

علوم زیستی ورزشی _ تابستان ۱۳۸۸
شماره ۱ - ص ص : ۷۳ - ۵۷
تاریخ دریافت : ۰۶ / ۱۱ / ۸۶
تاریخ تصویب : ۱۱ / ۰۶ / ۸۷

تاثیر فعالیت بدنی بر تغییرات غلظت کورتیزول و انرژی مصرفی در مردان چاق و لاغر

محمد عزیزی^۱ _ فرهاد رحمانی نیا _ حمید محبی _ محمد علی آذربایجانی
دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشگاه گیلان ، استاد دانشگاه گیلان ، دانشیار دانشگاه گیلان ،
استادیار دانشگاه آزاد تهران واحد مرکز

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر فعالیت بدنی بر پاسخ کورتیزول و انرژی مصرفی مردان چاق و لاغر بود. به این منظور ۱۲ دانشجوی پسر غیرورزشکار به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند و پس از بررسی سوابق پزشکی - ورزشی و تکمیل رضایت نامه، به دو گروه چاق (با میانگین سنی $1/9 \pm 22/83$ سال، شاخص توده بدنی $31/08 \pm 1/8$ کیلوگرم بر مترمربع و حداکثر اکسیژن مصرفی $3/9 \pm 35/45$ میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه) و لاغر (با میانگین سنی $1 \pm 21/17$ سال، شاخص توده بدن $1/3 \pm 18/2$ کیلوگرم بر مترمربع و حداکثر اکسیژن مصرفی $3 \pm 45/86$ میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه) تقسیم شدند. پروتکل فعالیت بدنی در ساعت ۸ صبح انجام شد و شامل ۳۰ دقیقه دویدن بر روی تردمیل با شدت ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی بود و به وسیله دستگاه گازآنالایزر گازهای تنفسی اندازه گیری می شد. نمونه های بزاقی قبل از فعالیت، بلافاصله بعد از فعالیت، ۱۵ و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت جمع آوری شد. از آزمون های آماری t - استودنت و آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر برای ارزیابی کورتیزول، انرژی مصرفی، اکسیژن مصرفی و نسبت تبادل تنفسی بین دو گروه در حالت استراحت و فعالیت در سطح ($P < 0/05$) استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که تفاوتی بین سطح پایه کورتیزول بین دو گروه چاق و لاغر وجود ندارد، درحالی که غلظت کورتیزول در گروه چاق بلافاصله بعد از فعالیت، ۱۵ و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت، به طور معنی داری بیشتر از گروه لاغر بود ($P < 0/05$). همچنین میانگین انرژی مصرفی فعالیت (کیلوکالری در دقیقه، یا کیلوکالری در دقیقه به ازای هر کیلوگرم توده بدون چربی) در گروه چاق به طور معنی داری بیشتر از گروه لاغر بود ($P < 0/05$)، اما تفاوت معنی داری بین مقدار اکسیژن مصرفی و نسبت تبادل تنفسی بین دو گروه مشاهده نشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که درصد چربی بدن بر مقدار انرژی مصرفی و غلظت کورتیزول تاثیر می گذارد، و افراد چاق هنگام فعالیت، انرژی مصرفی بیشتر و سطح کورتیزول بالاتری نسبت به افراد لاغر دارند.

واژه های کلیدی

کورتیزول ، انرژی مصرفی، درصد چربی بدن و فعالیت بدنی .

مقدمه

مطالعات و بررسی های انجام شده بیانگر آن است که فعالیت و تمرینات ورزشی روی سطوح خونی هورمون ها تاثیر می گذارند و به کاهش یا افزایش سطح برخی از هورمون ها نسبت به حالت استراحت منجر می شوند. در واقع این نوسانات هورمونی را می توان واکنش بدن در برابر فشارهای تمرینی قلمداد کرد، تا حالت هموستاز بدن برقرار شود (۳۳، ۹، ۲). اما در این میان هورمون کورتیزول که یک گلوکوکورتیکوئید است و از بخش قشری غدد فوق کلیوی ترشح می شود، نقش بسزایی در برقراری این هموستاز دارد (۱۷، ۲). در سال های اخیر به دلیل محدودیت های موجود در نمونه گیری های خونی و ادراری در اندازه گیری کورتیزول، توجه زیادی به سنجش کورتیزول از طریق بزاق شده است. نمونه گیری بزاقی مزایای زیادی دارد که شامل همبستگی زیاد غلظت کورتیزول در بزاق و سرم ($r = 0.70 - 0.99$) (۲۹، ۲۷، ۲۴). غیرتهاجمی بودن نمونه گیری بزاقی (۳۶، ۹، ۴)، نیاز به مقدار کم نمونه، اندازه گیری بخش آزاد هورمون (۸، ۶). توانایی نمونه گیری مکرر (۱۸، ۱۱، ۴)، جمع آوری آسان (۳۶، ۹)، نداشتن استرس آزمودنی ها (۲۵، ۲۳، ۱۹). همچنین کورتیزول بزاقی نشان دهنده مقدار کورتیزول آزاد و فعال بیولوژیکی است (۱۸، ۱۴، ۹). پژوهش ها نشان داده اند که وزن و درصد چربی بدن بر ترشح کورتیزول تاثیر می گذارد، با توجه به اینکه ایزوزوم نوع اول ۱۱- بتا هیدروکسی استروئید دهیدروژناز^۱ به عنوان ردوکتاز در بدن عمل می کند و موجب افزایش تبدیل کورتیزون به کورتیزول می شود - که این در بافت کبد و چربی انجام می شود - احتمالاً افزایش در بافت و تعداد سلول های چربی موجب افزایش ایزوزوم نوع اول ۱۱ - بتا هیدروکسی استروئید دهیدروژناز می شود و غلظت کورتیزول را افزایش می دهد (۱۵، ۱۲). گارلاسکی^۲ بچورنتورپ^۳ و همکارانش نیز گزارش کردند که سطح پایه کورتیزول در افراد چاق نسبت به افراد لاغر بالاتر است و بالا بودن درصد چربی بدن موجب افزایش ترشح کورتیزول می شود (۱۶، ۷). با این حال در پژوهش های وونگ^۴، رناتو^۵ و همکارانش تفاوت معنی داری در سطح پایه کورتیزول بین افراد چاق و لاغر مشاهده نشد، و آنها گزارش کردند که درصد چربی بدن بر ترشح کورتیزول در حالت استراحت تاثیر چندانی ندارد (۳۳، ۳۰). پائول^۶ نیز گزارش کرد که غلظت کورتیزول گردش خون در افراد چاق طبیعی بوده و سوخت و ساز آن همانند افراد با وزن طبیعی است (۲۶).

1 - 11 β -hydroxysteroid Dehydrogenase

2 - Garlaschi and et al

3 - Bjorntorp

4 - Wong and et al

5 - Renato and et al

6 - Paul and et al

در سال های اخیر، چاقی در میان اقشار مختلف جامعه به ویژه جوانان و افراد بزرگسال افزایش پیدا کرده و با بیماری های مزمنی مانند بیماری کرونر قلب^۱، پرفشار خونی، استئو آرتروز، اختلال های ریوی و دیابت نوع II همراه است (۳۵، ۲۶). گزارش های پژوهشی نشان می دهد که چاقی در اثر عدم تعادل بین انرژی دریافتی و انرژی مصرفی به وجود می آید و به افزایش ذخایر انرژی بدن، اغلب به صورت چربی در بدن منجر می شود (۲۲). افراد چاق اغلب معتقدند که انرژی دریافتی روزانه آنها از همتهای لاغر خود بیشتر نیست و گزارش کرده اند که با وجود کاهش در مقدار غذای دریافتی روزانه قادر به کاهش وزن نیستند. این ادعا به ایجاد این فرضیه منجر شد که چاقی در اثر اختلال های متابولیسمی و نادرست بودن عادت های رفتاری است که موجب کاهش انرژی مصرفی در افراد چاق می شود (۲۸، ۲۲).

پژوهش های بناتریز و همکارانش^۲ نشان داد که مقدار انرژی مصرفی هنگام فعالیت های تحمل کننده وزن بدن^۳ در کودکان و بزرگسالان چاق نسبت به افراد غیرچاق بیشتر است (۵). باندینی و همکارانش^۴ هم گزارش کردند که سوخت و ساز پایه با توده بدون چربی بدن هم در افراد چاق و هم غیرچاق ارتباط دارد. مقدار انرژی مصرفی کل^۵ نیز در افراد چاق به طور معنی داری بیشتر از افراد غیرچاق است، اما نسبت به انرژی مصرفی کل به سوخت و ساز پایه در هر دو گروه اختلاف معنی داری ندارد (۳).

ملاحظه می شود که نتایج پژوهش های قبلی همسو نبوده و اینکه فعالیت بدنی چه تاثیری بر پاسخ کورتیزول و مقدار انرژی مصرفی در افراد چاق و لاغر دارد، هنوز به طور کامل مشخص نشده است (۳۰، ۲۶، ۲۰، ۱۶، ۷). علاوه بر این بیشتر مطالعات قبلی مقدار انرژی مصرفی را در حالت استراحت یا فعالیت هایی مانند راه رفتن و انجام کارهای روزمره بررسی کرده اند (۲۸، ۲۲، ۳) و با توجه به اطلاعات ما به نظر می رسد، که در پژوهش های قبلی مقدار انرژی مصرفی هنگام دویدن بر روی تردمیل بررسی نشده است، از این رو پژوهش حاضر در نظر دارد که تغییرات غلظت کورتیزول و مقدار انرژی مصرفی را هنگام ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی در آزمودنی های چاق و لاغر بررسی و با هم مقایسه کند.

1 - Coronary Heart Disease

2 - Beatriz and et al

3 - Weight – Bearing Exercise

4 - Bandini and et al

5 - Total Energy Expenditure

روش تحقیق

آزمودنی های این پژوهش را ۱۲ دانشجوی پسر غیرورزشکار تشکیل می دادند، که به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. قبل از ارائه فرم رضایت نامه شرکت در آزمون به آزمودنی ها، اطلاعات و آگاهی های لازم درباره چگونگی انجام پژوهش و مراحل آن در اختیار آنان قرار گرفت. سپس به وسیله پرسشنامه، سوابق بیماری آزمودنی ها اعم از قلبی - عروقی، ریوی، آلرژی، فشار خون، دیابت و ... مشخص شد و آزمودنی هایی که بیماری خاصی داشتند، از پژوهش حذف شدند. سوابق فعالیت بدنی آزمودنی ها نیز بررسی شد و افرادی که سابقه فعالیت منظم داشتند و یا عضو باشگاه بودند، از پژوهش حذف شدند. از آزمودنی ها خواسته شد که در مراحل آزمون از هر گونه فعالیت بدنی شدید خودداری کنند. سپس آزمودنی ها به دو گروه چاق (۶ نفر با میانگین سنی $22/83 \pm 1/9$ سال و شاخص توده بدن $31/08 \pm 1/8$ کیلوگرم بر مترمربع) و لاغر (۶ نفر با میانگین $21/17 \pm 1$ سال و شاخص توده بدن $18/2 \pm 1/3$ کیلوگرم بر مترمربع) تقسیم شدند (جدول ۱). پژوهش حاضر در دو مرحله انجام شد که در مرحله اول یک هفته قبل از آزمون، قد، وزن، شاخص توده بدن، حداکثر اکسیژن مصرفی و درصد چربی بدن آزمودنی ها اندازه گیری و ثبت شد. برای اندازه گیری و مشخص کردن درصد چربی بدن از روش وزن سنجی زیر آب استفاده شد. همچنین برای اندازه گیری حداکثر اکسیژن مصرفی از تست فزاینده استفاده شد که آزمودنی ها در ابتدا با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت و شیب صفر درصد بر روی تردمیل (Italy MED150 COSMED) درحالی که توسط دستگاه گازآنالایزر (COSMED s.r.l. Rome, Italy) گازهای بازدمی آزمودنی ها اندازه گیری و ثبت می شد، دویدند، سپس هر یک دقیقه، یک کیلومتر در ساعت به سرعت تردمیل اضافه شد تا آزمودنی ها به واماندگی رسیدند.

آزمون دویدن ساعت ۸ صبح انجام شد، شب قبل از آزمون، غذای آزمودنی ها کنترل شده و به آنها غذایی با درصد کالری مشخص با توجه به وزن بدنشان (۱۶ کیلوکالری به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) به ترتیب با درصد کربوهیدرات ۵۰ درصد، چربی ۳۰ درصد و پروتئین ۲۰ درصد داده شد، سپس آزمودنی ها در ساعت ۱۲ شب به رختخواب رفتند.

آزمودنی ها ساعت ۷ صبح از خواب بیدار شده و به آزمایشگاه برده شدند. ساعت ۷/۵ پرسشنامه کنترل استرس برای اندازه گیری شدت استرس قبل از آزمون به آزمودنی ها داده شد. بعد از ۱۵ دقیقه استراحت مطلق و نشستن بر روی صندلی، کورتیزول بزاقی استراحت آزمودنی ها (۳-۱ میلی لیتر) به صورت تحریک نشده جمع آوری شد. سپس آزمودنی ها راس ساعت ۸ صبح پس از ۸ ساعت ناشتایی، به مدت ۳۰ دقیقه و با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی که از قبل مشخص شده بود، بر روی تردمیل دویدند، سپس

بلافاصله بعد از فعالیت، ۱۵ و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت نیز کورتیزول بزاقی (۳-۱ میلی لیتر) جمع آوری شد. نمونه های جمع آوری شده در کیسه یخ گذاشته شده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند و در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد برای آزمایش های بعدی فریز شدند. غلظت کورتیزول بزاقی با استفاده از کیت تجاری ELISA ساخت شرکت dbc کانادا با حساسیت ۵ ng/dl تعیین شد.

در این پژوهش از آمار توصیفی به منظور توصیف و تشریح یافته ها استفاده شد. همچنین از روش های آماری t استودنت برای مقایسه میانگین ها در دو گروه چاق و لاغر، و از آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر، طرح عاملی (گروه چاق و لاغر) 2×4 (وهله های اندازه گیری) استفاده شده است. نتایج پژوهش در سطح آماری $P \leq 0/05$ مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و یافته های تحقیق

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که غلظت کورتیزول قبل از فعالیت در ساعت ۸ صبح در افراد چاق (۱۱/۴۵ نانو گرم در میلی لیتر) و لاغر (۱۰/۰۷ نانو گرم در میلی لیتر) مشابه است و تفاوت معنی داری بین سطح پایه کورتیزول دو گروه وجود ندارد (شکل ۱). همچنین مشخص شد ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی موجب افزایش غلظت کورتیزول در افراد چاق و لاغر شده و غلظت کورتیزول بلافاصله بعد از فعالیت، ۱۵ و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت در گروه چاق به طور معنی داری بیشتر از گروه لاغر است ($F = 18/089$ ؛ $P = 0/002$) (شکل ۲).

در هر دو گروه چاق و لاغر غلظت کورتیزول بلافاصله، ۱۵ دقیقه و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت صبح به طور معنی داری بیشتر از حالت استراحت بود ($F = 132/495$ ؛ $P = 0/000$). بعد از فعالیت غلظت کورتیزول کاهش یافت، اما ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت هنوز غلظت کورتیزول بیشتر از سطح استراحت بود (جدول ۲). همچنین تفاوت معنی داری در غلظت کورتیزول بزاقی بین ۱۵ و ۳۰ دقیقه پس از فعالیت بلافاصله بعد از فعالیت مشاهده شد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مقدار انرژی مصرفی هنگام ۳۰ دقیقه دویدن بر روی تردمیل در صبح وقتی که به صورت کیلوکالری در دقیقه و کیلوکالری در دقیقه به ازای هر کیلوگرم توده بدن چربی محاسبه شد، در هر دو حالت، در گروه چاق به طور معنی داری بیشتر از گروه لاغر بود (شکل ۳ و ۴). در حالی که مقدار اکسیژن مصرفی (VO_2) و نسبت تبادل تنفسی (RER) در دو گروه چاق و لاغر مشابه بود و تفاوت معنی داری بین دو گروه مشاهده نشد (شکل های ۵ و ۶).

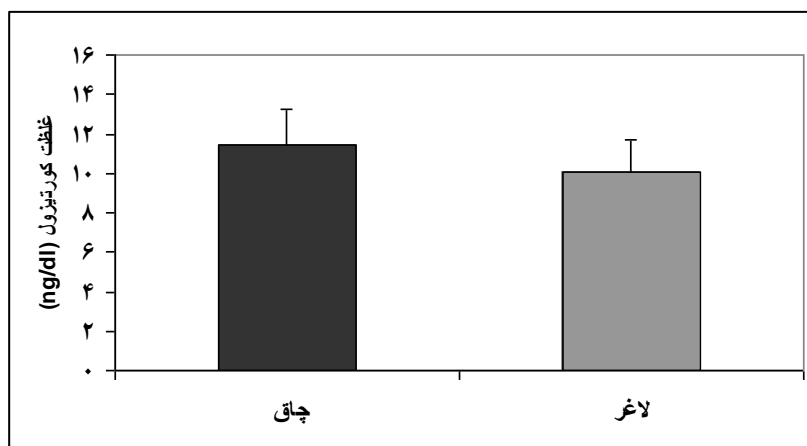
جدول ۱. خصوصیات توصیفی آزمودنی ها

گروه چاق	گروه لاغر	
۲۲/۸۳ ± ۱/۹	۲۱/۱۷ ± ۰/۹۸	سن (سال)
۱۷۷/۶۷ ± ۶/۹	۱۷۸/۲۵ ± ۱/۹	قد (سانتیمتر)
۹۸ ± ۱۰/۴	۵۸/۰۸ ± ۴/۰۹	وزن (کیلوگرم)**
۳۱/۰۸ ± ۱	۱۸/۲ ± ۱/۲	BMI** (کیلوگرم بر مترمربع)
۲۸/۲۳ ± ۴/۵	۷/۱۱ ± ۱/۴	توده چربی** (کیلوگرم)
۲۶/۷۸ ± ۲/۱	۱۰/۹۸ ± ۲/۱	درصد چربی بدن** (وزن سنجی زیر آب)
۲۵/۴۵ ± ۳/۹	۴۵/۸۶ ± ۳/۰۴	VO _{2max} ** (ml/min/kg)

مقادیر به شکل میانگین ± انحراف استاندارد بیان شده است.

BMI شاخص توده بدن، VO_{2max} حداکثر اکسیژن مصرفی

** : معنی دار بودن تفاوت بین دو گروه چاق و لاغر (P ≤ ۰/۰۵)

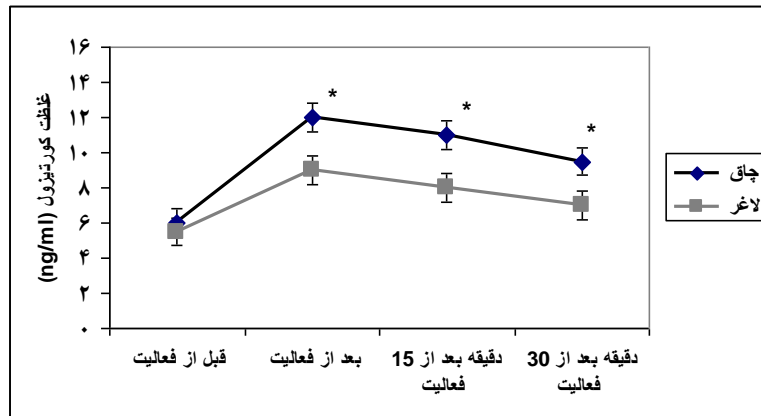


شکل ۱. مقایسه سطح پایه کورتیزول آزمودنی های چاق و لاغر

جدول ۲. مقایسه تغییرات غلظت کورتیزول در افراد چاق و لاغر

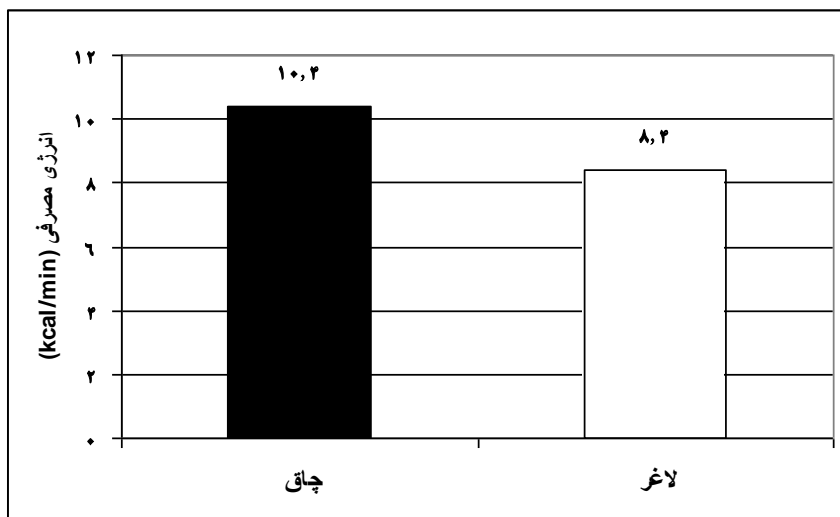
ت محاسبه شده	سطح معنی داری	میانگین ±SD	آماره		گروه
			چاق	لاغر	
۱/۶	۰/۱۳۳	۱۱/۴۵ ± ۱/۴۶	چاق	لاغر	قبل از فعالیت
		۱۰/۰۷ ± ۱/۴۳	لاغر		
۵/۳۱	۰/۰۰۰	۱۸/۱۵ ± ۱/۶۲	چاق	لاغر	بلافاصله بعد از فعالیت*
		۱۳/۶۱ ± ۱/۳۲	لاغر		
۴/۴	۰/۰۰۱	۱۶/۱۴ ± ۱/۴۳	چاق	لاغر	۱۵ دقیقه بعد از فعالیت*
		۱۲/۶۰ ± ۱/۳۱	لاغر		
۳/۴	۰/۰۰۲	۱۴/۹۹ ± ۰/۹۶	چاق	لاغر	۳۰ دقیقه بعد از فعالیت*
		۱۲/۰۶ ± ۱/۳۴	لاغر		

*: معنی دار بودن تفاوت بین دو گروه چاق و لاغر



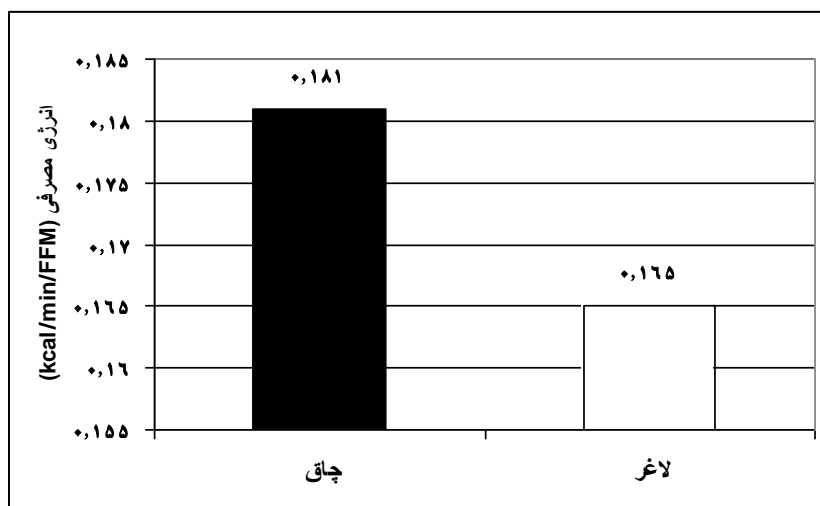
شکل ۲. مقایسه تغییرات غلظت کورتیزول افراد چاق و لاغر بین وهله های مختلف

*: معنی دار بودن تغییرات غلظت کورتیزول بین وهله های مختلف ($P < ۰/۰۵$)



شکل ۳. مقایسه مقدار انرژی مصرفی (Kcal/min) آزمودنی های چاق و لاغر

*: معنی دار بودن تفاوت بین دو گروه چاق و لاغر ($P < 0.05$)

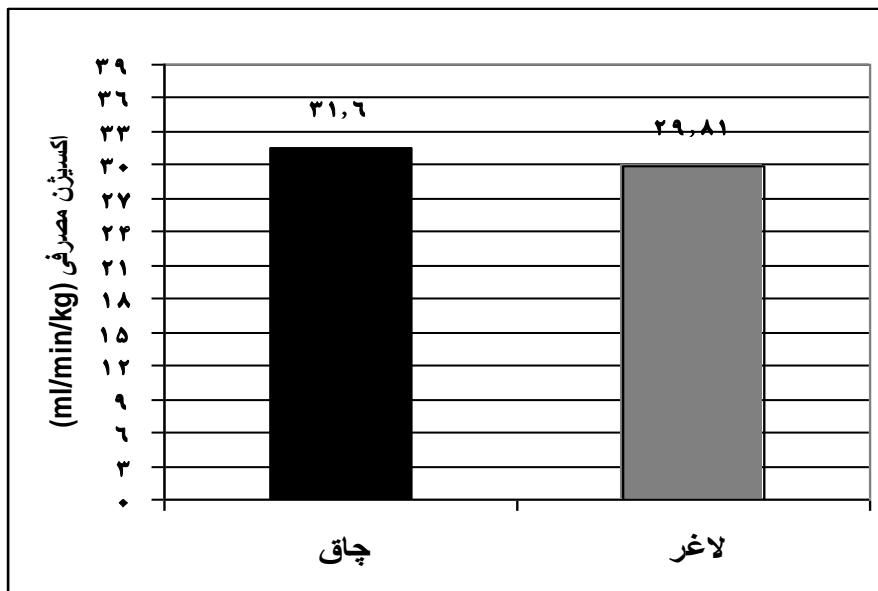


شکل ۴. مقایسه مقدار انرژی مصرفی (Kcal/min/FFM) آزمودنی های چاق و لاغر

*: معنی دار بودن تفاوت بین دو گروه چاق و لاغر ($P < 0.05$)



شکل ۵. مقایسه مقدار RER آزمودنی های چاق و لاغر



شکل ۶. مقایسه مقدار اکسیژن مصرفی آزمودنی های چاق و لاغر

بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سطح پایه کورتیزول در افراد چاق و لاغر (۱۱/۴۵ در مقابل ۱۰/۰۷ نانو گرم در میلی لیتر) با هم مشابه است و تفاوت معنی داری وجود ندارد. نتایج به دست آمده با نتایج پژوهش های وونگ^۱، رناتو^۲ و پائول^۳ همخوانی دارد و نشان می دهد احتمالاً وزن و درصد چربی بدن تاثیر چندانی بر مقدار ترشح کورتیزول در حالت استراحت نداشته و تفاوتی بین افراد چاق و لاغر وجود ندارد (۳۳، ۳۰، ۲۶). اما با یافته های گارلاسکی و همکارانش همخوانی ندارد (۱۶). پژوهش گارلاسکی بر روی کودکانی که دارای دیابت شیرین بودند، انجام شد و از آنجا که برخی پژوهش ها نشان داده اند سن، جنس، شاخص توده بدنی و دیابت بر غلظت کورتیزول و ترشح آن تاثیر می گذارد (۳۳، ۱۷، ۷). علت مغایرت یافته های گارلاسکی با پژوهش حاضر را می توان به تفاوت در سن، شاخص توده بدن آزمودنی ها و داشتن مقاومت انسولینی نسبت داد.

نتایج پژوهش های قبلی نشان داده است که چاقی موجب افزایش حساسیت محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - آدرنال^۴ می شود و پیامد آن افزایش تحریک محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - آدرنال و در نتیجه افزایش ترشح کورتیزول است (۳۵، ۳۱). ارتباط بین افزایش ترشح کورتیزول و بروز چاقی در افراد دچار سندرم کوشینگ^۵ یا افراد دارای افسردگی شدید، به وضوح دیده شده است. در هر دو این افراد سطح پایه کورتیزول نسبت به دیگر افراد بیشتر است و پرتشریحی^۶ کورتیزول دارند که موجب افزایش بافت چربی می شود (۳۱). افزایش درصد چربی بدن احتمالاً با افزایش در ترشح متابولیت های کورتیزول هنگام فعالیت و افزایش فعالیت ۱۱ - بتا هیدروکسی استروئید دهیدروژناز نوع اول در بافت آدیپوز همراه است (۳۵، ۳۱).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد غلظت کورتیزول در افراد چاق و لاغر قبل از فعالیت مشابه است، اما غلظت کورتیزول بلافاصله بعد از فعالیت، ۱۵ و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت صبح به طور معنی داری در گروه چاق بیشتر از گروه لاغر بود. نتایج به دست آمده با نتایج پژوهش های وونگ^۷، الیزا^۸ و وستریکا^۸ همخوانی دارد (۳۵، ۳۳، ۳۱) و نشان می دهد که احتمالاً افزایش درصد چربی بدن با افزایش ترشح کورتیزول ارتباط دارد. همچنین

-
- 1 - Wong and et al
 - 2 - Renato and et al
 - 3 - Paul and et al
 - 4 - Hypothalamus Pituitary Adrenal Axis
 - 5 - Cushing's Syndrome
 - 6 - Hyper Secretion
 - 7 - Elissa and et al
 - 8 - Westerbacka and et al

با توجه به نتایج تحقیق راسموند^۱ که افزایش در بافت چربی موجب افزایش تحریک محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - آدرنال می شود (۳۱)، می توان نتیجه گرفت که چون شاخص توده بدن گروه چاق در پژوهش حاضر بیشتر از ۳۰ بوده و توده چربی بدن آنها نسبت به گروه لاغر بیشتر است، افزایش ترشح کورتیزول قابل توجیه است. اما نتایج به دست آمده با پژوهش گارلاسکی^۲ و همکارانش که نشان دادند فعالیت بدنی موجب تغییر در غلظت کورتیزول بعد از فعالیت در هر دو گروه چاق و نرمال نشد، مخالف است (۱۶). دلیل مغایرت نتایج گارلاسکی با نتایج این تحقیق تفاوت در نوع فعالیت بدنی است که آنها از تمرینات با وزنه استفاده کرده بودند، همچنین افراد گروه چاق در پژوهش گارلاسکی دیابت شیرین داشتند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی موجب افزایش غلظت کورتیزول بزاقی در افراد چاق و لاغر می شود. در هر دو گروه چاق و لاغر غلظت کورتیزول بلافاصله، ۱۵ دقیقه و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت به طور معنی داری بیشتر از حالت استراحت بود. همچنین تفاوت معنی داری در غلظت کورتیزول بزاقی بین ۱۵ و ۳۰ دقیقه پس از فعالیت یا بلافاصله بعد از فعالیت مشاهده شد.

یافته های این پژوهش با نتایج پژوهش های وونگ، توما^۳، لاک^۴، دل کورال، کانلی و آذربایجانی همخوانی دارد و نشان می دهد که فعالیت بدنی موجب افزایش ترشح کورتیزول می شود (۳۳، ۳۲، ۲۱، ۲۰، ۱۱، ۱). مکانیسم های متعددی برای توجیه افزایش غلظت کورتیزول مطرح شده است. یکی از این مکانیسم ها افزایش ترشح هورمون از غده فوق کلیوی است و کاهش میزان پاک شدگی متابولیک توسط کبد هنگام فعالیت بدنی نقش مهمی در افزایش غلظت کورتیزول ندارد و ترشح این هورمون از متابولیزه شدن آن مهم تر است (۳۴، ۱). تحریک محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - آدرنال و افزایش ترشح هورمون آدرنوکورتیکوتروپین از هیپوفیز، مهم ترین عامل ترشح کورتیزول است. هنگام فعالیت بدنی محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - آدرنال فعال می شود و ترشح کورتیزول افزایش می یابد (۲۴، ۷). مطالعات قبلی نشان داده اند که فعالیت بدنی موجب افزایش غلظت هورمون آدرنوکورتیکوتروپین می شود و به موازات آن غلظت کورتیزول نیز افزایش می یابد (۳۰، ۱۰). در پژوهش حاضر آزمودنی ها به مدت ۳۰ دقیقه با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی روی نوارگردان دویدند، که ممکن است موجب افزایش غلظت هورمون آدرنوکورتیکوتروپین

1 - Rasmond and et al

2 - Garlaschi and et al

3 - Thuma and et al

4 - Lac and et al

شود. با توجه به این مسئله، افزایش غلظت کورتیزول بعد از فعالیت را می توان به افزایش تحریک محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - آدرنال و افزایش غلظت هورمون آدرنوکورتیکوتروپین نسبت داد.

نتایج پژوهش های بئاتریز و همکارانش^۱ نشان داد که مقدار انرژی مصرفی هنگام فعالیت های تحمل کننده وزن بدن^۲ در کودکان و بزرگسالان چاق نسبت به افراد غیرچاق بیشتر است (۵). نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد که مقدار انرژی مصرفی هنگام ۳۰ دقیقه دویدن بر روی تردمیل وقتی که به صورت کیلوکالری در دقیقه و کیلوکالری در دقیقه به ازای هر کیلوگرم توده بدون چربی محاسبه شد، در هر دو حالت در گروه چاق به طور معنی داری بیشتر از گروه لاغر بود.

نتایج به دست آمده با نتایج پژوهش های بئاتریز، باندینی و لازر^۳ همخوانی دارد (۲۲، ۵، ۳). با توجه به اینکه کل توده بدن از عوامل اصلی تعیین کننده مقدار انرژی مصرفی هنگام فعالیت های تحمل کننده وزن بدن مانند راه رفتن و دویدن است (۵) و چون در پژوهش حاضر نیز آزمودنی ها بر روی تردمیل دویدند، افزایش در وزن بدن و توده بدون چربی بدن ممکن است موجب افزایش مقدار انرژی مصرفی شود. در مطالعات قبلی همبستگی ۰/۸۳ تا ۰/۹۸ بین هزینه انرژی و توده بدن در کودکان و بزرگسالان گزارش شده است (۵، ۳). با توجه به اینکه گروه چاق در تحقیق حاضر به طور معنی داری سنگین تر از گروه لاغر بودند، بنابراین می توانیم بگوییم که افزایش انرژی مصرفی هنگام فعالیت در گروه چاق ناشی از افزایش بافت چربی یا افزایش توده بدون چربی بدن باشد.

علاوه بر این تفاوت در مقدار انرژی مصرفی بین دو گروه احتمالاً به دلیل تفاوت در هزینه های تنفس و تهویه باشد. پژوهش های قبلی نشان داده اند که افراد چاق حجم جاری کمتری داشتند و تعداد تنفس آنها نسبت به افراد لاغر بیشتر بود (۵). با توجه با این مسئله، افزایش در هزینه های تنفسی نیز ممکن است از دلایل افزایش مقدار انرژی مصرفی در گروه چاق نسبت به گروه لاغر در پژوهش حاضر باشد.

تجزیه و تحلیل های سینماتیکی نشان می دهد که افراد چاق عدم تقارن^۴ بیشتری را هنگام گام برداری نسبت به افراد لاغر دارند، که بر هزینه انرژی گام برداری تاثیر می گذارد (۱۳، ۵، ۳). کچ و بئاتریز هزینه انرژی راه رفتن را در ۴ سرعت مختلف در افراد چاق و لاغر بررسی و گزارش کردند که اختلاف هزینه انرژی بین دو گروه در بالاترین سرعت بیشتر است، که علت آن احتمالاً تفاوت های مکانیکی در نوع گام برداری بین دو گروه است و موجب کاهش اقتصاد راه رفتن در سرعت های بیشتر می شود (۱۳، ۵). اگر چه در پژوهش

1 - Beatriz and et al

2 - Weight – Bearing Exercise

3 - Lazzer and et al

4 - Asymmetry

حاضر آزمودنی ها به جای راه رفتن، روی تردمیل دویدند، اما با توجه به تشابه زیاد بین الگوهای راه رفتن و دویدن، تفاوت در هزینه انرژی بین دو گروه را می توان تا حدی به تفاوت در الگوی گام برداری و کاهش اقتصاد دویدن در گروه چاق نسبت به لاغر دانست.

بر خلاف نتایج تحقیق حاضر، بئاتریز گزارش کرد که در سرعت های کم راه رفتن تفاوتی بین مقدار انرژی مصرفی در افراد چاق و لاغر وجود ندارد (۵). علت این تناقض را می توان به تفاوت در نوع فعالیت بدنی مربوط دانست، در تحقیق حاضر آزمودنی ها بر روی تردمیل با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی دویدند، درحالی که آزمودنی های بئاتریز با سرعت ۶۷ متر در دقیقه راه می رفتند، و چون شدت فعالیت در پژوهش بئاتریز به حدی نبود که موجب تفاوت در هزینه های تهویه ای و فعالیت شود، تفاوتی بین دو گروه مشاهده نشده است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مقدار اکسیژن مصرفی و نسبت تبادل تنفسی در گروه چاق بیشتر از گروه لاغر بود، اما از لحاظ آماری این تفاوت معنی دار نبود. در پژوهش های وولف^۱ و بئاتریز نیز تفاوت معنی داری بین مقدار اکسیژن مصرفی آزمودنی ها هنگام فعالیت مشاهده نشد (۳۷، ۵). اما وولف گزارش کرد که نسبت تبادل تنفسی در گروه چاق هنگام فعالیت به طور معنی داری کمتر از گروه لاغر است. علت مغایرت نتایج پژوهش وولف با تحقیق حاضر احتمالاً تفاوت در شدت، مدت و نوع فعالیت است، که آزمودنی های وولف با شدت ۵۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و به مدت ۶۰ دقیقه بر روی دوچرخه کارسنج فعالیت کردند، درحالی که آزمودنی های ما به مدت ۳۰ دقیقه و با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بر روی تردمیل دویدند.

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که درصد چربی بدن تاثیری بر سطح پایه کورتیزول ندارد، اما فعالیت بدنی موجب شد که غلظت کورتیزول در گروه چاق به طور معنی داری بیشتر از گروه لاغر شود، احتمال می رود چاقی موجب افزایش حساسیت محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - آدرنال می شود، که پیامد آن افزایش تحریک محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - آدرنال و در نتیجه افزایش ترشح کورتیزول است. همچنین مقدار انرژی مصرفی در طول ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی در گروه چاق به طور معنی داری بیشتر از گروه لاغر بود، که دلیل آن را می توان تفاوت در الگوها و مکانیک گام برداری یا افزایش هزینه های تنفسی در گروه چاق نسبت به لاغر نسبت داد.

منابع و مأخذ

۱. آذربایجانی، محمدعلی؛ نیکبخت، حجت ا...؛ رسایی، محمدجواد؛ ثابتی، خشایار. (۱۳۸۱). "تاثیر یک جلسه تمرین فزاینده درمانده ساز بر تستسترون و کورتیزول بزاقی در کشتی گیران. مجله پژوهش در علوم ورزشی"، شماره چهارم: ۱۰۱-۱۱۴.
۲. گایتون، آرتور؛ هال، جان ئی. (۱۳۸۰). "فیزیولوژی پزشکی گایتون". ترجمه محمدرضا بیگدلی و همکاران، نشر طبیب، فصل ۷۷، صص: ۸۲۵-۸۲۱.
3. Bandini, LG. Schoeller, DA. Dietz, WH. (1990). "Energy expenditure in obese and nonobese adolescents". *Pediatr Res.* 27(2) : PP:198-203.
4. Barrou, Z.Thomopoulos, P. Luton, JP. (1997). "Assay of salivary cortisol. An interesting method for exploring the adrenal cortex". *Presses Med.* 26(7) : PP:329-331.
5. Beatriz, A.V.Oded, B. (2002). "Energy cost of walking in boys who differ in adiposity, but are matched for body mass". *Med & scien in sport and exerc.* PP:669-674.
6. Ben-Aryeh, H.Roll, N.Lahav, M.Dlin, R. Hanne-paparo, N.Szargel, R.Shein-orr, C. Laufer, D. (1989). "Effect of exercise on salivary composition and Cortisol in serum and saliva in man". *J Dent Res.* 68(11) : PP:1495-1497.
7. Björntorp, P and Rosmond, R. (2000). "Obesity and Cortisol". *Nutr J.* 16(10) : PP:924-936.
8. Chicharro, JL. Lucia, A. Perez, M. Vaquero, AF. Urena, R. (1998). "Saliva composition and exercise". *Sports Med.* 26(1): PP:17-27.
9. Cone, E.J. (1993). "Saliva testing for drugs of abuse". *Annals of the New York Academy of Sciences.* By New Yourk Acad of Sci. 694(1) :PP:91-127.
10. Davies, C.T. M.and Few, J.D. (1973). "Effects of exercise on adrenocortical function". *J.Apple.Physiol.* 35(6) : PP:887-891.
11. Del Corral, P. Mahon, AD. Duncan,GE. Howe, CA. Craig, BW. (1994). "The effect of exercise on serum and salivary Cortisol in male children". *Med Sci Sports Exerc.* 26(1) : PP:1297-1301.

12. Dimitriou, T. Maser_Gluth, Ch. Remer, TH. (2003). "Adrenocortical activity in healthy children is associated with fat mass". *Am J Clin Nutr.* 77: PP:731-736.
13. Elissa, S.E. Mceven, B.Seeman, T. and et al. (2000). "Stress and body shape : Stress – induced Cortisol secretion is consistently greater among women with central fat". *J Sychosomatic Medicine.* 62 : PP:623-632.
14. Fenske, M. (1997). "The use of salivary Cortisol measurements for the non-invasive assessment of adrenal cortical function in guinea pigs". *J Exp Clin Endocrinol Diabetes.* 105(3) : PP:163-168.
15. Finken , J.J. M. Andrews , C.R. Walker , R.B. (1999). "Cortisol metabolism in healthy young adults: sexual dimorphism in activities of A-Ring reductases, but not 11 β -hydroxysteroid dehydrogenases". *J Clin Endocrinol & Metabol.* 84(9) :PP:3316-3321.
16. Garlaschi, C.Di Natale, B.Del Guercio , MJ. Caccamo, A. Gargantini, L and Chiumello, G. (1975). "Effect of physical exercise on secretion of growth hormone, glucagons, and Cortisol in obese and diabetic children". *American Diabet Associ.* 24(8): PP:758-761.
17. Goodman, H.M.(2003). "Basic Medical Endocrinology". 3rd .ed amsterdam.Academic Press. PP:332-350.
18. Johan, K. M, Aps. Martens, L.C. (2005). "Review : The physiology of saliva and transfer of drugs into saliva". *J Appl Physiol.* 150(2) : PP:119-131.
19. Kahn, JP, Rubinow , DR. Davis, CL. Kling, M. (1998). "Salivary Cortisol : a Practical method for evaluation of adrenal function". *Biol Psychiatry.* 15 ; 23(4) : PP: 335-349.
20. Kanaley, Jill A. Weltman, Judy Y. Pieper, Karen S. Weltman, Arthur and Hartman, Mark L. (2000). "Cortisol and growth hormone responses to exercise at different times of day". *J of Clin Endocrinol & Metab.* 86(6) : PP:2881-2889.
21. Lac, G. Pantelidis, D. Robert, A. (1997). "Salivary Cortisol response to a 30 min sub maximal test adjusted to a constant heart rate". *J Sports Med Phys Fitness.* 37(1) : PP:56-60.

22. Lazzer. S.Boirie, Y. Bitar. A. Montaturier, Ch. Vernet, J. Meyer, M. Vermoral, M. (2003). "Assessment of energy expenditure associated with physical activities in freelifing obese and non-obese adolescents". *American Society for Clini Nutr.* 78: PP:471-479.

23. Lewis, J.G. (2006). "Steriod Analysis in saliva : An overview". *Clin Biochem Rev.* 27 : PP:139-146.

24. Lo, MS. Ng, ML. Azmy, BS. Khalid, BA. (1992). "Clinical applications of salivary cortisol measurements". *Singapore Med J.* 33(2) : PP:170-173.

25. Morineau, Gilles , Boudi, Ahmed. Barka, Ahmed. Gourmelen, Micheline. Degeilh, Francoise And et al. (1997). "Radioimmunoassay of cortisone in serum, urine, and saliva to assess the status of the Cortisol – cortisone shuttle". *Clin Chem.* 43(8) : PP:1397-1407.

26. Paul, M. Stewart, Abigall Boulton, Sudhesh Kumar, Penny M.S. Clark, and Cedri H.L. Shackleton. (1999). "Cortisol metabolism in human obesity: Impaired Cortisone-Cortisol conversion in subjects with Central Adiposity". *J Clin Endocrinol & Metab.* 84(3): PP:1022-1028.

27. Port K. (1991). "Serum and saliva Cortisol responses and blood lactate accumulation during incremental exercise testing". *Int J Sports Med.* 12(5) : PP:490-4.

28. Prentice, A.M. Black, A.E. Coward, W.A. and et al (1986). "High level of energy expenditure in obese women". *British Medical Journal.* 292 (12):PP: 983-988.

29. Rantonen, PJ. Penttila, I. Meurman, JH. Savolainen, K. Narvanen, S. Helenius, T. (2000). "Growth hormone and Cortisol in serm and saliva". *Acta Odontol Scand.* 58(6) :PP:299-303.

30. Renato, P. Domenico, B. Giulio, S.Valentina, V.Alessandro David, G. Laurant, Sgarbi. & Francesco, Casimirri. (1998). "Pulsatile secretion of ACTH and Cortisol in premenopausal women: effect of obesity and body fat distribution". *J Clin Endocrinol.* 48(5) : PP:603-607.

31. Rosmond, R. Mary F. Dallman, and Per Bjorntorp. (1998). "Stress-Related Cortisol secretion in men : Relationships with abdominal obesity and endocrine,

metabolic and hemodynamic abnormalities". *J of Clin Endocrinol and Metabol.* 83(6) :PP:1853-1860.

32.Thuma, J.R.Gilders, R.Verdun, M. and Loucks, A.B(1995). "Circadian rhythm of cortisol confounds cortisol responses to exercise : implications for future research". *J. Appl. Physiol.* 78(5): PP:1657-1664.

33.Tina Wong and Vicki Harber. (2006). "Lower excess post exercise oxygen consumption and altered growth hormone and cortisol responses to exercise in obese men". *The J of Clin Endocrinol & Metab.* 91(2) :PP:678-686.

34.Viru, A. (1992). "Review : Plasma hormones and physical exercise". *Int J Sport Med.* 13 (3) : PP:201-209.

35.Westerbacka, J.Yki-Jarvinen, H.Vehkavaara, S.Anna-maija, H.Andrew, R.J.Wake, D.R.Seck, J and Brian, R. (2003). "Body fat distribution and cortisol metabolism in healthy men: Enhanced 5 β -reductase and lower cortisol / cortisone metabolite ratios in men with fatty liver". *The J of Clin Endocrinol and Metab.* 88(10): PP:4924-4931.

36.Wilson, DW. Walker , RF. Griffiths, K. (1993). "Saliva as a medium for chronobiological studies: its particular potential in steroid endocrinology". *Ann Ist Super Sanita.* 29(4): PP:607-11.

37.Wolfe, R.R. Kelley, D.E. (2002). "Effect of obesity on substrate utilization during exercise". *Obesity research.* 10(7): PP:575-584.