactate and VO_{2max} increased significantly.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



تاثیر ۳ هفته تمرینات HIT بر زمان به اوج رسیدن لاکتات خون و VO_{2max} دختران نوجوان غیر ورزشکار

بتول فرج الهی مقدم^{۱*}، مهوش خنجری^۲

۱. کارشناس ارشد تربیت بدنی عمومی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

چکیده

اطلاعات مقاله

هدف پژوهش حاضر بررسی اثر ۳ هفته تمرین HIT بر زمان به اوج رسیدن لاکتات و همچنین افزایش VO_{2max} دختران غیر فعال نوجوان بود که به طور تصادفی به دو گروه تمرین (۸ نفره) و کنترل (۸ نفره) تقسیم شدند. تحقیق حاضر نیمه تجربی از نوع مقطعی بود که به صورت میدانی با طرح پیش و پس آزمون اجرا شد پیش و پس از اجرای برنامه تمرین آزمودنی های هر دو گروه در یک آزمون فزاینده برای تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) را اجرا کردند گروه کنترل فعالیتی نداشتند اما گروه تجربی آزمون RAST (دویدن سرعت بی هوازی) را به عنوان پروتکل HIT ۴ جلسه در هفته برای زمان به اوج رسیدن لاکتات را اجرا کردند. که لاکتات خون در زمان های قبل از آزمون و در دقایق صفر (شروع ریکاوری) ۲، ۴، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵ با دستگاه (لاکتومتر اندازه گیری شد تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از آزمون آماری آنووا انجام شد. آزمون آنووا نشان داد که پس از ۳ هفته تمرین HIT زمان اوج لاکتات خون و VO_{2max} به طور معناداری افزایش یافت. ($P<0/000$)

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۲۵

تاریخ داوری: ۱۴۰۰/۰۷/۲۰

بازنگری مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۳۰

پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۱۴

کلید واژگان

زمان اوج لاکتات

تمرینات HIT

VO_{2max}

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

در یک مطالعه که توسط بارگومستر و همکاران^۳ انجام شد تایید شد که تنها با ۶ جلسه تمرین در طول ۲ هفته بهبود قابل توجهی در عملکرد ورزشی با وجود حجم خیلی کم تمرینات مشاهده شد. پاسخ سازشی عضله اسکلتی به تمرینات HIT مانند تمرینات استقامتی یا قدرتی بطور زیادی به محرک تمرینی یعنی تواتر، شدت و حجم کار اجرا شده بستگی دارد. این شیوه تمرینی اثرات سودمندی در ارتباط با سلامت قلبی عروقی و کاهش چربی که عمده ترین دلیل افراد برای شرکت در یک برنامه ورزشی در اولین نگاه هستند را دارا می باشند. محققان در مقایسه HIT با LMICT (تمرین مداوم با شدت پایین تا متوسط) همیشه برتری HIT را تایید کرده اند که معمولاً نتایج مطلوب تری را در زمان کوتاه تری به وجود می آورد.

روش شناسی

جامعه آماری پژوهش شامل ۱۶ نفر از دختران غیر ورزشکار رده سنی ۱۴ تا ۱۶ سال واجد شرایط بود که به صورت تصادفی انتخاب و به دو گروه تمرین (۸ نفر و شاهد (۸ نفر تقسیم شدند. آزمودنی ها در ابتدا پرسشنامه سلامت جسمانی را پر کرده و سپس به اجرای آزمون پرداختند. آنها ۴۸ ساعت قبل از آغاز و پس از پایان تمرین، آزمون شاتل ران را اجرا کردند. گروه تجربی علاوه بر آن قبل و بعد از تست شاتل ران یک نوبت تمرین RAST را اجرا کردند. آزمون ها با فاصله ۴۸ ساعت از هم اجرا شدند. سپس لاکتات خون آزمودنی ها توسط دستگاه لاکتومتر ۸ بار سنجیده شد که مراحل تعیین وضعیت لاکتات خون به ترتیب قبل از انجام آزمون شاتل ران (در حالت استراحت، شروع ریکاورری در دقایق صفر، ۲، ۴، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵) انجام شد. نمونه های خونی از انگشت آزمودنی ها گرفته شد. پس از ضد عفونی کردن انگشت توسط الکل با سوزن لانس سوراخ کوچکی بر روی انگشتان ایجاد کرده و با ریختن خون بر روی کیت مقداری لاکتات آزمودنی بر روی دستگاه لاکتومتر نمایش داده شد.

