پژوهش در علوم ورزشی شماره ۲۳، تابستان ۱۳۸۸، صص ۶۰ - ۴۹

تاثیر چرخهٔ شبانه روزی بر پاسخ سگمان ST الکتروکاردیوگرام قلب ورزشکاران به آزمون زیربیشینه PWC۱۹۵

فتاح مرادی[۱]، دکتر حیدر صادقی[۲]، دکتر بختیار ترتیبیان[۳]

۱. مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
۲. دانشیار دانشگاه تربیت معلم تهران
۳. استادیار دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۸/۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۷/۹/۳

چکیده

تحقیق حاضر، با هدف بررسی تاثیر چرخهٔ شبانه روزی بر پاسخ سگمان ST الکتروکاردیوگرام قلب ورزشکاران به آزمون زیربیشینه PWC۱۹۵ انجام گرفته است. در این تحقیق، تعداد ۱۳ نفر آزمودنی مرد با میانگین و انحراف معیار سن ۲/۳± ۲۳/۷ سال، وزن ۴/۲± ۶۹ کیلوگرم و قد ۲/۳±۱۷۶/۵ سانتی متر از میان دانشجویان دو سال آخر رشته تربیت بدنی، شرکت کردند. در ساعت ۸ صبح از آزمودنی‌ها نمونه‌های الکتروکاردیوگرام وضعیت استراحت (ECG استراحت) گرفته شد. سپس آزمون PWC ۱۹۵ به اجرا درآمد و بلافاصله پس از آن الکتروکاردیوگرام آزمودنی‌ها (ECG صبح) گرفته شد. در ساعت ۱۷ همان روز مجدداً آزمون PWC ۱۹۵ به اجرا در آمد و پس از آن الکتروکاردیوگرام آزمودنی‌ها (ECG عصر) ثبت شد. آزمون PWC ۱۹۵ باعث تغییر معنی دار پاسخ سگمان ST الکتروکاردیوگرام قلب ورزشکاران در هر دو نوبت صبح و عصر نسبت به حالت استراحت شد، اما تفاوت معنی‌داری بین میانگین اندازه‌های صبح و عصر مشاهده نشد (استراحت: ۰/۰۱۷± ۰/۰۵۳، صبح: ۰/۰۱۱± ۰/۰۲۳، عصر: ۰/۰۰۴± ۰/۰۰۰ میلی ولت، P<۰/۰۵). یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد، هر چند که آزمون PWC ۱۹۵ باعث کاهش معنی‌دار (از لحاظ آماری) ولتاژ سگمان ST می‌شود، اما این کاهش از لحاظ پاتولوژیک معنی‌دار نیست (کمتر از ۰/۱ میلی ولت)؛ ضمن اینکه وقت روز (صبح یا عصر) روی پاسخ سگمان ST تاثیر نمی‌گذارد.

کلید واژه‌های فارسی: زمان روز، آزمون توان هوازی بیشینه، VO_{2max}، ECG، سگمان ST.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

الکتروکاردیوگرام در ورزشکاران، سازگاری‌های فیزیولوژیکی قلبی عروقی را منعکس می‌کند (۳، ۲، ۱) و محققان برای تشخیص بیماری‌های احتمالی و همچنین مشاهدهٔ تغییرات الکتریکی متعاقب فعالیت بدنی کوتاه مدت یا دراز مدت از آن استفاده می‌کنند. یافته‌های برخی از این محققان آشکار می‌سازند که سازگاری‌های فیزیولوژیکی قلب با تمرین جسمانی طولانی مدت و شدید، تغییرات الکتروکاردیوگرافی ای ایجاد می‌کند که در افراد تمرین نکرده غیرطبیعی می‌نماید، این تغییرات را به عواملی همچون افزایش تون واگال، تغییرات آناتومیکی قلب و غیره نسبت می‌دهند (۷، ۶، ۵، ۴، ۲). عمده تغییرات الکتریکی قلب در ورزشکاران سطح بالا مشتمل بر افزایش ولتاژ موج R یا S، امواج T عمیقاً معکوس یا پهن و امواج Q عمیق است (۸).

در راستای اهمیت تشخیصی ECG روبرت و همکاران [۴۶] (۱۹۷۶) نشان دادند که پاسخ ایسکمیک سگمان ST به تمرین ورزشی در افراد ظاهراً سالم (بدون علامت) یک پیش آگهی قوی برای مشکلات کرونری (همچون آنژینا‌پکتوریس، میوکاردیال انفارکتوس یا مرگ ناگهانی قلبی) است (۷). توماس ام. رایویک [۴۷] و همکارانش (۱۹۹۸) نیز دریافتند که در افراد بی علامت، تغییرات ایسکمیک سگمان ST که پس از جلسهٔ تمرین شروع می‌شوند، همچون تغییرات سگمان ST که در طول تمرین ظاهر می‌شوند از ارزش پیش بینی کنندهٔ قابل توجه و معنی داری برای مشکلات کرونری برخوردارند. در واقع هر دو نوع الگوی تغییرات ST (تغییرات در حین ورزش، تغییرات پس از ورزش) یک ریسک فاکتور مستقل ۲/۵ برابری را در مقایسه با افرادی

46. Robert et al
47. TomasZ M.Rywik et al

ECG ورزشی طبیعی دارند، در مورد مشکلات کروناری به همراه دارد (۸). سگمان ST الکتروکاردیوگرام - فاصلهٔ زمانی بین انتهای موج S و شروع موج T- یک قطعه ایزوالکتریک (روی خط صفر الکتریکی) است و هر گونه انحراف از قاعدهٔ ایزوالکتریک در این سگمان، نشانگر یک وضعیت پاتولوژیک است؛ به‌طوری‌که بالا رفتن قطعهٔ ST (بالای قاعدهٔ ایزوالکتریک) درانفارکتوس میوکاردیال حاد[۴۸] و پایین رفتن آن (زیرقاعدهٔ ایزوالکتریک) در ایسکمی قلبی[۴۹] و هایپوکالمیا[۵۰] رخ می‌دهد (۱۰، ۹، ۲). به موازات اهمیت فیزیولوژیکی تغییرات الکتریکی قلب متعاقب فعالیت‌های بدنی کوتاه مدت یا بلند مدت و همچنین ارزش تشخیصی تغییرات سگمان ST به دنبال تمرین ورزشی (۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۴، ۲)، محققان تبیین کرده‌اند که توجه به نوع فعالیت بدنی و شدت تمرین در زمان گرفتنECG به درک بهتر تغییرات ECG در ورزشکاران کمک می‌کند (۱۱). در واقع هر فعالیت بدنی، بسته به نوع، شدت و مدت زمان آن، تغییراتی را هم در حین فعالیت و هم پس از آن در ECG ایجاد می‌کند (۸، ۳).

از جمله فعالیت‌هایی که در اماکن درمانی و ورزشی کاربرد فراوانی دارند و به عنوان یک ابزار تشخیصی مورد استفاده قرار می‌گیرند، آزمون‌های توان هوازی بیشینه‌اند. توان هوازی بیشینه که به نام‌های دیگری همچون اکسیژن دریافتی بیشینه، اکسیژن مصرفی بیشینه یا VO_{2max} نیز شناخته شده است، شاخصی است که نه تنها یک بیان کمّی از ظرفیت انتقال هوازی فرد است، بلکه شاخص استاندارد طلایی برای آمادگی قلبی تنفسی نیز محسوب می‌شود (۱۴، ۴) و آن عبارت است از: بالاترین اوج اکسیژن مصرفی که یک فرد می‌تواند حین ورزش پویا با به کارگیری گروه‌های عضلانی بزرگ

48. Acute Myocardial Infarction
49. Myocardial Ischemia
50. Hypokalemia

محققان، آزمون‌های مختلفی را برای اندازه گیری توان هوازی بیشینه ابداع کرده‌اند که هر کدام با توجه به ویژگی‌های خاص آزمودنی‌ها (از جمله سن، جنس، وضعیت آمادگی بدنی، رشته ورزشی) به‌کار می‌روند، از آن جمله می‌توان به آزمون دوچرخه ارگومتر آستراند، آزمون PWC۱۹۵ و آزمون پله کچ-مک آردل اشاره کرد (۹). هر کدام از این آزمون‌های ورزشی ضمن اینکه وضعیت قلبی تنفسی و میزان پیشرفت افراد را برای ما نمایان می‌سازند، طبعاً تاثیر خود را به عنوان یک فعالیت زیربیشینه کوتاه مدت بر سایر دستگاه‌های فیزیولوژیکی بدن و از جمله دستگاه قلبی عروقی بر جا می‌گذارند (۱۰). اما در این میان، آزمون PWC۱۹۵ به چند دلیل از ارزش کاربردی و تحقیقی بیشتری برخوردار است: ۱) این آزمون با وجود اینکه جزء آزمون‌های زیر بیشینه برآوردکنندهٔ توان هوازی است، اما فشار نهایی زیادی (ضربان قلب را به ۱۹۵ می‌رساند) را به ورزشکار وارد می‌کند، ۲) از این آزمون به عنوان تعیین‌گر "ظرفیت کار جسمانی [۵۱]" استفاده می‌شود و ۳) روایی این آزمون بنا بر گزارش موسی لین و همکارانش با اعمال ضریب ۱/۱۷، ۰/۹۵ اعلام شده است (۴).

