حرکت _ بهار ۱۳۸۷
شمارة ۳۵ـ ص ص : ۸۷- ۶۹
تاریخ دریافت : ۲۳ / ۱۱/ ۸۴
تاریخ تصویب : ۳۰ /۰۱ /۸۶

برآورد و مقایسة حداکثر نبض اکسیژن در نوجوانان پسر

اصغر عباسی_ بختیار ترتیبیان[۱] _ میرحسن سید عامری
کارشناس ارشد تربیت بدنی _استادیار گروه تربیت بدنی دانشگاه ارومیه _استادیار دانشگاه ارومیه

چکیده

نبض اکسیژن به عنوان شاخصی که در دستگاه گردش خون انتقال اکسیژن را برآورد می سازد, به تازگی در تحقیقات بالینی و ورزشی مورد توجه قرارگرفته است. دربارة این شاخص ارزیابی کنندة کارایي قلب و عروق اطلاعات زیادی وجود ندارد. هدف پژوهش حاضر, برآورد و مقایسة حداکثر نبض اکسیژن در نوجوانان پسر است. بدین منظور ۶۰ نوجوان پسر با میانگین سنی ۰/۸۱ ± ۱۶ سال, قد ۸/۱۷±۱۶۸ سانتی متر و وزن ۱۰/۳۹±۵۹/۹۲ کیلوگرم که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند, در این تحقیق شرکت داده شدند. به منظور برآورد مقادیر حداکثر نبض اکسیژن, آزمودنی های تحقیق ۴ آزمون ورزشی, آزمون نوارگردان **GXT** , آزمون های دوچرخة **PWC195** و **PWC212** و آزمون دویدن ۱ مایل را اجرا کردند. سپس برای انتخاب آزمون ورزشی مناسب, مقادیر به دست آمده از چهار پروتکل ورزشی با پروتکل برآوردی حداکثر نبض اکسیژن کوپر مقایسه شد. آزمون ورزشی **GXT** در مقایسه با آزمون های **PWC 195** و **PWC 212** و آزمون دویدن ۱ مایل, برآورد عینی تری (۱۴/۴۰ میلي لیتر/ضربه) را از حداکثر نبض اکسیژن ارائه داد و در مقایسه با پروتکل شاخص کوپر, اختلاف معنی داری را (**P=**۰/۵۱۹) نشان نداد. آزمون های ورزشی **PWC 195** (**P =** ۰/۰۰۱), **PWC 212** (**P =** ۰/۰۰۱) و دویدن ۱ مایل (**P =** ۰/۰۰۳) اختلاف معنی داری را (از نظر کم برآوردی و بیش برآوردی) با پروتکل شاخص کوپر داشتند. نتایج این پژوهش نشان می دهد که حداکثر نبض اکسیژن به عنوان شاخصی از کارایي دستگاه قلبی و عروقی, توسط آزمون ورزشی **GXT** در مقایسه با آزمون های ورزشی دیگر واقع بینانه تر برآورد می شود, به گونه ای که مقادیر حداکثر نبض اکسیژن حاصل از این آزمون, به مقادیر حداکثر نبض اکسیژن آزمون کوپر بسیار نزدیک است.

واژه‌هاي كليدي

حداکثر نبض اکسیژن, دستگاه قلبی _ عروقی , آزمون های ورزشی و نوجوانان .

۱- نویسندة مسئول : تلفن : ۰۹۱۲۶۰۹۰۵۵۱ **Email : babak_hady@Yahoo.com**

مقدمه

کارایي و ظرفیت عملکرد دستگاه قلبی _ عروقی به هنگام ورزش, از مباحث جدال انگیز در حیطة علوم ورزشی بویژه فیزیولوژی ورزشی است. در سال های اخیر, متغیرهایي همچون ضربان قلب, برون ده قلب, حجم فشار خون برای ارزیابی عملکرد دستگاه قلبـی عروقـی در شرایط استراحت و فعالیت بدنی ارائه شده و در تحقیقات و آزمایش های بـالینی نیـز مـورد استفاده قرار گرفته اند (۲۳). لیکن حداکثر نبض اکسیژن[1] شاخصی است کـه بـه تـازگی در تحقیقات بالینی مطرح شده و مورد توجه قرار گرفته است. این شاخص, حجم اکسیژن منتقل شده توسط خون و استخراج شده توسط بافت های محیطی در هر ضربان قلب طی فعالیت یا ورزش بیشینه است و از طریق نسبت اوج اکسیژن مصرفی بر اوج ضربان قلـب بـرآورد مـی شود. ازاین رو از شاخص های اصلی برآورد کنندة حجم ضربه ای و اختلاف اکسیژن سرخرگی _ سیاهرگی و اوج اکسیژن مصرفی در سازگاری های کاردیودینامیک است. نبض اکسیژن به عنوان شاخص فیزیولوژیک قلبی _ عروقی, ارتباط خیلی نزدیکی بـا تندرسـتی و عملکـرد قلب و عروق دارد, چنانچه یک پاسخ ورزشی با اوج نبض اکسیژن کمتر, نشان دهندة کاهش حجم ضربه ای و برون ده قلب و افت تحویل اکسیژن به بافت ها و عملکرد ضـعیف سیـستم قلب و عروق است (۲۴). نبض اکسیژن بالا در ورزشکاران نسبت به افراد سالم بـی تحـرک و در غیرورزشکاران نسبت به بیماران, بر کارایي این شاخص تاکید دارد (۲۴). همچنین اهمیت نبض اکسیژن به عنوان شاخص پیش آگهی در تحقیقات متعددی ثابت شده است (۵, ۱۰, ۱۴, ۲۰ , ۲۴). کارایي مؤثر نبض اکسیژن در ارزیابی آمادگی قلب و عروق در تحقیقات فیزیولوژی ورزشی توسط برخی محققان گزارش شده است (۹, ۱۵). چنانچه نیکـول فلمـن[2] و همکـارن (۲۰۰۳), حداکثر نبض اکسیژن را به عنوان شاخصی برای محاسبة شـدت ورزشـی و هزینـة انرژی گزارش کردند (۹). گونترلهامان[3] (۱۹۹۶) دریافت که نبض اکسیژن اهمیـت زیـادی در تعیین آستانة لاکتات و سایر عوامل محدودکنندة قلبی _عروقی دارد (۱۵). هر چند تحقیقات مختلفی انجام شده, اما اهمیت و نقش حداکثر نبض اکسیژن در نوجوانان, چندان مورد توجه

1 - Peak O2 Pulse
2 - N. Fellmann
3 - L.Gunter

و بررسی قرار نگرفته است و دامنهٔ پژوهش های انجام گرفته در دنیا محدود است. با این حال مطالعات اندک به عمل آمده در زمینهٔ بررسی نبض اکسیژن در نوجوانان کم تحرک, سالم و بیمار, بر اهمیت این معیار فیزیولوژیک قلبی و عروقی تاکید دارد (۵, ۲۴, ۲۷). اما بررسی حداکثر نبض اکسیژن در نوجوانان هنوز در ایران گزارش نشده است. از سوی دیگر, ارتباط نزدیک نبض اکسیژن با شاخص های آنتروپومتریک و ترکیب بدنی و اثرگذاری این عوامل بر نبض اکسیژن همراه با تغییرات رشدی و فرایند بلوغ, لزوم بررسی این شاخص را در ردهٔ سنی نوجوانان نشان می دهد. جونز ان ال[1] و همکاران (۱۹۸۵) (۱۲) و کوپر دی ام[2] و همکاران (۱۹۹۹)(۲۴) حداکثر نبض اکسیژن را در کودکان و نوجوانان سالم بررسی و ارتباط قوی بین نبض اکسیژن و قد را گزارش کردند.

اندازه گیری مستقیم حداکثر نبض اکسیژن, برآورد دقیقی از این شاخص و آمادگی قلبی _ عروقی فراهم می کند. متاسفانه اندازه گیری مستقیم حداکثر نبض اکسیژن با توجه به محدودیت های تجربی و امکانات و تجهیزات پزشکی و آزمایشگاهی و عدم توانایی در اندازه گیری همزمان تعداد زیادی از افراد, امکان پذیر نیست و به همین علت روش های غیرمستقیم آزمایشگاهی و میدانی و معادلات رگرسیونی برای برآورد حداکثر نبض اکسیژن ارائه شده است.

روش های برآوردی شامل اجزای پروتکل های ورزشی است که به نظر می رسد ابزارهای مفیدی برای برآورد حداکثر نبض اکسیژن محسوب می شوند. استفاده از روش های برآوردی و پروتکل های ورزشی برای برآورد حداکثر نبض اکسیژن (در بزرگسالان) توسط برخی محققان گزارش شده است (ای گراند[3], (۲۰۰۰)؛ جیان وی[4] (۲۰۰۴)؛ الایز[5] و همکاران (۲۰۰۲)؛ کارل لاویه[6] (۲۰۰۴)).اما بررسی این شاخص در کودکان و نوجوانان, با محدودیت های مختلف از جمله استفاده از پروتکل های ورزشی ویژه همراه است و به دلیل سوابق تحقیقاتی اندک,

1 - Jones, NL
2 - Coope, DM
3 - Grund, A
4 - Wei Gu, Jian
5 - Klainman, Eliezer
6 - Lavie, J.Carl

نتایج بررسی ها نیز بحث انگیز است (گومارز[1] و همکـاران (۲۰۰۱)؛ کـوپر دی ام و همکـاران, (۱۹۹۹)؛ ال هازا [2] (۲۰۰۱)؛اوپوچر [3] (۲۰۰۵). بدین لحاظ, بـرآورد حـداکثر نـبض اکـسیژن بـا آزمون های ورزشی مخصوص نوجوانان و مقایسهٔ آنها با حـداکثر نـبض اکـسیژن حاصـل از پروتکل شاخص کوپر هدف تحقیق حاضر بوده است. پروتکل های ورزشی مورد استفاده برای اندازه گیری حداکثر نبض اکسیژن در این پژوهش و نیز شیوه و مقایسهٔ آنهـا بـرای بـرآورد عینی حداکثر نبض اکسیژن, تا کنون گزارش نشده است . یافته های این تحقیق ممکن است برای نخستین بار در ایران و نیز با توجه به نوع آزمون ها و شیوهٔ تحقیق در نوجوانان, حتـی در خارج از کشور اطلاعات باارزشی را در خصوص معرفی نبض اکسیژن بـه عنـوان شـاخص مطلوب ارزیابی کنندهٔ کارایی قلب و عروق بخصوص در نوجوانان پسر ارائه دهد و عـلاوه بـر ارائهٔ راه های برآورد نبض اکسیژن, پروتکل های مناسب برآورد کنندهٔ ایـن شـاخص ارزنـدهٔ فیزیولوژیک را در محدودهٔ تحقیقات آزمایشگاهی و میدانی به پژوهشگران علاقه مند عرضه کند, همچنین در حیطهٔ آمادگی قلبی و عروقی به عنوان یکی از مهم ترین متغیرهای تعیـین سطح آمادگی جسمانی افراد, شاخص دیگری به نام حداکثر نبض اکـسیژن را (کـه نیازمنـد وسایل و تجهیزات گران قیمت نیست) معرفی کند.

روش تحقیق

الف_ آزمودنی های تحقیق: در این پژوهش تعداد ۶۰ دانش آموز پسر سالم بـا دامنـهٔ سنی ۱۷-۱۵ سال و میانگین قد ۸/۱۷ ±۱۶۸ سانتی متر و وزن ۱۰/۳۹ ±۵۹/۹۲ کیلوگرم که به صورت تصادفی ساده و خوشه ای از مدارس مقطع متوسطهٔ شهرستان ارومیه انتخـاب شـده بودند, شرکت داشتند (جدول ۱).

برای آگاهی از وضعیت سلامت دانش آموزان, پرسشنامهٔ ویژه ای بـا اسـتفاده از تجـارب محققان گذشته (۲۴) تهیه و در بین دانش آموزان توزیع شد. متغیرهای تحت کنترل شـامل, قد, وزن (توسط دستگاه اندازه گیری قـد و وزن مـدل seca سـاخت کـشور آلمـان) , سـن

1 - Guimaraes, G.V
2 - Al – Hazzaa HM
3 - Opocher, Francesca

تقویمی, ضربان قلب استراحت (توسط ضربان شمار الکتریکی مدل Polar(pacer ساخت کشور دانمارک), ضربان قلب بیشینهٔ برآوردی (سن – ۲۲۰) (۲), فشار خون استراحت و ورزش (توسط دستگاه دیجیتالی مچی مدل OMRON ساخت کشور آلمان), درجهٔ حرارت توسط دماسنج الکتریکی **Arco** مدل TC14 p ساخت کشور آلمان) اندازه گیری شدند. سپس براساس جدول زمانی اجرای آزمون ها, آزمون های آزمایشگاهی GXT, PWC 195, PWC 212 و آزمون میدانی دویدن ۱ مایل برای برآورد نبض اکسیژن به عمل آمد. شایان توضیح است که اجرای هر آزمون با فاصلهٔ زمانی حدود یک هفته انجام شد (۲۳) و با وجود آنکه هر یک از آزمون های ورزشی مورد استفاده در این تحقیق روایی و اعتبار زیادی در برآورد آمادگی قلبی عروقی نوجوانان داشتند (GXT : ۰/۸۴ , PWC 195: ۰/۹۵, PWC 212: ۰/۹۵ و یک مایل : ۰/۸۷), بار دیگر آزمون ها روایی سنجی شدند. داده های به دست آمده از آزمون ها برای برآورد حداکثر نبض اکسیژن مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱ _ ویژگی های آزمودنی های نوجوان پسر

آماره / شاخص تحت کنترل	میانگین	کمترین	بیشترین	انحراف استاندارد
سن (سال)	۱۶/۰۵	۱۵	۱۷	۰/۸۱۱
قد (سانتی متر)	۱۶۸/۰۵	۱۵۷/۰۰	۱۸۴/۰۰	۸/۱۷
وزن (کیلوگرم)	۵۹/۹۲	۴۳/۰۰	۸۵/۰۰	۱۰/۳۹
ضربان قلب استراحت (ضربه / دقیقه)	۷۷/۱۰	۶۶/۰۰	۹۶/۰۰	۸/۲۷
ضربان قلب بیشینه برآوردی (ضربه / دقیقه)	۲۰۳/۹۵	۲۰۳/۰۰	۲۰۵/۰۰	۰/۷۴۶
فشار خون سیستول استراحت **(mmHg)**	۱۰/۷۵	۹/۰۰	۱۲/۰۰	۰/۹۶
فشار خون دیاستول استراحت **(mmHg)**	۶/۵۸	۵/۰۰	۸/۰۰	۰/۹۵
فشار خون سیستول ورزشی **(mmHg)**	۱۵/۵۰	۱۳/۰۰	۲۰/۰۰	۲/۳۷
فشار خون دیاستول ورزشی **(mmHg)**	۷/۰۵	۵/۰۰	۹/۰۰	۱/۰۸
نبض اکسیژن استراحت (میلی لیتر / ضربه)	۳/۳۹	۲/۰۰	۴/۴۷	۰/۶۲

ب) آزمون های ورزشی

آزمون نوارگردان**GXT** [1]

آزمون نوارگردان GXT, آزمون ورزشی فزاینده ای است که توسط جورجی و همکـاران[2] (۱۹۹۳) تهیه شده است. روش اجرای آزمون, بدین ترتیب است کـه آزمـودنی هـا حـدود ۳ دقیقه با سرعت ۱/۲ مایل روی حداقل شیب (شیب صفر درجه) شروع به راه رفتن روی نـوار گردان (مدلQuinton.Club track 0.3 ساخت آمریکا) کردند, سپس در ۳ دقیقه مرحلة بعد, آزمودنی ها با انتخاب خود با سرعت بین ۷/۵ – ۴/۳ مایل (۶/۹ الی ۱۲ کیلـومتر در سـاعت) در شیب حداقل روی نوارگردان شروع به دویدن کردند. در مرحلة بعدی در هر دقیقه, شیب نوارگردان ۲/۵ درصد افزایش یافت (بدون تغییر سرعت) تا اینکـه هـر آزمـودنی از شـدت خستگی و با وجود تشویق کلامی به صورت اختیاری فعالیت را قطع می کرد. بلافاصله بعد از قطع فعالیـت, ضربان قلب ورزشی آزمودنی ها, اندازه گیـری و ثبـت شـد (۲۳). همچنـین سرعت نوارگردان برای هرآزمودنی ثبت می شد.

ضربان قلب ثبت شده در انتهای آزمون GXT به عنوان اوج ضربان قلب[3] (ضـربان قلـب ورزشی) در نظر گرفته شد و همراه با متغیرهای دیگر در معادلة رگرسیون قرار داده شـد تـا اکسیژن مصرفی بیشینه به دست آید (۲۳).

آزمون ورزشی PWC 195

ایـن آزمـون بـر روی دوچرخـة کارسـنج دیجیتـالی (دوچرخـة Monark, مـدل Ergomed C 839E) انجام گرفت. بدین ترتیب که پس از تنظیم ارتفاع صندلی دوچرخه بـا آزمودنی, هر آزمودنی ۳ مرحلة ۳ دقیقه ای را به طور کامل انجام داد. در ابتدا فشار کار اولیه بر حسب وزن هر آزمودنی از ۳۰ تا ۶۰ وات تعیین شد. بر حسب ضربان قلب به دست آمده در پایان ۳ دقیقة اول, فشار در دو مرحله بعد از ۳۰ تـا ۶۰ وات افـزایش مـی یافـت. بیـشترین ظرفیت کار فیزیکی در این آزمون, رسیدن ضربان قلب به ۱۹۵ ضربان در دقیقه برای هـر دو جنس است که در تحقیق حاضر با رسیدن ضربان قلب پسران نوجوان به محدودة ۱۹۵ ضربه

1 - Graded exercise testing
2 - George, et al
3 - Peak heart rate

/دقیقه در پایان مرحلة سوم آزمون متوقف می شد. ضربان قلب ثبت شده در دقیقة آخر هر مرحله, با استفاده از معادلة مک مورای[1] برای برآورد مقادیر اکسیژن مصرفی (میلی متر / کیلوگرم / دقیقه) آزمودنی ها استفاده شد. شایان ذکر است که ضربان قلب ثبت شده در انتهای آزمون ورزشیPWC 195 , به عنوان ضربان قلب ورزشی یا اوج ضربان قلب ثبت شد (۱۷).

*آزمون ورزشی **PWC 212***

این آزمون نیز بر روی دوچرخة کارسنج دیجیتالی (دوچرخة Monark, مدل Ergomed C 839E) انجام گرفت. روش انجام آزمون دوچرخة PWC 212 مشابه آزمون PWC 195 بود, با این تفاوت که بیشترین ظرفیت کار در این آزمون رسیدن ضربان قلب به محدودة ۲۱۲ ضربان در دقیقه برای پسران بود (۱۷). ضربان قلب ثبت شده طی دقیقة آخر هر مرحله با استفاده از معادلة مک مورای برای برآورد مقادیر اسیژن مصرفی (میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه) به کار رفت و ضربان قلب ثبت شده در انتهای آزمون به عنوان اوج ضربان قلب در نظر گرفته شد.

آزمون زیر بیشینة دویدن ۱ مایل

این آزمون توسط جورجی و همکاران (۱۹۹۳) تهیه شده است. در تحقیق حاضر روش اجرای آزمون بدین ترتیب بود که هر آزمودنی با سرعت ثابتی که خود انتخاب کرده بود, شروع به دویدن مسافت ۱ مایل در مسیر ۳۵۰ متری کرد و از ابتدای شروع حرکت, زمان برای او محاسبه شد. بلافاصله بعد از اتمام آزمون, زمان مسافت پیموده شده و ضربان قلب ورزشی (اوج ضربان قلب) آزمودنی ها به طور دقیق ثبت و در معادلة رگرسیونی جورجی برای برآورد مقادیر اکسیژن مصرفی (میلي ليتر / کیلوگرم / دقیقه) قرار داده شد (۲۳).

ج _ برآورد نبض اکسیژن[2] و حداکثر نبض اکسیژن

برای برآورد نبض اکسیژن استراحت, از معادلة واسرمن و همکاران[3] استفاده شد (۲۴). بدین صورت که اکسیژن مصرفی استراحت آزمودنی ها با استفاده از معادلة توصیف شده

1 - McMurray
2 - O2 Pulse
3 - Wasserman, et al

توسط مک مورای و همکاران[1] (۱۷) به دست آمد و ضربان قلب استراحت آزمودنی ها نیز هم توسط محقق اندازه گیری و ثبت شد. سپس این دو عامل در معادلهٔ برآورد نبض اکسیژن استراحت قرار داده شد و نبض اکسیژن استراحت برای هر آزمودنی به دست آمد. به منظور برآورد حداکثر نبض اکسیژن از آزمون کوپر (آزمون شاخص), از معادلهٔ رگرسیونی برآورد حداکثر نبض اکسیژن در کودکان و نوجوانان که توسط کوپر دی ام (۱۹۸۴) توصیف شده, استفاده شد (۲۴) و برای برآورد حداکثر نبض اکسیژن هر یک از ۴ آزمون ورزشی, از معادلهٔ واسرمن و همکارن (۱۹۹۹) استفاده شد. بدین ترتیب که با توجه به ویژگی هر برنامهٔ ورزشی, نسبت اوج اکسیژن مصرفی به اوج ضربان قلب محاسبه شد تا اطلاعات واقع بینانه تری از این شاخص شدت فعالیت ارائه شود. ازاین رو برای برآورد اوج اکسیژن مصرفی از آزمون GXT, علاوه بر کاربرد رابطهٔ نسبت مقدار اوج اکسیژن مصرفی به اوج ضربان قلب فعالیت (۶۹), از رابطهٔ جورجی و همکاران[2] (۲۴) و نیز از روابط مربوط به $Peak\ Vo_2$ (۲) استفاده شد. همچنین برای برآورد حداکثر نبض اکسیژن از آزمون PWC 195 از روابط مک مورای و همکاران (۱۹۹۷) استفاده شد (۱۷). بدین ترتیب که پس از به دست آوردن فشار کار تا ضربان ۱۹۵ ضربه /دقیقه, عدد به دست آمده در ۱۲ میلی لیتر اکسیژن / وات ضرب می شود تا اکسیژن مصرفی (میلی لیتر / دقیقه) به دست آید. سپس با استفاده از معادلات مربوط به جنس و سن سازمان بهداشت جهانی, مقدار سوخت و ساز پایه (BMR) محاسبه و این عدد نیز به اکسیژن مصرفی اضافه شد. در مرحلهٔ بعد, این عدد در ضریب عددی ۱/۱۷ (فاکتور تصحیح) ضرب شد و مقدار اکسیژن مصرفی بیشینه به دست آمد و آنگاه داده های حاصل, بر وزن بدن آزمونی تقسیم شد و اکسیژن مصرفی به میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه به دست آمد. سپس با استفاده از این محاسبات و روابط مربوط به $Peak\ Vo_2$, حداکثر نبض اکسیزن اندازه گیری و برآورد شد. همچنین در برآورد حداکثر نبض اکسیژن از پروتکل PWC212 , مانند PWC195 از روابط مک مورای و همکاران و روابط مربوط به $Peak\ Vo_2$ استفاده شد که تقریباً مراحل به کار رفته برای PWC195 در این روش نیز اعمال شد. در محاسبهٔ حداکثر

1 - R.G. McMurray, et al
2 - McMurray

نبض اکسیژن در پروتکل ۱ مایل نیـز, محقـق از معـادلات جـورجی و همکـاران (۱۹۹۳) و معادلات Peak Vo_2 استفاده کرد (۲, ۲۳).

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده ها, از آمار توصیفی و آزمون هـای آمـاری تحلیـل واریانس یک طرفه(ANOVA) , POST HOC (LSD) , t تست یـک متغیـره و Binomial , استفاده شد.

نتایج و یافته های تحقیق

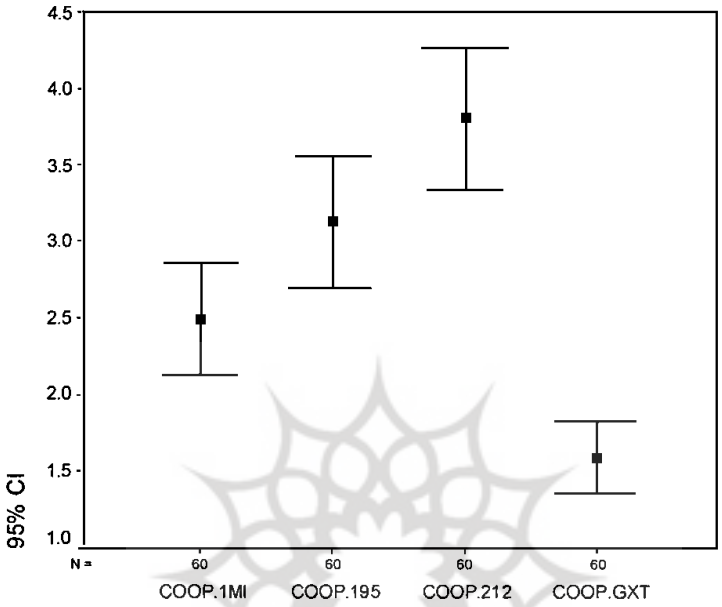
در این پژوهش, مقادیر نبض اکسیژن با استفاده از آزمون های ورزشی GXT, PWC 195, PWC 212 و دویدن ۱ مایل برآورد و با مقادیر نبض اکسیژن حاصل از پروتکل معیـار کـوپر, مقایسه شد و نتایج زیر به دست آمد. شایان ذکر است که به منظور حذف احتمال اثرگـذاری عوامل مختلف بر مقادیر نبض اکسیژن, آزمون های آماری مورد نظر بـر اسـاس قـدر مطلـق میانگین انحرافات صورت گرفته است:

۱_ مقایسهٔ میانگین مقادیر نبض اکسیژن پروتکل های ورزشی با پروتکل کوپر بر اسـاس قدر مطلق میانگین انحرافات

داده های جدول ۱ و شکل ۱ نشان می دهد که در مقایسهٔ ۴ آزمون ورزشی با آزمون کوپر, نبض اکسیژن حاصل از آزمون GXT از کمترین اختلاف (۱/۵۹ میلی لیتر / ضربه) در مقایسه با نبض اکسیژن برآوردی از آزمون کوپر برخوردار است و نزدیکترین آزمون به آزمون شاخص یا کوپر است.

*جدول ۲_ شاخص های توصیفی قدر مطلق میانگین انحرافات پروتکل های **GXT**, **PWC 195**, **PWC 212** و ۱ مایل از پروتکل اصلی کوپر (میلی لیتر / ضربه)*

آماره / آزمون ها	میانگین	کم ترین	بیشترین	انحراف استاندارد
کوپر _ ۱ مایل (میلی لیتر / ضربه)	۲/۴۹	۰/۲۹	۴/۷۹	۱/۴۲
*کوپر _ **PWC195** (میلی لیتر / ضربه)*	۳/۱۲	۰/۷۳	۷/۴۱	۱/۶۷
*کوپر _ **PWC212** (میلی لیتر / ضربه)*	۳/۸۰	۰/۱۷	۸/۰۶	۱/۸۲
*کوپر _ **GXT** (میلی لیتر / ضربه)*	۱/۵۹	۰/۰۶	۳/۵۱	۰/۹۰



شکل ۱_ مقایسة قدر مطلق میانگین انحرافات حداکثر نبض اکسیژن آزمون های ورزشی با پروتکل معیار کوپر

جدول ۳_ مقادیر کم برآوردی و بیش برآوردی پروتکل های حداکثر نبض اکسیژن در مقایسه با نبض اکسیژن کوپر در نوجوانان پسر

		گروه بندی	تعداد	نسبت مشاهده شده	معناداری
OU.GXT	گروه ۱	**U O**	۳۳	۰/۵۵	۰/۵۱۹
	گروه ۲		۲۷	۰/۴۵	
	مجموع		۶۰	۱/۰۰	
OU.PWC195	گروه ۱	**U O**	۵۴	۰/۹۰	۰/۰۰۱
	گروه ۲		۶	۰/۱۰	
	مجموع		۶۰	۱/۰۰	

ادامهٔ جدول ۳ _ مقادیر کم برآوردی و بیش برآوردی پروتکل های حداکثر نبض اکسیژن در مقایسه با نبض اکسیژن کوپر در نوجوانان پسر

		گروه بندی	تعداد	نسبت مشاهده شده	معناداری
OU.PWC212	گروه ۱	**U**	۵۴	۰/۹۰	۰/۰۰۱
	گروه ۲	**O**	۶	۰/۱۰	
	مجموع		۶۰	۱/۰۰	
OU.1Mile	گروه ۱	**U**	۴۲	۰/۷۰	۰/۰۰۳
	گروه ۲	**O**	۱۸	۰/۳۰	
	مجموع		۶۰	۱/۰۰	

۲_ مقایسهٔ بیش برآوردی و کم برآوردی مقادیر نبض اکسیژن آزمون های ورزشی با آزمـون کوپر

نتایج آزمون بیش برآوردی و کم برآوردی Binomial نشان می دهـد کـه در مقایـسهٔ ۴ آزمون ورزشی , تنها آزمون ورزشیGXT , اختلاف معنی داری را از نظر کم برآوردی و بـیش برآوردی (**P** = ۰/۵۱۹) با پروتکل کوپر نداشت. شکل ۱ نیز نشان می دهـد کـه بـین مقـادیر حداکثر نبض اکسیژن آزمون ورزشیGXT و آزمون معیار کوپر, کمترین اختلاف وجود داشت و آزمون در برآورد حداکثر نبض اکسیژن به آزمون کوپر بسیار نزدیک است, اما آزمون های PWC195 (**P** = ۰/۰۰۱), PWC212 (**P** =۰/۰۰۱) و آزمون یـک مایـل (**P** = ۰/۰۰۳) اخـتلاف معنی داری را از نظر بیش و کم برآوردی با آزمون شاخص کوپر داشتند (جدول ۲, شکل ۲).

بحث و نتیجه گیری

حداکثر نبض اکسیژن, نسبت اوج اکسیژن مصرفی به اوج ضربان قلب است که در ارزیابی عملکرد و آمادگی قلب و عروق کاربرد دارد. برآورد و مقایـسهٔ حـداکثر نـبض اکـسیژن در نوجوانان پسر به هنگام اجرای چهار پروتکل ورزشی وا رائهٔ پروتکل بـرآوردی متناسـب بـا گروه سنی نوجوانان, هدف تحقیق حاضر بوده است.

در تحقیق حاضر, آزمون GXT , اختلاف معنی داری را با پروتکل برآوردی کـوپر از نظـر برآورد حداکثر نبض اکسیژن نداشـت (**P**=۰/۵۱۹) و ایـن آزمـون حـداکثر نـبض اکـسیژن نوجوانان را با درصد خطای کمتر (از نظر بیش برآوردی و کم برآوردی) برآورد کرد. متاسفانه تحقیقی مبنی بر مقایسهٔ میانگین مقادیر نبض اکسیژن حاصل از پروتکل GXT بـا پروتکـل برآوردی کوپر در دسترس نیست. در تحقیقات گزارش شـده, از پروتکـل نـوارگردان GXT برای برآورد حداکثر نبض اکسیژن استفاده نشده است.

در تحقیق حاضر, مقادیر نبض اکسیژن برآوردی از پروتکل GXT اختلاف اندکی را با نبض اکسیژن حاصل از پروتکل کوپر داشت. به نظـر مـی رسـد روایـي و اعتبـار زیـاد پروتکـل نوارگردان GXT در برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی (۲۳) و افزایش متناسب شـدت کـار بـا توجه به ویژگی های نوجوانان در این پروتکل کاربرد این آزمون را چشمگیری مـی سـازد. از طرف دیگر, منظور کردن ضرایب و عامل وزن و قلـب در معادلـهٔ رگرسـیونی آزمـون GXT, برآورد مناسب نبض اکسیژن نوجوانان توسط این پروتکل را در مقایـسه بـا معـادلات سـایر آزمون های ورزشی توجیه می کند (۲۳). تفاوت میانگین نبض اکـسیژن حاصـل از پروتکـل GXT نوجوانان در این پژوهش با نتایج سایر تحقیقات ممکن است به سبب عدم اسـتفاده از پروتکل های ورزشی یکسان باشد. با توجه به اینکه سرعت, شیب و مسافت پیموده شده در هر پروتکل نوارگردان متفاوت از دیگری است, ممکن است این عوامل پاسـخ هـای قلبـی _ عروقی (ضربان قلب, اکسیژن مـصرفی, حجـم ضـربه ای و اخـتلاف اکـسیژن سـرخرگی _ سیاهرگی) متفاوتی را در پروتکل های نوارگردان ایجاد کنند (۲۴). بنابراین احتمال دارد کـه نبض اکسیژن به دست آمده از هر آزمون متفاوت از آزمون های ورزشی دیگر باشـد. عوامـل اثرگذار بر نبض اکسیژن مانند سن, قد, وزن, اندازهٔ بدن, تودهٔ بدون چربـی, حجـم خـون و هموگلوبین خون, آمادگی افراد و سطح فعالیت نیـز از علـت هـای تفـاوت نـبض اکـسیژن محسوب می شوند (۱, ۴, ۵, ۱۰, ۱۲, ۱۹, ۲۴).

در تحقیق حاضر, وزن نوجوانان برابر ۱۰/۳۹ ± ۵۹/۹۲ کیلوگرم, قـد ۸/۱۷ ± ۱۶۸ سـانتر متر, سن ۰/۸۱ ± ۱۶ سال بوده است که با ویژگی های آزمودنی های گزارش شـده توسـط ال هازار (۲۰۰۱) (پسران ۷ تا ۱۵ ساله] (۴), اپوچر و همکاران (۲۰۰۵)(پسران ۱۲-۷ سـاله)(۱۸),

ویس ول[1] و همکاران ۱۹۷۹ (نوجوانان ۲۵-۱۸ ساله)(۲۷) تفـاوت دارد. برخـی محققـان نیـز گزارش کردند که حداکثر نبض اکسیژن در هر سـطحی از ورزش, در ورزشـکاران بیـشتر از افراد معمولی و در افراد سالم, بیشتر از بیمـاران اسـت (واسـرمن و همکـاران , ۱۹۹۹ (۲۴)؛ هروی دو آرد , ۱۹۹۷)(۸)؛ پراساد و همکاران, ۲۰۰۱(۲۱)؛ کـارل لاویـه , ۲۰۰۴(۱۴)؛ سـانجای شارما[2] ,۲۰۰۰(۲۲)؛ آباربانل[3] و همکاران, ۲۰۰۴(۳)؛ ای گراند , ۲۰۰۰(۱۰). همچنین علت مقادیر کم میانگین نبض اکسیژن در برخی تحقیقات, تغییرات دما, فشار, مصرف برخی داروها و ابتلا به بیماری گزارش شده است (۲۴).

تحقیق حاضر نشان داد که آزمون ورزشی PWC195 , اختلاف معنی داری (P=۰/۰۰۱) با پروتکل اصلی کوپر داشت (۱/۶۸ ±۳/۱۳) میلی لیتر / ضربه, قدر مطلق میـانگین انحرافـات نبض اکسیژن پروتکل کوپر از پروتکل PWC 195), بدین معنا که آزمون PWC 195 , از نظر برآورد نبض اکسیژن, متفاوت از آزمون وکوپر است و احتمال خطای بـرآوردی (کـم و بـیش تخمینی) زیادی را نشان می دهد. به علاوه در تحقیق حاضر, مقادیر میانگین نبض اکـسیژن پروتکل PWC 195 (۱/۷۸ ± ۱۱/۳۵ میلی لیتر / ضربه), با نـبض اکـسیژن گـزارش شـده از تحقیقات دیگر متفاوت بود. چنانکه پل تی پی[4] و همکاران ۲۰۰۰ (۱/۱ ± ۷ میلی لیتر / ضربه) (۲۰), و ای گراند و همکاران ۲۰۰۰ (۲/۵ ± ۷/۵ میلی لیتر / ضربه) (۱۰), مقادیر نبض اکسیژن حاصل از آ زمون دوچرخهٔ کارسنج تا حد خستگی را در کودکان سـالم ۱۰-۵ سـاله کمتـر از مقادیر برآورد شده در تحقیق حاضر گزارش کردند. اما پادیلا پی جـی[5] ۲۰۰۰ (۲۲-۱۸ میلـی لیتر / ضربه) (۱۹) و سانجای شارما (۲۰۰۲) (میلی لیتر /ضربه) (۲۲), مقادیر بیشتری از نبض اکسیژن را برای ورزشکاران به دست آورند. متاسفانه تحقیقی کـه مقـادیر نـبض اکـسیژن نوجوانان را با استفاده از پروتکل دوچرخهٔ کارسنج PWC 195 برآورد و سپس مقادیر حاصل را با مقادیر شاخص, مقایسه کند, ارائه نشده است, اما اندازه گیری توان هوازی بـا اسـتفاده از

1 - Wiswell RA, et al
2 - Sharma, Sanjay, et al
3 - Abarbanell, Ginne
4 - Pual, T, Pianosi
5 - Padilla, P.J

آزمون های دوچرخة کارسنج توسط بسیاری از محققـان گـزارش شـده اسـت(آسـتراند[1] و همکاران, ۱۹۵۴ (۵) , مک مورای , ۱۹۹۸(۱۷)). مک مورای (۱۹۹۸) معتقد است کـه معـروف ترین آزمون های ورزشی برای اندازه گیری ظرفیت عمکلرد جسمانی (PWC) در کودکـان و نوجوانان, آزمون های دوچرخة کارسنج است (۱۷).

با توجه به نتایج تحقیق حاضر, مشخص شد که پروتکل ورزشیPWC195, مقادیر حداکثر نبض اکسیژن را کم برآورد (**P** =۰/۰۰۱) کرد. یکی از دلایل احتمالی پایین بودن نبض اکسیژن پروتکل PWC195 نسبت به میانگین مقادیر پروتکل کوپر, ضربان قلب بالا حین اجرای ایـن پروتکل بوده است. با توجه به اینکه آزمودنی های تحقیق می بایست حین اجـرای پروتکـل, ضربان قلبشان را تا دامنة ۱۹۵ ضربه در دقیقه می رساندند, بنابراین بالا بودن ضـربان قلـب نسبت به اکسیژن مصرفی معین, می تواند دلیل کاهش نبض اکسیژن در این پروتکل باشـد. واسرمن و همکاران (۱۹۹۹) نیز علت اصلی کمتر بودن مقادیر نبض اکسیژن اندازه گیری شده توسط پروتکل های ورزشی را نسبت به مقدار برآوردی آن, حجم ضربه ای پایین در کودکان و نوجوانان گزارش کردند (۲۴). این محققان تاکید کردند که اگر حجم ضربه ای کاهش یابـد, اختلاف اکسیژن سرخرگی – سیاهرگی در شدت کار نسبتاً پایینی به مقـادیر بیـشینة خـود خواهد رسید.

از دلایل احتمالی نبض اکسیژن پایین در اجرای پروتکـل PWC195, آنمـی, کربوکـسی هموگلوبینمیا[2], اکسیژناسیون[3] ضعیف خون در ریه ها و یا نبض اکسیژن محیطی در آزمودنی های نوجوان است (۲۴). اوج نبض اکسیژن کمتر از ۸۰ درصد مقدار بـرآوردی آن در افـرادی که دچار آنمی ورزش شده بودند نیز توسط کالاهان[4] (۲۰۰۲) گزارش شده است (۶).

در تحقیق حاضر, ضربان قلب نوجوانان تا ۱۹۵ ضربان / دقیقه بالغ مـی شـد و نوجوانـان بایستی فشار کاری حدود ۱۸۰-۱۰۰ وات را به مدت ۹ دقیقه تحمل می کردند که ممکـن بـود استخراج کمتر اکسیژن را در نوجوانان به همراه داشته باشد. از سـوی دیگـر, تحقیقـی کـه بتواند شدت های متفاوت فعالیت را روی دوچرخة کارسنج در, جهت ارزیابی نـبض اکـسیژن

1 - Astrand, PO
2 - Carboxyhemoglobinemia
3 - Oxygenation
4 - Callahan, A

نوجوانان بررسی کند, گزارش نشده است. با این حال به نظر می رسد سن, قـد, وزن, انـدازهٔ بدن, تودهٔ بدون چربی, حجم خون و هموگلوبین خون, آمـادگی افـراد و سـطح فعالیـت در تعیین نبض اکسیژن آزمودنی ها موثر باشد. چنانکه با تفسیر هر یک از عوامل مذکور نـبض اکسیژن ممکن است تحـت تـاثیر قـرار گیـرد (ال هـازا , ۲۰۰۱(۴), واسـرمن و همکـاران , ۱۹۹۹(۲۴)؛ ترتیبیان , ۱۳۷۹(۱)؛ ای گراند و همکاران , ۲۰۰۰(۱۰)). واسـرمن (۱۹۹۹) گـزارش کرد که مقادیر نرمال حداکثر نبض اکسیژن روی دوچرخهٔ کارسنج, در دامنهٔ بـین تقریبـاً ۵ میلی لیتر / ضربه در کودک ۷ ساله, تا ۸ میلی لیتر / ضربه در زن ۷۰ ساله با قد ۱۵۰ سـانتی متر و تا ۱۷ میلی لیتر / ضربه در مرد ۳۰ ساله با قد ۱۹۰ سانتی متر متغیر بوده است (۲۴).

تحقیق حاضر اختلاف معنی داری (**P** = ۰/۰۰۱) را بین آزمون نبض اکسیژن PWC212 بـا پروتکل برآوردی کوپر نشان داد (۳/۸۰۸ میلی لیتـر / ضـربه) , بـدین صـورت کـه آزمـون PWC212 از نظر اندازه گیری و برآورد نبض اکسیژن نوجوانان متفاوت از پروتکـل شـاخص کوپر بود و نبض اکسیژن را با خطای اندازه گیری (کم وبیش بـرآوردی) زیـادی بـرآورد مـی سازد. در تحقیقات به عمل آمده مدرکی که نـشان دهنـدهٔ اسـتفاده از پروتکـل بـرآوردی PWC212 برای برآورد حداکثر نبض اکسیژن و مقایسهٔ آن با مقادیر برآوردی پروتکل کـوپر باشد, موجود نیست. استفاده از آزمون های دوچرخهٔ کارسنج اندازه گیری ظرفیت عملکـرد جسمانی (PWC) درکودکان و نوجوانان توسط محققان علوم ورزشـی گـزارش شـده اسـت. چنانکه مک مورای (۱۹۹۸) گزارش داد که آزمـون دوچرخـهٔ PWC212 از روایـي و اعتبـار زیادی برای تعیین ظرفیت کـار بـدنی (PWC) و حـداکثر اکـسیژن مـصرفی در کودکـان و نوجوانان برخوردار است (۱۷).

در تحقیق حاضر, یکی از دلایل پایین بودن مقادیر میانگین حداکثر نبض اکسیژن حاصل از پروتکل PWC212 نسبت به مقادیر میانگین پروتکل کوپر, بالا بودن حداکثر ضربان قلب (۲۱۲ ضربه / دقیقه) در حین اجرای پروتکل بوده است, زیرا آزمودنی ها مـی بایـست بـرای اجرای صحیح پروتکل, ضربان قلبشان را تا محدودهٔ ۲۱۲ ضربه / دقیقه می رساندند کـه بـر اساس تحلیل واسرمن و همکاران (۱۹۹۹), این مسئله موجب کاهش حداکثر نـبض اکـسیژن می شد (۲۴). همچنین ممکن است پایین بودن نبض اکسیژن حاصل از پروتکـل **PWC212** مربوط به شدت اجرای پروتکل باشد (ضربان قلب تا ۲۱۲ ضربه / دقیقه و فشار کار ۱۸۰ وات و

مدت اجرای ۹ دقیقه). به علاوه درد عضلانی ناشی از اجرای آزمون ورزشی PWC212 بوده است (واسرمن و همکاران, ۱۹۹۹) (۲۴).یکی دیگر از دلایل پایین بودن نبض اکسیژن در پروتکل برآوردی PWC212 نسبت به مقادیر پروتکل کوپر, افزایش شدید ضربان قلب ۲۱۲ ضربه / دقیقه و در نتیجه کاهش حجم ضربه ای در نوجوانان تحقیق حاضر بوده است, چنانکه حجم ضربه ای پایین در کودکان و نوجوانان بر اثرفعالیت بدنی شدید نسبت به بزرگسالان گزارش شده است (۲۴). همچنین سن, قد, وزن, تودهٔ بدون چربی, حجم خون, هموگلوبین و سطح فعالیت بدنی, آزمودنی ها, از سایر متغیرهای مؤثر در تغییرات احتمالی نبض اکسیژن نوجوانان در پروتکل PWC212 بوده است.

نتایج حاصل از آزمون ۱ مایل نشان داد که این آزمون, اختلاف معنی داری را با پروتکل برآوردی کوپر داشته است (۱/۴۹ ±۲/۴۹ میلی لیتر / ضربه) . متاسفانه تحقیقی که استفاده از پروتکل ورزشی ۱ مایل را برای برآورد حداکثر نبض اکسیژن نوجوانان نشان دهد, گزارش نشده است. روایي و اعتبار زیاد پروتکل میدانی ۱ مایل برای اندازه گیری توان هوازی بیشتر توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (کوپر , ۱۹۸۴ (۲۳)؛ جرجی و همکاران, ۱۹۹۳ (۲۳)).

پت و هرز[1] و همکاران (۱۹۹۸) نیز گزارش کردند که پروتکل میدانی یک مایل ممکن است به طور دقیق سطوح آمادگی قلبی _ عروقی کودکان را برآورد کند (۲۳). به عقیدهٔ لارسون مزیت های پروتکل ۱ مایل برای برآورد توان هوازی کودکان, ادارهٔ راحت آزمون توسط خود فرد, تطابق پروتکل ۱ مایل با سطوح مختلف آمادگی کودکان و برآورد توان هوازی با استفاده از معادلات رگرسیونی ساده بوده است (۲۳).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پروتکل ورزشی ۱ مایل, برآورد مناسبی از حداکثر نبض اکسیژن ندارد و نبض اکسیژن را کم برآورد می کند (P =۰/۰۰۳) . از جمله مکانیسم های توجیه کنندهٔ پایین بودن نبض اکسیژن حاصل از پروتکل برآوردی ۱ مایل, اختلاف اکسیژن سرخرگی – سیاهرگی کمتر و ضربان قلب زیربیشینه در این نوجوانان بوده است. پروتکل ۱

1 - Vehrs, Pat

مایل ویژگی های زیربیشینه ای آزمودنی ها را نشان می دهد و تغییرات قلبی – عروقی را در سطح بیشینه برآورد نمی سازد (۲۳).

نتایج این پژوهش نشان می دهد که حداکثر نبض اکسیژن به عنوان شاخـصی از کـارایي دستگاه قلبی و عروقی , توسط آزمون ورزشی GXT در مقایسه با آزمون های ورزشی دیگر, واقع بینانه تر برآورد می شود, به گونه ای که مقادیر حداکثر نبض اکـسیژن حاصـل از ایـن آزمون, به مقادیر حداکثر نبض اکسیژن آزمون کوپر بسیار نزدیک است.

منابع و مآخذ

۱.ترتیبیان, بختیـار. (۱۳۷۹) . "سـازگاری هـای فیزیولوژیـک « مرکـزی و محیطـی» در ورزش". انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه, ص : ۱۴۸.

۲.ترتیبیان, بختیار ؛ خورشیدی حسینی, م. (۱۳۸۴) . "شاخص های برآورد فیزیولوژیک در ورزش (آزمایشگاهی _ میدانی) " . چاپ اول, انتشارات تیمورزاده.

3. Abarbanell, Ginne., Neda Mulla, Richard Chinnock & Rane Larsen . (2004). "Exercise assessment in infants after cardiac transplantation". J Heart Lung Transplant. 23, PP:1334-1338.

4.Al – Hazzaa HM. (2001). "Develpoment of Maximal Cardiorespiratory function in Saudi boys". Saudi Med J. 22(10), PP:875-881.

5.Astrand, PO., Kaare Rodhal. (1988). "Text book of work physiology". Third edition. McGraw-Hill international editions, PP:404-405.

6. Callahan, A. Leigh.,Kristy F.Woods , George A. Mensah, Leigh T. Ramsey, Paulo Barbeau, & Bernard Gutin. (2002). "Cardiopulmonary responses to exercise in women with sickle cell anemia". Am J Respir Crit Care Med. 165, PP:1309-1316.

7. Dobrovolny , C.Lynne., Frederick M.Ivey, Marc A.Rogers, John D. Sorkin & Richard F. Macko. (2003). "Reliability of treadmill exercise testing in older patients with chronic hemiparetic strock". Arch phys Med Rehabil. 84, PP:1308-1312.

8. Douard, Herve., Laurent Labbe, Jean Louis Barat, Jean Paul Broustet, Eugene Baudet, Alain Choussat.(1997)."Cardiorespiratory response to exercise after venous switch operation for transport of the great arteries". CHEST. PP:111:23-29.

9. Fellmann, N., R. Mounier, I. Mischler , V.Pialoux, M. Vermorel & J. Coudert. (2000)."Alteration in oxygen pulse during 4 days of prolonged exercises". Science & Sports. 18, PP:54-56

10. Grund, A., B., Dilba, K. Forberger, H. Krause, M. Siewers, H.Rieckert & M.J.Muller. (2000). "Relationship between physical activity, Physical fitness, muscle strength and nutritional state in 5- to 11- year-old children". Eur J Appl Physiol. 82, PP:425-438.

11.Guimaraes, G.V., Giovanni Bellotti, Amilcar Oshiro Mocelin, Paulo Roberto Camargo & Edimar Alcides Bocchi.(2001). "Cardiopulmonary exercise testing in children whit heart failure secondary to idiopathic dilated cardiomyopaty". CHEST. 120, PP:816-824.

12. Jones, NL., L.Markrides, C. Hitchock, T. Chypchar & N. McCartney. (1985). "Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test".Am Rev Respir Dis. 131(5), PP:700-708.

13.Klainman, Eliezer, Gershon Fink, Joseph Lebzelter, Tali Krelbaumm & Mordechai R. Kramer. (2002). "The relationship between left ventricular function assessed by multigated radionuclide test and cardiopulmonary exercise test in patients with ischemic heart disease".CHEST , 121, PP:841-842.

14.Lavie, J.Carl., Richard V.Milani & Mandeep R.Mehra. (2004), "Peak exercise oxygen pulse and prognosis in chronic heart failure". Am J Cardiol, 93, PP:588- 593.

15.Lehman, Gunter and Klaus Kolling. (1996). "Reproducibility of cardiopulmonary exercise parameters in patients with valvular heart disease". CHEST. 110, PP:685-692.

16.Mani A., T Sing, R. Calton, B. B Chacko, & B Cherian. (1998). "Cardiovascular responses in Anemia". The Indian Journal of Pediatrics. 72(4), PP:297-300.

17.McMurray, R.G., W.K. Guion, B.E.Ainsworth, & J.S.Harrell. (1998). "Prediction aerobic power in children". J Sports Med Phys Fitness. 38, PP:227-233.

18.Opocher, Francesca., Maurizio Varnier, Stephen P. Sanders, Alvise Tosoni, Marco Zaccaria, Giovanni Stellin, & Omella Milanei . (2005). "Effect of aerobic exercise training in children after the fontan operation". Am J Cardio. 95, PP:150-152.

19.Padilla, P.J., CP. Ojeda, Ch Y. Fernandez & MJ. Licea. (2000). "Maximum oxygen pulse in high performance Mexican athletes". Rev INER. 13(2), PP:73-78.

20.Pianosi, T.Paul And Melissa Fixk. (2001). "Cardiopulmonary exercise performance in prematurely born children". PEDIA TRIC RESEARCH. 47(5); PP:653-658.

21.Prasad, K.V.V., Y. Venkata Ramana, P.S.Raju, M.Venkata Reddy, & K.J.R.Murthy. (2000). "Energy cost and physiological efficiency in male yoga practitioners". Journal of exercise physiology. 4(30), PP:38-44.

22. Sharma, Sanjay., Perry M.Elliott, Greg whyte, Niall Mahon, Mahon S. Virdee, Brian Mirst, & William J McKenna. (2000). "Utility of metabolic exercise testing in distinguishing hypertrophic cardiomyopathy from physiologic let ventricular hypertrophy in athletes". Journal of the American College of Cardiology. 36(3), PP:864-870.

23.Vehrs, Pat., James D. George, & Gilbert W. Fellingham .(1998). "Prediction of Vo2max before, during, and after 16 weeks of endurance trainin". Research Quarterly for Exercise and sport. 69(3).PP:297-303.

24.Wasserman, K., J Hansen, DY Sue, R Casaburi, & BJ Whipp. (1999). "Principles of exercise testing and interpretation". 3rd ed. Philadelphia : Lippincott, Williams & Wilkins.

25.Wax, David, Robert Garofano, & Robyn J. Barst. (1999). "Effect of long term infusion of prostacyclin on exercise performance in patients with primary pulmonary Hypertension". CHEST. 116, PP:914-920.

26.Wei Gu , Jian., Giovani Gadonski, Julie Wang, Lan Makey, & Thomas H Adair. (2004). "Exercise increases endostation in circulation of healthy volunteers". BMC Physiology. 4, PP:2-4.

27.Wiswell RA, Vries HA.(1979)."Time course of O2-pulse during various tests of aerobic power". Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 41(4), PP:221-231.