جدول ۱. برنامه تمرین فزاینده RAST

مرحله	تعداد جلسه در هفته	تعداد ست	تکرار	استراحت بین هر تکرار	استراحت بین هر ست	مسافت
هفته اول	۲	۲	۶	۱۰ ثانیه	۳ دقیقه	۳۵ متر
هفته دوم	۴	۳	۶	۱۰ ثانیه	۳ دقیقه	۳۵ متر
هفته سوم	۴	۴	۶	۱۰ ثانیه	۳ دقیقه	۳۵ متر

از آنجایی که خستگی پیامد اجتناب ناپذیر تمرینات بسیار شدید است و می تواند عدم موفقیت ورزشکار را به دنبال داشته باشد در نتیجه عواملی که موجب بروز خستگی می شوند باید شناسایی گردند. لاکتات و عدم دسترسی به VO_{2max} مناسب دو پارامتر مهم در تعیین عملکرد فرد هنگام فعالیت ورزشی می باشد.

شاخص لاکتات بارزترین شاخص سنجش فرایندهای متابولیکی بی هوازی است که می توان از طریق آن یک تمرین مناسب را طراحی و کنترل کرد. گستردگی و توالی زمانی خستگی عضلانی تحت تاثیر سن، وضعیت سلامتی و نوع فعالیت ورزشی قرار می گیرد. تمرینات HIT شامل دوره های فعالیت بدنی و به دنبال آن دوره های استراحت و بازیافت می باشد تمرینات HIT به عنوان جلسات تکرار شده تمرین کوتاه مدت تا متوسط (۱۰ ثانیه تا ۵ دقیقه) در شدتی بالاتر از آستانه بی هوازی اجرا می شود. این تمرینات (تمرینات متناوب) در افزایش تبادل و دفع لاکتات موثرتر هستند. این تمرینات از فواید ممتازی نسبت به شیوه های تمرینی دیگر برخوردار هستند.

از ویژگی های تمرینات HIT تحریک اوج برداشت اکسیژن و ایجاد نتایج مطلوب تر در زمان کوتاه تر می باشد. از این تمرینات در برنامه های آماده سازی ورزشکاران، دوره بازتوانی و درمان بیماری ها استفاده می شود.

تا با^۱ و همکاران اثر ۶ هفته تمرین استقامتی با شدت متوسط را با ۶ هفته تمرین HIT مورد مقایسه قرار دادند. هر دو شیوه تمرینی به طور معناداری سبب افزایش VO_{2max} شدند در حالیکه تمرین استقامتی بر ظرفیت بی هوازی اثری نداشت اما HIT ظرفیت بی هوازی را ۲۸٪ افزایش داد که نشان می دهد تمرینات HIT تحریکات شدیدی را روی هر دو سیستم انرژی اعمال می کند.

کارستن جول^۲ در مطالعه ای نشان داد که در یک آزمون فزاینده آزاد شدن لاکتات و خروج H^+ هر دو با افزایش برون ده توان افزایش می یابد.

VO_{2max} آزمودنی ها با استفاده از فرمول زیر برآورد گردید.