از جمله عوامل تأثیرگذار بر توان هوازی، زمان روز یا چرخهٔ شبانه‌روزی است (۹). چرخهٔ روزانه، ریتم شبانه‌روزی یا تغییرات روزانه، همگی به افت و خیزی اشاره دارند که در خلال ۲۴ ساعت شبانهٔ روز رخ می‌دهد (۱۴). واکنش‌های فیزیولوژیک در هر موجود زنده‌ای، چه در حال استراحت و چه در خلال انجام ورزش در سراسر روز تغییر می‌کند. به همین دلیل شناسایی عوامل تاثیرگذار در نوع و میزان تغییرات فیزیولوژیک روزانه همواره مورد توجه محققان بوده است. به عنوان مثال، کچ و مک

51. Physical Work Capacity

[۵۲] و ویلمور و کاستیل [۵۳] گزارش کرده‌اند که وقت روز بر بسیاری از ویژگی‌های فیزیولوژیکی از جمله توان هوازی، ضربان قلب و فشار خون تأثیر گذار است (۲، ۱۴، ۱۵). همچنین اکبولوم و همکاران [۵۴] دریافتند که بین توان هوازی در صبح و عصر تفاوت معنی داری وجود دارد (۱۶). حسام فر (۱۳۷۳) نیز نشان داد که توان هوازی ورزشکاران دختر، در بعد از ظهر نسبت به قبل از ظهر به‌طور معنی‌داری بیشتر است (۹).

تحقیقات صورت گرفته در زمینه تاثیر فعالیت‌های مختلف ورزشی، از جمله فعالیت‌های زیربیشینه کوتاه مدت و آزمون‌های زیربیشینه برآوردکنندهٔ توان هوازی بیشینه (علی رغم کاربرد فزایندهٔ آنها به عنوان یک ابزار تشخیصی مهم در جوامع درمانی و ورزشی)، بر تغییرات الکتروکاردیوگرام (به‌ویژه سگمان ST به عنوان یک بخش مهم تشخیصی و آسیب شناختی) و نیز در زمینهٔ بررسی اثرات آسیب شناختی بالقوه محتمل ناشی از آنها، اندک است. همچنین در مورد تاثیر چرخهٔ شبانه‌روزی بر ویژگی‌های الکتروکاردیوگرام و بر تغییرات این ویژگی‌ها متعاقب فعالیت‌های مختلف ورزشی نیز تحقیقات اندکی صورت گرفته است. به همین دلیل، سؤالات زیادی در زمینه اهمیت فیزیولوژیکی و آسیب شناختی تغییرات الکتروکاردیوگرم به دنبال انواع مختلف فعالیت‌های بدنی و نیز در رابطه با تاثیر چرخهٔ شبانه‌روزی بر این تغییرات بی پاسخ مانده است. از جمله اینکه آیا آزمون PWC۱۹۵ که یک آزمون زیربیشینه برآوردکنندهٔ توان هوازی بیشینه (و بنابراین یک فعالیت زیربیشینه کوتاه مدت) است بر ولتاژ سگمان ST الکتروکاردیوگرام تأثیر دارد؟ و در صورتی‌که پاسخ مثبت است، آیا این تأثیر از اهمیت آسیب شناختی برخوردار است؟ آیا زمان روز (یا ریتم

Katch & Mc Ardle 52.
53. Wilmor & Castill
54. Ekbolom et al

ST الکتروکاردیوگرام به آزمون مذکور اثرگذار است؟ به همین سبب محقق در نظر دارد تا با بررسی تأثیر چرخهٔ شبانه‌روزی بر پاسخ سگمان ST الکتروکاردیوگرام قلب ورزشکاران به آزمون زیربیشینه PWC۱۹۵، به برخی از این سؤالات پاسخ گوید.

روش تحقیق

روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و به‌صورت آزمایشگاهی بوده است و جامعه آماری تحقیق را دانشجویان دو سال آخر رشته تربیت بدنی دانشگاه ارومیه در سال تحصیلی ۸۵-۸۴ تشکیل داده‌اند. نمونهٔ آماری تحقیق نیز متشکل از ۱۳ نفر مرد با میانگین و انحراف استاندارد سن ۲/۳± ۲۳/۷ سال، وزن ۲/۴±۶۹ کیلوگرم و قد ۲/۳±۱۷۶/۵ سانتی‌متر بوده است که به طریق تصادفی از جامعهٔ آماری گزینش شدند. پس از اینکه آزمودنی‌های تحقیق، رضایت‌نامهٔ شرکت در آزمون را تکمیل کردند، تحت معاینه پزشکی قرار گرفتند و سپس اطلاعات اولیه شامل برنامه زمانی مراجعه هر آزمودنی و نکاتی که باید توسط آنان رعایت می‌شد، از طریق فرمی به‌صورت نوشتاری در اختیار آنها قرار گرفت. سپس ویژگی‌های آزمودنی‌ها که شامل مشخصات عمومی، وضعیت سلامت و غیره بود، از طریق پرسشنامه مخصوص هر آزمودنی به دست آمد و در یک جلسه توجیهی مراحل اجرای تحقیق، زمان‌بندی، وظایف اعضای تیم تحقیق، برنامهٔ زمانی مراجعه آزمودنی‌ها و غیره به‌طور کامل شرح داده شد. در ساعت ۸ صبح (حالت استراحت پایه) از آزمودنی‌ها نمونه‌های الکتروکاردیوگرام وضعیت استراحت (ECG استراحت) گرفته شد. سپس آزمون PWC۱۹۵ به اجرا درآمد و بلافاصله پس از آن الکتروکاردیوگرام آزمودنی‌ها (ECG

) گرفته شد. در ساعت ۵ بعد از ظهر همان روز، مجددا آزمون PWC۱۹۵ به اجرا در آمد و بلافاصله پس از آن الکتروکاردیوگرام آزمودنی‌ها (ECG عصر) ثبت شد (۲، ۱۴، ۱۷).

پروتکل تمرینی این تحقیق، آزمون PWC۱۹۵، و شامل سه مرحله فشار کار زیر بیشینه همراه با ثبت ضربان قلب بود. هر آزمودنی باید سه مرحلهٔ تمرین سه دقیقه‌ای روی دوچرخه را با فشار کار اولیه ۳۰ تا ۶۰ وات (بر حسب وزن آزمودنی) انجام می‌داد. بر حسب ضربان قلب به دست آمده در پایان سه دقیقهٔ اول، فشار کار دو مرحله بعد از ۳۰ تا ۶۰ وات افزایش می‌یافت به این ترتیب که فشار کار در سه دقیقهٔ اول، ۵۰ تا ۶۰ وات، در سه دقیقهٔ دوم ۱۰۰ تا ۱۱۰ وات و در سه دقیقهٔ سوم ۱۷۰ تا ۱۸۰ وات در نظر گرفته می‌شد. ضربان قلب، هر سه دقیقه یکبار (در پایان هر مرحله) ثبت می‌شد. بیشترین ظرفیت کار فیزیکی در این آزمون، رسیدن ضربان قلب به ۱۹۵ ضربه در دقیقه بود. البته در صورتی‌که قبل از پایان نه دقیقه ضربان قلب آزمودنی از ۱۹۵ ضربه در دقیقه فراتر می‌رفت، باز هم فعالیت تا پایان نه دقیقه ادامه می‌یافت و ضربان گرفته شده در پایان این مدت به عنوان ضربان نهایی وی ثبت می‌شد (۴).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

معادلات برآورد VO2max پس از اجرای آزمون PWC۱۹۵:

BMR (روز/کیلوگرم) =

۴۹۵+[۲۲/۷×وزن (کیلوگرم)]

VO_{2rest} (دقیقه/میلی لیتر) =

[BMR (لیتر/کیلوکالری) ×۱۰۰۰ (لیتر/میلی لیتر) /۱۴۴۰ (روز/دقیقه)]

VO_{2max} (دقیقه/میلی لیتر) =

۱/۱۷ × [VO_{2rest}+[(وات/O2/میلی لیتر)۱۲× (وات) PWC۱۹۵]]

BMR: میزان متابولیسم پایه

VO_{2rest}: اکسیژن مصرفی حالت استراحت

VO_{2max}: حداکثر اکسیزن مصرفی

PWC۱۹۵: فشار کار ثبت شده در پایان نه دقیقه

برای انجام آزمون از دوچرخه ارگومتر MONARK، مدل 839E، ساخت کشور فنلاند و برای ثبت ضربان و الکتروکاردیوگرام قلب از الکتروکاردیوگراف CARDIETTE، مدل B500، ساخت کشور ایتالیا استفاده شد (۴).

در نهایت یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار آماری SPSS و آزمون t در سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

داده‌های مربوط به ولتاژ سگمان ST الکتروکاردیوگرام گرفته شده از آزمودنی‌ها، بر حسب میلی‌ولت و به صورت انحراف معیار ± میانگین در حالت استراحت و پس از اجرای آزمون PWC۱۹۵ در صبح و عصر، در جدول‌های ۱ تا ۳ و نمودار ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون t، برای مقایسهٔ ولتاژ سگمان ST حالت استراحت و پس از اجرای آزمون PWC۱۹۵ در صبح

	نوبت اندازه‌گیری	میانگین هر نوبت	انحراف معیار	درجه آزادی	t	Sig.
	استراحت	۰/۰۵۳	۰/۰۱۷			
سگمان ST	صبح	۰/۰۲۳	۰/۰۱۱	۱۲	۲/۳۰۹	۰/۰۴

جدول ۲. نتایج آزمون t، برای مقایسهٔ ولتاژ سگمان ST حالت استراحت و پس از اجرای آزمون PWC۱۹۵ در عصر

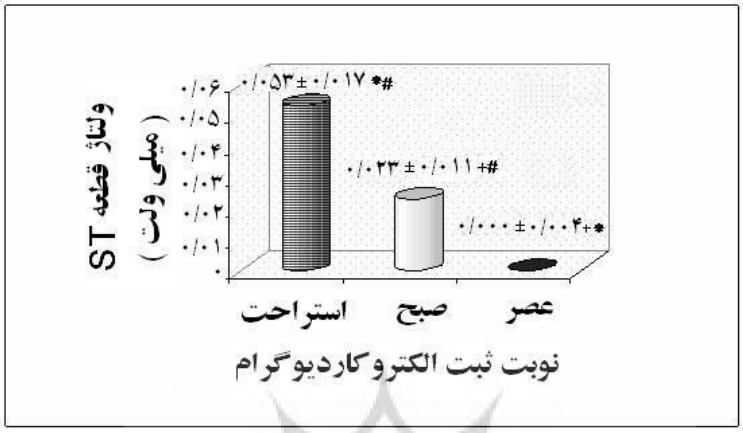
	نوبت اندازه‌گیری	میانگین هر نوبت	انحراف معیار	درجه آزادی	t	Sig.
	استراحت	۰/۰۵۳	۰/۰۱۷			
سگمان ST	عصر	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۱۲	۲/۹۴۱	۰/۰۱۲

جدول ۳. نتایج آزمون t، برای مقایسهٔ ولتاژ سگمان ST پس از اجرای آزمون PWC۱۹۵ در صبح و عصر

	نوبت اندازه‌گیری	میانگین هر نوبت	انحراف معیار	درجه آزادی	t	Sig.
	صبح	۰/۰۲۳	۰/۰۱۱			
سگمان ST	عصر	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۱۲	۱/۸۹۷	۰/۰۸۲

نتایج نشان می‌دهد، هر چند که آزمون PWC۱۹۵ باعث تغییر معنی دار ولتاژ سگمان ST الکتروکاردیوگرام آزمودنی‌ها هم در نوبت صبح (P<۰/۰۵) و هم در نوبت عصر (P<۰/۰۵) نسبت به حالت استراحت شد، اما تفاوت معنی داری بین میانگین اندازه‌های صبح و عصر وجود نداشت (P<۰/۰۵).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ بین نتایج استراحت و صبح

* تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ بین نتایج استراحت و عصر

+ عدم تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ بین نتایج صبح و عصر

نمودار ۱. مقایسه ولتاژ سگمان ST در حالت استراحت و پس از اجرای آزمون PWC۱۹۵ در صبح و عصر

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر، با هدف بررسی تاثیر چرخهٔ شبانه‌روزی بر پاسخ سگمان ST الکتروکاردیوگرام قلب ورزشکاران به آزمون زیربیشینه PWC۱۹۵ انجام گرفته است. بررسی یافته‌های تحقیق نشان داده است که آزمون PWC۱۹۵ باعث تغییر معنی دار سگمان ST الکتروکاردیوگرام قلب ورزشکاران در هر دو نوبت صبح و عصر نسبت به حالت استراحت شده، اما تفاوت معنی‌داری بین نتایج صبح و عصر وجود نداشته است ($P<۰/۰۵$).

به منظور بررسی سازگاری‌های فیزیولوژیکی قلب با تمرین جسمانی طولانی مدت و

و همکارانش (۲۰۰۱)[55]
تغییرات الکتروکاردیوگرافی هزار ورزشکار نخبه که در سطح بالا تمرین کرده بودند را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که پایین رفتگی سگمان ST در الکتروکاردیوگرام هیچ یک از ورزشکاران مشهود نبوده و بالا رفتگی سگمان ST در گروه ورزشکاران بیشتر از غیر ورزشکاران بوده است (۱۸). یافته‌های این تحقیق، با یافته‌های لانگدئو و همکارانش مطابقت دارد، چرا که در بررسی ECG استراحت آزمودنی‌های این تحقیق –که همگی آنها سابقهٔ حداقل سه سال فعالیت بدنی و سه سال عضویت فعال در یک رشته ورزشی را دارا بودند- مشخص شد که علی‌رغم مشهود بودن پایین رفتگی سگمان ST در برخی از آزمودنی‌ها، اما میانگین ولتاژ سگمان ST مثبت (بالای خط ایزوالکتریک) بوده است. (۰۱۷/ ۰± ۰/۰۵۳). بالادی[56] و همکارانش (۱۹۸۴) نیز در بررسی نتایج الکتروکاردیوگرام ورزشی در ۲۸۹ ورزشکار (فوتبالیست) تنها در ۳۹ نفر، تغییرات ST مقلد ایسکیمی‌قلبی (پایین رفتگی قطعه ST) به دنبال تست ورزشی را نشان دادند (۶).

در مورد پاسخ سگمان ST الکتروکاردیوگرام به یک آزمون زیربیشینه برآوردکنندهٔ VO_{2max}، که خود به عنوان یک فعالیت زیربیشینه کوتاه مدت لحاظ می‌شود، تحقیق حاضر تا حدودی نو است. همان‌طور که در بالا بدان اشاره شد، ولتاژ سگمان ST الکتروکاردیوگرام ورزشکاران در هر دو نوبت صبح و عصر، در پاسخ به آزمون PWC۱۹۵ نسبت به حالت استراحت کاهش یافته است. در مورد این تغییر ولتاژ چند نکته حائز اهمیت است: ۱) علی رغم این کاهش، میانگین ولتاژ سگمان ST الکتروکاردیوگرام آزمودنی‌ها باز هم بالای خط ایزوالکتریک (صبح: ۰۱۱/ ۰± ۰/۰۲۳) یا روی آن (عصر

---

55. Langdeau et al.

56. Balady et al.

ST

الکتروکاردیوگرام، منفی (زیر خط ایزوالکتریک) بوده است. ۳) در هیچ‌کدام از الکتروکاردیوگرام‌ها ولتاژ سگمان ST بیشتر از یک میلی‌متر (۰/۱ میلی ولت) نبوده است. (به عبارتی ۱+ یا ۱- میلی متر یا ۰/۱+ یا ۰/۱- میلی ولت بوده است). از دیدگاه آسیب شناختی، پاسخ غیر طبیعی سگمان ST زمانی است که یک پایین رفتگی یا بالا رفتگی به‌صورت افقی (مسطح) یا سراشیبی و به میزان بیشتر از یک میلی متر (یا ۰/۱ میلی ولت) در این سگمان دیده شود (۱۰)، در حالی‌که در هیچ‌کدام از نوبت‌های ثبت الکتروکاردیوگرام ولتاژ این سگمان بیشتر از این مقدار نبوده است. بنابراین باید گفت که هرچند آزمون PWC۱۹۵ از دیدگاه آماری باعث تغییر معنی‌دار ولتاژ سگمان ST الکتروکاردیوگرام آزمودنی‌ها شده، اما این تغییر از لحاظ آسیب شناختی حائز اهمیت نبوده است.

همچنین بررسی یافته‌های این تحقیق نشان داده است که بین پاسخ سگمان ST الکتروکاردیوگرام قلب ورزشکاران به آزمون PWC۱۹۵ در دو نوبت صبح و عصر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. به عبارتی دیگر، زمان روز نمی‌تواند بر تغییر ولتاژ سگمان ST الکتروکاردیوگرام به‌دنبال آزمون PWC۱۹۵ به عنوان یک وهله فعالیت زیربیشینه کوتاه مدت اثرگذار باشد. اگر به یافته‌های مهم تحقیق تامپسون (۱۹۹۷) دقت کنیم، تا حدودی به چرایی این موضوع پی خواهیم برد. تامپسون طی یک کار تحقیقی، عوامل مؤثر بر توان هوازی بیشینه حین اجرای یک آزمون اندازه‌گیری این شاخص فیزیولوژیک را این‌گونه برشمرد: ۱) هنگام اعمال بار فزاینده به فرد ۲) فعالیت‌های آزمون‌شونده ۱۸ ساعت قبل از زمان اجرای تست ۳) درجهٔ حرارت محیط آزمایشگاه در زمان اجرای تست ۴) ساعت اجرای تست در روز ۵) روزی از هفته که تست در آن اجرا می‌شود و ۶) حالت روحی آزمون شونده در خلال اجرای تست (۳). با عنایت به

