

مقایسه تاثیر فعالیت ورزشی با شدت های مختلف در صبح و عصر بر حداکثر اکسیداسیون چربی در مردان چاق و با وزن طبیعی

دکتر محمد عزیزی^۱، دکتر حمید محبی^۲

چکیده

سابقه و هدف: برخی از شاخص‌های متابولیسمی و هورمونی اثر گذار بر اکسیداسیون چربی، تابع ریتم شبانه روزی هستند. لذا پژوهش حاضر با هدف مقایسه حداکثر اکسیداسیون چربی (MFO) و شدت فعالیت متناسب با آن (FATmax) بین فعالیت صبح و عصر در مردان چاق و با وزن طبیعی انجام شد.

مواد و روش‌ها: MFO و FATmax با روش کالری سنجی غیر مستقیم در ۱۲ مرد با وزن طبیعی و ۱۰ مرد چاق هنگام دویدن فزاینده با مراحل ۳ دقیقه ای روی نوارگردان در صبح و عصر محاسبه شد. از آزمون‌های آماری t-student و تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر جهت تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میزان اکسایش چربی و MFO در عصر برای هر دو گروه چاق و با وزن طبیعی به طور معنی داری بالاتر از صبح بود ($p \leq 0.05$)، اما MFO بین دو گروه چاق و با وزن طبیعی تفاوت معنی داری نداشت. میزان اکسایش چربی در شدت‌های پایین ($VO_{2max} < 60\%$) در گروه چاق و با وزن طبیعی مشابه بود، اما در شدت‌های بالاتر در گروه وزن طبیعی بطور معنی داری بالاتر از گروه چاق بود.

نتیجه گیری: نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌کند که انجام فعالیت ورزشی در عصرها و با شدت FATmax، جهت کاهش و یا حفظ وزن بهتر است.

کلید واژه: حداکثر اکسیداسیون چربی، زمان روز، شدت فعالیت ورزشی.

مقدمه

ریتم بیولوژیکی مربوط به تغییرات چرخه ای است که به طور منظم در طول زمان های مشخصی از شبانه روز اتفاق می افتد، و فرآیندهای بیولوژیکی را تحت تاثیر قرار می دهد (۱). در انسان، ساعت شبانه روزی در دو دسته از سلول های عصبی که هسته سوپراکیاسماتیک^۱ (SCN) نامیده می شوند، ساکن هستند. این سلول ها در قسمت پایه مغز که هیپوتالاموس قدامی نامیده می شود، قرار دارند. SCN آغازگر ریتم بیولوژیکی در بدن است، که در طول ۲۴ ساعت ریتم تمام ارگانیسم های بدن را هماهنگ می کند (۲، ۱).

مطالعات نشان داده اند که ریتم شبانه روزی، برخی شاخص های متابولیکی و هورمونی اثر گذار بر متابولیسم را کنترل می کند. میزان دمای بدن و اکسیژن مصرفی استراحت در ساعت ۴ صبح در کمترین مقدار می باشد، و در ساعات ۳-۴ بعد از ظهر به حداکثر می رسند (۳). اوج ضربان قلب در ساعت ۳ بعد از ظهر است، ریتم مشابهی نیز در حجم ضربه ای، برون ده قلب، جریان خون و فشار خون مشاهده شده است (۴). حجم بازدمی با فشار و اوج جریان بازدمی (۴)، الگوی حرکات معده ای- روده ای، میزان جذب روده ای، فعالیت آنزیم های معده ای - روده ای و ترشح اسیدهای معده ای نیز دارای ریتم شبانه روزی است (۵). سطوح اپی نفرین و نوراپی نفرین نیز در اوایل بعد از ظهر به حداکثر می رسد (۶). لذا فرض بر این است که با توجه به تغییر در این شاخص ها، اکسیداسیون سوستررا نیز دستخوش تغییر شود.

جیرو و همکاران^۲ گزارش کردند که اکسایش چربی در طول فعالیت صبح بالاتر از عصر است (۷). اما گالیون و همکاران^۳ گزارش کردند که تغییرات معنی داری در پاسخ های متابولیکی و هورمونی به فعالیت در صبح و عصر وجود ندارد (۸). در حالی که سالاتا و همکاران^۴ نشان دادند که پاسخ ACTH در صبح بالاتر از عصر است (۹). چوالی بوگ و همکاران^۵ نیز گزارش کردند که در طول روز سوخت اکسایشی اصلی کربوهیدرات است، در حالی که در طول شب سوخت مصرفی به سمت چربی ها افزایش پیدا می کند (۱۰). در مطالعه قبلی ما تاثیر ۳۰ دقیقه فعالیت با شدت ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی را در ساعت ۸ صبح و ۶ عصر بررسی کردیم و نشان دادیم که میزان انرژی مصرفی و اکسیژن مصرفی در عصر ها بالاتر از صبح است (۱۱)، اما هنوز نمی دانیم که آیا در دامنه ای از شدت های متفاوت در صبح و عصر اکسیداسیون سوستررا تغییر می کند یا نه؟ و آیا زمان روز می تواند میزان اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات را تغییر دهد؟

از سوی دیگر مطالعات نشان داده است که چاقی موجب اختلال در مصرف چربی ها به عنوان سوخت در دوره پس از جذب در طول دوره تحریک بتا آدرنرژیک و احتمالاً در جریان فعالیت می شود (۱۲). در مطالعه ای مشخص شد که تمرینات ورزشی قادر نیست اکسایش چربی را در حالت استراحت در افراد چاق افزایش دهد. مطالعات نشان داده است که چاقی با کاهش ظرفیت اکسایش چربی همراه است (۱۳، ۱۴). همچنین اختلال در اکسایش اسیدهای چرب عضلات اسکلتی در چاقی احشایی در دوره پس از جذب مشاهده شده است، در حالی که جذب و اکسایش گلوکز افزایش پیدا کرده است (۱۲، ۱۳).