برای اندازه گیری VO_{2max} آزمودنی ها پس از گرم کردن تست شاتل ران را اجرا کردند. پس از اجرای صحیح تست

$$VO_{2max} = 31/025)3/238 \times speed)(3/248 \times age) + (0/1536 \times age)$$

3. Burgomaster et al

1. Tabata et al
2. Carsten juel

در پایان داده ها پس از تایید نرمال بودن آنها توسط آزمون کلموگروف - اسمیرنوف توسط نرم افزار SPSS ورژن ۱۶ و آزمون آنووا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته ها

مشخصات دموگرافیک نمونه های تحت بررسی مطابق جدول یک می باشد. میانگین سن نمونه های تحت بررسی در گروه تجربی 15.17 ± 1.38 و در گروه کنترل 15.14 ± 1.44 بود. در بررسی مقادیر پایه و اولیه Vo2 max در دو گروه اختلاف معنی داری مشاهده شد.

جدول ۲. مشخصات دموگرافیکی نمونه های تحت بررسی

شاخص	سن	قد بر حسب cm	وزن بر حسب kg	نبض	Vo2 max	p.value
گروه تجربی	15.17 ± 1.38	170.84 ± 4	49.84 ± 40	106 ± 8	35.8 ± 4.2	۰.۰۸
گروه کنترل	15.14 ± 1.44	169.75 ± 4	49.90 ± 43	107 ± 7	33.2 ± 3.1	

با توجه به میانگین سن، قد، وزن و ضربان قلب در حالت استراحت پس از آزمون فعالیت بدنی در بین زمان های مختلف،

جدول ۳. زمان به اوج رسیدن لاکتات

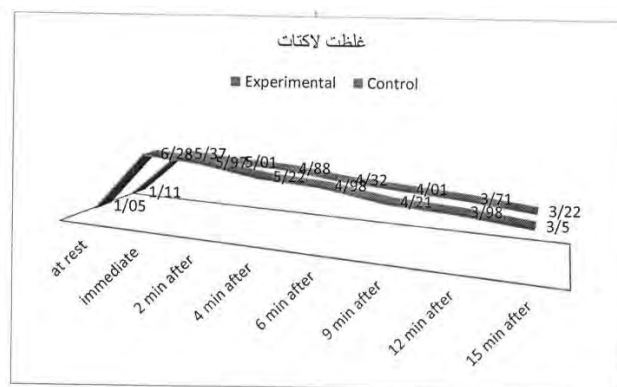
گروه	قبل آزمون	بعد آزمون	p.value*
گروه مداخله	۳.۷۴	۳.۵	۰.۰۷
گروه کنترل	۶.۱۲	۳.۶	

فعالیتی تغییرات قابل توجه آماری را نشان نداد ($P=0.06$) ولی اختلاف بالینی قابل توجه و مورد بررسی می باشد. اختلاف کاهش میانگین سطح لاکتات خون در نمونه های تحت بررسی در دقایق ابتدایی تا ۱۵ دقیقه پس از آن، در همه گروه ها معنی دار بود ($P<0.001$) f(56=42/73) و بیشترین اختلاف آن در دقایق ابتدایی بود (جدول ۴).

جدول ۴ میزان لاکتات خون نمونه های تحت بررسی را در حالت های مختلف فعالیتی در دو گروه مداخله و کنترل نشان می دهد. نتایج آنالیز آماری نشان داد که تفاوت معنی دار قابل توجهی در سطح لاکتات خون بین دو گروه تجربی و کنترل در حالت استراحت و بلافاصله پس از فعالیت وجود دارد ($P<0.001$). اما میزان تغییرات در دو گروه بر اساس زمان های

جدول ۴. مقایسه غلظت لاکتات دو گروه تجربی و شاهد در زمان های مختلف باز یافت

	Experimental	Control
At rest	1.05	1.11
Immediate	6.28	5.37
2 min after	5.97	5.01
4 min after	5.22	4.88
6 min after	4.98	4.32
9 min after	4.21	4.01
12 min after	3.98	3.71
15 min after	3.5	3.22



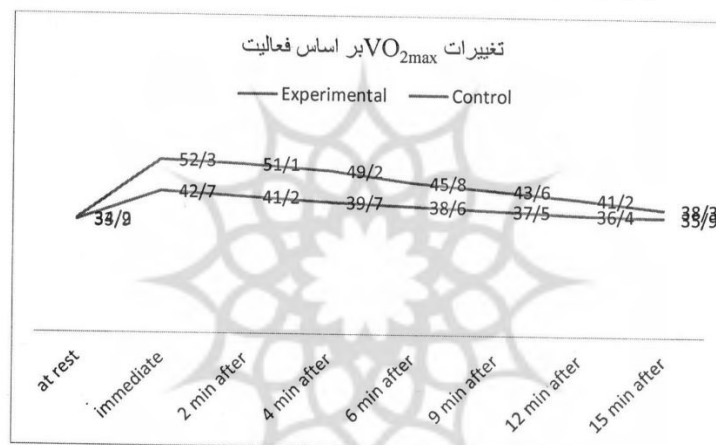
نمودار ۱. مقایسه غلظت لاکتات دو گروه تجربی و شاهد در زمان های مختلف باز یافت

اختلاف بین کاهش مقادیر VO_{2max} در دو گروه تجربی و شاهد در همه گروه ها از زمان ابتدایی تا ۱۵ دقیقه بعد از آن در همه گروهها معنی دار بود و مقدار $(f(3,21=6.60)$ و $P=0.001$ بود.

طبق جدول ۵، بر اساس مقادیر VO_{2max} در دو گروه تجربی و شاهد اختلاف در زمان های بازیافت به نسبت زمان پایه و استراحت دارای اختلاف قابل توجه معنی داری بود. در این مقیاس بیشترین تغییرات همانند تغییرات لاکتات در زمان اولیه بعد از اوج فعالیت بود که تغییر معنی داری هم در داخل گروه ها و هم در به نسبت زمان های بعد از اوج فعالیت مشاهده شد.

جدول ۵. مقایسه مقادیر VO_{2max} در دو گروه تجربی و شاهد در زمان های مختلف بازیافت

	Experimental	Control
At rest	34.2	33.9
Immediate	52.3	42.7
2 min after	51.1	41.2
4 min after	49.2	39.7
6 min after	45.8	38.6
9 min after	43.6	37.5
12 min after	41.2	36.4
15 min after	38.3	35.9



نمودار ۲. مقایسه VO_{2max} دو گروه تجربی و شاهد در زمان های مختلف بازیافت

تمرینات HIT یک روش کارا در افزایش شاخص های تبادل و دفع لاکتات هستند. هرچه زمان به اوج رسیدن لاکتات سریعتر باشد بهتر است.

یافته های پژوهش نشان می دهد که دو هفته تمرین HIT تاثیر معناداری بر شاخص های لاکتات داشته است. که به نظر می رسد در افراد غیر فعال برای موثر بودن تمرینات باید شدت تمرینات نسبتاً بالا باشد.

تمرینات HIT سازگاری های متابولیکی و عملکردی که همانند تمرینات استقامتی طولانی مدت است را در یک حجم تمرینی پایین به وجود می آورند. تحقیقات نشان داده اند که تمرینات HIT تعداد سازگاری فیزیولوژیک را نشان داده اند که تمرینات HIT تعدادی سازگاری فیزیولوژیک را نشان داده اند که مشابه تمرینات استقامتی تداومی است اما در زمان و حجم تمرین پایین تری و حتی در برخی سازگاری ها نیز تمرینات

نتایج آزمون ANOVA در مورد تغییرات بوجود آمده در شاخص های تحت بررسی نشان داد که در طی سه هفته پس از یک تمرین، مقدار VO_{2max} لاکتات خون دو گروه تجربی و شاهد تفاوت معنی داری ندارد (نمودار ۱ و ۲)، در حالی که غلظت لاکتات خون ($P<0/01$) و VO_{2max} در گروه تجربی طی این دوره زمانی، به طور معنی داری افزایش می یابد.