PWC، به عنوان یک وهلهٔ ورزشی زیربیشینه کوتاه مدت استفاده شده است، بنابراین تمام عواملی که تامپسون عنوان کرده است بر برونداد نهایی آزمون و بر پاسخ سگمان ST الکتروکاردیوگرام به این آزمون اثرگذار خواهد بود. به علاوه، ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (سن، جنس و سطح آمادگی جسمانی)، ویژگی‌های محیط اجرای آزمون (دما و رطوبت) و همچنین مشخصه‌های فعالیت زیربیشینه اعمال شده (نوع، شدت و مدت)، همگی بر تغییر ولتاژ سگمان ST الکتروکاردیوگرام و اختلاف یا عدم اختلاف آن در صبح و عصر مؤثر است؛ حال آنکه اساسا کنترل تمامی این عوامل از عهدهٔ آزمون‌کننده خارج می‌باشد (۱۹، ۱۶، ۱۵، ۹). همچنین عدم تفاوت بین نتایج صبح و عصر را می‌توان به عدم اختلاف بین اندازه‌های VO_{2max} به دست آمده از آزمون مذکور در دو نوبت صبح (۲/۳ ± ۴۹/۳۲ $ml.kg^{-1}.min^{-1}$) و عصر (۳/۴ ± ۵۰/۱۹ $ml.kg^{-1}.min^{-1}$) و در نتیجه یکسان بودن فشار نهایی وارده از طرف آزمون مذکور به آزمودنی نسبت داد. به عبارتی دیگر، چون زمان روز (صبح یا عصر) بر VO_{2max} آزمودنی‌ها تأثیر نداشته و تغییر حائز اهمیتی در بار کاری نهایی وارده به آزمودنی‌ها وارد نکرده است، بنابراین دور از انتظار نیست که اختلاف معنی داری بین نتایج صبح و عصر دیده نشود (۲۲، ۲۱، ۲۰، ۱۳، ۱۱، ۱۰).

سرانجام اینکه ما نتیجه گرفتیم که اولاً، آزمون زیربیشینه PWC۱۹۵، به عنوان نمونه ای از آزمون‌های زیربیشینه برآوردکنندهٔ توان هوازی بیشینه و در قالب یک فعالیت زیربیشینهٔ کوتاه مدت باعث کاهش ولتاژ سگمان ST الکتروکاردیوگرام ورزشکاران می‌شود که البته این کاهش از اهمیت آسیب شناختی برخوردار نیست و ثانیاً، در مورد تأثیر این آزمون به عنوان یک فعالیت زیربیشینه کوتاه مدت بر ولتاژ سگمان ST الکتروکاردیوگرام، زمان روز عاملی خنثی و بی‌اثر است.

به درمانگران، مربیّان ورزشی و سایر افرادی که از آزمون‌های مختلف ورزشی به عنوان یک ابزار تشخیصی بهره می‌برند، توصیه می‌شود که قبل از به‌کارگیری این آزمون‌ها، از اثرات قلبی محتمل آنها و از وضعیت قلبی آزمودنی‌های خود آگاهی داشته باشند. به علاقه‌مندان در زمینهٔ انجام پژوهش‌های نوین توصیه می‌شود که در زمینهٔ پاسخ‌ها و سازگاری‌های فیزیولوژیکی قلبی متعاقب انواع مختلف فعالیت‌های ورزشی (با شدت‌ها و مدت‌های متفاوت) که در سگمان ST و سایر بخش‌های الکتروکاردیوگرام خود را نمایان می‌سازند، و نیز در رابطه با تاثیرپذیری این پاسخ‌ها و سازگاری‌ها از چرخهٔ شبانه‌روزی، تحقیقاتی را انجام دهند.

منابع :

۱. ترتیبیان، بختیار (۱۳۷۷). فیزیولوژی ورزش. ترجمهٔ فیزیولوژی ورزش پاورز و هاورلی، انتشارات دانشگاه ارومیه، ص‌ص: ۲۴۱-۲۵۷.

۲. خالدان، اصغر (۱۳۸۳). فیزیولوژی ورزش. ترجمهٔ فیزیولوژی ورزش کچ-مک آردل، انتشارات سمت، ص‌ص: ۳۱۲-۳۲۷.

3. Ferst, J.A,. Chaitman, B.R. The electrocardiogram and the athlete. Sport Med. 1984; 1(5): 390-403.

۴. ترتیبیان، بختیار و خورشیدی، مهدی (۱۳۸۵). برآورد شاخص‌های فیزیولوژیک در ورزش (آزمایشگاهی و میدانی). جلد اول، انتشارات تیمورزاده، ص‌ص: ۸۶-۹۴.

۵. خالدان، اصغر (۱۳۷۸). فیزیولوژی ورزش. ترجمهٔ فیزیولوژی ورزش فاکس و متیوس. انتشارات دانشگاه تهران، ص‌ص: ۱۰۳-۱۱۲.

6. Balady, G.J., Cadigan, J.B., Ryan, T.J (1984). Electrocardiogram of the athlete: an analysis of 289 professional football players. Am J Cardial. 1; 53(9): 1339-43.

7. Robert A. et al. (1976). The clinical significance of exercise induced ST-segment elevation. Circulation. 54: 209-213.

8. Cuming, G.R., Samm, J., Borsy, K.L., Kich, L. (1975). Electrocardiography changes during exercise in asymptomatic men: 3 year follow-up. Can Med Assoc J. 112: 578-581.

۹. حسام فر، شایسته (۱۳۷۳). بررسی و مقایسه توان بی هوازی و توان هوازی ورزشکاران دختر دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه تهران در صبح و بعد از ظهر. پایان‌نامه، دانشگاه تهران.

10. Powers, S.K., Hawley, E.T. Exercise physiology. MG Graw Hill Pub. Fifth Edition. 2004. 467.

11. Bossone, E., Armstrong, W.F. (1999). Exercise, electrography, principles, methods, and clinical use. Cardial Clin. 17(3): 447-60.

12. Coester, J.C., Elliott, and Lufe U.C. (1973). Plasma electrolytes, PH, and ECG during and after exhaustive exercise. J Appl Physiol. 34. (5) 444-9.

13. George, K.P., Wolf, L.A., Norman, R. (1995). Electrocardiographic and echocardiographic characteristics of female athletes. Med Sci Sports Exer. 27(10): 1362-70.

۱۴. ویلمور، جک،اچ و کاستیل، دیوید، ال (۱۳۸۴). فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. جلد اول، ترجمهٔ ضیاء معینی و همکاران، انتشارات مبتکران، ص‌ص:۱۹-۲۰.

15. Magid et al. (2005). Circadian Rhythms and Reperfusion in Patients With Acute ST-Segment Elevation Myocardial Infarction—Reply. *JAMA*. 294 (22):2847.

16. Ekbolom, B. (1986). Factors determining maximal aerobic power. Acta Physiol Scaned Suple. 556: 15-19.

۱۷. مجموعه خلاصات پایان نامه‌های تربیت بدنی و علوم ورزشی (۱۳۸۴). پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی. وزارت علوم، تحقیقات و فنآوری. ص‌ص: ۲۵۳، ۳۳۸، ۳۱۶، ۳۵۳، ۳۵۸، ۳۷۹، ۳۹۷، ۴۱۸.

18. Langdeau, J.B., Blier, L., Turcotte, H., O`Hara, G., Boulet, L.P. (2001). Electrocardiographic findings in athletes: the prevalence of left ventricular hypertrophy and conduction defents. Can J Cardiol. 17(6): 655-9.

19. Lemmer, B. (1992). Cardiovascular chronobiology and chronophamacology. In: Touitou Y, Haus, E, eds. Biologic rhythms in clinical and labratoary medicine. Heideiberg, Germany: springer-Verlag. 418-427.

20. Magid et al. (2005). Relationship between Time of Day, Day of Week, Timeliness of Reperfusion, and In-Hospital Mortality for Patients with Acute ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. JAMA. 294(7):803-812.

21. Pellicia, A., Morgan, B.J. (2001). The athlete's heart: electrocardiogram mimicking hypertropnic cardio myopathy. Curr Cardial Rep. 3(2): 147-51.

22. Pelliccia, A., Dipoolo, F.M., Maron, B.J. (2002). The athlete's heart: remodeling, electrocardiogram and preparticipation screening. Cardial Rev. 10(2): 85-90.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی