علوم زیستی ورزشی _ تابستان ۱۳۹۴
دورهٔ۷، شمارهٔ۲ ، ص : ۱۷۱ – ۱۸۵
تاریخ دریافت : ۱۶ / ۱۰ / ۹۲
تاریخ پذیرش : ۲۹ / ۰۲ / ۹۳

طراحی برنامهٔ تمرین شبیه‌سازشدهٔ مسابقات تکواندو بر پایهٔ نیمرخ تغییرات تواتر ضربان قلب، سطح لاکتات خون و درک فشار کار

مهدی صمدی [*۱] _ فرزاد ناظم [۲]
۱.کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران، ۲. دکتری فیزیولوژی ورزش دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

چکیده

وقوع آسیب‌های ورزشی در مسابقات تکواندو اغلب ناشی از برخوردهای فیزیکی هنگام مبارزه است. ازاین‌رو طراحی برنامهٔ تمرین همسطح با فشار فیزیولوژیک یک مسابقهٔ واقعی بر پایهٔ تغییرات RPE, HR,LA, انجام گرفت تا ورزشکار به‌جای مبارزه با حریف، فنون را با «میت» اجرا کند. به این منظور دوازده تکواندوکار زبدهٔ تیم ملی با میانگین سن ۳±۲۲ سال به‌صورت هدفمند در این پژوهش شرکت کردند. مشخصات آنتروپومتریک و ظرفیت عملی با استفاده از تست درمانده‌ساز هوازی روی تردمیل و توان بی‌هوازی به روش RAST تعیین شد. آزمودنی‌ها به سبک وزنی المپیک برنامهٔ مبارزهٔ شبیه‌ساز را اجرا کردند. سطح لاکتات خون و ضربان قلب با تله متری پولار و مقیاس $RPE_{۱۰}$ بورگ پیش از مسابقه، بین هر یک از ۳ راند مبارزه و در پایان راند سوم مسابقه و برنامهٔ شبیه‌ساز با میت اندازه‌گیری شدند. برای مقایسهٔ میانگین داده‌ها از تحلیل واریانس یکسویه استفاده شد. بین شاخص‌های سه‌گانهٔ شدت کار هنگام مسابقه و تمرین ویژه اختلاف معناداری به‌دست نیامد ($P>۰/۰۵$). برنامهٔ شبیه‌سازشده، فشار سایکوفیزیولوژیک همسطح با مسابقهٔ واقعی بر عملکرد تکواندوکاران وارد می‌کند که احتمالاً بتوان جایگزین مسابقات تدارکاتی در پیش‌فصل مسابقات که امکان رخداد آسیب وجود دارد، کرد.

واژه‌های کلیدی

آسیب ورزشی، تکواندو، درک فشار کار، طراحی تمرین شبیه‌ساز، لاکتات خون.

---

[*] نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۱۸۱۱۱۷۹۱۱ Email : farzadnazem2@gmail.com

مقدمه

هنر رزمی تکواندو از المپیک ۲۰۰۰ سیدنی به‌طور رسمی وارد بازی‌های المپیک شد و امروزه از جذاب‌ترین ورزش‌های رزمی به‌شمار می‌رود. در حال حاضر حدود ۸۰ میلیون ورزشکار تحت پوشش خانوادهٔ تکواندو هستند و بیش از ۱۸۰ کشور، این هنر رزمی را به‌عنوان ورزش رسمی کشور خود پذیرفته‌اند (۱). مسابقهٔ تکواندو در فضایی به وسعت (۸×۸) ۶۴ متر مربع اجرا می‌شود. زمان مبارزات ۳ راند دودقیقه‌ای با یک دقیقه استراحت بین هر راند است. فنون مجاز در مبارزات تکواندو شامل ضربهٔ پا به قسمت سر، تنه و ضربات دست به قسمت تنهٔ حریف است و همهٔ این ضربه‌ها بدون کنترل (contact full) اجرا می‌شود. این مقررات، ماهیت مبارزهٔ تکواندو را به سمتی کشانده است که ورزشکاران اغلب از فنون پا استفاده می‌کنند که وجه تمایز تکواندو با دیگر رشته‌های رزمی است.

تکواندوکاران با روی پا به ضربه‌گیر (میت) یا حریف ضربه وارد کرده و با گارد دست از اصابت ضربه‌های حریف به نقاط بدن جلوگیری می‌کنند. در این شرایط تکواندوکار به‌طور معمول در معرض آسیب‌دیدگی‌هایی مانند کوفتگی، استرین، شکستگی استخوان یا اسپرین قرار می‌گیرد. به بیان دیگر، براساس شواهد علمی ابتدا در ناحیهٔ زانو، ساق و انگشتان پا و سپس ساعد و مچ دست به‌طور عمده دچار آسیب‌دیدگی می‌شوند. لیستاد و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی فراگیر، فراوانی آسیب‌دیدگی تکواندوکاران را از هر ۱۰۰۰ تکواندوکار فعال در صحنهٔ مسابقات ۷۹/۳ نفر گزارش می‌کنند. این آمار به‌طور چشمگیر از رشته‌های دیگر ورزشی مانند فوتبال آمریکایی، بسکتبال و فوتبال بیشتر است. سازوکار اصلی این نوع آسیب‌دیدگی‌ها را به انواع برخورد فیزیکی هنگام مسابقه (دریافت ضربه، اجرای ضربه و ضربات تکنیکی طرفین) استناد می‌کنند (۴-۲). پژوهشگران با جود نرخ آسیب‌دیدگی‌های ورزشی، همچنان اصل زمان‌بندی تمرینات از میکروسیکل‌های نزدیک به مسابقات (بازی‌های تدارکاتی) را برجسته قلمداد می‌کنند که همسطح با فشارهای فیزیولوژیک و روانی مسابقات اصلی برگزار می‌شود (۶،۵). با ملاحظهٔ این یافته‌های علمی، احتمال آسیب‌دیدگی در این مسابقات زیاد است و بازتوانی ورزشکاران کلیدی تا رسیدن به آستانهٔ مسابقهٔ اصلی دشوار است (۷).