بحث و نتیجه گیری

تمرینات HIT یک روش موثر در افزایش شاخص های تبادل و دفع لاکتات هستند تاثیر تمرینات HIT بر کاهش زمان اوج لاکتات موجب کاهش خستگی و موفقیت ورزشکار خواهد شد. فروند و همکاران گزارش کردند که آزمودنی هایی که از نظر بدنی کاملاً آماده هستند لاکتات آنها سریعتر به اوج می رسد که نشانه خروج سریعتر لاکتات از عضله به خون است.

پتاسیم بین سلولی نقش مهمی در تولید خستگی دارند. بنابراین تمرینات HIT با بهبود عناصر درگیر در این نقطه می تواند سبب به تاخیر افتادن خستگی در عضلات فعال و همچنین بهبود در عملکرد آنها شود.

در پژوهش دیگر ایچ و همکاران اثر یک برنامه تمرینی ۵ هفته ای HIT بر روی ظرفیت بافاری عضله اسکلتی آزمودنی ها را بررسی کردند. نتایج نشان داد که بعد از ۵ هفته تمرین تجمع یون هیدروژن که موجب خستگی می شود کاهش پیدا کرده بود.

بهبود در VO_{2max} ممکن است به افزایش تحویل اکسیژن و افزایش در حجم ضربه ای نسبت داده شود یا به دلیل افزایش مصرف اکسیژن بوسیله عضلات فعال، افزایش شبکه مویرگی و چگالی میتوکندریایی باشد.

به نظر می رسد بزرگی افزایش در VO_{2max} به محرک تمرینی (شدت، مدت و تکرار برنامه تمرینی) سطح شروع آمادگی و پاسخ ژنتیکی به محرک تمرینی وابسته باشد. داوسون و همکاران افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی ($6/1$) درصد را با ۶ هفته تمرین HIT در آزمون های فعال گزارش کردند. مک کینا و همکاران نیز بیشترین افزایش VO_{2max} (۱۵ درصد) را با ۷ هفته تمرین HIT در آزمودنی های غیر فعال نشان دادند. نتایج متعدد پژوهش ها نشان می دهد که حتی ۲ هفته تمرین HIT باعث تغییر معنادار VO_{2max} می شود.

در کل یافته های به دست آمده از این پژوهش نشان می دهد که تفاوت معنادار قابل توجهی در سطح لاکتات خون بین دو گروه تجربی و لاکتات در حالت استراحت و بلافاصله پس از فعالیت وجود دارد ($P < 0/001$). که این تغییرات بر اساس زمان های مختلف باز یافت تغییرات قابل توجه آماری را نشان نداد ($P = 0/06$). اما اختلاف بالینی قابل توجه و مورد بررسی بود.

HIT بهبود بهتری نسبت به تمرینات استقامتی تداومی را نشان داده اند ۲ هفته تمرینات HIT موجب افزایش عملکرد ورزشی و همچنین افزایش فعالیت و محتوای پروتئینی آنزیم های میتوکندریایی سیتوکروم اکسیداز مشابه با تمرینات استقامتی تداومی شده بود. همچنین بهبود در شاخص های کنترل متابولیکی و عملکرد اندوتلیال عروقی که قابل مقایسه با تمرینات استقامتی هستند در تمرینات HIT نیز صورت می گیرد بنابراین در این شیوه تمرینی سازگاری های عضلانی اسکلتی و مولکولی مفیدی صورت می گیرد که متابولیسم هوازی و غیر هوازی در بعد از تمرینات HIT افزایش پیدا می کند و با مدت زمان کوتاهی می توان نتایج مفیدی را بوجود آورد.

این نتایج نشان می دهد که تمرینات HIT از نظر زمانی از کارایی بالاتری برای سازگاری متابولیکی و بهبود ظرفیت عملکردی برخوردار بوده و سبب می شوند که ما در زمان کمتری نتایج مطلوب تری را به دست آوریم. پاسخ سازشی عضله اسکلتی به HIT به طور زیادی به ماهیت دقیق محرک تمرینی یعنی تواتر، شدت و حجم کار اجرا شده بستگی دارد. بنابراین ورزش HIT منحصر به فرد است زیرا انرژی سلولی در خلال یک وهله حاد یا یک جلسه تمرینی مشخص می تواند عمدتاً از سوخت و ساز اکسایشی و غیر اکسایشی مشتق شود در نتیجه HIT می تواند دامنه وسیعی از سازگاری های فیزیولوژیکی را برانگیزد.

