

تأثیر زمان روز بر اکسیداسیون چربی در فعالیت زیربیشینه دختران دارای اضافه وزن

رحمان سوری^{۱*} - علی اکبرنژاد^۲ - زهرا مصدق^۳

۱. دانشیار دانشگاه تهران، ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۳، تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۰۲/۲۲)

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر زمان روز (صبح و عصر) بر میزان اکسیداسیون چربی و روند تغییرات آن در فعالیت زیربیشینه دختران دارای اضافه وزن کم تحرک بود که به روش نیمه تجربی و با رویکرد کاربردی انجام شد. به این منظور، ۱۵ دانشجوی دختر کم تحرک دارای اضافه وزن، با میانگین سنی $23/3 \pm 0/3$ سال، میانگین قد $162/6 \pm 6/5$ سانتی متر، میانگین وزن $4/5 \pm 70/4$ کیلوگرم، شاخص توده بدنی $26/6 \pm 0/8$ کیلوگرم بر مترمربع و درصد چربی $23/3 \pm 3/6$ درصد، پس از پر کردن پرسش نامه، از بین واجدین شرایط، به طور تصادفی به عنوان نمونه آماری انتخاب و با روش تعادل مخالف، به دو گروه صبح ($n=7$) و عصر ($n=8$) تقسیم شدند. پروتکل فعالیت ورزشی شامل ۶۰ دقیقه دویدن تداومی روی نوار گردان با شدت $HR_{max} 60\%$ تقریباً معادل $VO_{2max} 56\%$ بود که در دو نوبت ۷ صبح و ۶ عصر و با فاصله ۷ روز انجام شد. VO_2 و VCO_2 با دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی اندازه گیری و میزان اکسیداسیون چربی در دقیقه، با استفاده از معادله عنصرسنجی فرین محاسبه شد. برای تحلیل داده ها، آزمون t همبسته و آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر در سطح معنی داری $p \leq 0/05$ استفاده شد. یافته های پژوهش نشان داد میزان اکسیداسیون چربی و روند تغییرات اکسیداسیون چربی در زمان عصر، به طور معنی داری $p \leq 0/001$ بالاتر از صبح است. در نهایت بر اساس نتایج این پژوهش، به نظر می رسد که انجام فعالیت ورزشی زیربیشینه در هنگام عصر، بر اکسیداسیون چربی تأثیر بیشتری دارد و به کاهش وزن کمک می کند.

واژه های کلیدی

زمان روز، چرخه شبانه روزی، اکسیداسیون چربی، فعالیت زیربیشینه، اضافه وزن.

مقدمه

لیپوژنیک و ادیپوژنیک ارتباط دارد (۵). با توجه به این که بسیاری از عوامل هورمونی و متابولیکی موثر بر متابولیسم بدن از ریتم‌های شبانه‌روزی پیروی می‌کند، به نظر می‌رسد سوبسترای اکسیداسیون نیز در طول روز تمایل به تغییر دارد. بنابراین، انجام تمرین در زمانی از روز که منجر به حداکثر اکسیداسیون چربی شود، می‌تواند به پیشگیری و درمان چاقی کمک کند.

در زمینه تاثیر زمان روز بر اکسیداسیون چربی، پژوهش‌های نسبتاً کمی انجام شده است. در این راستا، چالیبوگ^۳ (۲۰۰۲) بیان داشت در طول روز کربوهیدرات سوخت اصلی بدن است اما در طول شب، تغییراتی در وضعیت انرژی بدن، از طریق افزایش اکسیداسیون چربی رخ می‌دهد (۶). رحمانی نیا و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند میانگین انرژی مصرفی و اکسیژن مصرفی در ۳۰ دقیقه دویدن روی نوار گردان با شدت VO_{2max} ۶۵٪ پس از ۸ ساعت ناشتایی، در ساعات ۸ صبح و ۶ بعد از ظهر در مردان چاق و لاغر، هنگام عصر بیشتر و غلظت کورتیزول و نسبت تبادل تنفسی (RER)^۴ کمتر است (۲). محبی و همکاران (۲۰۱۱)، حداکثر اکسیداسیون چربی مردان کم تحرک با وزن نرمال و چاق را در شدت‌های مختلف تمرین فزاینده با مراحل ۳ دقیقه ای تا رسیدن به واماندگی (پروتکل آچتن)^۵ در صبح و عصر بررسی کردند و مشخص شد اکسیداسیون چربی و انرژی مصرفی هنگام عصر به طور معنی‌داری بالاتر است (۱۵). درحالی‌که خسروی و همکاران (۱۳۸۸)، همین آزمون ورزشی را در دختران فعال با وزن طبیعی اجرا کردند اما بر اساس نتایج، زمان تمرین تأثیر معنی‌داری بر میزان اکسیداسیون چربی نداشت (۱). کانفیر و همکاران^۶ (۲۰۱۳)، نشان دادند افزایش ظرفیت انجام تمرین و بهبود ترکیب بدنی در گروه تمرینی عصر نسبت به