1. suprachiasmatic nucleus
2. Jiro et al. 1995
3. Galliven et al. 1997
4. Salata et al. 1988
5. Chwalibog et al. 2002

پرز و همکاران^۱ ابراز داشتند که وقتی شدت فعالیت یکسان باشد، اکسیداسیون چربی در افراد چاق کمتر از افراد لاغر است و حداکثر اکسیداسیون چربی در افراد چاق در شدت فعالیت پایین تری نسبت به افراد لاغر اتفاق می افتد (۱۵). اما گودپاستر و همکاران^۲ نشان دادند که اکسیداسیون چربی هنگام فعالیت روی چرخ کارسنج با شدت ۵۰ درصد VO_{2max} در افراد چاق بیشتر از افراد لاغر است (۱۶). در مطالعه قبلی ما نشان دادیم که میزان انرژی مصرفی و اکسیژن مصرفی در افراد چاق به طور معنی داری بالاتر از افراد لاغر است (۱۱). اما با توجه به تناقض در مطالعات قبلی، هنوز به طور دقیق تاثیر زمان های مختلف روز بر اکسیداسیون سوپسترا در افراد چاق و طبیعی بررسی نشده است و پاسخ این سوال که آیا در دامنه ای از شدت های مختلف فعالیت دویدن، تفاوتی بین افراد چاق و با وزن طبیعی در اکسیداسیون سوپسترا وجود دارد یا نه؟ هنوز معلوم نیست. لذا هدف از تحقیق حاضر مقایسه تاثیر فعالیت ورزشی با شدت های مختلف در صبح و عصر بر حداکثر اکسیداسیون چربی^۳ (MFO) و شدت فعالیت متناسب با آن (FATmax) در مردان چاق و با وزن طبیعی است.

مواد و روش ها

آزمودنی های این پژوهش را ۲۲ نفر از دانشجویان پسر غیر ورزشکار تشکیل می دادند که به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. پس از دریافت رضایت نامه، سوابق فعالیت بدنی و بیماری آزمودنی ها از جمله بیماری های قلبی-عروقی، ریوی، آلرژی، فشارخون، دیابت و... به وسیله پرسش نامه مشخص شد و آزمودنی هایی که بیماری خاصی داشتند از پژوهش حذف شدند. از آزمودنی ها خواسته شد که در طول مراحل آزمون از هر گونه فعالیت بدنی شدید خود داری کنند. سپس آزمودنی ها با توجه به شاخص توده بدن به دو گروه چاق (30 kg/m^2) و \geq شاخص توده بدن) و با وزن طبیعی (شاخص توده بدن بین 20 تا 25 kg/m^2) تقسیم شدند (جدول ۱). در مرحله اول یک هفته قبل از آزمون، قد (با استفاده از قد سنج)، وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن آزمودنی ها با استفاده از روش مقاومت بیوالکتریکی با دستگاه تحلیل کننده ترکیب بدن (مدل Inbody 3.0 ساخت کشور کره) برآورد شد.

سپس، آزمون فعالیت دوی فزاینده با مراحل ۳ دقیقه ای روی نوارگردان در صبح و عصر اجرا شد. برای جلسه صبح آزمودنی ها پس از ۱۰-۱۲ ساعت ناشتایی شبانه در ساعت ۸ صبح آزمون ورزشی را اجرا کردند (۱۷). در جلسه عصر آزمودنی ها پس از ۵-۶ ساعت ناشتایی روزانه در ساعت ۶ عصر آزمون ورزشی مشابه با جلسه صبح را اجرا نمودند (۱۸). جلسات فعالیت صبح و عصر برای آزمودنی ها به صورت تصادفی بوده و حداقل ۷۲ ساعت بین جلسات فعالیت جهت از بین بردن اثرات فعالیت قبلی، استراحت کردند. همچنین، آزمودنی ها همگی از دانشجویان خوابگاهی بودند که از برنامه غذایی دانشگاه استفاده می کردند. آزمودنی ها در هر دو گروه پس از ۵ دقیقه گرم کردن، آزمون ورزشی خود را روی نوارگردان (مدل Cosmed T 150 DE) ساخت کشور ایتالیا با سرعت $3/5$ و $3/5$ و با شیب ۱ درصد شروع کردند، سرعت دستگاه هر سه دقیقه 1 km/h افزوده می شد تا زمانی که سرعت نوارگردان به $6/5 \text{ km/h}$ برسد. در این نقطه، سرعت ثابت می ماند و شیب دستگاه هر ۳ دقیقه به میزان ۲ درصد افزایش می یافت، تا زمانی که RER برابر با ۱ شود. پس از این مرحله تا رسیدن آزمودنی به خستگی کامل، سرعت دستگاه هر دقیقه 1 km/h افزوده شد (۱۹). هدف از بخش آخر آزمون فزاینده اندازه گیری VO_{2max} بود.

1. Perez et al
2. Goodpaster et al
3. Maximal Fat Oxidation

در طول آزمون، میانگین حجم اکسیژن مصرفی و دی اکسیدکربن دفعی به شیوهٔ نفس به نفس با استفاده از دستگاه گاز آنالایزر ساخت کشور ایتالیا (مدل Cosmed Quark b2)، اندازه‌گیری و با نرم افزار در رایانه ثبت شد. ضربان قلب آزمودنی‌ها نیز به طور پیوسته در طول آزمون با استفاده از ضربان سنج پُلار (مدل T 31)، ساخت کشور فنلاند اندازه‌گیری و ثبت شد.

محاسبات و کالری سنجی غیر مستقیم: میانگین VO_2 و VCO_2 در طول ۲ دقیقه پایانی هر مرحله از آزمون، تا زمانی که RER کمتر از ۱ بود تعیین و محاسبه شد. سپس با این فرض که میزان دفع نیتروژن ادرار ناچیز است، برای هر یک از این مراحل، میزان اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات با استفاده از معادلات عنصرسنجی فرین^۲ (۲۰) محاسبه شد. همچنین، درصد اکسیداسیون چربی نیز بر اساس روشی که ونیلز^۱ و همکاران معرفی کردند (۲۱) با استفاده از معادلات زیر محاسبه شد.

$$\text{میزان اکسیداسیون چربی (g/min)} = 1.695 \times VO_2 - 1.70 \times VCO_2$$

$$\text{میزان اکسیداسیون کربوهیدرات (g/min)} = 4.585 \times VCO_2 - 3.226 \times VO_2$$

$$\text{درصد اکسیداسیون چربی} = \left[\frac{(1 - RER)}{0.29} \right] \times 100$$

شاخص‌های Fat_{max} ، شدتی از فعالیت که بیشینهٔ اکسیداسیون چربی در آن شدت مشاهده می‌شود و Fat_{min} ، شدتی از فعالیت که اکسیداسیون چربی در آن شدت به صفر می‌رسد ($RER \geq 1$) تعیین و با ترسیم نمودار اکسیداسیون چربی، شدت فعالیت نمایش داده شد (۲۲). داده‌ها با استفاده از نرم افزار دستگاه گاز آنالایزر (۷/۵ Quark b2) به صورت استاندارد برای همهٔ آزمودنی‌ها فیلتر شد. برای یافتن نقطهٔ Fat_{min} و Fat_{max} از روی منحنی اکسیداسیون چربی - اکسیژن مصرفی نیز از همان نرم افزار استفاده شد. سپس داده‌ها به نرم افزار اکسل انتقال داده شدند.

جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از آزمون‌های آماری t-student و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی LSD در دو گروه چاق و طبیعی و در صبح و عصر استفاده شد. محاسبات آماری در محیط نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ و در سطح آماری $P \leq 0.05$ انجام گرفت.

یافته‌ها:

در جدول ۱ ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها ارائه شده است. دو گروه در متغیرهای وزن، شاخص توده بدن، توده چربی، درصد چربی بدن، توده بدون چربی و حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر در دقیقه در کیلوگرم وزن بدن) تفاوت معنی داری داشتند ($p \leq 0.05$)، اما هنگامی که حداکثر اکسیژن مصرفی بر حسب توده بدون چربی (میلی لیتر در دقیقه در کیلوگرم وزن بدن) محاسبه شد، تفاوتی بین دو گروه وجود نداشت. آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که میزان اکسایش چربی (mg/min) در شدت‌های تقریباً ۴۰٪، ۵۰٪ و ۶۰٪ VO_2max ، بین صبح و عصر برای گروه طبیعی؛ و در شدت‌های تقریباً ۲۰٪، ۳۰٪، ۴۰٪، ۵۰٪ و ۶۰٪ VO_2max ، بین صبح و عصر برای گروه چاق تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۲) ($p \leq 0.05$). همچنین میزان اکسایش کربوهیدرات (mg/min) در شدت‌های تقریباً ۲۰٪، ۳۰٪، ۴۰٪، ۵۰٪ و ۶۰٪ VO_2max ، در گروه طبیعی؛ و در شدت‌های تقریباً ۴۰٪، ۵۰٪، ۶۰٪ و ۷۰٪ VO_2max ، برای گروه چاق در عصر به طور معنی‌داری بالاتر از صبح بود. (جدول ۲) ($p \leq 0.05$). نتایج مربوط به مقیاس ۱۵ رتبه‌ای بورگ نشان داد که میزان درک فشار در عصر در هر

دو گروه چاق و طبیعی کمتر از صبح بود؛ و در دقایق ۵، ۱۵ و ۲۰ فعالیت، اختلاف معنی داری بین صبح با عصر در دو گروه مشاهده شد ($p \leq 0/05$) (شکل ۱).

نتایج نشان داد که میزان حداکثر اکسیداسیون چربی (mg/min/FFM) به هنگام عصر برای گروه چاق ($6/05 \pm 1/1$) به طور معنی داری بالاتر از صبح ($5/51 \pm 0/93$) می باشد ($p = 0/01$). در گروه طبیعی نیز حداکثر اکسیداسیون چربی در عصر ($7/18 \pm 1/5$) به طور معنی داری بالاتر از صبح ($6/12 \pm 1/5$) بود ($p = 0/02$). اما میزان حداکثر اکسیداسیون چربی بین دو گروه چاق با طبیعی در صبح و عصر تفاوت معنی داری نداشت ($p = 0/12$) (جدول ۱).

از سوی دیگر بررسی اکسیداسیون سوبسترا بین دو گروه چاق و طبیعی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر نشان داد که میزان اکسایش چربی (mg/min/FFM) در شدت های تقریباً ۶۰٪، ۷۰٪ و ۸۰٪ VO_2max در صبح و عصر برای گروه طبیعی به طور معنی داری بالاتر از گروه چاق بود (شکل ۳ و ۲) ($p = 0/002$). تغییرات ضربان قلب نیز در شکل ۴ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی های توصیفی آزمودنی ها (میانگین \pm انحراف استاندارد)

گروه چاق		گروه طبیعی		
۲۲/۷ \pm ۲		۲۲/۰۸ \pm ۱/۵		سن (سال)
۱۷۷ \pm ۴/۴		۱۷۳ \pm ۶/۱		قد (سانتیمتر)
۱۰۲ \pm ۱۱/۳		۶۷/۶ \pm ۷/۳		وزن (کیلوگرم)
۳۲/۵ \pm ۲/۲		۲۲/۳ \pm ۱/۱		شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)
۳۱ \pm ۸/۲		۱۰/۶ \pm ۲/۹		توده چربی (کیلوگرم)
۲۹/۹ \pm ۵/۳		۱۴/۸ \pm ۳/۹		درصد چربی بدن
۷۱/۵ \pm ۶/۱		۵۶/۸ \pm ۷/۳		توده بدون چربی
۱۹۶/۸ \pm ۰/۷۸		۱۹۷/۷ \pm ۱/۳		ضربان قلب بیشینه
عصر	صبح	عصر	صبح	VO_2max (ml/min/FFM)
۵۲/۴ \pm ۱/۸	۵۳/۱ \pm ۳/۳	۵۳/۹۹ \pm ۲/۹	۵۴/۶۴ \pm ۳/۲	
۳۶/۹ \pm ۲/۴	۳۷/۲ \pm ۳/۶	۴۵/۳ \pm ۳/۲	۴۵/۷ \pm ۳/۴۴	VO_2max (ml/min/kg)
* ۳۷/۲ \pm ۰/۱۵	۳۶/۹ \pm ۰/۲۳	* ۳۷/۲ \pm ۰/۲۴	۳۷ \pm ۰/۱۷	دمای بدن (سانتیگراد)
* ۴۳۳ \pm ۸۱	۳۹۴ \pm ۶۷	* ۴۰۸ \pm ۸۹	۳۴۸ \pm ۱۱	MFO (mg/min)
* ۶/۰۵ \pm ۱/۱	۵/۵۱ \pm ۰/۹۳	* ۷/۱۸ \pm ۱/۵	۶/۱۲ \pm ۱/۵	MFO (mg/min/FFM)

گروه چاق		گروه طبیعی		
* ۴۵/۱±۶	۴۰/۲±۴/۴	¥۵۳/۲±۷/۲*	¥۴۷±۹/۸	FATmax (%VO ₂ max)
۹۳/۱±۴/۳	۹۰/۵±۳/۸	۹۲/۹±۲/۷	۹۳/۶±۲/۷	FATmin (%VO ₂ max)

MFO : حداکثر اکسایش چربی؛ FATmax: شدتی که حداکثر اکسایش چربی در آن اتفاق می افتد

*: تفاوت معنی دار بین صبح و عصر

¥: تفاوت معنی دار بین گروه چاق با گروه طبیعی

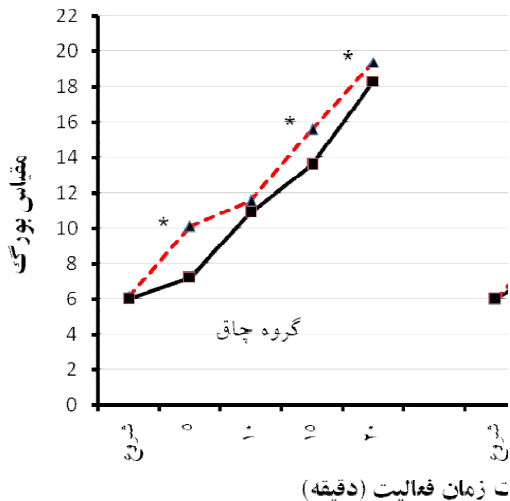
جدول ۲- میزان اکسایش چربی و کربوهیدرات در مراحل مختلف پروتکل نوارگردان بین دو گروه چاق و

