

اندازه‌گیری حداکثر مصرف اکسیژن و حداکثر ضربان قلب در مصدومین شیمیایی و مقایسه آن با مقادیر پیش‌بینی شده

اصغر قاسمی * M.Sc.، مصطفی قانعی ** M.D.، علیرضا عسگری *** Ph.D.
حسینعلی مهرانی **** Ph.D.

چکیده

هدف: مطالعه اندازه‌گیری VO_{2max} و حداکثر ضربان قلب (HR_{max}) در مصدومین شیمیایی دارای تست‌های عملکرد ریوی طبیعی اما مبتلا به تنگی نفس کوششی و مقایسه آن با مقادیر پیش‌بینی شده است.

روش بررسی: در ۱۹ نفر از مصدومین شیمیایی ضمن انجام تست ورزش VO_{2max} و HR_{max} اندازه‌گیری شد و با مقادیر پیش‌بینی شده از روابط موجود مقایسه شد.

یافته‌ها: VO_{2max} و HR_{max} اندازه‌گیری شده کمتر از مقادیر پیش‌بینی شده بود ($P < 0/05$). همچنین

همبستگی نسبتاً قوی بین VO_{2max} و HR_{max} اندازه‌گیری شده دیده شد ($P < 0/05$, $r = 0/75$).

نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان می‌دهد که میزان VO_{2max} و HR_{max} مصدومین شیمیایی کمتر از مقادیر پیش‌بینی شده است. همچنین پیش‌بینی VO_{2max} با تعیین HR_{max} میسر است.

واژه‌های کلیدی: حداکثر مصرف اکسیژن، حداکثر ضربان قلب، مصدومین شیمیایی

مقدمه

سیستم‌های دیگر بدن است. (۱) VO_{2max} برای ارزیابی عملکرد قلبی در بیماران استفاده می‌شود. Eliezer نشان داده است که مقدار آن در مبتلایان به ایسکمی قلبی کمتر است. (۴) Arthur نشان داده است که VO_{2max} یک پیشگویی کننده خیلی دقیق برای تعیین بیماران در معرض خطر از نظر ابتلا به اختلال قلبی بعدی است. (۳) VO_{2max} یکی از قویترین پیشگویی کننده‌های پیش‌آگهی در بیماران مبتلا به نارسایی احتقانی قلب است. (۵) اندازه‌گیری مستقیم VO_{2max} مشکل و گاهی خطرناک است. لذا محققان سعی کرده‌اند به طرق مختلف آن را پیش‌بینی نمایند. (۶، ۷) VO_{2max} مطابق حداکثر

حداکثر مصرف اکسیژن (VO_{2max}) یا ظرفیت هوازی بالاترین مقدار مصرف اکسیژن اندازه‌گیری شده در طی یک تست ورزش فزاینده است. (۱) VO_{2max} به‌طور وسیع توسط فیزیولوژیست‌های ورزش بکار می‌رود و در ورزشکاران پارامتر مرجع برای تعیین وضعیت فیزیکی فرد است. (۲) VO_{2max} تحت تاثیر سن، جنس، وزن بدن، نوع ورزش و ترکیب بدن است. (۱، ۳) توان هوازی یک مقیاس کمی از ظرفیت فرد برای سنتز مجدد ATP هوازی است و داشتن توان هوازی بالا مستلزم عملکرد جامع قلب و ریه و

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۳/۱۰/۲۷، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۴/۷/۲۶

* نویسنده مسئول: دانشجوی Ph.D. گروه فیزیولوژی و بیوفیزیک، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... «عج» - تهران - ایران
** گروه داخلی، دانشکده پزشکی و مرکز تحقیقات آسیب‌های شیمیایی، دانشگاه فوق، *** گروه فیزیولوژی و بیوفیزیک، دانشکده پزشکی و مرکز تحقیقات آسیب‌های شیمیایی، دانشگاه فوق، **** گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه فوق

آدرس پست الکترونیکی: Ghasemi.asghar@gmail.com

رضایت کتبی افراد وارد مطالعه شدند. تست ورزش طبق پروتکل Wasserman انجام شد. (۱۲) پس از طی ۲ دقیقه گرم کردن افراد وارد مرحله آزمایش شدند و در مقابل ارگومتر پدال می‌زدند تا دیگر قادر به ادامه نباشند. میزان بار به میزان ۱۵ وات در دقیقه افزایش می‌یافت. با استفاده از سیستم VO₂max, Sensormedics و حداکثر ضربان قلب اندازه‌گیری شد. پیش‌بینی VO₂max با استفاده از روابط زیر انجام شد: (۳)

Wasserman:

$$VO_{2max} \text{ (ml/min)} = \text{Weight} (۵۶,۳۶ - ۰,۴۱۳ * \text{age})$$

$$\text{Jones: } VO_{2max} \text{ (L/min)} = ۴,۲ - ۰,۰۳۲ * \text{age}$$

$$\text{Bruce: } VO_{2max} \text{ (ml/kg/min)} = ۵۷,۸ - ۰,۴۴۵ * \text{age}$$

حداکثر ضربان قلب با استفاده از رابطه age-۲۲۰ پیش‌بینی شد. (۱۳)

آنالیز آماری. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج به صورت میانگین (\pm انحراف معیار) گزارش گردید. برای مقایسه میزان VO₂max اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده از Paired t test استفاده شد. برای بررسی رابطه بین VO₂max و HR_{max} ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شد و برای تعیین نوع رابطه آنها از Simple Linear Regression استفاده شد.

یافته‌ها

افراد شرکت کننده در این مطالعه از نظر تست‌های عملکرد ریوی وضعیت طبیعی داشتند (جدول ۲). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که VO₂max اندازه‌گیری شده دارای میانگین $۱۷۰ \pm ۵۳ \text{ L/min}$ بود که تفاوت معنی‌داری با مقادیر پیش‌بینی شده از رابطه Wassermann ($۳/۲ \pm ۰/۵۸$) و Jones ($۳/۱ \pm ۰/۳$) داشت ($P < ۰/۰۵$). همچنین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن VO₂max در این افراد $۲۲/۸۵ \pm ۸ \text{ ml/kg/min}$ بود که بطور معنی‌داری کمتر از

مقدار اکسیژن است که شخص می‌تواند در طی یک دقیقه ورزش حداکثر هوازی برداشت کند (ریه‌ها)، انتقال دهد (قلب و عروق) و مصرف کند (عضلات)، (۲) لذا به‌طور شایع به عنوان معیاری برای بررسی کارایی قلبی-تنفسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. (۷) Chatterjee و همکاران (۲۰۰۵) گزارش می‌کنند که VO₂max یک پارامتر پذیرفته شده بین المللی برای ارزیابی تناسب قلبی-تنفسی است. (۸) این مطالعه طراحی شد تا میزان VO₂max (منظور VO₂Peak است) در مصدومین شیمیایی که از نظر تست‌های عملکرد ریوی، معاینه فیزیکی و عکس قفسه صدی وضعیت طبیعی داشتند، اما مبتلا به تنگی نفس کوششی بودند سنجیده و این اندازه‌ها با مقادیر پیش‌بینی شده از روابط موجود مقایسه گردد. تنگی نفس یک نشانه پیچیده با پاتوفیزیولوژی چندلایه است و آزار دهنده ترین نشانه برای افرادی است که بیماری ریوی انسدادی یا تحدیدی پیشرونده دارند. (۹) مکانیسم تنگی نفس کوششی ناشناخته است و به نظر می‌رسد چند عاملی باشد. (۱۰) همچنین حداکثر ضربان قلب این افراد نیز اندازه‌گیری شد تا در صورت وجود ارتباط با VO₂max نوع آن مشخص گردد. برای این منظور از تست ورزش قلبی-تنفسی استفاده شد. در این تست توانایی بدن برای انجام مبادله گاز اندازه‌گیری می‌شود. برخی مولفان معتقدند تست ورزش روش ارجح برای تعیین میزان اختلال تنفسی است. (۱۱)

روش بررسی

۱۹ نفر از مصدومین شیمیایی جنگ تحمیلی انتخاب شدند. مشخصات افراد در جدول ۱ خلاصه شده است. معیارهای ورود افراد به مطالعه داشتن سند معتبر مبنی بر شیمیایی بودن (Subclinical exposure)، عدم دریافت مراقبت پزشکی، داشتن عکس قفسه سینه و تست‌های عملکرد ریوی نرمال و شکایت از تنگی نفس کوششی بود. منظور از Subclinical exposure تماس با دوز پایین یک عامل شیمیایی است که سبب علائم حاد تنفسی در فرد نشده باشد. پس از جلب

جدول ۱. مشخصات افراد شرکت کننده در مطالعه (تعداد افراد شرکت کننده در مطالعه ۱۹ نفر بود)

	سن (سال)	قد (cm)	وزن (kg)	BMI ^۱ (kg/m ^۲)	ضربان قلب در حال استراحت (bpm) ^۲	ضربان قلب حداکثر (bpm) ^۱	HR _{Threshold}
میانگین	۳۵/۵۷	۱۷۱	۷۶/۲	۲۵/۹۷	۸۴/۱	۱۵۲	۱۲۴/۹۳
SD	۹/۲۷	۷/۷۳	۱۱/۷۶	۴ / ۰۳	۱۱/۲۳	۱۹	۱۲/۰۷
SEM	۲/۱۲	۱/۷۷	۲/۶۹	۰/۹۲	۲/۵۷	۴/۳۶	۲/۷۷

۱. ضربان در دقیقه (beat per minute), ۲. نمایه توده بدنی (Body Mass Index)

جدول ۲. مقادیر تست های عملکرد ریوی (FEV_۱ و FVC) بر حسب لیتر و نسبت آنها بر حسب درصد بیان شده است)

پارامتر	مقدار	درصد پیش بینی شده
FEV _۱	۳/۶۹±۰/۲۳	۹۶±۳/۳
FVC	۴/۵۷±۰/۱۶	۹۵±۲/۹
FEV _۱ /FVC	۸۱±۱/۴	-----

جدول ۳. مقایسه مقادیر اندازه گیری شده و پیش بینی شده VO_۲ max و HR_{max} در مصدومین شیمیایی

	اندازه گیری شده (M±SD)	پیش بینی شده		
		Wasserman	Jones	Bruce
VO _۲ max	۱/۷ ± ۰/۵۳ (L/min)	۳/۲ ± ۰/۵۸***	۳/۱ ± ۰/۳***	-----
	۲۲/۸۵ ± ۸ (ml/kg/min)	-----	-----	۴۱/۹۶ ± ۴/۱۳***
HR _{max}	۱۵۲ ± ۱۹	-----	۱۸۴ ± ۹***	-----

*** تفاوت معنی دار با مقدار اندازه گیری شده (P < ۰/۰۰۱)

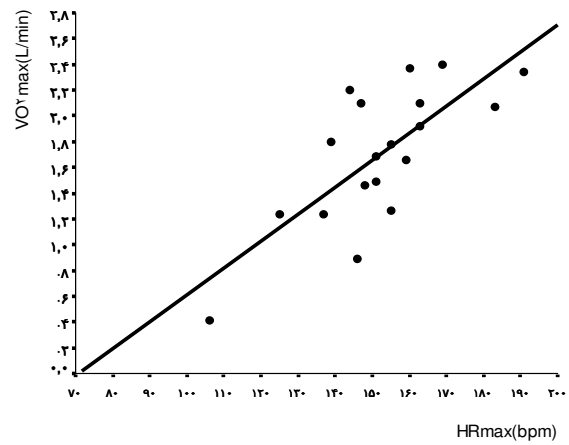
($P < 0/01$) . در بررسی رگرسیونی ارتباط بین VO_{2max} و HR_{max} به شکل $VO_{2max} = 0/21 \times HR_{max} - 1/49$ بود (نمودار ۱) و ارتباط بین VO_{2max} و $HR_{threshold}$ به شکل $VO_{2max} = 0/28 \times HR_{threshold} - 1/81$ بود ($P < 0/01$) (نمودار ۲).

بحث

نتایج حاصل از این مطالعه نشان دهنده کمتر بودن معنی‌دار مقادیر اندازه‌گیری شده VO_{2max} از مقادیر پیش‌بینی شده در این افراد علیرغم طبیعی بودن تست های عملکرد ریوی است. (۱۴) با توجه به اینکه VO_{2max} یک نشان از ظرفیت کمی عملکرد قلبی-عروقی و تناسب هوازی است (۱)، می‌توان گفت که تناسب قلبی-تنفسی این افراد در مقایسه با آنچه انتظار می‌رود کمتر است. همچنین VO_{2max} این افراد حدود ۵۵٪ مقدار پیش‌بینی شده است. در برخی از مطالعات VO_{2max} کمتر از ۵۰٪ مقدار پیش‌بینی شده به عنوان یک عامل خطر ذکر شده است (۳،۵). یک VO_{2Peak} کاهش یافته ممکنست علل مختلفی داشته باشد مثل نارسایی قلبی، بیماری‌های انسدادی ریوی، بیماری عروق ریوی و چاقی، از طرفی مطالعات رادیولوژیک و پاتولوژیک اخیر پیشنهاد می‌کند که قرار گرفتن در معرض عوامل شیمیایی می‌تواند سبب **Bronchiolitis Obliterans Syndrome** شود.

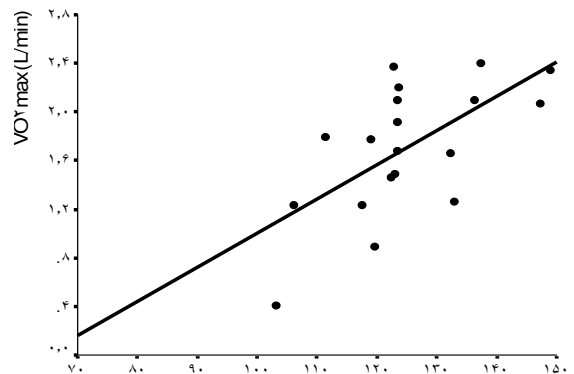
(۱۵-۱۷) در این سندروم به دنبال آسیب مجاری هدایت کننده کوچک پرولیفراسیون و گرانولاسیون بافتی و تنگی مجرا به وجود می‌آید. (۱۶) لذا علیرغم طبیعی بودن تست‌های عملکرد ریوی ممکن است برونشولیت سبب کاهش برداشت اکسیژن در این بیماران شده است.

با توجه به میانگین سنی افراد شرکت کننده ($35/5 \pm 9$) این افراد از نظر دسته‌بندی تناسب قلبی-عروقی براساس VO_{2max} زیر حد متوسط تراز می‌شوند. (۱) افزایش ضربان قلب در طی ورزش مکانیزم اصلی افزایش برون‌ده قلبی است. (۱۸) اگرچه حداکثر ضربان قلب اندازه‌گیری شده در این افراد به‌طور معنی‌داری کمتر از حداکثر پیش‌بینی شده بود، اما با



$$VO_{2max} = 0.21 \times HR_{max} - 1.49 \quad (r = 0.75, P < 0.05)$$

نمودار ۱. ارتباط رگرسیونی بین HR_{max} و VO_{2max}



$$VO_{2max} = 0.28 \times HR_{threshold} - 1.81 \quad (r = 0.63, P < 0.05)$$

نمودار ۲. ارتباط رگرسیونی بین $HR_{threshold}$ و VO_{2max}

پیش‌بینی شده از رابطه Bruce ($41/96 \pm 4/13$) بود ($P < 0/01$) حداکثر ضربان قلب اندازه‌گیری شده 152 ± 19 بود که بطور معنی‌داری کمتر از میزان پیش‌بینی شده 184 ± 9 بود ($P < 0/01$) (جدول ۳). بین VO_{2max} اندازه‌گیری شده و حداکثر ضربان قلب اندازه‌گیری شده همبستگی معنی‌داری ($r = 0/75$) وجود داشت ($P < 0/01$). همچنین بین VO_{2max} و $HR_{threshold}$ همبستگی معنی‌داری ($r = 0/63$) وجود داشت

۲. Piquet L, Dalmay F, Ayoub J, Vanderoux JC, Menier R, Antonini MT, Pourcelot L. Study of blood flow parameters measured in femoral artery after exercise: Correlation with maximum oxygen uptake. *Utrasound Med Biol* ۲۰۰۰; ۲۶(۶): ۱۰۰۱-۷.
۳. Stelken AM, Younis LT, Jennison SH, Miller DD, Miller LW, Shaw LJ. Prognostic value of cardiopulmonary exercise testing using percent achieved of predicted peak oxygen uptake for patients with ischemic and dilated cardiomyopathy. *JACC* ۱۹۹۶; ۲۷(۲): ۳۴۵-۵۲.
۴. Klainman E, Kusniec J, Stern J, Fink G, Farbstein H. Contribution of cardiopulmonary indices in the assessment of patients with silent and symptomatic ischemia during exercise testing. *International J Cardiol* ۱۹۹۶; ۵۳: ۲۵۷-۶۳.
۵. Scrutinio D, Passantino A, Lagioia R, Napoli F, Ricci A, Rizzon P. Percent achieved of predicted peak exercise oxygen uptake and kinetics of recovery of oxygen uptake after exercise for risk stratification in chronic heart failure. *International J Cardiol* ۱۹۹۸; ۶۴: ۱۱۷-۱۲۴.
۶. Davies CTM. Limitations to the prediction of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements. *J Appl Physiol* ۱۹۶۸; ۲۴(۵): ۷۰۰-۶.
۷. Grant S, Corbett K, Amjad AM, Wilson J, Aitchison T. A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. *Brit J Sports Med* ۱۹۹۵; ۲۹(۳): ۱۴۷-۱۵۲.
۸. Chatterjee S, Chatterjee P, Bandyopadhyay A. Validity of Queen's College Step Test for estimation of maximum oxygen uptake in female students. *Ind J Med Res* ۲۰۰۵; ۱۲۱: ۳۲-۳۵.
۹. Nield M, Arora A, Dracup K, Soo Hoo GW, Cooper

توجه به اینکه حداکثر ضربان قلب اندازه‌گیری شده آنها حدود ۸۳ درصد حداکثر پیش‌بینی شده بود معیارهای یک تست ورزش را برآورده می‌کند. (۱۸)

نکته دیگر همبستگی خوب بین حداکثر ضربان قلب اندازه‌گیری شده و VO_{2max} و $HR_{threshold}$ در این افراد بود که براساس نتایج حاصل از این مطالعه VO_{2max} را می‌توان با داشتن HR_{max} برآورد کرد. این یافته مطابق با نتایج Londeree و همکاران است که می‌گویند VO_{2max} و HR_{max} صرف‌نظر از سن، جنس، نوع ورزش و چاقی یا لاغری فرد به روش قابل پیش‌بینی بهم مربوط می‌شوند. (۱۹)

همچنین گزارش شده است که خطای برآورد درصد VO_{2max} از روی درصد HR_{max} می‌تواند به کمی ۸ درصد باشد. (۱)

مطالعات نشان داده است که انجام تمرینات ورزشی سبب بهبود و افزایش VO_{2max} می‌گردد (۲۰) و VO_{2max} در ورزشکاران به میزان قابل ملاحظه‌ای بیشتر از افراد غیرورزشکار است. (۲۱) بنابراین براساس نتایج این مطالعه این افراد به انجام ورزش منظم و تکرار اندازه‌گیری پارامترهای تنفسی توصیه می‌شوند.

نتیجه‌گیری: در مجموع نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در گروهی از مصدومین شیمیایی که از نظر تست‌های ریوی، عکس قفسه سینه و معاینات فیزیکی سالم به نظر رسیدند حداکثر مصرف اکسیژن کمتر از مقادیر پیش‌بینی شده است که ممکن است دلیل قسمتی از تنگی نفس کوششی بدون توجه در این افراد باشد.

References

۱۰. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology. Fifth edition. Lippincott Williams and Wilkins ۲۰۰۱, P, ۱۵۷-۱۷۳.

- CB. Comparison of breathing patterns during exercise in patients with obstructive and restrictive ventilatory abnormalities. *J Rehabil Res development* ۲۰۰۳; ۴۰ (۵): ۴۰۷-۴۱۴.
۱۰. O'donnell DE, Chau LKL, Webb KA. Qualitative aspects of exertional dyspnea in patients with interstitial lung disease. *J Appl Physiol* ۱۹۹۸; ۸۴ (۶): ۲۰۰۰-۹.
۱۱. CD Up to date ۱۱,۳: August ۲۰۰۳. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing VIII. Interpretation-II.
۱۲. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* ۱۹۸۶; ۶۰ (۶): ۲۰۲۰-۲۷.
۱۳. Silva OB, and Sobral Filho DC . A new protocol to guide velocity and inclination in the ramp protocol for the treadmill ergometer. *Arg Bras Cardiol* ۲۰۰۳; ۸۱(۱): ۴۸-۵۳.
۱۴. Sahebajami H, Gartside PS. Pulmonary function in obese subjects with a normal FEV₁/ FVC ratio. *Chest*. ۱۹۹۶; ۱۱۰: ۱۴۲۵-۲۹.
۱۵. Ghanei M, Fathi H, Mohammad MM, aslani J, Nematizadeh F. Long-term respiratory disorders of claimer with subclinical exposure to chemical warfare agents. *Inhal Toxicol* ۲۰۰۴; ۱۶ (۸): ۴۹۱-۵.
۱۶. Thomason JWW, Rice TW, Milstone AP. Bronchiolitis obliterans in a survivor of chemical weapons attack. *JAMA* ۲۰۰۳; ۲۹۰: ۵۹۸-۹.
۱۷. Ghanei M, Mokhtari M, Mir Mohammad M, Aslani J. Bronchiolitis obliterans following exposure to sulfur mustard: ches high resolution computed tomography. *Eur J Radial* ۲۰۰۴; ۵۲: ۱۶۴-۹.
۱۸. Laver MS . Heart rate response in stress testing: clinical implications. *Acc Current J Rev* ۲۰۰۱, P, ۱۶-۱۹.
۱۹. Londeree BR, Thomas TR, Ziogas G, Smith TD, Zhang Q. %VO₂max versus % HRmax regressions for six modes of exercise. *Med Sci Sports Exerc*. ۱۹۹۵; ۲۷(۳): ۴۵۸-۶۱.
۲۰. Ahmadi S, Masse-Biron J, Adam B, choquet D, Freville M, Libert JP, Prefaut C. Effects of interval training at the ventilatory threshold on clinical and cardiorespiratory responses in elderly humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* ۱۹۹۸; ۷۸ (۲): ۱۷۰-۱۷۶.
۲۱. Carey D, Raymond RL, Duoos BA. Intra - and inter-observer reliability in selection of the heart rate deflection point during incremental exercise: comparison to a computer generated deflection point. *J Sports Sci Med* ۲۰۰۲; ۱: ۱۱۵-۲۱.