نیلسن و همکاران اثر تمرینات HIT را روی کنتیک پتاسیم در فضای بیرون سلولی را مورد آزمایش قرار دادند. در نهایت مشخص گردید که تمرینات HIT تجمع پتاسیم در فضای بیرون سلولی عضلات اسکلتی را کاهش داده که مرتبط با افزایش عملکرد و تاخیر در رسیدن خستگی شده بود. تجمع

منابع

رسیدن به vVo_{2max} (vVo_{2max}) هنگام دوی فزاینده تا درماندگی در دوندگان استقامتی. سال پانزدهم - شماره ۳، ۱۰۸-۱۱۵.

فرزاد، بابک (۱۳۸۹). اثر ۴ هفته تمرین تناوبی فوق پیشینه بر عوامل فیزیولوژیک و هورمونی کشتی گیران، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.

فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی، مولف: جک اچ، ویلمور - دیوید ال - کاستیل و دیگران، تهران انتشارات مبتکران، چاپ اول بهار ۱۳۷۸.

آرتور ولتمن، پاسخ لاکتات خون به فعالیت ورزشی، ترجمه گائینی عباسعلی، تهران، نشر چکامه، چاپ اول، ۱۳۸۳.

بازگشت به حالت اولیه مطلوب در ورزش/ نویسنده آدموند آر؛ بورک، ترجمه نعیم خواجهوی، حمید رجبی، انتشارات تهران دنیای حرکت. چاپ اول بهار ۱۳۸۲.

تمرینات آستانه لاکتات/ نویسنده پیتر یانسن؛ ترجمه دکتر شهرام فرج زاده موالو. انتشارات کمیته ملی المپیک چاپ اول تابستان ۱۳۸۶.

خالدی، ندا. گائینی، عباسعلی. کردی، محمدرضا. (۱۳۹۱). ارتباط بین سرعت در نقطه چرخش لاکتات (vLT) و سرعت در لحظه