طبیعی در صبح و عصر

گروه طبیعی (n=12)	مراحل پروتکل نوارگردان	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
		شدت فعالیت (VO ₂ max)	۱۱/۹±۱/۸ ¥	۲۸/۳±۳/۲	۳۸/۲±۴/۹	۴۷/۶±۳/۲	۵۸/۸±۲/۷	۶۶±۳/۵ ¥
میزان اکسایش کربوهیدرات (mg/min)	۲۳۷±۴۸	۳۹۹±۹	۷۹۲±۲۸	۱۱۷۰±۲۸۸	۱۳۰۰±۲۷	۱۸۴۰±۳۱	۲۳۸۰±۱۵	
میزان اکسایش چربی (mg/min)	۱۶۷±۶۹	¥۲۶۴±۶۵	¥۲۷۵±۳۴	¥۳۴۰±۴۲	۲۹۲±۵۵	¥۲۵۹±۵۳	۱۳۵±۴۵	
عصر	شدت فعالیت (VO ₂ max)	۱۲/۷±۲/۱ ¥	۲۵/۲±۲	۳۸/۶±۲/۹	۴۹/۶±۴/۸	۵۷/۸±۲/۹	۶۷/۷±۶/۱	۷۶/۶±۵/۲
	میزان اکسایش کربوهیدرات (mg/min)	۲۸۶±۱۱۷	¥۴۷۴±۱۱۲	۷۴۰±۲۳۰	۱۰۴۰±۲۷	۱۵۱۰±۲۸	۲۱۹۰±۲۵	۳۷۳۰±۳۶۴
	میزان اکسایش چربی (mg/min)	۱۷۵±۴۹¥	۲۶۱±۴۴¥	¥۳۰۵±۴۳	¥۴۰۲±۳۷	۳۲۰±۶۷	۲۶۵±۵۶	۱۳۳±۳۹
صبح	شدت فعالیت (VO ₂ max)	۱۶/۴±۱/۹	۲۶/۷±۳/۸	۳۸/۷±۳/۷	۴۵/۹±۵/۴	۵۶/۹±۵/۷	۶۵/۹±۵/۶	۷۴/۴±۳/۹
	میزان اکسایش کربوهیدرات (mg/min)	۳۰۱±۱۱۳ ¥	۵۵۷±۱۵¥	۷۴۸±۲۰	۱۲۳۳±۳۳ ¥	۱۷۴۰±۴۱ ¥	۲۳۲۰±۴۰ ¥	۳۳۴۰±۲۷ ¥
	میزان اکسایش چربی (mg/min)	۱۹۸±۳۳	۳۵۸±۵۹	۲۸۰±۱۶	۴۲۶±۴۶	۳۷۷±۱۲	۱۸۱±۱۰	۱۰۹±۴۰
گروه چاق (n=10)	شدت فعالیت (VO ₂ max)	۱۸/۴±۳/۹	۳۱/۹±۴/۱	۴۰±۲/۵	۴۷/۸±۲/۷	۵۹/۴±۳/۶	۶۸/۶±۲/۵	۷۹/۹±۱/۵
	میزان اکسایش کربوهیدرات (mg/min)	۴۱۹±۹۰¥	۶۱۹±۹۰¥	¥۸۹۰±۱۲	¥۱۱۱۷±۱۰	¥۱۷۲۷±۴۱¥	¥۲۳۲۰±۴۶ ¥	۳۶۵۰±۳۰¥
	میزان اکسایش چربی (mg/min)	۲۵۰±۳۰	۳۳۳±۳۴	۳۸۸±۶۵	۴۸۶±۳۸	۳۳۹±۷۱	۲۹۰±۶۰	۱۲۹±۵

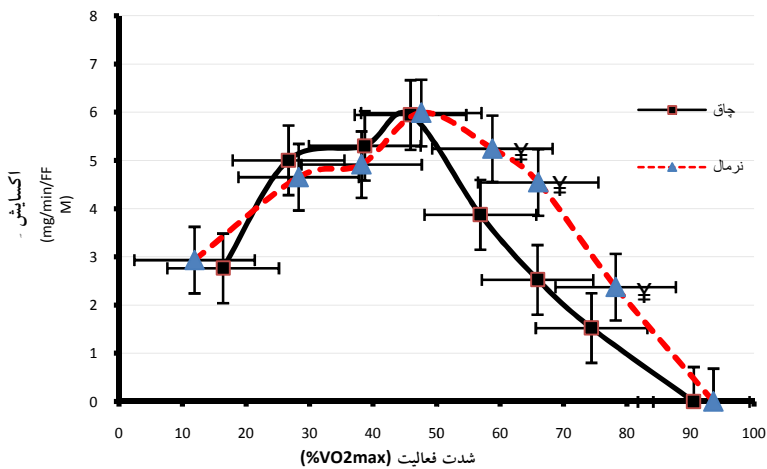
¥: تفاوت معنی دار بین گروه چاق با طبیعی (P≤۰/۰۵)

*: تفاوت معنی دار بین صبح با عصر (P≤۰/۰۵)



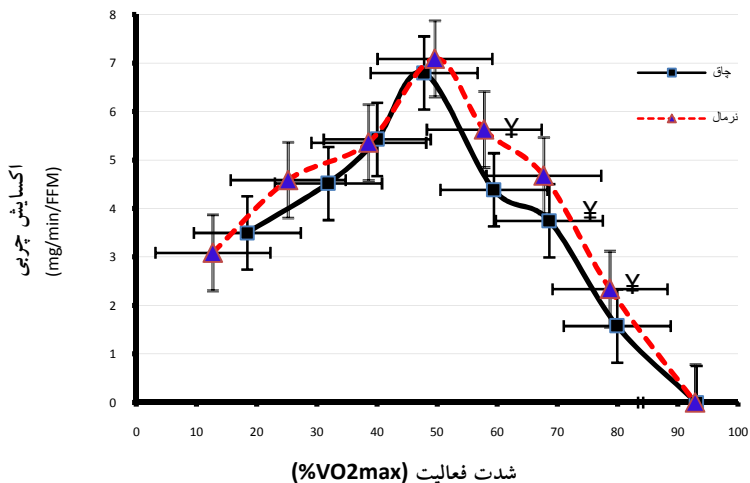
*: تفاوت معنی دار بین صبح با عصر ($P \leq 0.05$)

شکل ۱. مقیاس بورگ در صبح و عصر برای گروه چاق و طبیعی

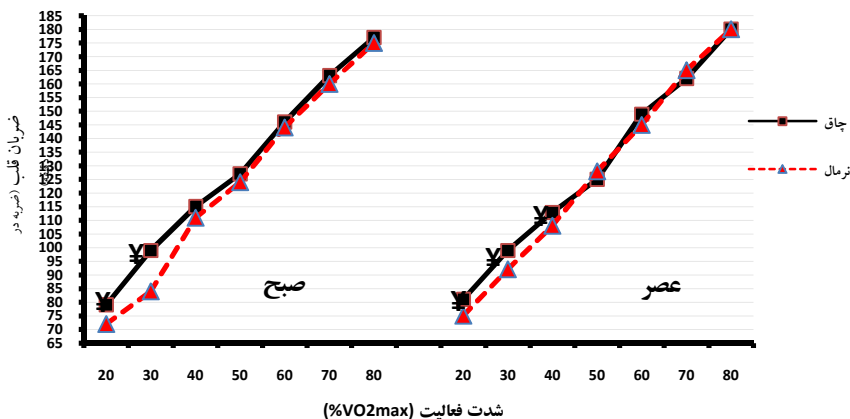


¥: تفاوت معنی دار بین دو گروه چاق و طبیعی

شکل ۲. مقایسه اکسایش چربی در صبح بین دو گروه چاق و طبیعی



∇: تفاوت معنی دار بین دو گروه چاق و طبیعی
 شکل ۳. مقایسه اکسایش چربی در عصر بین دو گروه چاق و طبیعی



∇: تفاوت معنی دار بین دو گروه چاق و طبیعی
 شکل ۴. تغییرات ضربان قلب در شدت‌های مختلف فعالیت در صبح و عصر برای گروه چاق و طبیعی

بحث و بررسی:

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که سطح آمادگی جسمانی می‌تواند در انتخاب نوع سوخت مصرفی در هنگام فعالیت اثر گذار باشد (۲۳). در تحقیق حاضر، عدم تفاوت معنی‌دار در VO_{2max} (ml/min/FFM) بین آزمودنی‌های چاق و طبیعی (جدول ۱) نشان می‌دهد که آزمودنی‌های دو گروه از سطح آمادگی هوایی تقریباً یکسانی برخوردار بودند. از این رو احتمالاً عامل آمادگی هوایی نمی‌تواند بر مقایسه نتایج تحقیق بین دو گروه اثر گذار باشد.

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان اکسایش چربی (mg/min) در گروه چاق و طبیعی در عصر به طور معنی-داری بالاتر از صبح بود. پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که میزان دمای بدن، توان حداکثر و توان میانگین (۲۴)، توان هوازی (۲۵)، زمان رسیدن به خستگی، اوج اکسیژن مصرفی و پاسخ سیستم هوازی به فعالیت، در عصرها بالاتر از صبح می‌باشد (۲۶). همچنین اکسیژن مصرفی، و انرژی مصرفی نیز در عصرها بالاتر از صبح می‌باشد (۱۱). سطح پلاسمایی هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین نیز در بعد از ظهر به اوج می‌رسند (۶). با توجه به اینکه نتایج ما نیز نشان داد که دمای بدن در عصر به طور معنی‌داری در هر دو گروه بالاتر از صبح است؛ احتمالاً افزایش در مقدار کاتکولامین‌ها و دمای بدن می‌تواند در افزایش میزان اکسایش چربی موثر بوده، و موجب اختلاف معنی‌دار در این متغیرها در هر دو گروه چاق و طبیعی، در عصر نسبت به صبح شود. جالب اینکه تفاوت در اکسایش چربی بین دو گروه در شدت‌های زیر ۶۰ در صد حداکثر اکسیژن مصرفی بوده است، که این نشان می‌دهد فقط در شدت‌های پایین تفاوتی بین اکسایش چربی در صبح و عصر وجود دارد؛ و در شدت‌های بالاتر تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد. احتمالاً چون در شدت‌های بالاتر از ۶۰٪ اتکا به اکسایش کربوهیدرات‌ها افزایش می‌یابد و سهم چربی در تامین انرژی کاهش می‌یابد؛ در مطالعه حاضر تفاوتی بین دو گروه در شدت بالای ۶۰٪ مشاهده نشد.

نتایج مقیاس بورگ نیز نشان داد که میزان درک فشار در عصرها کمتر از صبح می‌باشد، که نشان دهنده کاهش فشار روی آزمودنی در هنگام فعالیت در عصر می‌باشد؛ لذا همین نکته نیز می‌تواند از دلایل بیشتر بودن اکسایش چربی در هر دو گروه در عصر نسبت به صبح باشد. در مطالعه قبلی ما گزارش کردیم که میزان انرژی مصرفی و اکسیژن مصرفی در عصرها بالاتر از صبح است و میزان RER نیز پایین‌تر است (۱۱)، که این نشان می‌دهد احتمالاً در عصرها میزان اکسیداسیون چربی بالاتر است. البته چون که هیچ کدام از مطالعات قبلی در دامنه‌ای از شدت‌های مختلف، اکسایش سوبسترا را در صبح و عصر بررسی نکرده‌اند، تفسیر نتایج کمی مشکل است.

نتایج نشان داد که میزان حداکثر اکسیداسیون چربی (mg/min/FFM) در صبح و عصر بین دو گروه چاق با طبیعی تفاوت معنی‌داری نداشت. رحمانی‌نیا و همکاران گزارش کردند که چاقی اثر معنی‌داری بر نوع اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات در طول فعالیت با شدت متوسط ندارد (۲۷). از طرفی، اسپچفلرز و همکاران^۱ با تزریق هیپارین که موجب افزایش غلظت اسید چرب پلازما شد، نشان دادند که نسبت تبادل تنفسی به طور مشابهی در هر دو گروه چاق و لاغر کاهش یافت (۲۸). این بدین معنی است که ظرفیت اکسیداسیون چربی در افراد چاق و لاغر برابر است و تفاوت‌های مشاهده شده احتمالاً به دلیل ناتوانی افراد چاق در به حرکت در آوردن چربی از منابع آن باشد؛ که این تفاوت در شدت‌های بالاتر بارزتر می‌شود. این یافته با نتایج گودپاستر و همکاران^۲ که نشان دادند اکسیداسیون چربی در افراد چاق در فعالیت زیربیشینه، بیشتر از افراد لاغر است (۱۶)، مغایرت دارد. به نظر می‌رسد این مغایرت احتمالاً ناشی از تفاوت موجود در شدت فعالیت و مدت فعالیت باشد. از این یافته‌ها می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که اگر تفاوتی در اکسیداسیون چربی بین افراد چاق و لاغر هنگام فعالیت وجود داشته باشد، احتمالاً در شدت‌های بالاتر بهتر نمایان می‌شود. شاید به این دلیل که با افزایش شدت فعالیت، توانایی افراد چاق در به حرکت درآوردن چربی‌ها کاهش می‌یابد.

آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که میزان اکسایش چربی (mg/min/FFM) در شدت‌های تقریباً ۶۰٪، ۷۰٪ و ۸۰٪ VO_2max ، در صبح و عصر برای گروه طبیعی به طور معنی‌داری بالاتر از گروه چاق بود.

وید و همکاران^۱ دریافتند که مردان چاق چربی کمتری را در طول فعالیت در مقایسه با افراد لاغر مصرف می‌کنند (۲۹). کاهش در اکسایش چربی احتمالاً بیانگر تغییرات در اکسایش سوپسترا و ناهنجاری‌های متابولیکی عضلانی است، که این نقص به عنوان پتانسیل بالقوه، یا پیامد چاقی است (۳۰). مطالعات نشان داده است که چاقی با کاهش ظرفیت اکسایش چربی همراه است (۱۳). همچنین اختلال در اکسایش اسیدهای چرب عضلات اسکلتی در چاقی احشایی در دوره پس از جذب مشاهده شده است، در حالی که جذب و اکسایش گلوکز افزایش پیدا کرده است (۱۲، ۱۳).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در شدت‌های پایین (کمتر از ۶۰ درصد VO_2max) تفاوت معنی‌داری در اکسایش چربی بین افراد چاق با طبیعی وجود ندارد، اما با افزایش شدت فعالیت توانایی افراد چاق در استفاده از منابع چربی کاهش می‌یابد، و در شدت‌های بالا (بیشتر از ۶۰ درصد VO_2max) افراد چاق اکسایش چربی کمتری نسبت به افراد طبیعی دارند.

در مطالعه دیگری مشخص شد که انجام برنامه فعالیت ورزشی با شدت پایین نسبت به برنامه با شدت بالا (ولی با میزان انرژی مصرفی کل برابر) میزان اکسایش چربی در آن بالاتر است (۳۱). پرز و همکاران نیز گزارش کردند که در واقع اغلب برنامه‌های وزنی جهت کاهش وزن در افراد چاق بالاتر از نقطه حداکثر اکسیداسیون چربی و نقطه تلاقی اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات است؛ و عمدتاً شدت آن به قدری است که اکسایش چربی در افراد چاق خیلی پایین است (۱۵). تامسون و همکارانش^۲ نیز نشان داده‌اند که در مردان با وزن طبیعی، فعالیت ورزشی طولانی مدت با شدت پایین نسبت به فعالیت ورزشی با شدت متوسط، اکسایش چربی بیشتری دارد (۳۲). پرز و همکارانش، پیشنهاد کردند که در افراد چاق شدت فعالیت ورزشی باید برابر با شدت حداکثر اکسیداسیون چربی باشد (۱۵). مطالعه حاضر همسو با این یافته‌ها پیشنهاد می‌کند که بهترین شدت فعالیت جهت اکسایش چربی در افراد چاق و طبیعی، نقطه FATmax می‌باشد، که در آن حداکثر اکسیداسیون چربی در دو گروه مشاهده شد. در مطالعه حاضر در هر دو گروه و در صبح و عصر نقطه FATmax در شدت‌های بین ۴۰ تا ۵۵ درصد VO_2max اتفاق افتاد. لذا افراد جهت کاهش و یا حفظ وزن بهتر است با شدت FATmax به فعالیت بپردازند. البته با توجه به اثر زمان روز در اکسایش چربی، نتایج این مطالعه نشان داد که بهتر است در عصرها به فعالیت بپردازند. اگر چه جهت اثبات این ادعا باید مطالعه‌ای تاثیر فعالیت با شدت FATmax را با شدت‌های استاندارد در زمان‌های مختلف روز، با هم مقایسه کند.

Reference

1. Froy O, (2010). Metabolism and Circadian Rhythms-Implications for Obesity. The Endocrine Society 30:1 1-30.
2. Stokkan, KA, Yamazaki S, Tei, H, Sakaki Y, and Menaker M, (2001). Entrainment of the circadian clock in the liver by feeding, Science 291, 490-493.
3. Dietmar Weinert, Jim Waterhouse, (2007). The circadian rhythm of core temperature: Effects of physical activity and aging. Physiology & Behavior 90, 246-256.
4. E Garet, W, Kirkendall, D.T, (1999). Exercise and sport science, Champaign, IL: Human kinetics 351-371.
5. Goo RH, Moore JH, Greenberg E, et al, (1987). Circadian variation in gastric emptying of meals in man. Gastroenterology 93 515-518.
6. Ayako S and Keiichi M, (1995). Circadian Rhythm of Catecholamine Excretion in Rats after Phase Shift of Light-Dark Cycle. Industrial Health 33, 57-66.
7. Jiro T, Kiyoshi Y, Tetsuji A, (1995). Substrate usage during prolonged exercise on morning and evening, Japanese society for physical fitness and sport medicine 44, 419-430.
8. Galliven EA, Singh A, Michelson D, et al, (1997). Hormonal and metabolic responses to exercise across time of day and menstrual cycle phase. J Applied Physiology 83:6 1822-1831.
9. Salata RA, Jarret DB, Verbalis JG, and Robinson AG, (1988). Vasopressin stimulation of adrenocorticotropin hormone (ACTH) in humans. J Clinical Investigation 81, 766-774.
10. Chwalibog A, Thorbek G, (2002). Energy expenditure and oxidation of carbohydrate and fat in humans during day and night, Thermochemica Acta 394, 247-252.
11. Rahmani-Nia F, Mohebbi H, Azizi M, (2009). Effect of circadian rhythms on cortisol reponses and energy expenditure in obese and lean men. Olympic J, 48, 113-123.
12. Ellen E, Wim H, (2002). Substrate oxidation, obesity and exercise training. Research clinical endocrinology and metabolism. 14:4 667-678.
13. Van Baak MA, (1999). Exercise training and substrate utilisation in obesity, International J of Obes 23:3 11-17.
14. Gyami Rad, A; Azali Alamdari,K; Choobineh, S; Ebadi Shirmard, B, (2011). The effect of rehydration on anaerobic power and cardiac function in male club wrestler. J Applied Exercise Physiology. 6, 12, 17-30.
15. Perez Martin A, Dumortier M, Raynaud E, Brun J F, Fedou C, Bringer J, Mercier J, (2001). Balance of substrate oxidation during submaximal exercise in lean and obese people. Diabetes-Metabolism 27, 466-74.
16. Goodpaster BH, Theriault R, Watkins SC, Kelley DE, (2000). Intramuscular lipid content is increased in obesity and decreased by weight loss. Metabolism 49, 467-72.
17. Kanaley, JA, Weltman, Judy Y, Pieper, Karen S, And et al, (2001). Cortisol and growth hormone responses to exercise at different times of day, J of Clinical Endocrinology & Metabolism, 86:6, 2881-2889.
18. Thuma, JR. Gilders, R. Verdun, M. and Loucks, AB, (1995). Circadian rhythm of Cortisol confounds Cortisol responses to exercise: implications for future research, J Applied Physiology, 78:5 1657-1664.
19. Achten, J., Gleeson, M., Jeukendrup, AE, (2002). Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. Med Sci Sports Exerc. 34:1. 92-7.
20. Frayn, KN, (1983). Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. J Applied Physiology 55, 628-634.

21. Venables, MC; Achten, J. and Jeukendrup, AE, (2005). "Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: a cross-sectional study". *J Applied Physiology* 98 160 – 167.
22. Achten, J., Jeukendrup, AE, (2003). Maximal fat oxidation during exercise in trained man. *International J Sports Medicine*. 24:8 603-8.
23. Van Loon LJ, Jeukendrup AE, Saris WH, Wagenmakers AJ, (1999). Effect of training status on fuel selection during submaximal exercise with glucose ingestion. *J Applied Physiology* 87, 1413–20.
24. Souissi N, Gauthier A, Sesboüé B, Larue J, Davenne D, (2004). Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise: force-velocity and 30-s Wingate tests. *International J Sports Med* 25, 14-9.
25. Hill DW, Borden DO, Darnaby KM, Hendricks DN, Hill CM, (1992). Effect of time of day on aerobic and anaerobic responses to high-intensity exercise. *Canadian J Sport Science* 17: 4 316-9
26. Hill DW, (1996). Effect of time of day on aerobic power in exhaustive high-intensity exercise. *J Sports Medicine Physiology and Fitness* 36:3, 155-60.
27. Rahmani-Nia F, Damirchi A, Mirzaee B, Ebrahimi M, (2009). Effect of obesity on fat and CHO oxidation during submaximal exercise, *Research Sport Science J*, 25, 95-102.
28. Schiffelers SL, Saris WH, Van Baak MA, (2001). The effect of increase free fatty acid concentration on thermogenesis and substrate oxidation in obese and lean men. *Int J Obes Relat Metab Disord* 25:1 33-8.
29. Wade AJ, Marbut MM, Round JM, (1990). Muscle fiber type and aetiology of obesity. *Lancet* 335, 805-8.
30. Goodpaster BH, Wolfe RR, and Kelley DE, (2002). Effect of obesity on substrate utilization during exercise. *Obesity research* 10, 575-584.
31. Van Aggel-Leijssen DPC, Saris WHM, van Baak MA, (1998). The effect of exercise training at different intensities on respiratory exchange ratio (RER) of obese men. *International J Obesity* 22, 283-290.
32. Thompson DL, Townsend KM, Boughey R, Patterson K, Basset DR, (1998). Substrate use during and following moderate- and low-intensity exercise: implications for weight control. *European J Applied Physiology* 78, 43-49.