ازاین‌رو به‌نظر می‌رسد در مسابقات تکواندو براساس عواملی مانند نوع مهارت، مدت اجرای فن (زمان کل و نسبت فراوانی اجرای مهارت‌های تند و انفجاری به مهارت‌های کند) و شاخص‌های شدت کار (تواتر ضربان قلب فعالیت، سطح لاکتات خون و میزان احساس فشار)، می‌توان یک برنامهٔ تمرینی شبیه‌سازشده همسنگ با صحنهٔ مسابقهٔ اصلی طراحی کرد تا با ایجاد شرایط تمرینی ویژه در اجرای

ضربه‌های دست و پا به میت (به‌جای حریف) که از برخورد فیزیکی مستقیم میان تکواندوکاران در مرحلهٔ نزدیک به آغاز فصل مسابقات جلوگیری می‌کند، این شیوهٔ تمرین همسطح مسابقه را جایگزین مسابقات تدارکاتی کرد.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها: دوازده تکواندوکار زبدهٔ مرد با میانگین سن ۳ ±۲۲ سال، ظرفیت عملی پایه ۴/۶۱±۴۶/۲۲ میلی‌لیتر کیلوگرم در دقیقه (معادل ۱۳/۲۱ ±۱۳ مت) در چهار ردهٔ وزنی ۵۸-، ۶۸-۵۸، ۸۰-۶۸ و ۸۰+ کیلوگرم (براساس قوانین WFT برای مسابقات المپیک) با درجهٔ کمربند مشکی و سابقهٔ ورزشی منظم بیش از شش سال به‌صورت در دسترس و نمونه‌گیری آسان در این مطالعهٔ مقطعی شرکت کردند. بعد از تشریح فرایند کار، آزمودنی‌ها رضایت‌نامهٔ کتبی را تکمیل کردند. ورزشکاران متعاقب تکمیل سیاههٔ PAR-Q هیچ‌گونه ناراحتی قلبی- عروقی، سندروم متابولیک یا نارسایی عضلانی - اسکلتی نداشتند. همچنین همگی دارای رتبه‌های ملی بودند و دو نفر نیز رتبهٔ بین‌المللی داشتند. به‌علاوه هنگام اجرای طرح، از مکمل‌های دارویی یا گیاهی انرژی‌زا یا کاربست شیوه‌های دهیدراسیون مانند محدودیت غذایی یا سونا استفاده نمی‌کردند و در وضعیت بیش‌تمرینی نبودند.

روش پژوهش

مشخصات آنتروپومتریک: ابتدا قد و وزن آزمودنی‌ها به شیوهٔ استاندارد اندازه‌گیری شد. سپس برای ارزیابی تودهٔ چربی تام بدن با استفاده از کالیپر مکانیکی مدل لانژ (ساخت کره) نقاط چربی زیر پوستی سینه‌ای، شکمی و میانهٔ ران در نیمهٔ راست بدن با تواتر دو نوبت سنجش در سه موضع آناتومیکی زیرجلدی مشخص شد. سپس چگالی بدن به‌وسیلهٔ رابطهٔ جکسون- پولاک و درصد چربی تام مطابق معادلهٔ سایری تخمین زده شد (۸). حجم عضلات اسکلتی اندام تحتانی به روش مارتین (۱۹۹۰) برآورد شد (۹).

ظرفیت هوازی: برای ارزیابی حداکثر اکسیژن مصرفی ($vo2_{max}$) تکواندوکاران از پروتکل درمانده‌ساز هوازی بروس روی تردمیل الکتریکی مدل کوینتون (Quinton) ساخت آمریکا استفاده شد. این پروتکل با شیب ۱۰درصد و سرعت (mph) ۱/۷ شروع می‌شد و هر سه دقیقه به شیب و سرعت دستگاه مطابق با پروتکل افزوده می‌شد. آزمودنی‌ها از مرحلهٔ چهارم کارسنجی به بعد برای ادامهٔ فعالیت

تشویق کلامی می‌شدند. هنگامی‌که فرد به‌طور اختیاری اعلام واماندگی می‌کرد یا اندازهٔ شدت کار از سطح ۹۰ درصد HR_{max} و RPE >18 فراتر می‌رفت، آزمون کارسنجی پایان می‌گرفت و زمان کل اجرا بر حسب دقیقه برای تخمین ظرفیت عملی ورزشکار مطابق رابطهٔ غیرخطی ثبت می‌شد (۱۰). هزینهٔ کالری (کیلوژول) نیز بر پایهٔ برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی فعالیت هوازی درمانده‌ساز به‌وسیلهٔ معادلات سوخت‌وسازی پیشنهادی ACSM تعیین شد (۱۱) (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات آنتروپومتریک و فیزیولوژیک تکواندوکاران

مشخصات	انحراف معیار± میانگین	مشخصات	انحراف معیار± میانگین
سن (سال)	۲۲/۱۶±۳/۰۹	حداکثر ضربان قلب (٪)	۱۹۷/۸۳±۳/۰۹
وزن (کیلوگرم)	۶۹/۷۵±۱۴/۵۱	حداکثر اکسیژن مصرفی ($ml.min^{-1}. kg^{-1}$)	۴۶/۲۲±۴/۶۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۸/۶۶±۵۸.۶	حداکثر توان بی‌هوازی ($W.kg^{-1}$)	۹/۸±۱/۰۸
چربی بدن (٪)	۱۱/۹±۵	شاخص خستگی	۷/۴۲ ±۲/۶۷
جرم عضلات اندام تحتانی (کیلوگرم)	۲۶/۲۲± ۳/۰۳	هزینهٔ انرژی فعالیت هوازی (کیلوژول)	۶۳/۲ ± ۶/۷۶

جدول ۲. مقایسهٔ شدت کار تکواندوکاران بر پایهٔ تواتر ضربان قلب و سطح لاکتات خون مسابقات تکواندو در پیشینه‌های علمی

حداکثر ضربان قلب (٪)	لاکتات (Mmol/L)	پژوهشگران
۹۳	۱۳/۲	تحقیق حاضر
۹۴	۱۱/۴	هلر و همکاران (۱۹۹۸)
۹۸	۱۰/۲	بوهللا و همکاران (۲۰۰۶)
۸۵	۶/۸	خی دو و همکاران (۲۰۱۱)
۸۶	۳/۳۵	بوتیوس و تاسیکا (۲۰۰۷)
۹۳	---------	ماتسوشیگو و همکاران (۲۰۰۹)

توان بی‌هوازی: پس از گذشت ۴۸ ساعت از آزمون اول، توان بی‌هوازی مطابق آزمون میدانی شاتل RAST برآورد شد. افراد، قبل از اجرای این آزمون درمانده‌ساز به مدت ۱۰ دقیقه در برنامهٔ ملایم گرم کردن و جاگینگ شرکت کردند. هر آزمودنی می‌بایست مسیر ۳۵ متری را با حداکثر توان به‌صورت رفت و برگشت در شش نوبت متوالی طی می‌کرد. بین هر تکرار دویدن ۱۰ ثانیه استراحت برای کسب آمادگی اجرا در وهلهٔ بعدی دویدن سرعت در نظر گرفته شده بود (۱۲).

مسابقهٔ تکواندو: در برنامهٔ تمرین شبیه‌سازشدهٔ همسنگ مسابقه، تکواندوکاران به سبک مسابقات المپیک در طبقه‌بندی وزنی خود قرار می‌گرفتند. سپس به‌صورت تصادفی ساده در مقابل یکی از ورزشکاران گروه وزنی خود به مبارزه می‌پرداختند.

مبارزهٔ واقعی براساس مقررات WFT روی تشک استاندارد به ابعاد ۶۴ متر مربع (۸×۸) در سه راند دودقیقه‌ای و با یک دقیقه استراحت بین هر راند، و با حضور داور و تجهیزات کامل شامل کلاه ایمنی، محافظ دهان، محافظ تنه (هوگو)، محافظ ساعد، محافظ کشالهٔ ران، محافظ ساق و روی پا با میانگین ۱۰/۸± ۸۸ درصد ضربان قلب ذخیرهٔ بیشینه اجرا می‌شد. قبل از شروع مسابقهٔ واقعی یا اجرای تمرین شبیه‌ساز، توصیه‌هایی دربارهٔ شرایط خون‌گیری، کاربست تله متری ضربان قلب فعالیت و لوح احساس فشار ۱۰ رتبه‌ای بورگ به ورزشکاران بیان شد.

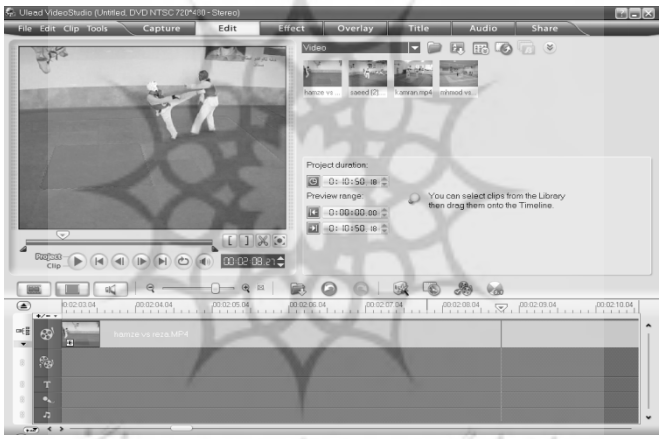
غلظت لاکتات خون به‌وسیلهٔ دستگاه پرتابل لاکتومتر Lactate squat مدل start set اندازه‌گیری شد. لاکتومتر قبل از استفاده براساس دستورالعمل شرکت سازنده کالیبره می‌شد. نمونه‌های خونی از سر انگشت دست راست و بعد از ضدعفونی موضع با پنبهٔ آغشته به الکل، توسط سوزن‌های پیشنهادی خود دستگاه انجام می‌گرفت.

میانگین تواتر ضربان قلب با دستگاه ضربان‌سنج پولار مدل P1 ساخت فنلاند با اختلاف تواتر ۳ تا ۴ ضربه در دقیقه در هر نوبت از راندهای دودقیقه‌ای اندازه‌گیری شد. بخش فرستندهٔ ضربان‌سنج روی سینه و زیر محافظ تنه جای می‌گرفت و قسمت گیرندهٔ آن به قسمت پشت محافظ تنه بسته می‌شد تا از اصابت احتمالی ضربه‌های دست و پا در امان باشد. تغییرات ضربان قلب و میزان احساس فشار کار تکواندوکاران پیش و پس از هر راند مسابقه ثبت شد. البته به‌علت دشواری نمونه‌گیری خون حین مسابقه، ۱. غلظت لاکتات خون در شرایط قبل و بعد از مسابقه اندازه‌گیری شد؛ ۲. همترازی انگیزهٔ ورزشکاران هنگام اجرای مسابقه و تمرین شبیه‌سازشده سنجیده نشد؛ ۳. ظرفیت عملی پایه به روش آنالیز گازهای تنفسی (RQ) به‌دست نیامد. با این حال، روش تخمینی بروس در مطالعهٔ ما با اعتبار

بالای ۰/۸۰ < R گزارش شده است. عدم نمونه‌گیری تصادفی به‌دلیل حجم کم آزمودنی‌ها، سندروم بیش‌تمرینی ورزشکاران نیز با ابزار پرسشنامه و نه آنالیز بیوشیمیایی تعیین شد که از محدودیت‌های مطالعهٔ حاضر به‌شمار می‌آید. همچنین در طول مسابقهٔ واقعی و تمرین شبیه‌سازشده، از دوربین فیلم‌برداری دیجیتال سونی مدل DSC W350 برای تجزیه‌وتحلیل نسبت فعالیت شدید به فعالیت کم‌شدت و نوع تکنیک تکواندوکاران استفاده شد.

تجزیه‌وتحلیل مسابقات

آنالیز تصاویر مهارت‌های حرکتی به روش فیلم‌برداری از مسابقات به‌وسیلهٔ نرم‌افزار یولید ویدیو[1] نسخهٔ ۱۱ انجام گرفت. این نرم‌افزار هر قطعه فیلم را به واحدهای ۱ تا ۰/۲۰ ثانیه‌ای تقسیم می‌کند. تحلیل مسابقات بر مبنای فراوانی نسبت اجرای فنون تند و انفجاری به مهارت‌های آرام و کم‌شدت، نوع و تعداد فنون (نوع ضربه) مورد استفاده طی ۳ راند مسابقه دسته‌بندی شد (شکل ۱).

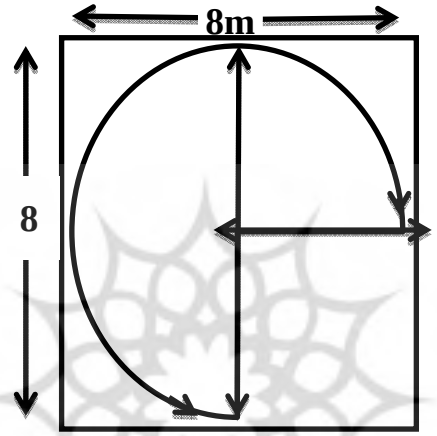


شکل ۱. آنالیز مهارت‌های تکواندوکاران با نرم‌افزار یولید ویدیو

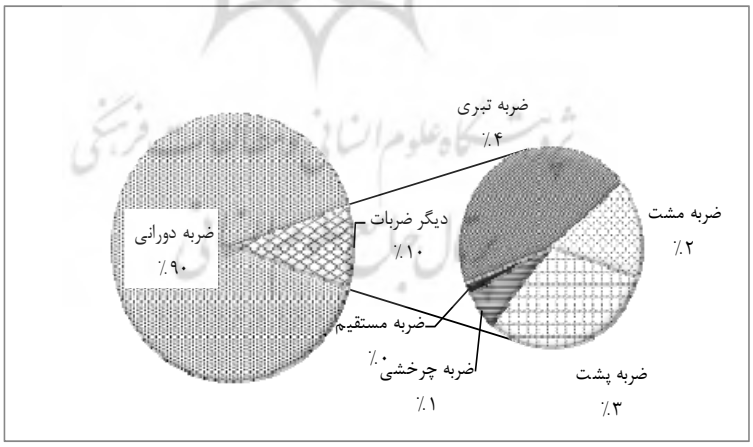
برنامهٔ تمرین شبیه‌سازشده: بعد از طراحی تمرین ویژه با نسبت زمان اجرای فنون سریع به ضربه‌های کم‌شدت یعنی (۷:۲) که از متن مسابقه به‌دست آمده بود، توسط چند تکواندوکار تکرار شد، اما به‌علت پایین‌تر بودن فاکتورهای شدت در پیلوت‌های بعدی میزان استراحت معادل ۱ تا ۲ ثانیه کاهش یافت و دوباره این مقیاس شدت اجرا ارزیابی شد، به‌طوری‌که این بار مختصات تمرین ویژه، همسطح مسابقه به‌دست آمد و به‌عنوان مدل نهایی تمرین همتراز مسابقه انتخاب شد.

1. ulead video

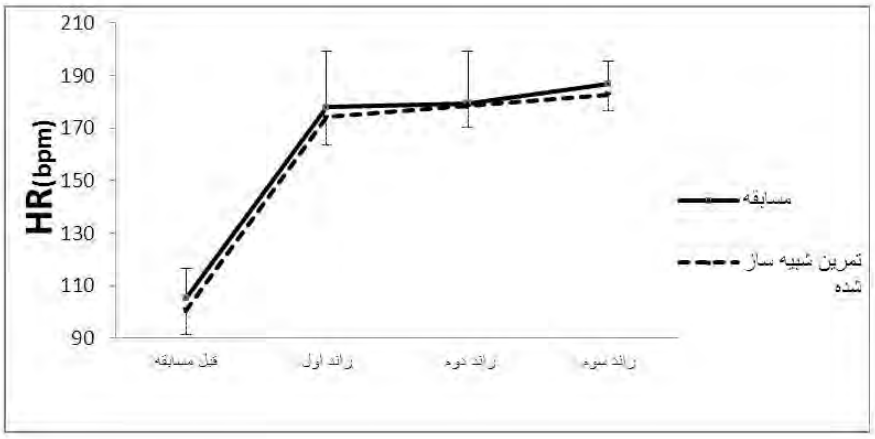
مسیر اجرای تمرین شبیه‌سازشده: ورزشکاران از کنار تشک رو به جلو شروع به اجرای مهارت کردند و تا به انتهای تشک رفتند و همین مسیر را رو به عقب بازگشتند و از آنجا حرکت روی مسیر دایره شروع می‌شد و پس از طی سه‌چهارم مسیر دایره‌ای به شعاع ۴ متر از حاشیهٔ تشک، در حرکت رو به پهلو تا وسط تشک می‌آمدند و باز می‌گشتند. سرانجام روی مسیر مداری دوباره به محل ابتدای حرکت می‌رسیدند. هر تکواندوکار این مسیر را در مدت دو دقیقه راند، یک دور کامل یا کمی بیشتر طی می‌کرد (شکل ۲).



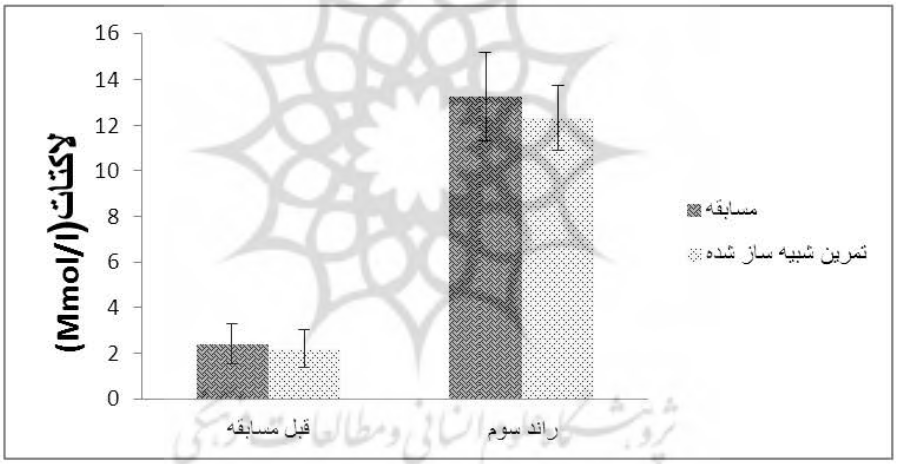
شکل ۲. مسیر مداری اجرای فنون تکواندو با میت طی راند دودقیقه‌ای



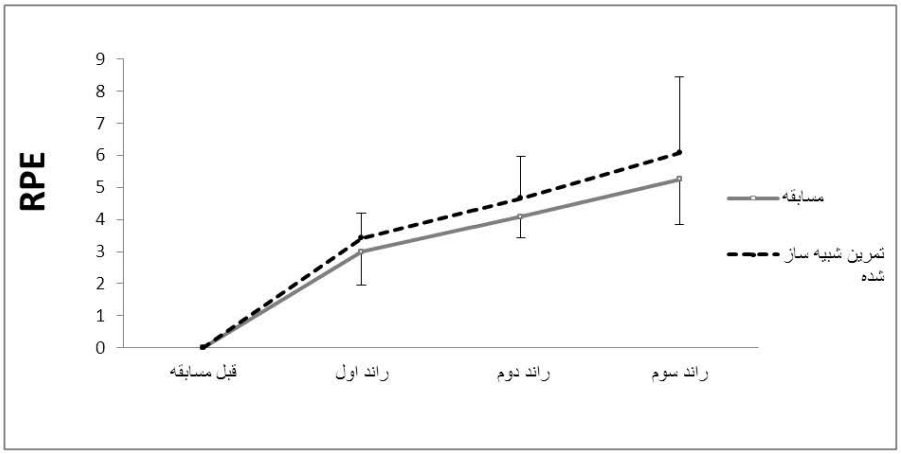
نمودار ۱. نسبت کاربست ضربه‌های تکنیکی در مسابقهٔ تکواندو



نمودار ۲. مقایسهٔ الگوی تغییرات ضربان قلب (Mean± SD) هنگام مسابقه و تمرین شبیه‌سازشدهٔ تکواندو



نمودار ۳. مقایسهٔ سطح لاکتات خون (Mmol/l) در مسابقه و تمرین شبیه‌سازشدهٔ تکواندو



نمودار ۴. مقایسهٔ اندازهٔ مسابقه و تمرین طراحی‌شدهٔ تکواندو RPE_{10}

زمان‌های تمرین: زمان کلی تمرین شبیه‌سازشده مانند شرایط مسابقه ۳ دورهٔ دودقیقه‌ای با یک دقیقه استراحت بین دورها بود. زمان اجرای ضربه یا نسبت فعالیت شدید به فعالیت کم‌شدت معادل ۶:۲ بود. برای اعلام این نسبت به ورزشکاران، به‌وسیلهٔ نرم‌افزار یولید ویدیو کلیپ صوتی دودقیقه‌ای با تناوب‌های ۲ و ۶ ثانیه با تنظیم صدای آژیر استفاده شد. یک زمان‌نگهدار به‌علت فریادهای (کی هاپ) تکواندوکاران حین اجرای ضربه‌ها، صدای آژیر را همراه با صدای رو، استوپ و حرکت دست به آزمودنی اعلام می‌کرد.

نوع ضربه: از ضربهٔ دورانی به پهلو (آپ دولیو چاگی) که بیشترین کاربرد را هنگام مسابقات تکواندو داشت، استفاده شد. همچنین برای ایجاد مقاومت خارجی در برابر ضربه‌ها از میت متوسط استفاده شد.

اجرای تمرین شبیه‌سازشده: برای آشنایی ورزشکاران، جزییات طرز اجرای این برنامه توسط مجری پروژه (تکواندوکار با کمربند مشکی) بیان و از آزمودنی‌ها خواسته شد مختصات تمرین شبیه‌سازشده را به‌صورت آزمایشی و شماتیک اجرا کنند. تکواندوکاران قبل از اجرای این برنامه، با دوی آرام با شدت ۳۰ تا ۴۵ درصد حداکثر ضربان قلب به شکل حرکات تناوبی همراه با اجرای فنون ورزشی خود را گرم کردند. سپس در جایگاه شروع آزمون استقرار می‌یافتند و با صدای آژیر در مسیر معین همراه با اجرای ضربات تکنیکی به میت حرکت خویش را شروع می‌کردند. پس از دو ثانیه با اعلام زمان‌نگهدار ضربه‌ها

قطع می‌شد، اما ورزشکار همچنان به حرکت آرام خود در مسیر مداری شکل ادامه می‌داد. این چرخه پس از شش ثانیه دوباره تکرار می‌شد تا اینکه زمان دودقیقه‌ای (راند) پایان می‌یافت (شکل ۲).

تواتر ضربان قلب و احساس درک فشار تکواندوکاران در وضعیت قبل و بعد از هر راند تمرین شبیه‌سازشده، همسان با شرایط مسابقه اندازه‌گیری و ثبت می‌شد. این برنامه در ۳ راند دودقیقه‌ای با میانگین شدت کار ۵/۸± ۸۷/۳ در صد ضربان قلب ذخیره اجرا شد.

تجزیه‌وتحلیل آماری

از میانگین و انحراف استاندارد برای ارزیابی آماری داده‌ها استفاده شد. در مقایسهٔ نیمرخ تغییرات ضربان قلب، سطح لاکتات خون و اندازهٔ درک فشار کار هنگام تمرین شبیه‌سازشده و مسابقهٔ واقعی از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری تکراری در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد. توزیع طبیعی شاخص‌های سایکو سوماتیک سه‌گانهٔ شدت کار با آزمون کولموگرف- اسمیرنوف و سنجش همسانی واریانس‌ها با آزمون لون بررسی شد. محاسبات به‌وسیلهٔ نرم‌افزار آماری SPSS نسخهٔ ۱۸ انجام گرفت.

یافته‌ها

نسبت زمان اجرای فنون سریع به ضربه‌های کم‌شدت یا هنگام استراحت در وضعیت آمادگی برای حمله یا دفاع، به‌ترتیب در راند اول ۲ ثانیه به ۷ ثانیه، راند دوم ۲ ثانیه به ۷ ثانیه و در راند سوم ۲ ثانیه به ۸ ثانیه بود که در مجموع میانگین ۲ ثانیه الگوهای حرکتی تند و ۷ ثانیه تکالیف کم‌شدت همراه استراحت به‌دست آمد. فراوانی نسبی کاربرد ضربه‌ها هنگام مسابقه در نمودار ۱ نشان داده شده است. ضربهٔ دورانی پهلو با ۹۰ درصد بیشترین کاربرد را در مسابقات تکواندو داشته است و پنج نوع ضربه‌های دیگر با کمتر از ۱۰درصد حین مسابقات به‌کار گرفته شده است.

تواتر ضربان قلب پس از گرم کردن و پیش از شروع مسابقهٔ واقعی $b.\ min^{-1}$ ۱۰۵/۰۸±۱۱/۵ بود و پیش از شروع تمرین شبیه‌سازشده $b.min^{-1}$ ۱۰۲/۵ ±۸/۹ به‌دست آمد که تفاوت معناداری نداشتند (P=۰/۴۵). تواتر ضربان قلب بعد از راند اول هنگام مسابقه و تمرین شبیه‌سازشده به‌ترتیب $b.min^{-}$ ^{1} ۱۷۷/۸ ±۲۱/۵ و $b.min^{-1}$ ۱۷۶/۰۸ ±۱۰/۵ به‌دست آمد که تفاوت معناداری بین آنها مشاهده نشد (P=۰/۷۴). الگوی تغییرات ضربان قلب پس از راند دوم مسابقه و تمرین شبیه‌سازشده به‌ترتیب $b.min^{-1}$ ۱۷۹/۴±۱۹/۸ و $b.min^{-1}$ ۱۸۰/۴ ±۸/۰۱ مشابه بود (P=۰/۸۳).بعد از راند سوم مسابقه و

تمرین شبیه‌سازشده نیز به‌ترتیب $b.min^{-1}$ ۱۸۶/۷±۸/۶۶ و $b.min^{-1}$ ۱۸۴/۸±۶/۴ تفاوت معنادار در تواتر ضربان فعالیت آنان مشاهده نشد (P=۰/۰۶)(نمودار ۲).

غلظت لاکتات خون پیش از مسابقه و تمرین شبیه‌سازشده به‌ترتیب Mmol/l ۲/۴±۰/۸ و Mmol/l ۲/۱±۰/۸ به‌دست آمد که تفاوت معناداری نداشتند (P=۰/۲۹). لاکتات خون در آخر مسابقه و تمرین شبیه‌سازشده به‌ترتیب Mmol/ l ۱۳/۲±۱/۹ و Mmol/l ۱۲/۳±۱/۴ به‌دست آمد که با شرایط راندهای دوم و سوم مشابه بود (P=۰/۰۹)(نمودار ۳).

احساس فشار فعالیت (RPE) پس از راند اول مسابقه ۳±۱/۰۴ و تمرین شبیه‌سازشده ۳/۴۱±۱/۳ به‌دست آمد که از جنبهٔ آماری تفاوت معناداری نداشتند (P=۰/۱۳). RPE پس از راند دوم مسابقه و تمرین شبیه‌سازشده به‌ترتیب ۴/۰۸±۰/۶۶ و ۴/۶۶±۰/۷۹ به‌دست آمد که تفاوت معناداری نداشتند (P=۰/۱۵). الگوی تغییرات RPE پس از راند سوم مسابقه (۵/۲۵±۱/۴۲) و تمرین شبیه‌سازشده (۶/۰۸±۲/۳) با راندهای اول و دوم مشابه بود (P=۰/۱۴)(نمودار ۴).

بحث: ظرفیت عملی پایهٔ ورزشکاران ml/kg/min ۴۶ به‌دست آمد که کمتر از مطالعات پیشین است (۱۳،۱۴)، درحالی‌که این میزان ظرفیت هوازی بالاتر از هنجار[1] ACSM (۲۰۰۹) بود. اگرچه براساس نتایج بعضی مطالعات ورزشکاران هنگام اجرای مسابقات تکواندو به ظرفیت هوازی بهینه نیاز دارند (۱۵)، افزایش سطح ظرفیت هوازی در پی تمرینات تکواندو هنوز به‌روشنی معلوم نیست (۱).

میانگین توان بی‌هوازی تکواندوکاران در پژوهش حاضر (W/Kg)۷/۸۱±۰/۹۱ بود. از آنجا که برای سنجش توان تکواندوکاران در مطالعات انجام‌گرفته کمتر از تست RAST[2] استفاده شده است، این یافته‌ها را بااحتیاط باید مقایسه کرد. با این حال، با ملاحظهٔ زمان اجرای مهارت و سطح لاکتات خون هنگام فعالیت ورزشی، اهمیت مداخلهٔ سیستم بی‌هوازی هنگام مسابقات تکواندو شایان توجه است (۱). این نکته در طراحی تمرین شبیه‌سازشده در شدت کار و مدت اجرا و نوع مهارت نیز صدق می‌کند (۶).

مدت تکالیف حرکتی ورزشکار به دو عامل زمان کلی مسابقه و تناوب‌های ضربات تکنیکی تقسیم می‌شود. زمان کلی مسابقه ۳ راند ۲ دقیقه‌ای با ۱ دقیقه استراحت بود که در تمرین شبیه‌سازشده نیز رعایت شد. میانگین نسبت شدت تکنیک‌های سریع به مهارت‌های کم شدت در مجموع سه راند مسابقه ۷:۲ به‌دست آمد که با نتایج تحقیق هلر و همکاران (۱۹۹۸) همسو بود. اما با یافته‌های ماتسوشیگو و

1 . American College of Sports Medicine
2 . Running-based Anaerobic Sprint Test

همکاران (۲۰۰۹) متفاوت بود. فاکتورهای ضربان قلب، سطح لاکتات خون و اندازهٔ RPE کمتر از مسابقهٔ واقعی به‌دست آمد که برای رفع این مشکل از مدت اجرای فعالیت‌های کم‌شدت ۱ ثانیه کاسته شد تا به‌نسبت ۶:۲ رسید. آنگاه در مرحلهٔ آزمایشی (آزمون و خطا) دوباره نسبت متغیرهای زمان اجرای فنون گوناگون تکواندو، همتراز با شرایط مسابقه شدند.

در اینجا دلیل احتمالی برای توجیه میزان زمان استراحت کمتر در شرایط تمرین شبیه‌سازشده همسو با سطح مسابقه دو فرضیه قابل مطرح است: الف) دریافت ضربه‌های دست و پا از سوی حریف هنگام مسابقه و نبود آن در تمرین ویژه، ب) استرس روانی حاکم بر مسابقه در رویارویی با حریف و همهمهٔ تماشاگران که تغییر پاسخ‌های فیزیولوژیک مانند ضربان قلب، لاکتات خون و RPE را در بر دارد (۸،۱۴،۱۶).

انجمن ACSM نسبت تواتر ضربان قلب فعالیت در مرحلهٔ پایانی کارهای بیشینه مانند راند سوم تکواندو را بر مبنای رابطهٔ نظری (سن-۲۲۰=HRmax) و SEE> 7 BPM توصیه می‌کند (۱۱) که با نتایج تحقیقات هلر (۱۹۹۸) و ماتسوشیگو (۲۰۰۹) همسو است، اما برآورد اندازهٔ شدت کار بر پایهٔ این مقیاس نظری در مطالعات بوهل کمتر و در بررسی‌های کی دو[1] (۲۰۱۱) و بوتیوس و تاسیکا[2] (۲۰۰۷) بیشتر گزارش شده است.

در این زمینه بررسی تاناکا و همکاران در زمینهٔ بازبینی ۳۵۱ مطالعهٔ وابسته، با تصحیح این رابطهٔ کلاسیک، معادلهٔ خطی (سن* ۰/۷-۲۰۸:HRmax) را با SEE< 7 BPM برای محاسبهٔ ضربان قلب هدف افراد بزرگسال معرفی می‌کنند (۱۷). در این تحقیق اندازهٔ فشار کار معادل ۹۳ درصد HR_{max} از سطح بالای فشار فیزیکی بر سیستم قلب و عروق هنگام مسابقهٔ تکواندو حکایت می‌کند. همسو بودن تغییرات ضربان قلب در برنامهٔ تمرین شبیه‌سازشده و مسابقهٔ واقعی تکواندو بر این نکته دلالت دارد که فشار فیزیومتابولیک وارد بر دستگاه قلبی- تنفسی ورزشکاران در این دو شرایط یکسان است. اگرچه نیمرخ تغییرات ضربان قلب متناسب با هزینهٔ اکسیژن و کالری مصرفی تحت بار کار معین در فعالیت-های زیربیشینه وابسته‌اند (۱۸)، اما در مطالعهٔ توسکویک[3] (۲۰۰۴) الگوی رابطهٔ میان درصدهای ضربان قلب و VO_{2max} هنگام اجرای تمرینات تکواندو همسان نبود. بنابراین با اطمینان نمی‌توان گفت که هزینه‌های اکسیژن و کالری طی مسابقه و تمرین شبیه‌سازشده به‌طور کامل همسان بوده است.

1 . Chiodo
2 . Butios and Tasika
3 . Toskovic

غلظت لاکتات خون در پایان راند سوم مسابقه ۱۳/۲±۱/۹ Mmol/ l به‌دست آمد که این مقدار لاکتات به غالب بودن سیستم گلیکولیتیک طی مسابقات تکواندو دلالت می‌کند و آن در فرایند طولانی‌مدت برای برنامهٔ تمرین شبیه‌ساز اهمیت پیدا می‌کند. همان‌طورکه جدول ۲ نشان می‌دهد، این غلظت لاکتات خون ورزشکاران مطالعهٔ ما، بیشتر از مطالعات پیشین است. از طرف دیگر، نقش سیستم غالب فسفاژن هنگام اجرای دو ثانیه مهارت‌های تند و انفجاری شایان توجه است. اما چنانچه ذخایر ازدست‌رفته هنگام ریکاوری بازیافت نشود، سیستم گلیکولیتیک کماکان انرژی مورد نیاز برای اجرای فنون سریع و تناوبی دست و پا را تأمین خواهد کرد. مطالعهٔ گیتانسون و همکاران (۱۹۹۳) خاطرنشان می‌کند که چنانچه نسبت کار به استراحت ۱ به ۵ باشد، منابع کراتین فسفات برای تکرار ضربه‌های بعدی بازسازی می‌شود. در این زمینه شواهد علمی نشان می‌دهند که میزان بازسازی کراتین فسفات رابطهٔ خطی با VO_{2max} دارد. از آنجا که در تحقیق حاضر نسبت فعالیت‌های شدید به الگوهای کم‌شدت در دامنهٔ ۱ به ۳ تا ۱ به ۴ به‌دست آمد، توجیه سطح نسبتاً پایین VO_{2max} تکواندوکاران نسبت به مطالعات مشابه، شاید دلیل سطح بالاتر لاکتات خون در مرحلهٔ پایانی راند سوم تکواندوکاران بوده باشد. از جنبهٔ فراوانی نوع فنون مورد استفاده، در گزارش بوهللا و همکاران (۲۰۰۶) سه نوع تمرین ویژه با ضربه‌های مستقیم و ممتد پیشنهاد می‌شود که با زمان‌های ۱۰ ثانیه، ۱ دقیقه و ۳ دقیقه قابل اجراست. اما پژوهش حاضر نشان داد که اجرای مهارت‌های ورزشی هنگام مسابقات تکواندو متناوب است و بیشترین نوع ضربهٔ به‌کاررفته به شکل دورانی پهلوست.

نتیجه‌گیری

برنامهٔ تمرین شبیه‌سازشده از جنبهٔ اصول علم تمرین و با هدف کاهش یا پیشگیری از آسیب‌دیدگی در میکروسیکل‌های پیش از مسابقه می‌تواند جایگزین مسابقات تدارکاتی شود تا تکواندوکاران بهتر بتوانند در معرض فشارهای فیزیولوژیک همتراز با شرایط مبارزه واقعی قرار گیرد و بدین ترتیب در مرحلهٔ آغازین فصل مسابقات رسمی بدون تجربهٔ آسیب‌دیدگی حاد یا مزمن، از آمادگی روان‌تنی مطلوب برخوردار شوند.

تقدیر و تشکر

این پروژه از محل اعتبار پژوهانهٔ حوزهٔ معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه بوعلی سینا تأمین شده است. بدین وسیله از تلاش تکواندوکاران که با انگیزهٔ بالا در شرایط سنگین مسابقهٔ واقعی همتراز با برنامهٔ شبیه‌سازشده شرکت کردند، صمیمانه تشکر می‌کنیم.

منابع و مآخذ

1.Fong, S. S., & Ng, G. Y. (2011). Does Taekwondo training improve physical fitness? [Review]. Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine, 12(2), 100-106.

2.Pieter, W., & Heijmans, J. (2003). Training & competition in taekwondo. Journal of Asian Martial Arts, 12(1), 8-23.

3.Kazemi, M., & Pieter, W. (2004). Injuries at a Canadian National Tae Kwon Do Championships: a prospective study. BMC musculoskeletal disorders, 5,(1), 22.

4.koh, J., de, F. T., & Watkinson, E. (2001). Injuries at the 14th World Taekwondo Championships in 1999. Int J Appl Sports Sci, 13(1), 33-48.

5.Bompa, T. O., & Haff, G. (2009). Periodization: Theory and Methodology of Training (5 ed.): Human Kinetics,233-270

6.Whyte, G. (2006). The physiology of training. Advances in sport and exercise science serie(1 ed.)s.: Churchill Livingstone Elsevier,3-21

7.Pieter, W., & Kazemi, M. (2007). Injuries in young Canadian taekwondo athletes. 1st international symposium for taekwondo studies, 197-206.

8.Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. The British journal of nutrition, 40(3), 497-504.

9.Martin AD, S. L., Drinkwater DT, Clarys JP. (1990). Anthropometric estimation of muscle mass in men. Med Sci Sports Exerc, 22(5), 729-733.

10.Bruce, R. A., Kusumi, F., & Hosmer, D. (1973). Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. American heart journal, 85(4), 546-562.

11.AmericanCollegeofSportsMedicine. (2001). ACSM's Health &Fitness Certification Review: Lippincott Wiliams & Wilkins,24-25

12.Zagatto, A. M., Beck, W. R., & Gobatto, C. A. (2009). Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. Journal of strength and conditioning research 23(6), 1820-1827.

13. Chiodo, S., Tessitore, A., Cortis, C., Lupo, C., Ammendolia, A., Iona, T., & Capranica, L. (2011). Effects of official Taekwondo competitions on all-out performances of elite athletes. Journal of strength and conditioning research, 25(2), 334-339.

14.Heller, J., Peric, T., Dlouha, R., Kohlikova, E., Melichna, J., & Novakova, H. (1998). Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. Journal of sports sciences, 16(3), 243-249.

15.Bouhlel, E., Jouini, A., Gmada, N., Nefzi, A., Ben Abdallah, K., & Tabka, Z. (2006). Heart rate and blood lactate responses during Taekwondo training and competition. Science & Sports, 21(5), 285-290.

16.Gaitanos, G. C., Williams, C., Boobis, L. H., & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. Journal of Applied Physiology, 75(2), 712-719.

17.Tanaka H, M. K., Seals DR. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. J Am Coll Cardiol, 37(1), 153-156.

18.McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2011). Exercise physiology-energy, nutrition and human performance. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins,320-350.

پرتال جامع علوم انسانی