

# روایی و پایایی آزمون تناوبی ریکاوری یویو ۲ در برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی بازیکنان فوتسال زن نخبه

مینا اکبری<sup>۱</sup>، حمید آقا علی نژاد<sup>۲\*</sup>، حسن متین همایی<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

۲- دانشیار دانشگاه تربیت مدرس

۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

\* نشانی نویسنده مسئول: تهران- بزرگراه جلال آل احمد- دانشگاه تربیت مدرس - دانشکده علوم انسانی- دکتر حمید آقا علی نژاد

E-mail: halinejad@modares.ac.ir

پذیرش: ۹۲/۱/۲۰

اصلاح: ۹۱/۹/۲۶

وصول: ۹۱/۸/۱

## چکیده

**مقدمه:** آزمون تناوبی ریکاوری یویو ۲ (YIRT) که در ابتدا برای برآورد  $VO_{2max}$  بازیکنان فوتبال طراحی شد، آزمونی است که برای ارزیابی توانایی بازیکنان برای ریکاوری از وهله‌های شدید و تکراری فعالیت بکار می‌رود.

**هدف:** هدف از پژوهش حاضر تعیین روایی و پایایی آزمون تناوبی ریکاوری یویو ۲ (YIRT2) در برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_{2max}$ ) بازیکنان فوتسال زن نخبه بود.

**روش‌شناسی:** آزمودنی‌های پژوهش را ۲۱ بازیکن (میانگین سن  $22/46 \pm 3/04$  سال؛ قد  $164/1 \pm 4/85$  سانتی متر؛ توده بدن  $56/6 \pm 7/31$  کیلوگرم) تیم ملی فوتسال بانوان ایران تشکیل می‌دادند. حداکثر اکسیژن مصرفی تمامی آزمودنی‌ها به طور مستقیم با استفاده از دستگاه تجزیه گازهای تنفسی (دستگاه K4B2 ساخت شرکت COSMED ایتالیا) اندازه‌گیری و با استفاده از YIRT2 برآورد شد.

**یافته‌ها:** داده‌های آماری، همبستگی قوی و بالایی را بین  $VO_{2max}$  برآورد شده از YIRT2 و تجزیه گازهای تنفسی نشان داد ( $r=0.88$ ) که بیانگر روایی بالای آزمون YIRT2 در برآورد  $VO_{2max}$  می‌باشد. همچنین، همبستگی قوی و بالایی بین  $VO_{2max}$  برآوردی در آزمون- آزمون مجدد YIRT2 به دست آمد ( $r=0.98$ ,  $r^2=0.96$ ,  $P=0.001$ ) که بیانگر پایایی بسیار بالای این آزمون در برآورد  $VO_{2max}$  بازیکنان فوتسال زن نخبه می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** نتیجه این که آزمون تناوبی ریکاوری یویو ۲ (YIRT2) به عنوان آزمونی که توانایی سیستم‌های انرژی هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران را مورد سنجش قرار می‌دهد، دارای روایی و پایایی بالایی در برآورد  $VO_{2max}$  بازیکنان فوتسال زن نخبه می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** آزمون تناوبی ریکاوری یویو، حداکثر اکسیژن مصرفی، بازیکنان فوتسال زن نخبه، روایی، پایایی.

## مقدمه

بسکتبال و هاکی روی چمن، الگوهای حرکتی بازی

وهله‌های تناوبی فعالیت شدید و ریکاوری با فعالیت‌های

در ورزش‌های تیمی مانند فوتبال، هندبال،

کم شدت را در بر می گیرد (۱). تحلیل بازی و پایش ضربان قلب بازیکنان نشان می دهد فوتسال نیز یک ورزش تناوبی شدید است که هر دو مسیر تولید انرژی هوازی و بی هوازی در آن سهیم می باشد (۲). در چنین ورزش هایی، برای تامین تقاضای انرژی، استفاده از هر دو سیستم انرژی هوازی و بی هوازی مورد نیاز است که بکارگیری توان و ظرفیت هر سیستم را شامل می شود (۱). دوگراماسی و واتسفورد (۲۰۰۶) گزارش کردند بازیکنان فوتسال ۲۶ درصد از زمان مسابقه را با فعالیت های شدید سپری می کنند که دلیلی بر تعویض های نامحدود بازیکنان بر اساس قوانین فوتسال است (۳). از سوی دیگر، پایش ضربان قلب بازیکنان نشان می دهد فوتسال به عنوان یک ورزش تناوبی شدید با شدتی در حدود ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه بازی می شود (۲،۴،۵).

توان و ظرفیت هوازی و بی هوازی ورزشکاران نتیجه رقابت را تعیین می کند، بنابراین ارزیابی توانایی ورزشکاران در این زمینه از اهمیت زیادی برخوردار است. از سال ها پیش، اجرای هوازی ورزشکاران به صورت سنتی با آزمون های تداومی میدانی مانند آزمون ۱۲ دقیقه دویدن، دوی ۲۰ متر شاتل ران و یا آزمون های آزمایشگاهی حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_{2max}$ ) ارزیابی می شود. با این حال، روایی این آزمون ها در ورزش های تداومی جای تردید دارد (۶). به همین دلیل، در سال های اخیر برای ارزیابی سیستم های انرژی هوازی و بی هوازی در ورزش های تیمی، از آزمون های میدانی استفاده شده است. بسیاری از آزمون های میدانی با فرض برخورداری از روایی صوری (۷) و ارتباط مستقیم با مهارت ها یا ویژگی های فیزیولوژیک ورزش مورد نظر، طراحی شده اند (۸). برای تعیین توانایی آزمون در برآورد یک ویژگی معین مانند  $VO_{2max}$ ، روایی آزمون اغلب با مقایسه نتایج آزمون با یک آزمون مرجع، به عنوان روایی معیار به دست می آید (۷).

توان و ظرفیت هوازی و بی هوازی ورزشکاران نشان می دهد فوتسال نیز یک ورزش تناوبی شدید است که هر دو مسیر تولید انرژی هوازی و بی هوازی در آن سهیم می باشد (۲). در چنین ورزش هایی، برای تامین تقاضای انرژی، استفاده از هر دو سیستم انرژی هوازی و بی هوازی مورد نیاز است که بکارگیری توان و ظرفیت هر سیستم را شامل می شود (۱). دوگراماسی و واتسفورد (۲۰۰۶) گزارش کردند بازیکنان فوتسال ۲۶ درصد از زمان مسابقه را با فعالیت های شدید سپری می کنند که دلیلی بر تعویض های نامحدود بازیکنان بر اساس قوانین فوتسال است (۳). از سوی دیگر، پایش ضربان قلب بازیکنان نشان می دهد فوتسال به عنوان یک ورزش تناوبی شدید با شدتی در حدود ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه بازی می شود (۲،۴،۵).

توان و ظرفیت هوازی و بی هوازی ورزشکاران نتیجه رقابت را تعیین می کند، بنابراین ارزیابی توانایی ورزشکاران در این زمینه از اهمیت زیادی برخوردار است. از سال ها پیش، اجرای هوازی ورزشکاران به صورت سنتی با آزمون های تداومی میدانی مانند آزمون ۱۲ دقیقه دویدن، دوی ۲۰ متر شاتل ران و یا آزمون های آزمایشگاهی حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_{2max}$ ) ارزیابی می شود. با این حال، روایی این آزمون ها در ورزش های تداومی جای تردید دارد (۶). به همین دلیل، در سال های اخیر برای ارزیابی سیستم های انرژی هوازی و بی هوازی در ورزش های تیمی، از آزمون های میدانی استفاده شده است. بسیاری از آزمون های میدانی با فرض برخورداری از روایی صوری (۷) و ارتباط مستقیم با مهارت ها یا ویژگی های فیزیولوژیک ورزش مورد نظر، طراحی شده اند (۸). برای تعیین توانایی آزمون در برآورد یک ویژگی معین مانند  $VO_{2max}$ ، روایی آزمون اغلب با مقایسه نتایج آزمون با یک آزمون مرجع، به عنوان روایی معیار به دست می آید (۷).

## روش اجرای پژوهش

پس از کسب مجوزهای لازم از فدراسیون فوتبال جمهوری اسلامی ایران، ابتدا در جلسه‌ای توجیهی اهداف پژوهش برای مربیان و بازیکنان تشریح شد. به منظور گردآوری داده‌ها، آزمودنی‌ها در ۳ جلسه آزمون‌گیری شرکت کردند. در جلسه اول،  $VO_{2max}$  با استفاده از دستگاه تجزیه گازهای تنفسی (دستگاه K4B2 ساخت شرکت COSMED ایتالیا)، ترکیب بدنی با استفاده از دستگاه سنجش ترکیبات بدنی (دستگاه InBody 520 ساخت کره) و ویژگی‌های پیکری در محل آکادمی ملی المپیک اندازه‌گیری شد. در جلسه دوم به فاصله یک هفته از جلسه اول، اولین YIRT2 برای برآورد  $VO_{2max}$  و با هدف تعیین اعتبار آزمون اجرا شد. در جلسه سوم به فاصله یک هفته از جلسه دوم، دومین YIRT2 با هدف تعیین پایایی آزمون اجرا شد. تمامی آزمون‌ها به هنگام صبح و در فاصله زمانی ۹ تا ۱۳ اجرا شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد در اجرای آزمون‌ها تمامی تلاش خود را به عمل آورند و به همین منظور از تشویق زبانی در طول اجرای آزمون‌ها استفاده شد. هم‌چنین، در طول ۲۴ ساعت پیش از هر آزمون، آزمودنی‌ها در هیچ تمرینی شرکت نکردند. ضربان قلب آزمودنی‌ها پیش و انتهای آزمون‌های اول و دوم YIRT2 و نیز در طول آزمون تجزیه گازهای تنفسی ثبت شد.

### آزمون تجزیه گازهای تنفسی

برای اندازه‌گیری  $VO_{2max}$  آزمودنی‌ها آزمون فزاینده‌ای را به شکل دویدن روی نوارگردان (نوارگردان h/p/cosmos pulsar ساخت ایتالیا) اجرا کردند. پیش از شروع آزمون، آزمودنی‌ها ۳ دقیقه با سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت روی نوارگردان دویدند تا گرم شوند. آزمون با سرعت دویدن ۷ کیلومتر بر ساعت به مدت ۱ دقیقه شروع شد، که هر دقیقه ۱ کیلومتر بر ساعت بر سرعت نوارگردان افزوده می‌شد. آزمون تا زمانی ادامه می‌یافت که آزمودنی‌ها به ۳ معیار از ۴ معیار رسیدن به  $VO_{2max}$

YIRT2 شروع می‌شود و افزایش سرعت آن به آهستگی رخ می‌دهد. YIRT1 ویژه افرادی با سطوح پایین‌تر آمادگی جسمانی است. در افراد تمرین‌کرده، YIRT1 بین ۱۰ تا ۲۰ دقیقه طول می‌کشد و تمرکز آن بر ظرفیت استقامتی فرد است. در حالی که YIRT2 بین ۵-۱۵ دقیقه طول می‌کشد و هدف آن ارزیابی توانایی فرد در اجرای وهله‌های فعالیت شدید تکراری با سهم قابل توجهی از انرژی هوازی و سهم بالایی از انرژی بی‌هوازی است (۱۵). این آزمون‌ها، اکنون به ابزاری بسیار مناسب و دارای روایی و پایایی برای ارزیابی آمادگی بازیکنان فوتبال و توانا برای تمایز بازیکنان با سطوح متفاوتی از آمادگی تبدیل شده است (۱۵).

نگاهی به پیشینه پژوهشی موجود نشان می‌دهد بیش‌تر مطالعات YIRT با استفاده از YIRT1 و روی بازیکنان فوتبال و به ویژه مردان انجام شده است (۱۷-۱۵، ۱۲). بنابراین، با توجه به تفاوت‌های مهارتی و فیزیولوژیکی بین فوتبال و فوتسال، و تفاوت‌های فیزیولوژیکی بین مردان و زنان از یک سو؛ و ماهیت بی-هوازی‌تر آزمون YIRT2 به دلیل سرعت بالای اجرای آزمون که شباهت بیش‌تری به ورزش فوتسال دارد، پژوهش حاضر در تلاش است روایی و پایایی آزمون تناوبی ریکآوری یویو ۲ (YIRT2) در برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی بازیکنان فوتسال زن نخبه را مطالعه کند.

## روش شناسی پژوهش

### آزمودنی‌ها

آزمودنی‌های پژوهش حاضر را کلیه بازیکنان دعوت شده به اردوی تیم ملی فوتسال بانوان ایران به تعداد ۲۱ بازیکن تشکیل می‌دادند که برای شرکت در مسابقات قهرمانی فوتسال بانوان آسیا ۲۰۱۳ آماده می‌شدند. جدول ۱ ویژگی‌های آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد.

## روش‌های آماری

برای توصیف داده‌های به دست آمده از روش های آمار توصیفی شامل شاخص های مرکزی و پراکندگی و برای سنجش روایی و پایایی YIRT2 از روش همبستگی پیرسون استفاده شد. همچنین، برای مقایسه میانگین‌های متغیرهای مورد مطالعه از آزمون t وابسته استفاده شد.

## یافته‌های پژوهش

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر (جدول ۲)، تفاوت معناداری بین ضربان قلب بیشینه پایانی آزمون های اول و دوم YIRT2 و تجزیه گازهای تنفسی دیده شد ( $F_{2,40}=29.72, P=0.001$ ). با انجام آزمون تعقیبی LSD مشخص شد میانگین ضربان قلب بیشینه پایانی با روش تجزیه گازهای تنفسی به طور معناداری بالاتر از میانگین ضربان قلب بیشینه دو آزمون YIRT بود، اما بین میانگین ضربان قلب بیشینه پایانی دو آزمون YIRT2 تفاوت معناداری به دست نیامد.

ارتباط مثبت معنادار و قوی بین مسافت طی شده در آزمون اول YIRT2 و حداکثر اکسیژن مصرفی در آزمون تجزیه گازهای تنفسی دیده شد ( $r=0.87$ ). به منظور تعیین روایی و پایایی YIRT2 در برآورد  $VO_{2max}$  از روش همبستگی پیرسون استفاده شد. داده‌های آماری، همبستگی قوی و به نسبت

برسند. این معیارها عبارت بود از: ۱) فلات در اکسیژن مصرفی با وجود افزایش شدت فعالیت؛ ۲) نسبت تبادل تنفسی (RER) بالای ۱٫۱؛ ۳) ضربان قلب بیشینه  $\pm 10$  ضربه در دقیقه نسبت به ضربان قلب بیشینه برآوردی براساس سن؛ ۴) معادل تهویه‌ای اکسیژن بیش‌تر از ۳۰ لیتر در دقیقه (۱۸).

## آزمون تناوبی ریکاوری یویو ۲ (YIRT2)

این آزمون شامل دویدن ۲ مسافت ۲۰ متری متوالی به شکل رفت، دور زدن و برگشت به نقطه شروع بود که لحظه شروع و پایان رفت و برگشت با صدای بوق تعیین می‌شد. در پشت خط شروع، مخروطی به فاصله ۵ متر قرار داده شده بود که آزمودنی‌ها ۱۰ ثانیه فرصت داشتند پس از هر رفت و برگشت به منظور ریکاوری، ۲ مسافت ۵ متری را با دوی نرم بدونند. سرعت شروع آزمون ۱۳ کیلومتر بر ساعت بود که به صورت فزاینده بر آن افزوده می‌شد. زمانی که آزمودنی‌ها به هنگام شنیدن صدای بوق ۲ مرتبه ناتوان از رسیدن به خط شروع می‌شدند، آزمون خاتمه می‌یافت. به منظور اطمینان از تلاش حداکثر آزمودنی‌ها در اجرای YIRT2 ضربان قلب پایانی آزمون با ضربان سنج (پولار مدل F7 ساخت فنلاند) اندازه‌گیری شد. در پایان  $VO_{2max}$  با استفاده از فرمول زیر بر اساس کل مسافت پیموده شده محاسبه شد (۱۵):

$$VO_{2max}(ml/min/kg) = IR \times distance(m) \times 0.0136 + 45.3$$

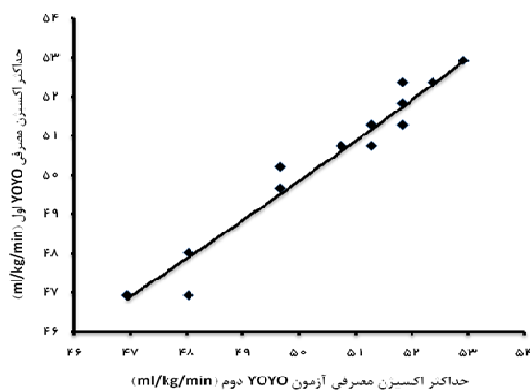
جدول ۱: ویژگی‌های عمومی بازیکنان تیم ملی فوتبال بانوان ایران

سن (سال)	قد (سانتی متر)	توده بدن (کیلوگرم)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	درصد چربی بدن	LBM(kg)
۲۲/۴۶±۳/۰۴	۱۶۴/۱۰±۴/۸۵	۵۶/۶۰±۷/۳۱	۲۰/۹۰±۲/۰۲	۲۱/۹۶±۳/۳۱	۴۳/۶۵±۵/۴۱

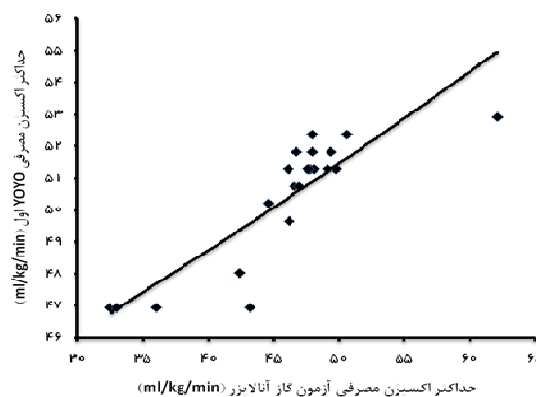
جدول ۲: داده‌های آزمون‌های تجزیه گازهای تنفسی و YIRT2

تجزیه گازهای تنفسی	$VO_{2max}$ (ml/kg/min)	ضربان قلب پایان آزمون (bpm)	شدت پایانی آزمون (%MHR)	مسافت پیموده شده در آزمون (متر)
تجزیه گازهای تنفسی	۴۵/۹۱±۶/۳۷*	۱۸۴/۴۲±۹/۴۰*	۹۳/۸۸±۴/۸۳*	-
اول YIRT2	۵۰/۴۸±۱/۹۵	۱۶۹/۵۲±۱۳/۹۱	۸۵/۸۳±۷/۰۵	۳۸۱/۰۵±۱۴۳/۴۵
دوم YIRT2	۵۰/۳۸±۱/۹۹	۱۶۹/۸۵±۱۵/۲۳	۸۵/۹۸±۷/۵۶	۳۷۳/۳۳±۱۴۶/۶۱

\* تفاوت معنادار بین آزمون تجزیه گازهای تنفسی و آزمون های YIRT2 ( $P=0.001$ )



شکل ۲: رابطه بین حداکثر اکسیژن مصرفی برآورد شده با آزمون YIRT2 های اول و دوم  
( $r=0.98$ ,  $r^2=0.96$ ,  $P=0.001$ )



شکل ۱: رابطه بین حداکثر اکسیژن مصرفی به دست آمده از آزمون تجزیه گازهای تنفسی و برآورد شده با YIRT2  
( $r=0.88$ ,  $r^2=0.77$ ,  $P=0.001$ )

نظر می‌رسد.

ورزش فوتسال دارای ماهیتی تناوبی است که بازیکنان برای اجرای وهله های شدید تکراری با شدت بیشینه، بیش تر بر سیستم های انرژی بی هوازی تکیه می کنند. هم چنین، برای ریکاوری از این وهله های فعالیت شدید، ورزشکاران نیازمند سطح معینی از آمادگی هوازی هستند. با توجه به ماهیت تناوبی ورزش فوتسال و طراحی YIRT2، این فرضیه مطرح شده است که هر دو سیستم انرژی هوازی و بی هوازی در اجرای فوتسال و YIRT2 دارای سهم قابل توجهی هستند. به گزارش بنگسیو و همکاران (۲۰۰۹) YIRT2 توانایی برای ریکاوری از وهله های تکراری در فعالیت هایی را تعیین می کند که سیستم های بی هوازی سهم بالایی در آن دارد (۱۵). این همان الگویی از فعالیت است که در یک بازی فوتسال دیده می شود.

همانند کلیه فعالیت های بدنی فزاینده، به هنگام اجرای YIRT2، ضربان قلب به صورت تدریجی تا مقادیر بیشینه افزایش می یابد که بازتابی از افزایش اکسیژن مصرفی است (۱۵). بنابراین، YIRT2 سیستم هوازی را تا مقادیر بیشینه تحریک می کند و با توجه به سرعت بالای اجرا در YIRT2، به نظر می رسد سهم این سیستم در این آزمون بالاتر باشد.

یافته اصلی پژوهش حاضر وجود همبستگی بالا

بالایی را بین  $vo_{2max}$  برآورد شده از YIRT2 و تجزیه گازهای تنفسی نشان داد ( $r=0.88$ ,  $r^2=0.77$ ,  $P=0.001$ ), که بیانگر روایی بالای آزمون YIRT2 در برآورد  $VO_{2max}$  می باشد (شکل ۱). هم چنین، همبستگی قوی و بالایی بین  $VO_{2max}$  برآوردی در آزمون- آزمون مجدد YIRT2 به دست آمد ( $r=0.98$ ,  $r^2=0.96$ ,  $P=0.001$ ) که بیانگر پایایی بسیار بالای این آزمون در برآورد  $VO_{2max}$  بازیکنان فوتسال زن نخبه می باشد (شکل ۲).

## بحث

پژوهش حاضر اولین پژوهشی است که روایی و پایایی YIRT2 را در بازیکنان فوتسال زن نخبه مورد مطالعه قرار داد. بر اساس یافته های پژوهش حاضر، ضربان قلب بیشینه پایانی حاصل از آزمون تجزیه گازهای تنفسی به طور معناداری بالاتر از ضربان قلب بیشینه پایانی YIRT2 بود. این تفاوت به هنگام بیان ضربان قلب بیشینه پایانی بر مبنای درصد ضربان قلب بیشینه برآوردی بر اساس سن همچنان پابرجا بود (۹۳/۸۸ درصد ضربان قلب بیشینه برای آزمون تجزیه گازهای تنفسی در برابر ۸۵/۸۳ و ۸۵/۹۸ درصد ضربان قلب بیشینه برای آزمون های اول و دوم YIRT2). با توجه به ماهیت تناوبی YIRT2 و زمان های ریکاوری ۱۰ ثانیه ای در پایان هر رفت و برگشت، پایین تر بودن ضربان قلب پایانی در این آزمون منطقی به

را در آزمون - آزمون مجدد YIRT2 به ترتیب در بین بازیکنان فوتبال نخبه و آزمودنی‌های فعال تفریحی گزارش داده‌اند. در مجموع، YIRT2 آزمون پایایی برای برآورد  $VO_{2max}$  در بازیکنان فوتسال زن نخبه همانند ورزشکاران رشته‌های ورزشی دیگر می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

آزمون تناوبی ریکآوری یویو ۲ (YIRT2) به عنوان آزمونی که توانایی سیستم‌های انرژی هوازی و بی-هوازی ورزشکاران را مورد سنجش قرار می‌دهد، دارای روایی و پایایی بالایی در برآورد  $VO_{2max}$  بازیکنان فوتسال زن نخبه می‌باشد. بنابراین، علاوه بر اندازه‌گیری اجرای استقامتی بازیکنان زن فوتسال، از آزمون YIRT2 می‌توان در ارزیابی توانایی ورزشکاران در اجرای فعالیت‌های تناوبی تکراری و نیز طراحی برنامه‌های تمرینی و استعدادیابی بازیکنان فوتسال استفاده کرد.

### سپاسگزاری

از فدراسیون فوتبال جمهوری اسلامی ایران، دکتر رضا قراخانو و مشاور عالی و رییس کمیته پژوهش‌های کاربردی فدراسیون و خانم شهرزاد مظفر سرمربی تیم ملی فوتسال بانوان ایران که ما را در اجرای پژوهش یاری کردند سپاسگزاری می‌شود.

بین  $VO_{2max}$  اندازه‌گیری شده با دستگاه تجزیه گازهای تنفسی و برآورد شده با آزمون YIRT2 بود که نشان‌دهنده روایی بالای YIRT2 در برآورد  $VO_{2max}$  بازیکنان فوتسال زن نخبه می‌باشد ( $r=0.88$ ,  $r^2=0.77$ ,  $P=0.001$ ). به بیان دیگر، این آزمون به عنوان یک آزمون میدانی، ساده و کم‌هزینه، توانایی بالایی در برآورد  $VO_{2max}$  این گروه از ورزشکاران دارد. یافته‌های پژوهش حاضر هم راستا با پژوهش‌هایی است که همبستگی بالایی را بین اجرای YIRT2 و اجرای هوازی بازیکنان فوتبال مرد و زن نخبه (۶، ۱۳، ۱۹)، بازیکنان فوتبال دانشگاهی (۲۰)، بازیکنان فوتبال مرد زیر ۱۷ سال (۲۱)، بازیکنان جوان بسکتبال (۲۲) و بازیکنان جوان هندبال (۲۳) به دست آورده‌اند.

یافته دیگر پژوهش حاضر وجود همبستگی بالا بین  $VO_{2max}$  برآورد شده با YIRT2 در آزمون - آزمون مجدد بود که نشان دهنده پایایی بالای YIRT2 در برآورد  $VO_{2max}$  بازیکنان فوتسال زن نخبه می‌باشد ( $r=0.98$ ,  $r^2=0.96$ ,  $P=0.001$ ). پیش از این نیز، چندین پژوهش تکرارپذیری و پایایی آزمون‌های YIRT را در ورزش‌های مختلف مطالعه کرده‌اند. در همین رابطه، کروسستروپ و همکاران (۲۰۰۳) (۶) و توماس و همکاران (۲۰۰۶) (۱۴) پایایی بالایی را برای YIRT1 به ترتیب در بازیکنان فوتبال و آزمودنی‌های فعال تفریحی گزارش کرده‌اند. هم-چنین، کروسستروپ و همکاران (۲۰۰۶) (۲۴) در پژوهش دیگری و توماس و همکاران (۲۰۰۶) (۱۴) پایایی بالایی

### منابع

1. Meckel Y, Machnai O, Ellakim A. Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness, and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. *J Strength Cond Res* 2009;23(1):163-169.
2. Barbero-Alvarez JC, Soto VM, Barbero-Alvarez V, Granda-Vera J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *J Sports Sci* 2008; 26:63-73.
3. Dogramaci SN, Watsford ML. (2006). A comparison of two different methods for time-motion analysis in team sports. *Intl J Performance Analysis Sport*, 6(1): 73-83.
4. Barbero-Alvarez JC, D'Otavio S, Granda-Vera J, Castagna C. (2009). Aerobic fitness in futsal players of different competitive level. *J Strength Cond Res*, 23(7): 2163-2166.
5. Ben Abdelkrim N, El Fazaa S, El Ati J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Br J Sports Med*, 41(2): 69-75.
6. Krustrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, Bangsbo J. The yo-yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. *Med. Sci. Sports Exerc* 2003; 35(4):697-705.

7. Rampinini E, Bishop D, Marcora SM, Ferrari Bravo D, Sassi R, Impellizzeri FM. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *Int J Sports Med* 2007; 28(3):228-235.
8. Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ. *Research Methods in Physical Activity*. 5<sup>th</sup> edition. Human Kinetics. 2005.
9. Agha Alinejad H, Rajabi H, Siahkoochian M. *Applied Exercise physiology*. Institute of Physical education and sport science Publication. Tehran. 1391. (In Persian)
10. Bangsbo J. The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica Supplementum* 1994; 619:1-155.
11. Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci* 2000;18(9):669-683.
12. Castagna C, Impellizzeri F, Cecchini E, Rampinini E, Alvarez JCB. Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. *J Strength Cond Res* 2009; 23(7):1954-1959.
13. Krstrup P, Mohr M, Ellingsgaard H, Bangsbo J. Physical demands during an elite female soccer game: Importance of training status. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37(7):1242-1248.
14. Thomas A, Dawson B, Goodman C. The yo-yo test: Reliability and association with a 20-m shuttle run and VO<sub>2</sub>max. *Int J Sports Physiol Performance* 2006; 1(2):137-149.
15. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. The yo-yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med* 2009; 38(1):37-51.
16. Castagna C, Manzi V, Impellizzeri F, Weston M, Barbero Alvarez JC. Relationship between endurance field tests and match performance in young soccer players. *J Strength Cond Res* 2010; 24(12):3227-3233.
17. Rampinini E, Sassi A, Azzalin A, Castagna C, Menaspà P, Carlomagno D, Impellizzeri FM. Physiological determinants of yo-yo intermittent recovery tests in male soccer players. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108(2):401-409.
18. Uth N, Sørensen H, Overgaard K, Pedersen PK. Estimation of VO<sub>2</sub>max from the ratio between HRmax and HRrest – the Heart Rate Ratio Method. *Eur J Appl Physiol* 2004; 91:111–115.
19. Krstrup P, Bangsbo J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: Effect of intense intermittent exercise training. *J Sports Sci* 2001; 19:881–891.
20. Ueda S, Yamanaka A, Yoshikawa T, Katsura Y, Usui T, Orita K, Fujimoto S. Differences in physiological characterization between Yo-Yo intermittent recovery test level 1 and level 2 in Japanese college soccer players. *Int. J. Sport Health Sci* 2011; 9:33-38.
21. Chuman K, Hoshikawa Y, Lida T, Nishijima T. Relationships between Yo-Yo Intermittent Recovery Tests and Development of Aerobic and Anaerobic Fitness in U-13 and U-17 Soccer Players. *Int J Sport Health Sci* 2011; 9:91-97.
22. Castagna C, Impellizzeri FM, Rampinini E, D'Ottavio S, Manzi V. The Yo-Yo intermittent recovery test in basketball players. *J Sci Med Sport* 2008; 11:202–208.
23. Souhail H, Castagna C, Mohamed Hy, Younes H, Chamari K. Direct validity of the Yo-Yo intermittent recovery test in young team handball players. *J Strength Cond Res* 2010;24(2):465–470.
24. Krstrup P, Mohr M, Nybo L, Jensen JM, Nielsen JJ, Bangsbo J. The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38(9):1666-1673.

پرتال جامع علوم انسانی

# The validity and the reliability of yo-yo intermittent recovery test 2 (yirt2) to estimate maximal oxygen uptake (vo2max) in elite female futsal players

Akbari M<sup>1</sup>, Agha-Alinejad H<sup>2\*</sup>, Matin-Homaee H<sup>3</sup>

1. MSc student of Islamic Azad University, Central Tehran Branch

2. Tarbiat Modares University

3. Islamic Azad University, Central Tehran Branch

Received: 22/10/2012

Revised: 16/12/2012

Accepted: 09/04/2013

## \*Correspondence:

Hamid Agha-Alinejad, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran  
E-mail: halinejad@modares.ac.ir

## Abstract

**Introduction:** The Yo-Yo Intermittent Recovery Test 2 (YIRT2) that designed mainly to estimate VO<sub>2</sub>max in soccer players, it used to assess athletes abilities to repeatedly perform high-intensity exercise.

**Purpose:** The purpose of the present study was to determine the validity and reliability of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test 2 (YIRT2) to estimate maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub>max) in elite female futsal players.

**Materials and Methods:** Subjects were Iranian elite female futsal players (n = 33: mean age 22.46±3.04 yrs, height 164.1±4.85 cm, and body mass 56.6±7.31 kg). All subjects performed a graded exercise test on motorized treadmill to examine VO<sub>2</sub>max by breath to breath gas analyzer apparatus (K4B2, COSMED, Italy) and the YIRT2 to estimate VO<sub>2</sub>max.

**Results:** The significant correlation found between VO<sub>2</sub>max measured by gas analyzer and estimated by YIRT2 (r=0.88, r<sup>2</sup>=0.77, P=0.001), indicating that the YIRT2 is valid test to estimate VO<sub>2</sub>max. Test-retest results showed that the YIRT2 is the reliable test to estimate VO<sub>2</sub>max (r=0.98, r<sup>2</sup>=0.96, P=0.001).

**Discussion and Conclusions:** It is concluded that YIRT2 were a valid and reliable test to estimate VO<sub>2</sub>max in elite female futsal players. The YIRT2 appears to measure aerobic fitness but may also be used as a field test of the ability to repeat high-intensity efforts.

**Key words:** YIRT2, VO<sub>2</sub>max, female futsal players, validity, reliability.