پیشرفت فناوری و توسعه شهر نشینی، سبب تغییرات عمده ای در سبک زندگی شده و موجبات کاهش تحرک، افزایش اضافه وزن و چاقی را فراهم نموده است (۱۲). در حال حاضر، پژوهشگران علوم ورزشی بر این باورند که به منظور دستیابی به سلامتی و عملکرد مطلوب ورزشی، علاوه بر عوامل مهمی مانند شدت، مدت، نوع و تواتر تمرین و تغذیه، توجه به یک عامل محیطی درونی تحت عنوان ساعت زیستی و تأثیر آن بر وضعیت فیزیولوژیکی بدن نیز ضروری به نظر می‌رسد (۲۳). یافته‌های اخیر علم کرونوبیولوژی^۱ (زیست شناسی زمانی)، علمی در ارتباط با بررسی تغییرات وابسته به زمان بر متغیرهای فیزیولوژیکی، نشان می‌دهد که بدن انسان طی شبانه روز، متحمل تغییرات زیادی در دستگاه‌های مختلف آن می‌شود و در هر ساعت از شبانه روز، توانایی خاصی دارد. ریتم‌های شبانه‌روزی، تغییرات شبانه‌روزی در رفتار و عملکرد فیزیولوژیکی بدن هستند که برای حفظ هموستاز در یک ارگانیسم ضروری‌اند و توسط مکانیسم‌های ژنتیکی-مولکولی تحت عنوان ساعت شبانه‌روزی ایجاد می‌شوند. این الگوی ریتمی توسط ارتعاش سنج سیرکادین واقع در هسته چلیپایی یا سوپرکیاسماتیک (SCN)^۲ هیپوتالاموس تولید می‌شود (۱۸). بسیاری از متغیرهای فیزیولوژیکی همچون دمای مرکزی بدن (۲۳)، اکسیژن مصرفی (۲۲)، ضربان قلب (۲۴)، فشار خون (۲۰)، شاخص‌های متابولیکی (۹)، هورمون‌هایی مانند کاتکولامین‌ها (۴) هورمون‌های گوارشی و تخلیه معده (۱۰)، دارای ریتم‌های شبانه‌روزی درون‌زاد (به علت ساعت بدنی) و برون‌زاد (به علت شیوه زندگی و محیط) هستند. علاوه، مکانیزم‌های ساعت درونی با مسیرهای

3 . Chwalibog et al

4 . Respiratory exchange ratio

5 . Achten

6 . Khanfir, et al

1 . Chronobiology

2 . Suprachiasmatic nucleus

کم‌تحرک دارای اضافه وزن ساکن خوابگاه دانشجویی شهید چمران با میانگین سنی $23/3 \pm 0/3$ سال، میانگین قد $162/6 \pm 6/5$ سانتی‌متر، میانگین وزن $70/4 \pm 4/5$ کیلوگرم، شاخص توده بدنی (BMI) $26/6 \pm 0/8$ و درصد چربی $23/6 \pm 2/3$ (جدول ۱) بودند که پس از فراخوان عمومی و به‌روشن نمونه‌گیری داوطلبانه انتخاب شدند. به‌منظور اطمینان از طبیعی بودن رژیم غذایی (۶۵ درصد کربوهیدرات، ۲۰ درصد چربی، ۳۰ درصد پروتئین)، آزمودنی‌ها پرسش‌نامه ثبت سه روزه رژیم غذایی را در سه روز دلخواه هفته ثبت و این رژیم را در طول دو هفته و فاصله بین دو آزمون رعایت کردند. همچنین رضایت آزمودنی‌ها از انجام آزمون، سلامتی و منظم بودن دوران قاعدگی، میزان فعالیت بدنی، به ترتیب از طریق رضایت‌نامه مشارکت در پژوهش، پرسش‌نامه تندرستی و تاریخچه پزشکی، پرسش‌نامه بین‌المللی سنجش میزان فعالیت بدنی و خواب r-Par-Q کنترل شد. پس از آشناسازی آزمودنی‌ها با وسایل و شیوه اندازه‌گیری‌ها، قد با دستگاه قدسنج^۳، وزن، درصد چربی بدن و BMI با دستگاه تجزیه و تحلیل ترکیب بدن^۴ مدل Inbody3 ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری و از آن‌ها خواسته شد تا ۲۴ ساعت پیش از آزمون از انجام فعالیت شدید و ۱۲ ساعت پیش از آزمون از مصرف چای، قهوه و مواد کافئین‌دار خودداری کنند. سپس، آزمودنی‌ها با روش تعادل مخالف، به دو گروه صبح (n=7) و عصر (n=8) تقسیم شدند: آزمودنی‌های صبح آخرین وعده غذایی (شام) خود را در ساعت حدود ۱۰ شب و آزمودنی‌های عصر، آخرین وعده غذایی (صبحانه) خود را در ساعت حدود ۹ صبح دریافت کردند و در نوبت اول و دوم به فاصله ۷ روز از هم، پس از ۹-۸ ساعت گرسنگی، در