- Carsten Juel, Christina Klarskov. Effect of high-intensity intermitte training on lactate and release from human skeletal muscle. *Am J Physin Endocrinol Metabo.* 268 E245 - 251,2004.
- Chilibeck PD, Bell G), Farrar RP. Martin TP. Higher mitochondrial fully acid oxidation followingintermittent versus continuous endurance exercise training. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 1998; 76(9):89104.
- Creer AR, M. D. Ricard, R K Conlee, G. L. Hoyt. A. C. Parcell. Neural, Metabolic, and Performance Adaptations to Four Weeks of High Intensity Sprint-Interval Training in Trained Cyclists. *Int J Sports Med* 2004; 25(2): 92-98
- David Bishop, Johann Edge, Claire Thomas, and Jacques Mercier. Effects of high-intensity training on muscle lactate transporters and postexercise recovery of muscle lactate and hydrogen ions in women. *Am J Physiol Regul* 2008; 295: R1991-R1998. *Integr Comp Physio.*
- Dawson, B. Fitzsimons, M. Green, s. Goodman, C. Carey, M. Cole, k. 1998. Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. *Eur J Appl physiol*, 78: 163 - 169.
- Dona L. Tomlin ND howard A. Wenger. *Sport med* 2001;31(1):1-11.
- Edge J. David Bishop. Carmel Goodman The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. *Eur J Appl Physiol* (2006) 96: 97-105.
- Enoka RM, Duchateau J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *J Physiol.* 2008; 586: 11-23.
- Esbjornsson M. Hellsten-Westling Y. Balsom PD, et al. Muscle fibre changes with sprint training effect of training pattern. *Acta Physiol Sem* 1993, 149: 245-6.
- Esfarjani F. NIKBAKHT HA RAJABI H ZOU ALAKTAF Erre highintensity interval training on vos max. Vvo2max, tmax and 3000.. running performance in moderately trained mals runners Olympics Spring 2006; 14(1 (SERIAL 33)):51-63.
- Foldvari M. Clark M. Laviolette LC, Bernstein MA, Kaliton D, Castaneda Singh MA. Association of muscle C, Pu CT, Hausdorff JM, Fielding RA women. *Journal of power with functional status in community dwelling elderly Gerontology* 2000; 55A(4): M192-99.
- Freund. H. Lonsdorfer, J.. Oyono- Enguelle, S.. Lonsdorfer, A. and Bogui. p. (1992) Lactate exchange and removal abilities in sickle cell patients and in untrained and trained healthy humans. *Journal of Applied Physiology* 73. 2580- 2587
- Gandevia SC, Allen GM, Butler JE, et al. Supraspinal factors in human muscle fatigue: evidence for suboptimal output from the motor cortex, *J Physiol* 1996; 490 (2): 529-36.
- Gandevia SC. Allen GM, McKenzie DK. Central fatigue: critical practical implications. In: Gandevia SC. Enoka RM, McComas AJ, et al., editors, issues quantification and Fatigue: neural and muscular mechanisms. New York (NY): Plenum. 1995: 495-514.
- Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med.* 2001;31: 725-741.
- موگان، ر. گلیسون، م و گرین هاف، پ. (۱۳۹۱). بیوشیمی فعالیت های ورزشی. (عباسعلی گائیتی و... مترجم). تهران انتشارات سمت.
- ولی پور، وحید (۱۳۸۵)، مطالعه ویژگیها و توانمندی های افراد ۱۰ تا ۱۸ سال از نظر ورزش قهرمانی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- یومپا، تنودور، آ (۱۳۹۳). اصول و زمانبندی تمرینات ورزشی، ترجمه حمید رجبی و همکاران، تهران: انتشارات دنیای حرکت.
- A Tupling. R. G. P. Holloway, H. J. Green, T. A. Duhamel, S. cycling adaptations during 16+Ferth, J. W. Moule, Muscle sarcoplasmic reticulum C h of heavy intermittent cycle exercise. *J Appl Physiol* 99: 836-843, 2005.
- Allemeier CA, Fry AC. Johnson P. et al. Effects of sprint cycle training on humans keletal muscle. *J Appl Physiol* 1994; 77 (5): 2385-90.
- Anderson JL, Aagaard P. Myosin heavy chain IIX overshoot in human skeletal muscle, *Muscle Nerve* 2000; 23 (7): 1095-10.
- Aughey RJ. K. T. Murphy,1 S. A. Clark,2 A. P. Garnham 3 R. J. Snow.3 D. Cameron-Smith, J. A. Hawley,2 and M. J. McKennal. Muscle Na_K ATPase activity and isoform adaptations to intense interval exercise training in well-trained athletes. *J Appl Physiol* 103: 39-47, 2007.
- Baquet G. van Praagh E. Berthoin S (2003) Endurance training and aerobic fitness in young people *Sports Med* 33:1127-1143.
- Barnett C. Carey M. Proietto J. et al. 2004. Muscle metabolism during sprint exercise in man: influence of sprint training. *Sci Med Sport*: 7(3): 314 -322.
- Bescos R, Gonzalez-Haro C, Pujol P, Drobnic F, Alonso E, Santolaria MI, (2009). Et Al. Effects Of Dietary L-Arginine Intake On Cardiorespiratory And Metabolic Adaptation In Athletes. *International Journal Of Sport Nutrition And Exercise Metabolism.*;19(4):355-65.
- Bescos R, Sureda A, Tur Ja, Pons A. (2012). The Effect Of Nitric- Oxide-Related Supplements On Human Performance. *Sports Medicine (Auckland, Nz).*;42(2):99-117.
- Broman G. Quintana M. Lindberg T, Jansson E, Kaijser L. High intensity deep water training improve aerobic power in elderly women. *Eur J Appl Physiol.* 2006 Sep; 98(2):117023.
- Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJ, Brandwell SN, Gibala MJ. increases muscle oxidative potential and Six sessions of sprint interval trainin cycle endurance capacity in humans. *J Appl Physiol.* 2005 Jun; 98(6): 198590
- Burgomaster KA.. HeigenhauserGJ, Gibala Carbohydrate metabolism during short term sprint interval training exercise and time trial performance. *J Appl Physiol.* 2006 jun human skeletal 204107. Jun; 100(6):
- C. Thomas. p. Sirvent, Relationships between maximal muscle oxidative capacity and blood lactate removal after supramaximal exercise and fatigue indexes in humans. *J Appl Physiol* 972132-2138.2004.
- Cancela Carral JM, Ayan Perez C. Effects of High Intensity Combined Training on Women over 65. *Gerontology* 2007 Jun 15, 53(6):102108

- same maintained exercise intensity. Eur J Appl Physiol. 63: 101 - 107.
- Green HJ, Barr DJ, Fowles JR, Sandiford SD, Ouyang J. Malleability of human skeletal muscle Na⁺-K⁺-ATPase pump with short-term training. J Appl Physiol 97: 143-148, 2004.
- Harmer AR, McKenna MJ, Sutton JR, et al. Skeletal muscle metabolic and ionic adaptation during intense exercise following sprint training in humans. J Appl Physiol 2000; 89:1793-803.
- Hawley JA, Stepto NK. Adaptations to training in endurance cyclists: implications for performance Sports Med. 2001;31: 511-520.
- Hawley JA. Adaptations of skeletal muscle to prolonged, intense endurance training Clin Exp Pharmacol Physiol. 2002; 29: 218-222.
- KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL & MJ Gibala (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and humans traditional endurance training in. J Physiol 586, 151-160.
- Yaman H, Tiryaki-Sonmez G, Gürel K. (2010). Effects Of Oral L- Arginine Supplementation On Vasodilation And Vo₂max In Male Soccer Players. Biomedical Human Kinetics.;2, 25 29
- Gharbi Adnene, Karim Chamari, Amjad Kallel, Said Ahmaidi Zouhair Tabka and Zbidi Abdelkarim. Lactate kinetics after intermittent and continuous exercise training. Journal of Sports Science and Medicine (2008) 7. 279-285.
- Gibala Mj, McGeeSL.2008. Metabolic adaptation to short high-intensity interval training a little pain for a lot of gain?Exerce Sport Sci Rev:36(2): 58 63.
- Gibula MI, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Salda Raha S, Tarnopolsky MA Short term sprint interval versus traditi endurance training similar initial adaptations in human skeletal muscle exercise performance. J Physiol. 2006 Sep 15.575(P3):690
- Glaister M .2005. Multiple Sprint Work Physiological Responses Mechanisms of Fatigue and the influence of Aerobic Fitness. Sports Med 35(9):757-777
- Gmada, N., Bouhlel, E., Mrizek, L, Debabi, H, Ben Jabrallah, M, Tabk . Z., Feki, Y and Amri, M. (2005) Effect of combine active recovery from supramaximal exercise on blood lactate disappearance in trained and untrained man. International Journal of Sports Medicine 26, 1-6.
- Gorostiaga, EM, Walter.C, B. Foster. C..Hickson, R.C., 1991 Uniqueness of interval and continuous at the

ارجاع: فرج الهی مقدم بتول، خنجری مهوش، تاثیر ۳ هفته تمرینات HIT بر زمان به اوج رسیدن لاکتات خون و vo₂max دختران نوجوان غیر ورزشکار، مجله علوم حرکتی و رفتاری، دوره ۴، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، صفحات ۲۹۸-۲۹۱.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی