Archive of SID

پژوهش‌نامهٔ فیزیولوژی ورزشی کاربردی سال پانزدهم/ شماره سی ام/پاییز و زمستان ۱۳۹۸

دریافت: ۹۸/۵/۲۲ پذیرش: ۹۸/۸/۲ ص ص: ۲۲۵-۲۱۳

تغییرات آستانه بی هوازی در فازهای مختلف چرخه قاعدگی: تاثیر انتخاب سوبسترای مصرفی

فرنیا رضائیان عطار[۱]، روح الله نیکویی[۲]، داریوش مفلحی[۳]

چکیده

سابقه و هدف: نوسانات هورمونی چرخه قاعدگی معمولا با تغییر در عملکرد ورزشی همراه است. هدف از تحقیق حاضر، مطالعه تأثیر مراحل مختلف چرخه قاعدگی بر عملکرد هوازی، انتخاب سوبسترای مصرفی و شاخصهای فیزیولوژیکی معادل با آستانه بی هوازی در زنان فعال شهر کرمان بود.

مواد و روشها: دوازده زن فعال با چرخه قاعدگی منظم در تحقیق شرکت کردند. آزمودنی ها دو آزمون فزآینده استاندارد را در اواسط مرحله لوتئال و فولیکولار خود تا سرحد واماندگی انجام دادند. درخلال آزمون گازهای تنفسی بطور نفس به نفس جمع آوری شد. آستانه بی هوازی (افزایش ناگهانی در معادله تهویه ای اکسیژن(VE/VO2))، نقاط Fat_{max} و cross over (با استفاده از مقادیر RER) تعیین و ضربان قلب و اکسیژن مصرفی معادل با آنها استخراج و این متغیر ها بین مراحل مختلف قاعدگی بوسیله آزمون t زوجی باهم مقایسه شدند.

یافته ها: سطوح استرادیول و پروژسترون در مرحله لوتئال بطور معنی دار از مرحله فولیکولار بالاتر بود (P<۰/۰۵). اکسیژن مصرفی (میلی لیتر در کیلو گرم وزن بدن در دقیقه) معادل با آستانه بی هوازی (فولیکولار ۳/۳±۳۰/۸ ، لوتئال ۲/۱±۳۴/۶)، نقطه Fat_{max} (فولیکولار ۱/۶±۱۶/۲ لوتئال ۱/۷±۱۹/۱) و نقطه Cross over (فولیکولار ۳/۳±۱۸و لوتئال۴/۵±۲۱/۸) بود و بین دو مرحله تفاوت معنادار داشت (همه (P<۰/۰۵)). وقوع زمانی Cross over در مرحله فولیکولار و لوتئال به ترتیب در ثانیه ۷۲±۲۰۰ و ۶۷±۲۳۰ بود و تفاوت بین دو مرحله معنی دار بود (P<۰/۰۵).

نتیجه گیری: بطور کلی، تحقیق حاضر نشان داد که مقادیر متفاوت هورمون های جنسی ممکن است سبب بهبود آستانه بی هوازی گردیده که به نظر می رسد این کار را از طریق تغییر سوبسترای مصرفی به سمت چربی در شدت های زیر آستانه بی هوازی انجام می دهد.

واژگان کلیدی: چرخه قاعدگی، عملکرد هوازی، آستانه بی هوازی، انتخاب سوبسترای مصرفی

۱کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان،کرمان

۲دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، نویسنده مسئول r_nikooie@uk.ac.ir

۳استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

قاعدگی به معنی ریزش ماهیانه پوشش داخلی رحم می باشد که به نام های دیگر مثل چرخه یا دوره قاعدگی نیز شناخته می شود. در واقع چرخه قاعدگی اصطلاحی برای توصیف مجموعه رویدادهای است که برای هر بار باردار شدن اتفاق می افتد. متوسط چرخه قاعدگی ۲۸ روز می باشد، با این حال یک چرخه می تواند بین ۲۱ تا ۳۵ روز نوسان داشته باشد (۱-۲). این چرخه دارای مراحلی است که در اثر افزایش یا کاهش هورمون های جنسی (استروژن و پروژسترون) رخ می دهد (۱)، مرحله خونریزی،که مرحله ای ۱ تا ۵ روزه است و زمانی آغاز می شود که بارداری اتفاق نیفتد. مرحله بعد مرحله فولیکولار است که در این مرحله غلظت هر ۲ هورمون (استروژن و پروژسترون) کم می باشد و در مرحله میانی فولیکولار سطوح استروژن مستقل از پروژسترون افزایش پیدا می کند که با افزایش هورمون استروژن باعث رشد و ضخیم شدن رحم می شود. در این مرحله ۱۰ تا ۱۴ روزه یکی از فولیکول ها بالغ و تخمک کامل تولید می شود. مرحله لوتئال، که روزهای ۱۵ تا ۲۸ چرخه قاعدگی را در بر می گیرد، با آزاد شدن تخمک و حرکت آن از طریق لوله فالوپ به سمت رحم همراه است در این مرحله سطوح هر ۲ هورمون (استروژن و پروژسترون) بالا می باشدکه پیش درآمدی بر آماده سازی رحم برای بارداری است، با این وجود در صورت عدم وقوع بارداری سطوح هر ۲ هورمون کاهش و رحم ضخیم شده ریزش می کند (۱-۲).

درنتیجه این تغییرات هورمونی بدن دستخوش تغییرات فیزیولوژیک قابل توجهی در سرتا سر چرخه قاعدگی می شود. به عنوان مثال، فشار خون سیستولی در زمان استراحت بطور معنی دار در مرحله تخمک گذاری بیشتر از مرحله فولیکولار و لوتئال می باشد (۳-۴). ضربان قلب استراحت در مرحله تخمک گذاری و لوتئال بطور معنی داری بالا تر از مرحله فولیکولار می باشد. شاخص اسنایدر(مدت زمان لازم برای تغییر فشار سیستولی در وضعیت های متفاوت) در مرحله فولیکولار بیشتر از مرحله تخمک گذاری و لوتئال می باشد، میزان فشار تولیدی در مرحله تخمک گذاری بیشتر از زمان خونریزی و فولیکولار میباشد (۳-۴). برون ده قلبی در چرخه قاعدگی در مرحله لوتئال افزایش می یابد، تغییر در حجم پلاسما، حجم مویرگ های ششی و انعطاف پذیری رگ های خونی در مرحله لوتئال مشاهده شده است (۵). تغیرات دمایی یکی دیگر از عوامل فیزیولوژیک است که در طول چرخه قاعدگی با کاهش دما که در روزهای اول قاعدگی و افزایش آن بعد از تخمک گذاری مشاهده می شود. به نظر می رسد پروژسترون عامل افزایش دما در مرحله قاعدگی می باشد (۶).