گروه تمرینی صبح بیشتر است (۱۳). اما ونوت^۱ (۲۰۰۳) گزارش داد که بهترین زمان برای چربی سوزی، صبح قبل از خوردن صبحانه و بعد از گرسنگی شبانه است (۲۱). همچنین تویوکا و همکاران^۲ (۱۹۹۵) کاربرد سوبسترا را در طول ۶۰ دقیقه تمرین با شدت VO_{2max} ۶۰٪-۵۰٪ در صبح و عصر در مردان فعال مورد بررسی قرار داد و مشخص شد درصد تغییرات لیپید و میزان اکسیداسیون چربی در تمرین صبح نسبت به عصر بیشتر است (۱۹).

همان‌طور که مشاهده می‌شود، نتایج پژوهش‌ها در زمینه تأثیر زمان روز بر اکسیداسیون چربی متناقض می‌باشد. به‌طور کلی، عوامل متعددی می‌توانند بر این تناقض اثر گذار باشند، این موارد شامل تفاوت در نوع آزمون فعالیت ورزشی، زمان انجام آزمون، جنس آزمودنی‌ها، دوران قاعدگی، دمای محیط آزمایشگاه و دمای بدن، سطح آمادگی بدنی، رژیم غذایی آزمودنی‌ها و مدت زمان گرسنگی پیش از آزمون می‌باشد. در این پژوهش، تلاش شد تا دوران قاعدگی، رژیم غذایی آزمودنی‌ها و مدت زمان گرسنگی پیش از هر دو آزمون صبح و عصر مشابه باشد. با توجه به مطالب فوق، سؤال اصلی پژوهش حاضر این بود که آیا دو زمان متفاوت تمرین در روز (صبح و عصر) بر میزان اکسیداسیون چربی و روند تغییرات آن در فعالیت زیربیشینه دختران دارای اضافه وزن کم‌تحرک تأثیر دارد یا خیر؟

روش پژوهش

با توجه به اهداف و استفاده از نمونه‌های انسانی و عدم امکان کنترل تمام متغیرهای مزاحم، پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با رویکرد کاربردی بود. جامعه آماری را دانشجویان دختر کم‌تحرک دارای اضافه وزن ساکن خوابگاه دانشجویی شهید چمران دانشگاه تهران، تشکیل می‌دادند. نمونه آماری شامل ۱۵ دانشجوی دختر سالم

3 . Stadiometer
4 . Body composition

1 . Venut
2 . Toyooka, et al

دستگاه گازآنالایزر مدل Ganshorn ساخت کشور آلمان و ضربان قلب به طور پیوسته، با ضربان‌سنج پولار ثبت شد. سپس میزان اکسیداسیون چربی در هر دقیقه با استفاده از معادله عنصرسنجی فرین (Fraysn) (۸) محاسبه شد.

$$-VO_2 = 1/695 \text{ اکسیداسیون چربی (گرم بر دقیقه)}$$

$$VO_2 = 1/701$$

آزمایشگاه حاضر شدند. آزمون صبح ساعت ۸-۷ و آزمون عصر ساعت ۷-۶ انجام شد. به این ترتیب که پس از حدود ۷-۱۰ دقیقه گرم کردن و رساندن ضربان قلب آزمودنی‌ها به حدود $HR_{max} 60\%$ تقریباً معادل $VO_{2max} 56\%$ (محدوده بیشترین چربی‌سوزی) (۱)، با همین ضربان قلب به مدت ۶۰ دقیقه به دویدن روی نوارگردان ادامه دادند. اندازه‌گیری‌های نفس به نفس در طول آزمون با استفاده از

جدول ۱. ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها

متغیر	انحراف معیار \pm میانگین
سن (سال)	$23/3 \pm 0/3$
قد (سانتی متر)	$162/6 \pm 6/5$
وزن (کیلوگرم)	$70/4 \pm 4/5$
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	$26/6 \pm 0/8$
درصد چربی بدن (%)	$33/6 \pm 2/3$

روش آماری

اختلاف بین دو گروه صبح و عصر در هر مرحله، از آزمون t همبسته استفاده شد. رسم جداول و نمودارها با نرم افزار Excel و تجزیه و تحلیل‌های آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام گرفت. حداقل سطح معنی‌داری برای آزمون فرضیه‌های پژوهش ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

الف: تأثیر زمان روز بر میانگین اکسیداسیون چربی

بر اساس آزمون t همبسته، میزان اکسیداسیون چربی در آزمون عصر بیشتر از صبح بود ($P = 0/001$).

از آمار توصیفی برای توصیف داده‌ها و بدست آوردن آماره‌های میانگین، خطای معیار و انحراف استاندارد، و در بخش آمار استنباطی جهت بررسی چگونگی توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف (k-s) استفاده شد. بررسی متغیرها در هر گروه (صبح و عصر به صورت مجزا) با استفاده از آزمون t همبسته (زوجی) و روند تغییرات اکسیداسیون چربی در هر مرحله ۱۰ دقیقه ای آزمون (دقایق ۱ تا ۱۰، ۱۱ تا ۲۰، ۲۱ تا ۳۰، ۳۱ تا ۴۰، ۴۱ تا ۵۰، ۵۱ تا ۶۰)، با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر انجام شد. همچنین برای مقایسه

جدول ۲. نتایج آزمون t همبسته برای مقایسه میانگین اکسیداسیون چربی نوبت صبح با نوبت عصر

نوبت	میانگین و انحراف استاندارد تغییرات	تفاوت میانگین‌ها	ارزش t	ارزش p
صبح	$0/18 \pm 0/17$			
عصر	$0/24 \pm 0/17$	-۰/۰۶	-۶/۱۵۶	۰/۰۰۱

ب: تأثیر زمان روز بر کل اکسیداسیون چربی

بر اساس آزمون t وابسته، اکسیداسیون چربی کل در آزمون عصر بیشتر از صبح بود ($P = 0/001$).

جدول ۳. نتایج آزمون t همبسته برای مقایسه اکسیداسیون چربی کل نوبت صبح با نوبت عصر

نوبت	میانگین و انحراف استاندارد تغییرات	تفاوت میانگین ها	ارزش t	ارزش p
صبح	$11/02 \pm 1/060$	-6/156	-3/60	0/001
عصر	$14/063 \pm 1/067$			

ج: تأثیر زمان روز بر روند تغییرات اکسیداسیون چربی
بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر، روند تغییرات اکسیداسیون چربی

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مقایسه روند تغییرات اکسیداسیون چربی در مراحل مختلف تمرین صبح و عصر

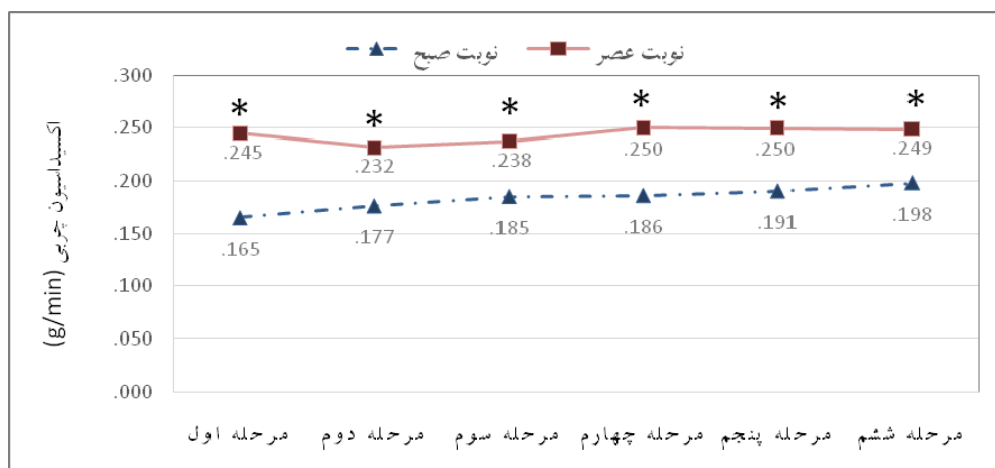
عامل	مجذور میانگین	ارزش F	درجه آزادی	ارزش p
روند تغییرات اکسیداسیون چربی	0/001	14/07	5	0/001
زمان تمرین در روز	0/108	39/60	1	0/001
تعامل روند تغییرات اکسیداسیون چربی و زمان تمرین در روز	0/001	5/69	5	0/001

جدول ۵. نتایج آزمون t همبسته برای مقایسه روند تغییرات اکسیداسیون چربی در مراحل ۱۰ دقیقه ای آزمون صبح با عصر

مراحل ۱۰ دقیقه‌ای آزمون	میانگین تفاوت‌ها	ارزش T	درجات آزادی	ارزش p
مرحله اول صبح - مرحله اول عصر	- 0/080	- 7/10	9	0/001
مرحله دوم صبح - مرحله دوم عصر	- 0/055	- 5/281	9	0/001
مرحله سوم صبح - مرحله سوم عصر	- 0/052	- 4/388	9	0/001
مرحله چهارم صبح - مرحله چهارم عصر	- 0/063	- 6/162	9	0/001
مرحله پنج صبح - مرحله پنجم عصر	- 0/059	- 5/844	9	0/001
مرحله ششم صبح - مرحله ششم عصر	- 0/050	- 6/391	9	0/001

معنی‌داری بالاتر از اکسیداسیون چربی نوبت صبح بوده است ($P \leq 0/05$).

بر اساس نتایج جدول ۵، به طور کل در تمام مراحل تمرین نوبت عصر، اکسیداسیون چربی به‌صورت



شکل ۱. مقایسه روندهای اکسیداسیون چربی در تمرین نوبت صبح و نوبت عصر

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش، میانگین اکسیداسیون چربی بر حسب گرم بر دقیقه و کل اکسیداسیون چربی بر حسب گرم در طول ۶۰ دقیقه آزمون زیر بیشینه عصر به طور معنی داری بالاتر از صبح بود.

در پژوهش‌های همسو با این پژوهش، محبی و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که در فعالیت فزاینده روی نوارگردان تا رسیدن به واماندگی هنگام عصر نسبت به صبح، اکسیداسیون چربی بیشتر و شاخص بورگ (RPE)، پایین‌تر است، به این معنی که استرس کمتری در آزمودنی‌ها وجود دارد و ممکن است باعث کاهش گلیکولیز و در نتیجه، اکسیداسیون چربی بالاتری شود (۱۵). رحمانی‌نیا و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که طی ۳۰ دقیقه دویدن روی نوار گردان با شدت $65\% \text{VO}_{2\text{max}}$ در آزمون عصر، انرژی مصرفی (EE) و اکسیژن مصرفی (VO_2) نسبت به صبح بیشتر و در نتیجه نسبت تبادل تنفسی (RER) کمتر است (۲). کانفیر و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند افزایش ظرفیت انجام تمرین (مسافت طی شده در تمرین استقامتی) و بهبود ترکیب بدنی (کاهش توده چربی و افزایش توده عضلانی)، در گروه تمرینی عصر نسبت به گروه تمرینی صبح بیشتر است زیرا قدرت عضلانی و مقدار هورمون‌های موثر بر متابولیسم چربی، هنگام عصر در اوج می‌باشد (۱۳).

دلایل توجیهی این پژوهش‌ها با ریتم‌های شبانه روزی بدن مطابقت دارد.

با توجه به این که بسیاری از عوامل هورمونی و متابولیکی موثر بر متابولیسم بدن از ریتم‌های شبانه روزی پیروی می‌کند، به نظر می‌رسد سوبسترای اکسیداسیون نیز در طول روز تمایل به تغییر دارد. در هنگام عصر، غلظت بالاتر اسیدهای چرب پلاسمایی سوبسترای بیشتری برای اکسیداسیون فراهم می‌کند و بدن می‌تواند به میزان بیشتری از چربی نسبت به کربوهیدرات استفاده کند. زیرا یک عامل موثر در میزان اکسیداسیون چربی، قابلیت دسترسی به اسیدهای چرب پلازما می‌باشد. در مقابل، هنگام صبح بدلیل خواب شبانه، ذخایر گلیکوژن بیشتر حفظ می‌شود و در نتیجه هنگام فعالیت، اکسیداسیون کربوهیدرات بیشتری رخ می‌دهد (۹). متغیرهای روزانه در حساسیت بافت چربی نسبت به آدرنالین، منجر به افزایش و کاهش لیپولیز می‌شود، زیرا طبیعت درونی ادیپوسیت‌ها، دارای تغییرات روزانه است، بنابراین غلظت بیشتر اپی نفرین در عصر، می‌تواند منجر به افزایش لیپولیز شود (۵). بعلاوه سطوح اوج جذب کاتکولامین‌ها نیز در هنگام عصر مشاهده شده است (۴)، زیرا ترشح هورمون آدرنوکورتیکوتروپین (ACTH) در عصر، نسبت به صبح بیشتر است. سطح هورمون تیروتروپین و کورتیزول به عنوان دو هورمون مهم

آزمون ورزشی، ممکن است به یافته‌های متناقض با این پژوهش، منجر شده باشد. همچنین در زنان، دمای بدن با توجه به چرخه ماهانه نیز تغییر می‌کند و به‌طور متوسط، ۱۴ روز پس از تخمک‌گذاری، ادرجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد (۱۴). به همین دلیل، در این پژوهش، تلاش شد تا آزمودنی‌ها از لحاظ دوران قاعدگی در شرایط مشابهی قرار داشته باشند، اما در پژوهش مذکور، دوران قاعدگی آزمودنی‌ها کنترل نشده بود.

با در نظر گرفتن ساعات مساوی ناشتایی پیش از آزمون، در هنگام صبح به دلیل خواب شبانه، ذخایر گلیکوژن عضلانی به میزان بیشتری حفظ می‌شود در حالی که انجام فعالیت‌های عادی روزانه می‌تواند منجر به کاهش ذخایر گلیکوژن عضلانی و تمایل بدن به اکسیداسیون چربی شود (۸). ونوت (۲۰۰۳) گزارش داد که بهترین زمان برای چربی‌سوزی زنان چاق در فعالیت زیربیشینه با شدت ۷۵٪ توان هوازی بیشینه به مدت ۲۰ دقیقه، صبح قبل از خوردن صبحانه و بعد از ناشتایی شبانه است؛ زیرا در این زمان، سطح گلیکوژن کبد و عضله پایین‌تر و محیط مطلوبی برای سوختن چربی به جای کربوهیدرات می‌باشد (۲۱)، درحالی‌که تعداد ساعات گرسنگی و رژیم غذایی یکسان پیش از دو آزمون، در نظر گرفته نشده بود اما در پژوهش حاضر، این دو مورد تا حد امکان کنترل شد. ۷ ساعت پس از مصرف یک وعده غذایی نسبتاً چرب، غلظت تری‌گلیسرید و اسید چرب پلاسما، به سطح پایه برمی‌گردد (۱). در این پژوهش، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا آخرین وعده غذایی خود را حدود ۹ ساعت پیش از آزمون مصرف کنند تا از لحاظ دسترسی به سوپسترا، هم‌سان باشند. بنابراین، تفاوت یافته‌های پیشین با یافته‌های این پژوهش ممکن است به علت ناکافی بودن تعداد ساعات گرسنگی برای رسیدن غلظت تری‌آسیل‌گلیسرول و اسیدچرب پلاسما به سطوح

متابولیکی، هنگام تمرین در عصر و شب افزایش بیشتری دارد و افت گلوکز نیز در پاسخ به تمرین در شب نسبت به زمان‌های دیگر، بیشتر است (۳). به‌طور کلی، به نظر می‌رسد افزایش در این متغیرهای هورمونی و متابولیکی، می‌تواند میزان اکسیداسیون چربی را در تمرین عصر نسبت به صبح بالا ببرد.

به نظر می‌رسد تأثیر ریتم شبانه‌روزی بر دمای بدن، بیشترین کنترل را بر کیفیت کار و فعالیت ایفا می‌کند. دمای بدن از ریتم‌های شبانه‌روزی پیروی می‌کند و اوج آن هنگام عصر (حدود ساعت ۱۸) و حداقل مقدار آن در لحظات آغازین صبح (حدود ساعت ۳)، رخ می‌دهد و احتمالاً در هنگام عصر، برنامه تمرینی اثر بخش‌تر خواهد بود و برعکس، در زمان‌هایی که دمای بدن بیش از مقدار مطلوب پایین باشد، جلسه فعالیت ورزشی با کیفیت خوبی برگزار نمی‌شود (۱۶). فعالیت ورزشی در ساعات انتهایی روز، شرایط بهتری را از نظر عملکرد و توان ایجاد می‌کند زیرا عضلات گرم و منعطف هستند، درک فشار پایین‌تر و عکس‌العمل سریع‌تر است و قدرت نیز، در اوج خودش قرار دارد، بنابراین، توانایی برای انجام تمرین ممکن است در عصر بالاتر باشد (۱۳). توان میانگین و توان حداکثر بی‌هوازی و توان هوازی، زمان رسیدن به واماندگی، اکسیژن مصرفی و پاسخ‌های سیستم هوازی، در بعدازظهر و عصر نسبت به صبح، بیشتر است (۹). فشار خون و ضربان قلب استراحت نیز از الگوی مشابه دمای بدن پیروی می‌کند (۱۶).

در پژوهش‌های ناهمسو، خسروی و همکاران (۱۳۸۸) بررسی تأثیر زمان روز (صبح و عصر) بر فاکتورهای اکسیداسیون چربی زنان جوان فعال با وزن طبیعی را در آزمون ورزشی فزاینده مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که، زمان تمرین تأثیر معنی‌داری بر این فاکتورها ندارد (۱) و شدت تمرین مهم‌ترین عامل موثر بر انتخاب سوپستراست (۱۷)، بنابراین، شدت بالاتر و مدت کم‌تر

پایه باشد. به علاوه، عوامل روان‌شناختی نیز موجب تغییر دمای بدن می‌شوند. تغییرات روان‌شناختی نظیر درک فشار (RPE)، وضعیت خلق و خوی و اضطراب نیز، ریتم‌های شبانه روزی هنگام استراحت و فعالیت ورزشی دارد و اغلب این فرآیندها، در زمان‌های متفاوت به اوج فعالیت خود می‌رسند (۱۱). در این پژوهش، کنترل عوامل روانشناختی آزمودنی‌ها به طور کامل، میسر نبود اما از آن‌ها خواسته شد ساعات خواب و بیداری استاندارد و منظمی داشته باشند که در پژوهش‌های پیشین به این مورد اشاره‌ای نشده بود.

یافته دیگر این پژوهش این بود که، روند تغییرات اکسیداسیون چربی صبح و عصر نیز متفاوت می‌باشد، به طوری که حداکثر میزان اکسیداسیون چربی آزمون صبح به میزان ۰/۲۵ گرم بر دقیقه در ۱۰ دقیقه چهارم تمرین رخ داده است، در حالی که، میزان اکسیداسیون چربی آزمون عصر، به میزان ۰/۱۹ گرم بر دقیقه در ۱۰ دقیقه پنجم تمرین مشاهده می‌شود. بنابراین، نه تنها حداکثر اکسیداسیون چربی آزمون عصر بیشتر از صبح است بلکه این مقدار، با مدت زمان کمتری حاصل شده است. همچنین حداقل میزان اکسیداسیون چربی به میزان ۰/۲۳ گرم بر دقیقه در ۱۰ دقیقه دوم تمرین عصر و به میزان ۰/۱۶ گرم بر دقیقه در ۱۰ دقیقه اول تمرین صبح مشهود است. احتمالاً به این دلیل که در شروع آزمون صبح، دمای بدن نسبتاً پایین‌تر است و در طول تمرین بتدریج دمای بدن بالا می‌رود (۹). در واقع، اکسیداسیون

چربی صبح کاملاً روندی افزایشی را نشان می‌دهد در حالی که این روند، هنگام عصر به صورت نوسانی می‌باشد و در مراحل انتهایی آزمون به مقادیر نسبتاً ثابتی می‌رسد که احتمالاً بیشتر بودن سطح پایه کورتیزول در هنگام صبح، منجر به بروز چنین نتیجه‌ای شده است (۲). نکته دیگر این است که، تفاوت روند تغییرات اکسیداسیون چربی صبح و عصر در مراحل ابتدایی آزمون نسبت به مراحل انتهایی، بیشتر بوده و این تفاوت با گذر زمان کمتر شده است، به این ترتیب که بیشترین تفاوت به ۱۰ دقیقه اول و کمترین تفاوت به ۱۰ دقیقه آخر (ششم) اختصاص دارد. بنابراین، به نظر می‌رسد که با ادامه یافتن آزمون به مدت بیش از ۶۰ دقیقه، بعید نیست روند تغییرات اکسیداسیون چربی صبح و عصر، بیشتر به هم نزدیک و حتی مقادیر صبح مساوی یا بیشتر از مقادیر عصر شود که البته برای اثبات این فرضیه، پژوهش‌های بیشتری لازم است.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این پژوهش نشان داد، اکسیداسیون چربی در آزمون عصر به‌طور معنی‌داری بالاتر از صبح است. بنابراین، می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد که در شرایط مساوی، انجام فعالیت بدنی زیر بیشینه در هنگام عصر نسبت به صبح، منجر به مقدار اکسیداسیون چربی بیشتری می‌شود که این نتیجه می‌تواند برای زمان بندی تمرینات ویژه کاهش توده چربی بدن، مورد استفاده قرار گیرد.

منابع و مآخذ

۱. خسروی، نیکو، سوری، رحمن. شاهقلیان، سمیه. (۱۳۹۰). "تأثیر زمان فعالیت در روز بر شاخص‌های حداکثر اکسیداسیون چربی زنان سالم جوان". مجله علوم زیستی ورزشی. ش ۱۱، ص ۷۵-۸۸.
۲. رحمانی نیا، فرهاد. محبی، حمید. عزیزی، محمد. (۱۳۸۸). "تأثیر ریتم شبانه روزی بر پاسخ کورتیزول و انرژی مصرفی در مردان چاق و لاغر". فصل نامه المپیک. سال هفدهم. ش ۴۸، ص ۱۱۳-۱۲۳.