نوسانات هورمونی توام با چرخه قاعدگی عملکرد ورزشی را هم فارغ از نوع دستگاه غالب انرژی تحت الشعاع خود قرار می دهد، هرچند در مورد تأثیر فازهای قاعدگی بر روی عملکرد ورزشی نتایج متفاوتی گزارش شده است. برخی از مطالعات انجام شده نشان می دهند که حداکثر ظرفیت استقامتی در فاز لوتئال کاهش پیدا می کند و این نوسانات در عملکرد استقامتی در مراحل چرخه قاعدگی را به تفاوت در تنظیم حرارت بدن و متابولیسم متفاوت بدن نسبت می دهند (۷). در واقع افزایش دمای بدن در طی مرحله لوتئال به شدت تحت تأثیر هورمون پروژسترون می باشد. افزایش دما درشرایط گرم در این مرحله باعث اعمال فشار مضاعف به قلب شده و باعث کاهش عملکرد ورزشکار در فعالیت بلند مدت می شود (۸). در تحقیقات دیگر گزارش شده است که در مرحله لوتئال زمان رسیدن به واماندگی در ورزشکاران افزایش پیدا می کند که منشا آن می تواند افزایش اثر تحریکی هورمون استروژن بر متابولیسم چربی و ذخیره سازی گلیکوژن باشد. در زمینه عملکرد بی هوازی نیز در این مرحله حداکثر پاسخ لاکتات به ورزش تا حدودی سرکوب می شود که نشان از تغییر توان بی هوازی در خلال چرخه قاعدگی دارد، بدین معنی که در طول

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله لوتئال سهم گلیکولیز بی هوازی در تامین انرژی فعالیت نسبت به مراحل دیگر کمتر است که می تواند بطور غیر مستقیم بازتابی از فعالیت افزایش یافته دستگاه هوازی در این مرحله باشد (۹-۱۰). با این وجود، عوامل تحت الشعاع این تغییرات عملکرد کاملا مشخص نیست.

فراهمی منابع انرژی و انتخاب سوبسترای مصرفی دو شاخص مهم در تعیین عملکرد استقامتی می باشند. چربی و کربوهیدرات مهمترین سوبسترای مصرفی در تولید انرژی در حین تمرین می باشند و شدت تمرین عامل اصلی در انتخاب سوبسترای غالب برای تولید انرژی در حین تمرین است (۱۱-۱۲). بطور معمول در شدتهای تمرینی پایین تر از آستانه، سوبسترای مصرفی غالب چربی و در شدتهای بالا تر از آستانه سوخت غالب را کربوهیدرات تشکیل می دهد. فرایند اولویت بندی و انتخاب سوبسترای مصرفی در تمرین تحت کنترل دقیق هورمونی است و عمدتا توسط کاتکولامین ها و کورتیزول، و گلوکاگون واسطه گری می شود(۱۳-۱۴). در این بین شواهدی وجود دارد که استروژن نیز بر بکارگیری سوبسترای مصرفی در حالت استراحت اثر گذار است، به عنوان، مثال در مطالعاتی که رابطه بین مرحله مختلف قاعدگی و متابولیسم در حال استراحت بررسی شده است، میزان بالاتر اسیدهای چرب آزاد در خون و نسبت تبادل تنفسی (RER[۴]) پایین تر در مرحله لوتئال، زمانی که سطوح استرادیول بالا است، مشاهده شده است که نشان از اثر مثبت استروژن بر متابولیسم چربی است (۱۵-۱۶). هم چنین استروژن می تواند از طریق تغییر در هورمون های گلوکو نئوژنیک که بطورغیر مستقیم در اکسایش چربی اثرگذار هستند، اثر خود بر متابولیسم لیپید را اعمال نماید. استروژن تمایل به افزایش سطوح اپی‌نفرین و هورمون رشد و کاهش سطوح انسولین دارد که جمیع این تغییرات باعث فعال شدن لیپاز حساس به هورمون شده و باعث افزایش آزاد سازی اسید ها چرب آزاد در خون می شود (۱۷-۱۸).

طبق مطالب ذکر شده، استروژن نقش مهمی در انتخاب سوبسترای مصرفی در حین استراحت ایفا می کند. با توجه به این موضوع و با در نظر گرفتن اینکه سطوح استروژن در طول چرخه های قاعدگی متفاوت است، می توان این فرضیه را توسعه داد که بخشی از تغییرات عملکرد هوازی در طول چرخه قاعدگی می تواند ناشی از اثرات متفاوت استروژن بر انتخاب سوبسترای مصرفی در حین تمرین باشد. با این وجود، در حال حاضر ادبیات موجود در این زمینه دچار نقصان است. لذا هدف اول از مطالعه حاضر بررسی تغییرات متغیرهای فیزیولوژیک با آستانه بی هوازی به عنوان نمادی از عملکرد استقامتی در مراحل چرخه قاعدگی در زنان فعال شهر کرمان می باشد. هدف دوم بررسی تغییرات شاخص های انتخاب سوبسترای مصرفی در حین تمرین به عنوان عامل تحت الشعاع این تغییرات در طول چرخه قاعدگی است.

روش پژوهش

نمونه های پژوهش: طرح تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بود که با روش اندازه گیری مکرر انجام گردید. تعداد ۲۰ نفر از خانم های فعال (آزمودنیها حداقل سابقه انجام ۶ ماه ورزش ایروبیک یا دومیدانی داشتند و حداقل سه جلسه تمرین را به طور منظم انجام می دادند) شهرکرمان با روش نمونه گیری در دسترس انتخاب شدند. داشتن چرخه قاعدگی منظم و توانایی انجام آزمون های بیشینه در زمان قاعدگی بود از معیار های ورود به آزمون بود. معیارهای خروج از تحقیق نرسیدن آزمودنی در هر کدام از آزمونهای بیشینه به ۵ ± ضربان قلب بیشینه آزمودنی (پیش بینی شده از طریق سن) بود، چون این احتمال وجود داشت که قاعده بودن مانع از انجام تلاش حداکثری

[۴] Respiraytory exchange ratio

www.SID.ir

Archive of SID

آزمودنی شود. ۱۲ نفر از آزمودنیها که ملاک های ورود به تحقیق را دارا بودند، در دو مرحله ارزیابی شدند. زمان های حضور آزمودنی در آزمونهای تحقیق حاضر، اواسط فاز فولیکولار و اواسط فاز لوتئال بود. حتی الامکان سعی بر این بود که هر دو آزمون در یک ساعت مشخص از روز انجام شوند.

پروتکل پژوهش

ابتدا برای تعیین دوره زمانی چرخه قاعدگی آزمودنی ها به مدت ۳ ماه روند قاعدگی خود را دقیقا ثبت می کردند. مواردی که ثبت می شد شامل: تاریخ دقیق شروع عادت ماهیانه، مدت زمانی که عادت ماهیانه طول می کشید، شدت درد وخونریزی بود. این برای تعیین زمان دقیق چرخه قاعدگی آزمودنی ها ثبت شد. با شمارش ماه به ماه چرخه قاعدگی طول چرخه مشخص و زمان شروع قاعدگی و تاریخ دقیق انجام آزمون در ماه بعد تعیین شد (۱۹) . هر آزمودنی دو آزمون فزآینده استاندارد (مطابق با دستورالعمل آمده ذیل) را در اواسط مرحله لوتئال و فولیکولار خود تا سرحد واماندگی انجام دادند. آستانه بی هوازی به عنوان ملاکی از عملکرد استقامتی و نقاط Fat_{max} و cross over به عنوان شاخصی از انتخاب سوبسترای مصرفی در حین فعالیت تعیین و ضربان قلب و اکسیژن مصرفی معادل با آنها استخراج و این متغیر ها بین مراحل مختلف قاعدگی باهم مقایسه شدند. همچنین خونگیری از آزمودنی ها برای سنجش هورمون های استروژن و پروژسترون دو بار در اواسط هر یک از فازها انجام شد.

جهت تعیین آستانه بی هوازی و نقاط Fat_{max} و cross over، آزمودنی ابتدا به مدت ۱ دقیقه با سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت گرم کردن را انجام می داد. شروع آزمون با سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت بود و هر ۳ دقیقه یکبار ۱ کیلومتر به سرعت اضافه می شد. در خلال آزمون ضربان قلب (Polor H7) و گازهای تنفسی بطور نفس به نفس با دستگاه Metanalyzer cortex ساخت کشور آلمان جمع آوری می شد. عمل کالیبره کردن دستگاه قبل از انجام هر آزمون با استفاده از هوای محیط و کپسولهای حاوی گاز رفرنس انجام می شد. در خلال آزمون آزمودنیها با ماسک با فضای مرده تشریحی ۴۰ میلی لیتر تنفس می کردند. انجام آزمون تا رسیدن آزمودنی به سطح واماندگی و وقوع VO_{2max} ادامه داشت. حداکثر اکسیژن مصرفی که آزمودنی می توانست به مدت ۳۰ ثانیه حفظ کنند به عنوان VO_{2max} تعریف شد، و ملاکهای وقوع این شاخص، مشاهده دو تا از سه مشخصه زیر بود (۲۰).

- افزایش کمتر از ۵۰ میلی لیتر در اکسیژن مصرفی علیرغم افزایش بار کاری
- نسبت تبادل تنفسی بیش از ۱/۱۵
- رسیدن به ۵ ± ضربان قلب حداکثر (پیش بینی شده بر اساس سن)

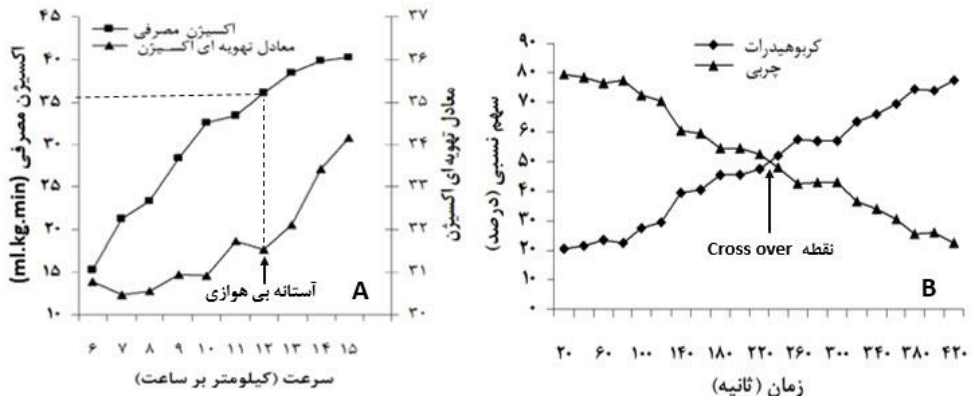
قبل از انجام هرآزمون نمونه خونی تحت شرایط استریله و استاندارد و در وضعیت نشسته از ورید بازویی آنتی کوبیتال به مقدار ۵ میلی لیتر گرفته شد. جمع آوری نمونه خونی در بازه ۹ تا ۱۱ صبح و یک ونیم ساعت بعد از خوردن صبحانه انجام شد. آزمودنی ها ۴۸ ساعت قبل از نمونه گیری هیچ گونه فعالیت ورزشی را انجام نمی دادند. نمونه خونی در لوله های که حاوی ژل مخصوص برای جدا سازی سرم است نگهداری و به آزمایشگاه منتقل شد. جداسازی سرم به مدت ۱۵ دقیقه با سانتریفیوژ در ۴۰۰۰g ، دمای ۴ درجه انجام ودر نهایت در دمای منفی ۸۰ درجه سانتی گراد نگهداری می شد.

جهت تعیین آستانه تنفسی از نمودار معادل تهویه ای اکسیژن VE/VO_2 استفاده شد. ابتدا نمودارVE/VO_2 به بار کاری ترسیم و نقطه ای را که در آن معادله تهویه اکسیژن دچار شکست ناگهانی می شد، بدون اینکه شکست در منحنی VE/VCO_2 اتفاق بیفتد، به عنوان آستانه بی هوازی تعریف شد. تعیین نقطه شکست با استفاده از مدل

www.SID.ir

Archive of SID

رگرسیونی و تعیین نقاط عطف منحنی به طور خودکار توسط نرم افزار دستگاه گاز آنالیزر انجام می شد. بعد از مشخص شدن این نقطه ضربان قلب و اکسیژن مصرفی، معادل با این نقطه استخراج و برای تجزیه وتحلیل های بعدی استفاده شد (۲۱). شکل شماره ۱A نحوه تعیین آستانه تهویه ای را در یکی از آزمودنی ها تحقیق نشان می دهد.



شکل ۱: نحوه تعیین آستانه بی هوازی (شکست ناگهانی در معادل تهویه ای اکسیژن (A)) و نقطه cross over (نقطه جابجا شدن سوخت غالب (B)) در یک آزمودنی واحد.

برای تعیین سوبسترای مصرفی در حین تمرین از دو شاخص Cross over point و Fat_{max} point استفاده شد (۲۲). ابتدا در هر بار کاری و با استفاده از نسبت تبادل تنفسی ثبت شده در خلال آزمون سهم نسبی کربوهیدرات و چربی مصرفی معادل برای هر بار کاری در خلال آزمون فزآینده محاسبه شد. سپس نمودار مصرف کربوهیدرات و چربی به بار کاری (هر دو بر روی یک نمودار) ترسیم شد. نقطه ای که دو نمودار یکدیگر را قطع می کند، به عنوان Cross over point تعریف شد (۲۲). بعد از استخراج این نقطه ، متغیر های معادل با آن شامل ضربان قلب، اکسیژن مصرفی و زمان وقوع این نقطه استخراج و برای تجزیه تحلیل های بعدی استفاده شد. شکل شماره B نحوه تعیین این نقطه در یکی از آزمودنی های تحقیق را نشان می دهد. برای محاسبه شاخص Fat_{max} point ابتدا میزان کالری مصرفی معادل با هر وهله ۲۰ ثانیه ای تمرین با استفاده از مقادیر اکسیژن مصرفی محاسبه شد. سپس سهم نسبی مصرف چربی با استفاده از مقادیر RER و با استفاده از جداول کالری سنجی موجود در هر وهله زمانی تعیین و در کل کالری مصرفی معادل با آن بار کاری ضرب گردید (۲۲-۲۳). بار کاری معادل بیشترین عدد بدست آمده به عنوان Fat_{max} point در نظر گرفته شد. بعد از استخراج این نقطه، متغیر های معادل با آن شامل ضربان قلب، اکسیژن مصرفی و بار کاری استخراج و برای تجزیه تحلیل های بعدی استفاده شد.

مقادیر سرمی استرادیول و پروژسترون با کیت های الایزا انسانی مربوط به خود با شماره سریال به ترتیب MBS580142 و MBS2700150 هر دو ساخت کمپانی MyBioSource اندازه گیری شد.

www.SID.ir

Archive of SID

تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد، در بخش آمار توصیفی، از شاخص های مرکزی مثل میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. در بخش آمار استنباطی، برای تعیین نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون شاپیرو–ویلک و برای مقایسه متغیر ها بین دو مرحله تحقیق از آزمون t زوجی استفاده شد. سطح معنی داری در تمامی مقایسه ها α=۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

در جدول شماره ۱ ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها، سن، وزن، درصد چربی وشاخص توده بدن(BMI)،گزارش شده است.

جدول۱: برخی از ویژگیهای دموگرافیک آزمودنی های تحقیق

متغیر	میانگین± انحراف معیار
سن(سال)	۲۹±۳/۸۶
وزن(کیلوگرم)	۵۷/۵±۴/۳۷
قد(سانتی متر)	۱۶۶±۶/۶
چربی(درصد)	۲۲/۳±۴/۳
BMI **(کیلوگرم/متر مربع)**	۲۰/۸۶±۱/۷
طول دوره قاعدگی(روز)	۲۸±۲

داده ها میانگین و انحراف استاندارد هستند (n = ۱۲)

مقادیر مربوط به استرادیول و پروژسترون در مراحل مختلف چرخه قاعدگی در جدول ۲ گزارش شده است. مقادیر استرادیول و پروژسترون، به ترتیب در مرحله لوتئال ۱/۵۸±۰/۲۳ و ۲/۰۲±۰/۳۱ برابر مرحله فولیکولار بود و اختلاف این دو متغیر بین دو مرحله معنی دار بود (هر دو (P< ۰/۰۱). لازم به ذکر است که سطوح این دو متغیر در تمامی آزمودنی ها در مرحله لوتئال از فولیکولار بیشتر بود.

در جدول ۲ مقادیر مربوط به هورمون های جنسی در فازهای مختلف چرخه قاعدگی گزارش شده است.

جدول۲: مقادیر مربوط به استرادیول و پروژسترون در فازهای مختلف چرخه قاعدگی

متغیر ها	**فولیکولار**(میانگین±انحراف معیار)	**لوتئال**(میانگین±انحراف معیار)
استرادیول (پیکوگرم/میلی لیتر)	۶۹/۲±۲۶/۶	*۱۰۹/۵۴±۲۸/۹
پروژسترون(نانوگرم/میلی لیتر)	۳/۰۵±۲/۷	* ۶/۱۶±۴/۷
پروژسترون/ استرادیول	۴۴/۱ ± ۷/۴	۵۳/۸ ± ۱۱/۲

***اختلاف معنی دار بین دوره های قاعدگی** (P<۰/۰۵)

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول ۳ مقادیر مربوط به حداکثر اکسیژن مصرفی، ضربان قلب و اکسیژن مصرفی معادل با نقطه Fat_{max} و Cross over و همچنین مقادیر مربوط به اکسیژن مصرفی و ضربان قلب معادل با آستانه بی هوازی در مراحل مختلف چرخه قاعدگی گزارش شده است.

جدول۳ : مقادیر (میانگین±انحراف معیار) **متغیرهای پژوهش**

متغیر	فولیکولار	لوتئال
VO_{2max}(میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	۴۳ ± ۳/۸	۴۲ ± ۳/۸
ضربان قلب در نقطه معادل با**Fat max** (ضربه در دقیقه)	۱۲۸ ± ۹	۱۲۶ ± ۱۵
اکسیژن مصرفی در نقطه معادل با **Fat max** (لیتر / دقیقه)	۱۶/۲ ± ۱/۶	*۱۹/۱ ± ۱/۷
ضربان در نقطه معادل با **cross over** (ضربه در دقیقه)	۱۳۲ ± ۱۴	۱۳۰ ± ۱۷
اکسیژن مصرفی در نقطه معادل با **Cross over** (لیتر/دقیقه)	۱۸ ± ۳/۳	*۲۱/۸ ± ۴/۵
ضربان قلب معادل با آستانه بی هوازی(ضربه در دقیقه)	۱۶۸ ± ۸	*۱۷۳ ± ۷
اکسیژن مصرفی معادل با آستانه بی هوازی(لیتر/دقیقه)	۳۰/۸ ± ۳/۳	* ۳۴/۶ ± ۲/۱

*اختلاف معنی دار بین دوره های قاعدگی (**P**<۰/۰۵)

مقادیرVO_{2max} دو مرحله با هم تفاوت معنی داری نداشت. آستانه بی هوازی در مرحله فولیکولار ۶/۶±۷۲/۲ و در مرحله لوتئال ۴/۲±۸۲/۳ درصدی از VO_{2max} کسب شده در آزمون اتفاق افتاده بود و اکسیژن مصرفی معادل با آستانه بی هوازی در مرحله لوتئال بطور معنی دار از مرحله فولیکولار بیشتر بود (P<۰/۰۵).

نقطه cross over در مرحله فولیکولار در ۴/۵±۴۲/۱ و در مرحله لوتئال در ۴/۲±۵۰/۴ درصدی از VO_{2max} بدست آمده در خلال آزمون اتفاق افتاد و اختلاف بین اکسیژن مصرفی معادل با این نقطه بین دو مرحله معنی دار بود (P<۰/۰۵). نقطه Fat_{max} در مرحله فولیکولار در ۳/۲±۳۷/۲ و در مرحله لوتئال در ۴/۶±۴۴/۸ درصدی از VO_{2max} اتفاق افتاد و اکسیژن مصرفی معادل با این نقطه بین دو مرحله تفاوت معنی دار داشت (P<۰/۰۵) ضربان قلب معادل با نقاط فوق بین دو مرحله تفاوت معنی داری نداشت.

بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر با هدف تعیین اثرات چرخه قاعدگی بر عملکرد استقامتی (تغییرات متغیر های فیزیولوژیک معادل با آستانه بی هوازی) و شناخت عوامل تحت الشعاع احتمالی درگیر در این تغییر انجام گرفت. مهمترین یافته های این تحقیق این بود که وقوع آستانه بی هوازی در مرحله لوتئال که مقادیر هورمون های استروژن و پروژسترون به طور معنی دار بالاتر از مرحله فولیکولار بود، دیرتر اتفاق می افتد. تاخیر در وقوع آستانه بی هوازی با تاخیر در وقوع نقطه cross over و Fat_{max} بود. این نتایج حاکی از این است که احتمالا تغییرات هورمون های جنسی با تغییر در سوبسترای مصرفی در حین تمرین می تواند آستانه بی هوازی را در فازهای مختلف چرخه قاعدگی دستخوش تغییر کند.

www.SID.ir

Archive of SID

در تحقیق حاضر در ابتدا برای اطمینان از متفاوت بودن سطوح هورمون های جنسی در چرخه لوتئال و فولیکولار، سطوح هر دوی این هورمون ها در اواسط دو دوره سنجیده شد و نتایج حاکی از بالا بودن سطوح هر دو هورمون در مرحله لوتئال نسبت به مرحله فولیکولار بود که این نتایج با ماهیت فیزیولوژیک این چرخه ها هم خوانی دارد. در واقع در ابتدای هر چرخه قاعدگی ماهانه، غلظت استروئیدهای گنادی پایین است و با از بین رفتن جسم زرد، افزایش هورمون محرک فولیکولی باعث ترشح مقادیر زیاد استروژن از فولیکولهای در حال رشد می شود (۲۴-۲۵). ماحصل افزایش غلظت استروژن، اعمال فیدبک منفی بر ترشح هورمون محرک فولیکولی از هیپوفیز است که سطوح استروژن در مرحله فولیکولار را پایین نگه می دارد. این فیدبک، در میانه مرحله فولیکولی شروع به افت می کند تا زمینه افزایش استروژن در مرحله لوتئال فراهم گردد (۲۴-۲۵). ترشحات ناگهانی استروژن بدلیل تخمک گذاری و متعاقب آن تولید جسم زرد دو عامل مهم سطوح افزایش یافته استروژن در مرحله لوتئال است. با از بین رفتن جسم زرد مقدار استروژن شروع به کاهش می کند و زمینه ای برای چرخه بعدی فراهم می شود(۲۴-۲۵). تفاوت موجود بین سطوح پروژسترون بین چرخه های قاعدگی نیز ریشه در نقشهای فیزیولوژیک این هورمون جنسی دارد. این هورمون استروئیدی که با توسعه فولیکول تخمدان ساخته و در مرحله لوتئال، رها می شود (۲۴-۲۵)، موجبات حفظ مایعات بدن از طریق سیستم آنژیوتانسین و رنین- آلدسترون را فراهم می کند. همچنین به دلیل داشتن خصوصیات ضد استروژنی ترشح زیاد پروژسترون در مرحله لوتئال می تواند هر اثر فیزیولوژیک ناشی از بالا رفتن استروژن در مرحله میانی لوتئال را خنثی کند، لذا در مرحله لوتئال که سطوح استروژن بیشتر از مرحله فولیکولار است بطور موازی نیز سطوح پروژسترون نیز بالا خواهد بود.

در وهله دوم پس از تایید متفاوت بودن سطوح هورمون های جنسی در مراحل مختلف قاعدگی، تحقیق حاضر سعی بر تعیین تاثیر این نوسانات هورمونی بر عملکرد استقامتی داشت. مقایسه مقادیر نسبی VO_{2max} بدست آمده در مرحله فولیکولار و لوتئال در زنان فعال تفاوت معنی دار را نشان نداد که با توجه به سطوح بالای استروژن در مرحله لوتئال که می تواند زمینه ساز افزایش تهویه و سوخت چربی و کربو هیدرات بیشتر باشد، نتیجه ای دور از انتظار بود. بخشی از این نتیجه را می توان با عوامل محدود کننده vo_{2max} تفسیر نمود. در واقع ، فقدان توانایی بدن در تامین اکسیژن بافتی که به دلیل نقص عملکردی دستگاه قلب و عروق اتفاق می افتد به عنوان عامل محدود کننده VO_{2max} مطرح است (۲۶-۲۷)، با توجه به اینکه اثرات استروژن و پروژسترون بر متغیرهای قلبی-عروقی ناچیز است، لذا احتمالا تغییرات این هورمون ها نمی تواند در جهت رفع نقص دستگاه قلب و عروق عمل نموده و VO_{2max} را بین دوره ها دستخوش تغییر نماید. عامل دوم احتمالی تغییرات وزن بدن در چرخه قاعدگی و اثر احتمالی آن بر مقادیر VO_{2max} است. افزایش در میزان مایعات بدن که در مرحله لوتئال بیشتر از مرحله فولیکولار است می تواند مقادیر نسبی VO_{2max} را به طور کاذب کاهش دهد و اثر احتمالی استروژن افرایش یافته بر VO_{2max} را خنثی کند. با این وجود، به دلیل این که در تحقیق حاضر مقادیر مطلق VO_{2max} هم بین دو چرخه متفاوت نبودند، احتمال این فرضیه کاهش پیدا می کند (۲۶-۲۷).

عامل دومی که در تحقیق حاضر به عنوان نمادی از عملکرد استقامتی مورد استفاده قرار گرفت، آستانه بی هوازی و تغییرات متغیر های فیزیولوژیک معادل با آن بود. دلیل انتخاب آستانه بی هوازی به عنوان ملاک عملکرد استقامتی این بود که در وهله اول این فاکتور شاخص قوی تری در پیش بینی عملکرد استقامتی نسبت به VO_{2max} است (۲۸-۲۹) و دوم اینکه به دلیل اینکه آستانه بی هوازی در شدت های متوسط تمرینی اتفاق می افتد، امکان تحت

www.SID.ir

Archive of SID

تاثیر قرار گرفتن آن توسط هورمون های جنسی بیشتر بود چراکه این هورمون ها عمدتا اثرات متابولیک خود را از طریق افزایش فراهمی اسید های چرب و افزایش متابولیسم چربی اعمال می کنند که ویژگی منحصر به فرد تمرین در شدتهای زیر بیشینه است (۲۸). این عوامل، عواملی هستند که در صورت افزایش یافتن می تواند درصد سوخت کربوهیدرات را کاهش و به تبع آن وقوع آستانه بی هوازی را به تعویق بیندازد. نتایج نشان داد که هردوی ضربان و اکسیژن مصرفی معادل باآستانه بی هوازی در مرحله لوتئال بطور معنی دار مقادیر بالاتری داشتند که حاکی از بهبود عملکرد استقامتی دراین مرحله است. با این وجود، داده های مربوط به ضربان قلب معادل با آستانه بی هوازی بایستی با احتیاط تفسیرشود چراکه به دلیل تغییرات فاحش استروژن و افزایش دمای بدن، ضربان قلب استراحت در فاز لوتئال افزایش می یابد (۲۸–۲۹) که می تواند پاسخ ضربان قلب به تمرین را تحت تاثیر خود قرار دهد. با این وجود به دلیل اینکه اکسیژن مصرفی معادل باآستانه بی هوازی هم بطور موازی با ضربان قلب معادل با آستانه تغییر کرد، این نتایج حاکی از تغییر معنی دار در آستانه بی هوازی بین دو چرخه قاعدگی است. تغییرات هورمونی که در خلال سیکل قاعدگی رخ می دهد با تاثیر روی هیپوتالاموس اثرات مستقیم بر پاسخ های تنفسی و به تبع آن آستانه بی هوازی ایجاد می کند. به عنوان مثال، پروژسترون می تواند باعث افزایش تهویه تنفسی شود (۲۸–۲۹) و اکثر این تاثیرات بر سیستم تنفسی بواسطه افزایش غلظتهای هموگلوبین ناشی از عمل پروژسترون اعمال می شود (۲۸–۲۹). هم چنین تهویه تنفسی بوسیله دمای بدن افزایش یافته، در خلال فاز لوتئال سیکل قاعدگی نیز تنظیم مثبت می شود (۲۸–۲۹). با توجه به اینکه در تحقیق حاضر از روش کنترل معادل تهویه ای اکسیژن جهت تعیین آستانه بی هوازی استفاده گردید، لذا عوامل یادشده می تواند تغییرات مشاهده شده در آستانه بی هوازی را تا حدودی تفسیرنماید. با این وجود، عدم اندازه گیری آستانه لاکتات بطور مستقیم (بوسیله اندازه گیری لاکتات خون) که تحت تاثیر نوسانات تهویه در فاز های قاعدگی قرار نمی گیرد، یکی از محدودیت های تحقیق حاضر است و کنترل کردن این شاخص برای شفاف سازی بیشتر موضوع به محققان آینده پیشنهاد می شود.

در مرحله آخر به منظور تعیین عوامل موثر در تغییرات مشاهده شده در آستانه بی هوازی و جستجوی این مطلب که آیا تغییرات مشاهده شده در آستانه بی هوازی ناشی از تغییر سوبسترای مصرفی در حین تمرین است متغیر های معادل با نقاط Fat_{max} و cross over بین مراحل مختلف چرخه قاعدگی با هم مقایسه شدند. نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر حاکی از این بود که میزان اکسیژن مصرفی در مرحله لوتئال در نقطه معادل با Fat_{max} و cross over بیشتر از مرحله فولیکولار بوده است. نقطه cross over شدتی از تمرین است که در آن سوخت مصرفی از چربی به کربوهیدرات تغییر می کند. لذا تغییر در این نقطه به معنی تغییر در سوبسترای مصرفی در حین تمرین است، لذا تاخیر در نقطه cross over می تواند به دلیل وابستگی به استفاده از چربی به عنوان سوبسترای غالب در مرحله لوتئال نسبت به مرحله فولیکولار باشد. هرچند روش تحقیق حاضر از نوع علی و معلولی نیست، لیکن به دلیل اینکه تمامی شرایط آزمودنی ها با هم یکسان بوده است، بحش عمده ای از این تفاوت در متابولیسم چربی را می توان به تغییرات هورمون های جنسی بین دو فاز نسبت داد. اگرچه استرادیول عمدتا برای نقش تولید مثل وبروز صفات ثانویه جنسی مطرح شده است، اما می تواندبر تنظیم متابولیسم سوختهای مصرفی نیز اثر گذار باشد (۴). به عنوان مثال، استرادیول می تواند تسهیل دخیره سازی و جذب گلیکوژن در عضله و کبد را افزایش دهد (۳۰–۲۲–۲۳). استروژن همچنین می تواند باعث صرفه جویی در استفاده از گلیکوژن در طی استراحت و ورزش شود، که با افزایش لیپولیز چربی درون عضلانی و انتقال به سوی استفاده بیشتر از اسید های چرب در طی ورزش می باشد

www.SID.ir

Archive of SID

(۳۰-۲۲-۲۳). این موضوع در مطالعات حیوانی که از روش تحقیق علی- معلولی استفاده کرده اند و در تحقیق خود تزریق مستقیم استروژن یا پروژسترون داشته اند، گزارش گردیده است (۳۰-۲۲-۲۳). پروژسترون نیز به عنوان دومین هورمون اثر گذار چرخه قاعدگی، همانند استروژن، باعث اکسیداسیون بیشتر چربی در طی متابولیسم مواد می شود (۳۰-۲۲-۲۳). در واقع در مرحله لوتئال وقتی که هر دو هورمون استروژن و پروژسترون در سطح بالایی قرار دارد، زنان در طی ورزش کردن بیشتر به اکسیداسیون چربی برای تامین انرژی وابسته هستند (۳۰-۲۲-۲۳). لذا، میزان مصرف اکسیژن بالاتر در نقطه معادل با Fat_{max} و cross over در مرحله لوتئال می تواند وابستگی بیشتر به اکسیداسیون چربی در این مرحله باشد که با تاخیر افتادن نقطه معادل با cross over در مرحله لوتئال همراه بوده است. افزایش اکسیژن مصرفی معادل با نقطه Fat_{max} نیز خود دلیل موهنی برای اثبات مصرف بیشتر چربی در مرحله لوتئال نسبت به مرحله فولیکولار است (۳۰-۲۲-۲۳). با این وجود، ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که نوسانات هورمونی ناشی از مصرف احتمالی داروهای ضد بارداری و تغذیه آزمودنیها نیز می تواند بر شاخصهای مورد مطالعه در تحقیق حاضر اثر گذار باشد. هر چند طبق خود اظهاری آزمودنیهای تحقیق حاضر اذعان داشتند که داروهای ضدبارداری مصرف نمی کنند و ملزم به رعایت یک سری ملاحظات تغذیه ای در وعده غذایی شب و صبحانه قبل از تمرین بودند، با این وجود کنترل دقیق این فاکتور در تحقیق حاضر میسر نبود.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که به طور کلی عملکرد استقامتی برآورد شده بر اساس تغییرات متغیرهای فیزیولوژیک معادل با آستانه بی هوازی در فاز لوتئال نسبت به فاز فولیکولار در زنان فعال مقادیر بالاتری را داراست و این مقادیر بهبود یافته عملکرد هوازی با تغییر در سوبسترای مصرفی در حین تمرین (سوخت بیشتر چربی) حمایت می شود که احتمالا ناشی از سطوح افزایش یافته هورمونهای جنسی است. لذا، با توجه به این مطالب احتمالا بار کاری بیشتری از تمرین در مرحله لوتئال نسبت به فولیکولار قابل تحمل و پیاده سازی است.

References:

1. Shannon MK, Martin MM. Menstrual cycle: Basic Biology. Annals of the New York Academy of Sciences. 2008; 1135:10-18.
2. Mihm M, Gangooly S, Muttukrishna S. The normal menstrual cycle in women. Animal Reproduction Science. 2011; 124(3-4):229-36.
3. Tejinder KB, Avnish K. Effect of different phases of menstrual cycle heart rate variability. Journal of clinical Diagnostic Research. 2015; 9(10):1-4.
4. Moran VH, Leathard H. Cardiovascular functioning during the menstrual cycle. Clinical physiology. 2000; 20 (6):496-504.
5. Anitha M. Evaluation of cardio respiratory changes during various phases of menstrual cycle in young women before and soon after exercise. International Journal of Medical science and public Health. 2016; 5(6):1260-67.
6. Nagashima K. Thermoregulation and menstrual cycle. Temprature (Austin). 2015; 2(3):320-321.
7. Ross J, Anne H, Hugh HKF, Tim M. The effect of menstrual cycle phases on physical performance in female soccer player. PLoS One. 2017; 12(3):e173951.
8. Janse DE, Jonge XA. Effect of the menstrual cycle an exercise performance. Sports medicine. 2003; 63 (2):341-349.
9. Bradley PS, Bendihsen M, Dellal A, Mohr M, Wilkie A, Datson N et al. The application of yo-yo intermittent endurance level 2 test to elite female soccer populations. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2014; 24(1):43-54.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Hideki H, Toshimichi I, Harumi H. Menstrual cycle phase and carbohydrate ingestion alter immune response following endurance exercise high intensity time trail performance test under hot conditions. Journal of the international society of sport nutrition. 2014; 6:11-39.
11. Ashley CD, Bishop P, Smith JF, Reneau P, Perkins C. Menstrual Phase Effects on Fat and Carbohydrate Oxidation During Prolonged Exercise in Active Females. Journal of Exercise Physiology Online. 2000; 3(4):67-73.
12. Bisdee JT, James WPT, Shaw MA. Changes in energy expenditure during the menstrual cycle. The British Journal of Nutrition. 2007; 61(2):187–199.
13. Oosthuyse T, Bosch AN. The effect of menstrual cycle on exercise metabolism: implications for exercise performance in eumenorrhoeic women. Sports Medicine. 2010; 40(3):207-27.
14. Isacco L, Duche P,Boisseau N. Influence of hormonal status on substrate utilization at rest and during exercise in the female population. Sports Medicine. 2012; 42(4):327-42.
15. Janse de Jonge XA. The effect of the menstrual cycle on exercise metabolism. Sports Medicine. 2003; 33(11):833-51.
16. Abdollahpor A, Khosravi N, Ramezani Z. Effects of the menstrual cycle phase on the blood lactate responses and exercise performance in active women. Pelagia Research. 2013; 3(2):206-210.
17. Oosthuyse T, Bosch AN. The Effect of the Menstrual Cycle on Exercise Metabolism. Sports Medicine. 40(3): 207-27
18. Brain T, Zhu l, John MS. Estrogens in the regulation of liver lipid metabolism. Advance Experimental Medical Biology. 2017; 1043:227-256.
19. Mihim M, Gangooly S, Muttukrishna S. The normal menstrual cycle in women. Animal Reproduction Science .2011; 124(3-4): 229-236.
20. Nikooie R, Gharakhanlu R, Rajabai H, Ghafari A. Noninvasive determination of anaerobic threshold by monitoring the %spo_2 changes and respiratory gas exchange. The journal of strength and conditioning. 2009; 23(7):2107-2113.
21. Jesus G,Ricardo MN, Juan FO. Validity and reliability of ventilatory and blood lactate thresholds in well-trained cyclists.PLOS. 2016; 11(9):1-16.
22. Gamada N, Marzouki H, Haboubi M, Tabaca Z, Shepard RJ, Bouhlel E. Crossover and maximal fat oxidation points in sedentary health subjects. Diabetes Metabolism. 2012; 38(1):40-45.
23. Croci I, Borrani F, Byrne NM, Wood RE, Hickman IJ, Chenevière X, Malatesta D. Reproducibility of fat_{max} and fat oxidation rates during exercise in recreationally trained males. PLoS One. 2014; 9(6):e97930.
24. Sipavičienė S, Daniusevičiutė L, Klizienė I, Kamandulis S, Skurvydas A. Effects of estrogen fluctuation during the menstrual cycle on response to stretch-shortening exercise in females. Biomedical research. 2013; 243572.
25. Kumari V, Konstantinou J, Papadopoulos A, Aasen I, Poon P, Halari R et al. Evidence for a role of progesterone in menstrual cycle related variability in prepilse inhibition in healthily young women. Neuropsychopharmacology. 2010; 35 (4):929-937.
26. Brutsaert TD, Spielvogel H, Caceres E, Araoz M, Chatterton RT, Vitzthum VJ. Effect of menstrual cycle phase on exercise performance of high-altitude native women at 3600 m. Journal of Expremental Biology. 205(Pt 2):233-9.
27. ReillyT, Turner P. The menstrual cycle and human performance. Biological Rhythm. 2000; 31(4):29-40.

www.SID.ir

Archive of SID
28. Sadan Y, Mehmet Y. The effect of menstrual cycle phase on exercise capacity measured by treadmill exercise test. Turkish Jurnal of Sport and Exercise. 2015; 17 (1):12-15.
29. Constantini NW, Dubnov Gal, Lebrun CM. The menstrual cycle and sport performance. Clinics in Sport Medicine. 2005; 24(2):51-85.
30. Venables MC, Achten J, Jeukendrup AE. Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: a cross-sectional study. Journal of Applied Physiology. 2005; 98(1):160-167.
www.SID.ir

Archive of SID

Anaerobic Threshold Variations during Different Phases of Menstrual Cycle: Effect of Substrate Selection

Farnia Rezaiyan Attar, Rohollah Nikooie*, Darioush Moflehi

Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

***Corresponding author**: Email: r_nikooie@uk.ac.ir

Abstract

Background and Purpose: Hormonal variations throughout the menstrual cycle is usually associated with change in exercise performance. The purpose of the current study was to investigate the effect of menstrual cycle phases on aerobic performance, substrate selection, and physiological variables corresponding to anaerobic threshold (AT) in active women of Kerman city.

Methodology: Twelve active females owning regular menstrual cycle participated in the study. The subjects performed two standard incremental tests at their own middle of follicular or luteal phase until exhaustion. Breath-by-breath respiratory gases were measured throughout the test. AT (abrupt increase in oxygen equivalent (VE/VO2)), cross over point (COP) and Fat_{max} (using respiratory exchange ratio (RER)) were determined, then heart rate and oxygen consumption corresponding to them were extracted and compared between menstrual cycle phases using paired sample T-Test.

Results: Estradiol and progesterone levels during luteal phase was significantly higher than those from follicular phases ($P < 0.05$). The values of oxygen (ml.kg.min) corresponding to AT (follicular: 30.8±3.3, luteal: 34.6±2.1), Fat_{max} (follicular: 16.2±1.6, luteal: 19.1±1.7), and COP ((follicular: 18±3.3, luteal: 21.8±4.5) were significantly different between the phases (All $P < 0.05$). COP was occurred during follicular and luteal at 200±72 and 230±67, respectively, and the difference between phases was significant ($P < 0.05$).

Conclusion: In sum, the results of the present study showed that different values of sexual hormones probably result in improvement in AT and seemingly do this due to change in substrate selection toward fat oxidation at intensities below the AT.

Key words: Aerobic Performance, Anaerobic Threshold, Menstrual Cycle, Substrate Selection.

www.SID.ir