۳. غیاث، مجید. (۲۰۰۶). "بررسی تغییرات کورتیزول پلازما در ورزش‌های استقامتی". سیستم نشریات پزشکی ایران. ۴۱-۳۶، (۲)۱۴.

4. Ayko, S. Kellchi, M. (1995). "**Circadian rhythm of Catecholamine excretion in rats after phase shift of light-dark Cycle**". *Ind Health*. 33:57-66.
5. Bray, M.S. Young, M.E. (2006). "**Circadian rhythms in the development of obesity: potential role for the circadian clock within the adipocyte**". *Obesity reviews*, 8; PP:169-181.
6. Chwalibog, A. Thorbek, G. (2002). "**energy expenditure and oxidation of carbohydrate and fat in humans during day and night**". *Thermochimica Acta*; 394(1-2): 247.
7. Drust, B. (2005). "**Circadian rhythms in sports performance**". *Chronobiology international* 22.1 21-44.
8. Frayn, KN. (1983). "**Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange**". *J Appl Physiol*. 55:628-634.
9. Froy, O. (2010). "**Metabolism and Circadian Rhythms Implications for Obesity**". *Journal of Endocrine Society Endocrine Reviews* 31: 1-24.
10. Goo, RH. Moore, JH. Greenberg, E. Alazraki, NP. (1987). "**Circadian variation in gastric emptying of meals in man**". *Gastroenterology*; 93: 515-518.
11. Goldstein, David. (2007). "**Time of day, intellectual performance, and behavioral problems in Morning versus Evening type adolescents: Is there a synchrony effect?**". *Personality and Individual Differences* 42.3: 431-440.
12. James, P.T. Rigby, N. and Leach, R. (2004). "**International Obesity Task Force The obesity epidemic, metabolic syndrome and future prevention strategies**", *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil*, 11, 38.
13. Khanfir, M. A. Bouaziz, W. Masmoudi, L. and Ben, H. (2013). "**Effect of time-of-day specific obese training on body composition and physical capacity**". *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 2319-7676; PP 36-44.
14. Michelle C. Venables, Juul Achten, and Asker E. Jeukendrup. (2005). "**Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women. across sectional study**". *J Apple Physiology* 98; PP: 160.
15. Mohebbi, H. Azizi, M. Tabari, E. (2011). "**Effect of time of day on MFO and Fatmax during exercise in obese and normal weight women**". *Series: Physical Education and Sport*, Vol. 9, No 1, pages 69-79.
16. Reilly, T. Atkinson, G. Gregson, W. Drust, B. Forsyth, J. Edwards, B. Waterhous, J. (2006). "**Some chronobiological consideration related to physical exercise**". *Clinical Therapeutica*. 157(3); PP:249-264.
17. Romijn, J.A. Coyle, E.F. Sidossis, L.S. Gastaldelli, A. Horowitz, F. Endert, E. & Wolfe, R.R. (1993). "**Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration**". *Am J Physiology Endocrinol Metab*, 265; PP:E380-E391.

18. Saper, C.B. Lu, J. Chou and Gooley, J. (2005). "**The hypothalamic integrator for circadian rhythms**". *Jornal of Trends Neurosciences* , 28: 152-157.
19. Toyooka, J. Yoshikawa, K. (1995). "**Substrate usage during prolonged exercise in the morning and evening**". *Japanes Journal of Physical fitness and Sports Medicine*, 44; PP:419-430
20. Uzu, T and Genjiro, K. (1999). "**Diuretics shift circadian rhythm of blood pressure from nondipper to dipper in essential hypertension.**" *Circulation* 100.15 1635-1638.
21. Venut, T. (2003). "**Best time of day to burn fat quikly**". Online ;www. Weightloss forall. com.
22. Vitaterna, M. H. Takahashi, J.S. Turek, F.W. (2001). "**Overview of circadian rhytms, Jornal of Alchol research and health**", 25 (2): 85-93.
23. Weinert, D. Waterhouse, J. (2007). "**The circadian rhythm of core temperature: Effects of physical activity and aging**", *Physiology & Behavior.*; 90:246–256.
24. Young, M.E. (2006). "**The circadian clock within the heart: potential influence on myocardial gene expression, metabolism and function**". *American Journal of Physiology heart Circadian. Physiology.*290: 1.